

HÉCATÉRIS: étude de faisabilité de la création d'une plateforme pour que les thérapeutes puissent enseigner la dactylographie de manière ludique aux enfants dyspraxiques

Auteur : Lorène BRIZE
Promotrice : Virginie CROLLEN
Co-promotrice : Sophie BOUILLIEZ
PSY2M

Auteur : Géraud t'SERSTEVENS
Promoteur : Frank JANSSEN
INGE2M

Auteur : Louis DAISOMONT
Promoteur : Charles PECHEUR
SINF2M

Année académique 2021-2022

TOUTE l'équipe souhaite remercier Virginie Crollen (promotrice), Sophie Bouilliez (co-promotrice), Charles Pêcheur (promoteur) ainsi que Frank Janssen (promoteur), pour leur accompagnement et leurs conseils avisés durant l'écriture de ce mémoire.

Merci aussi à Jean-Didier Legat, Priscilla Milis, Valérie Legros et toutes les personnes qui travaillent pour permettre la bonne organisation du programme CPME.

Une attention particulière est donnée à Jean-Bruno van der Straeten, notre mentor. Jean-Bruno a accepté de nous partager ses connaissances concernant l'élaboration d'un plan financier. L'aspect chiffré du projet a été source de nombreux questionnements et Jean-Bruno a toujours su nous conseiller au mieux pour construire ce plan financier.

Les associations *Le Ballon Vert*, *APEDA* et *le Centre Alternatives* ont suivi le projet lors de sa construction. Merci à ces organisations pour ces précieux échanges, motivants et bienveillants.

Pour finir ces remerciements, nos pensées se tournent vers nos proches, embauchés en tant que relecteurs, qui ont fourni un travail conséquent. Merci !

Executive Summary

Problématique Les enfants atteints d'une dyspraxie doivent apprendre la frappe au clavier pour pallier leur difficulté d'écriture manuscrite. Les thérapeutes qui les aident n'ont pas accès à des outils adaptés et ludiques pour enseigner la frappe au clavier à ces enfants.

Solution Hécatéris propose aux thérapeutes une plateforme ludique et adaptée pour enseigner la frappe au clavier. Le thérapeute peut créer ses cours avec des exercices et des jeux de dactylographie pour ses patients.

Méthode **Hécatéris** Hécatéris veut aussi aider les familles n'ayant pas la possibilité de faire suivre leur enfant par un thérapeute. Pour cela, une génération de cours sur-mesure avec des exercices et des jeux est en création. Le cours sera personnalisé en fonction du prénom de l'enfant ainsi que de son âge et ses centres d'intérêt.

Recherche future La plateforme permettrait de récolter de précieuses données concernant l'orthographe des enfants ayant un trouble dys-. Elles pourraient servir pour mener des recherches et améliorer la plateforme. Le sujet de recherche concernant la détection de la

dyslexie-dysgraphie à l'aide du *machine learning* a été développé dans le rapport.

Marché ±1337 thérapeutes enseignent la frappe au clavier et ±400 000 enfants présentent une dyspraxie en francophonie.

Analyse stratégique Les facteurs clés de succès sont "la relation avec les thérapeutes", "la crédibilité face aux parents" et "l'intérêt des enfants". Plusieurs leviers soutiendront ces défis.

Marketing Entrée sur le marché avec une offre *B2B2C* pour avoir la *Proof Of Concept*. Ensuite, une offre *B2C* avec la méthode Hécatéris pour toucher un plus large public et garder une croissance sur le long terme.

Plan financier Le modèle économique se décompose en deux branches, d'une part le modèle *B2B2C* destiné aux familles qui vont chez un thérapeute avec un abonnement mensuel de €10 TTC. D'autre part le modèle *B2C* au même prix. Cette branche sera lancée plusieurs mois après la première. La trésorerie devient positive au bout du quatrième mois de l'année 2023.

Conclusion Le projet continue après la remise du mémoire.

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Problématique	1
1.2	Équipe	2
1.2.1	Membres fondateurs	2
1.3	Nos partenaires clés	2
1.4	Méthode	3
2	Contexte et environnement	5
2.1	Introduction	5
2.2	Les troubles dys-	6
2.2.1	Les dyspraxies ou troubles développementaux de la coordination	7
2.2.2	La dysgraphie	12
2.2.3	Le paradigme de la double-tâche	14
3	La prise en charge des enfants avec un trouble développemental de la coordination et/ou une dysgraphie	16
3.1	Les méthodes de rééducation des TDC et de la dysgraphie	16
3.2	Les méthodes d'automatisation du clavier	19
3.3	Le rôle de l'outil informatique	23
3.4	Le rôle de la mémoire procédurale	23
3.5	Le rôle de la motivation dans l'apprentissage	28
4	La solution	30
4.1	Présentation	30
4.1.1	Le pitch	30
4.1.2	Manuel d'utilisation pour les thérapeutes	31

4.1.3	Manuel d'utilisation pour les enfants	31
4.1.4	Manuel d'utilisation pour le serveur administrateur	31
4.2	Proposition de valeur - Value Proposition Canvas	32
5	La plateforme	34
5.1	Architecture de la plateforme	34
5.1.1	Serveur frontend	35
5.1.2	Serveur backend	35
5.2	Technologies et outils utilisés	36
5.2.1	ReactJS	36
5.2.2	Ruby on Rails	36
5.2.3	Unity	37
5.2.4	PostgreSQL	37
5.2.5	React-admin	37
5.2.6	React-unity-webgl	38
5.2.7	Heroku	38
5.2.8	Git	38
5.2.9	GoDaddy	39
5.3	Méthologies utilisées	39
5.3.1	Méthode agile	39
5.3.2	Lean startup	40
5.3.3	Travail collaboratif sur Github	40
5.3.4	En pratique	41
6	Implémentation	43
6.1	Entités - relations	43
6.1.1	Les utilisateurs	44
6.1.2	Les paramètres	44
6.1.3	Le clavier	45
6.1.4	Les cours	45
6.1.5	Les étapes	46
6.1.6	Les exercices	46
6.1.7	Les badges	48

6.1.8	Les statistiques des utilisateurs	48
6.1.9	Les badges acquis : utilisateur - badge	49
6.1.10	Les amitiés : utilisateur - utilisateur	49
6.1.11	Les partages : cours - utilisateur	50
6.1.12	La progression : utilisateur - exercice	50
6.2	Processus de création et choix de conceptions	51
6.2.1	Exercice de dactylographie	51
6.2.2	Paramétrisation	53
6.2.3	Utilisateurs	55
6.2.4	Création de cours par les utilisateurs	59
6.2.5	Relation entre utilisateurs	60
6.2.6	Partage des cours	61
6.2.7	Statistiques de l'utilisateur	61
6.2.8	Progression et résultats après un exercice	62
6.2.9	Les jeux	64
6.2.10	Lier les exercices et les jeux	65
6.2.11	Le serveur administrateur	65
6.3	Jeux et gamification	66
6.3.1	Théorie	66
6.3.2	Gamification de la plateforme	68
6.3.3	Falling words	70
6.3.4	Race Car Typing	70
6.4	Design visuel	71
7	Validation	72
7.1	Révision de la plateforme	72
7.2	Testing utilisateurs	72
7.2.1	Tests par les thérapeutes et bénévoles	73
7.2.2	Tests par les enfants	73
7.3	Sécurité du site	74
7.4	Conclusion	74

8	Implémentation de la méthode Hécatéris	75
8.1	Génération automatique et personnalisée d'un cours	75
8.1.1	Des cours sur mesure	76
8.1.2	Première étape	77
8.1.3	Étapes suivantes	79
8.1.4	Étape intermédiaire	82
8.1.5	Les jeux	83
8.1.6	Extension de la méthode Hécatéris	83
8.1.7	Prise en main de la plateforme et de la méthode	84
8.2	Futurs tests de performance de la plateforme	85
9	Recherche future : analyse des troubles dyslexiques-dysorthographiques grâce au machine learning	89
9.1	Introduction	89
9.2	La dyslexie et la dysorthographie	91
9.3	La détection de la dyslexie-dysorthographie	93
9.3.1	Avantages de l'étude	97
9.3.2	Limites de l'étude	98
9.4	État de l'art	98
9.5	Les données	100
9.6	Création du modèle	102
9.6.1	Le pré-traitement des données	102
9.6.2	La vectorisation	103
9.6.3	Le choix du modèle	104
9.6.4	Évaluation du modèle	105
9.7	Amélioration de la pédagogie	106
9.7.1	Construction de mots	107
9.7.2	Conscience phonologique	107
9.7.3	Exercice d'homonymes	107
9.7.4	Substitution, omission, insertion et inversion	108
9.7.5	Les graphies complexes	108
9.7.6	Personnalisation des badges de récompense	109

10 Le marché	110
10.1 Définir le marché	110
10.2 Acteurs et parties prenantes	113
10.3 Analyse de la demande	115
10.4 Analyse de l'offre	117
10.4.1 Typing Club (Edclub)	117
10.4.2 Tap Touche	118
10.4.3 Rapid Typing	119
10.4.4 Tux Typing	120
10.4.5 Dactylo Zoo	121
10.4.6 Facil'Ordys	121
11 Analyse stratégique	123
11.1 Analyse de l'environnement externe	123
11.1.1 Le macro-environnement au travers de l'analyse PESTEL	123
11.1.2 Le micro-environnement avec les 5 forces de Porter	133
11.2 Analyse de l'environnement interne	137
11.2.1 Mission	137
11.2.2 Vision	137
11.2.3 Valeurs	137
11.2.4 Modèle VRIN	139
11.3 Décisions stratégiques	140
11.3.1 La matrice SWOT	140
11.3.2 Conclusion	144
12 Marketing	148
12.1 Marketing stratégique	149
12.1.1 Panier d'attributs	149
12.1.2 Segmentation	150
12.1.3 Ciblage et positionnement	155
12.1.4 Scénario stratégique de différenciation	158
12.2 Marketing opérationnel	160
12.2.1 Produit	160

12.2.2	Distribution	165
12.2.3	Prix	165
12.2.4	Communication	169
12.2.5	Conclusion	174
13	Plan juridique	176
13.1	Le statut juridique	176
13.1.1	Société à Responsabilité Limitée	176
13.1.2	Démarches administratives	177
13.2	Obligations de la société	178
13.2.1	Les obligations comptables	178
13.2.2	Les obligations fiscales	179
13.3	Le juridique relatif à la plateforme	180
13.3.1	Les conditions générales d'utilisation	180
13.3.2	Les conditions générales de vente liées au paiement en ligne	182
13.4	Droit de la propriété intellectuelle	183
13.4.1	L'entreprise	183
13.4.2	La plateforme	184
13.5	Mutuelle et remboursements	186
13.5.1	Le marquage CE et l'INAMI	186
14	Plan financier	190
14.1	Hypothèses	191
14.2	Données de base	192
14.2.1	Méthodologie	192
14.2.2	Chiffre d'affaires prévisionnel	199
14.2.3	Frais généraux	200
14.2.4	Rémunérations	203
14.2.5	Immobilisations	203
14.2.6	Investissement	203
14.2.7	Financement de l'entreprise	204
14.3	Bilan prévisionnel	204
14.4	Compte de résultats prévisionnel	205

14.5	Cash Flow statement	207
14.5.1	Graphes de la trésorerie prévisionnelle	208
14.6	Analyse financière (ratios financiers)	208
14.7	Conclusion	209
15	Analyse des risques	211
15.1	Identification des risques	211
15.2	Évaluation des risques	212
15.2.1	Probabilité et impact	212
15.2.2	Grille d'analyse	212
15.3	Cartographie des risques	214
15.4	Préventions et solutions	215
16	Conclusion	219
16.1	Limites	219
16.1.1	Limites pédagogiques	219
16.1.2	Limites techniques	220
16.1.3	Limites financières	220
16.2	La suite	220
16.2.1	L'organisation	221
16.2.2	Développements futurs	221
16.3	Conclusion	223
	Bibliographie	224
Annexe A	Diagrammes et modélisation de la plateforme	237
A.1	Diagramme de classes	238
A.2	Schéma relationnel	239
A.3	Object Role Model	240
Annexe B	Nos jeux de dactylographie	241
B.1	Falling words	241
B.2	Race car typing	243

Annexe C Visuels additionnels de la plateforme	244
C.1 Page d'accueil	244
C.2 Section « À propos »	244
C.3 Landing page	246
Annexe D Retour utilisateurs après utilisation	247
D.1 Test par des enfants de l'ASBL Ballon Vert	247
Annexe E Entretiens quantitatifs	254
E.1 Google Form n°1 : auprès des parents	254
E.2 Google Form n°2 : auprès des parents	256
E.3 Google Form n°3 : auprès des parents	259
E.4 Google Form n°4 : auprès des thérapeutes	262
Annexe F Entretiens qualitatifs	267
F.1 Résumé de l'entretien du 25 novembre 2020 avec Hélène de <i>APEDA</i>	267
F.2 Résumé de l'entretien du 2 décembre 2020 avec Kristel Notelaers de l'ASBL <i>Ballon Vert</i>	268
F.3 Résumé de l'entretien du 18 avril avec Maïté et Virginie du <i>Centre</i> <i>Alternatives</i>	268
F.4 Résumé de l'entretien du 14 juin 2020 avec Maïté et Virginie du <i>Centre</i> <i>Alternatives</i>	269
F.5 Résumé de l'entretien du 21 décembre 2021 avec Hélène de <i>APEDA</i>	270
F.6 Résumé de l'entretien du 13 février 2021 avec Kristel Notelaers du <i>Ballon</i> <i>Vert</i>	270
F.7 Résumé de l'entretien du 18 février 2021 avec Maïté et Virginie du <i>Centre</i> <i>Alternatives</i>	271
Annexe G Concurrents	272
G.1 Tux Typing	272
G.2 Dactylo Zoo	273

Chapitre 1

Introduction

Avez-vous déjà écrit de votre mauvaise main ? Si oui, rappelez-vous de la sensation que vous avez ressentie en le faisant.

C'était difficile n'est-ce pas ?

Cette difficulté, c'est ce que ressentent au quotidien les enfants avec un trouble dyspraxique lorsqu'ils doivent écrire à la main.

1.1 Problématique

La dyspraxie ou trouble développemental de la coordination selon le DSM-V (American Psychiatric Association APA, 2013) affecte la coordination, l'organisation, l'exécution et l'automatisation motrice des gestes (MAZEAU, 2016) (voir section 2.2.1). Ce dysfonctionnement engendre des difficultés dans les activités quotidiennes (APA, 2013) et dans les activités scolaires, notamment pour les tâches d'écriture manuscrite (LEFEVERE et ALEXANDRE, 2011). Par conséquent, ces jeunes enfants doivent faire face à des problèmes scolaires mais aussi sociaux.

Une solution régulièrement envisagée, pour soulager ces enfants dans leurs apprentissages scolaires, est l'utilisation de l'outil numérique (ordinateur ou tablette), qui prend place dans un projet impliquant l'enfant, ses parents, l'enseignant et le thérapeute (GUILLERMIN et LEVEQUE-DUPIN, 2012). Afin que cet aménagement soit bénéfique pour l'enfant, il doit apprendre à taper au clavier (LEFEVERE et al., 2007).

Comme vous pourrez le lire en détails dans la section 1.3, c’est Kristel, la maman de Louis, qui a permis de sensibiliser toute l’équipe aux besoins de ces enfants. Elle travaille dans l’ASBL *Le Ballon Vert*¹ qui accompagne les enfants ayant besoin d’apprendre la frappe au clavier.

Bien qu’écrire de manière dactylographiée demande moins de ressources musculaires (BILLOUET, 2005), son apprentissage requiert un entraînement de plusieurs mois (DECLERCQ, 2019 ; DASSE, 2021 ; MAZEAU, 2016). De plus, le manque d’outils adaptés et ludiques pour apprendre la dactylographie se fait fortement ressentir dans le milieu paramédical, comme indiqué dans cette section 2.1 et dans l’annexe E.3.

C’est pour répondre à ce besoin que le projet Hécatéris est né.

1.2 Équipe

1.2.1 Membres fondateurs

L’équipe est composée de trois étudiants motivés et passionnés par l’entrepreneuriat.

- Lorène : étudiante en psychologie, défenseuse du bien être animal et humain, elle rêve d’avoir son propre centre d’hypothérapie.
- Géraud : étudiant en ingénieur de gestion, sa soif d’apprendre lui aura permis de développer un jeu vidéo dans le cadre du projet. Il a même décidé d’aller plus loin en poursuivant des études en informatique.
- Louis : étudiant en informatique, spontané et blagueur, il aime continuellement dépasser ses limites et cela n’a jamais autant pris sens pour lui que dans ce projet. Toujours à la recherche de nouveaux défis et expériences.

1.3 Nos partenaires clés

Durant ce projet, nombreuses ont été les personnes à nous avoir soutenus.

1. <https://leballonvert.be/>

Kristel Notelaers : la maman de Louis. Membre de l'ASBL *Ballon Vert*¹, c'est elle qui a donné l'idée à Louis de créer une plateforme ludique pour apprendre la dactylographie, il y a déjà 3 ans de cela.

Hélène : membre d' *APEDA*² (Association belge pour les Enfants en Difficulté d'Apprentissage), elle a été une de nos premières rencontres. Elle nous a soutenus et challengés durant toute la durée du projet.

Maité Pire et Virginie Dasse : ce sont deux expertes, respectivement ergothérapeute et neuropsychologue, travaillant dans le *Centre Alternatives*, un centre pluridisciplinaire³. Elles sont spécialisées dans l'enseignement de la frappe au clavier pour les enfants en ayant besoin. Elles nous ont challengés pour améliorer notre plateforme afin qu'elle réponde aux besoins des thérapeutes et des enfants. Virginie Dasse anime aussi une formation de l'apprentissage de la frappe au clavier⁴, destinée aux professionnels, à laquelle elle nous a gentiment donné accès.

Jean-Bruno van der Straeten : notre mentor, *Data Scientist* au Royaume-Uni, il a été d'une grande aide pour créer et améliorer notre plan financier.

Louvain Student Angel's Fund : le projet Hécatéris a plu à cette association de l'UCLouvain, qui a décidé de nous offrir une bourse de €1000 pour aller plus loin.

1.4 Méthode

Pour mener à bien ce projet, l'utilisation d'une approche *Lean Startup* (voir section 5.3.2) a d'abord permis de confirmer la problématique puis de développer le projet en suivant une séquence d'itérations.

L'objectif de la première phase était de mieux comprendre la problématique. Pour ce faire, beaucoup de discussions ont eu lieu avec des thérapeutes, des bénévoles ou encore

1. <https://leballonvert.be/>
 2. <https://www.apeda.be/>
 3. <https://centre-alternatives.be/>
 4. DASSE, 2021

des parents d'enfants ayant un trouble dys-. L'objectif était de comprendre au mieux leurs problèmes et leurs besoins.

C'est durant la seconde phase que nous avons commencé à imaginer et élaborer la solution. Cette solution était basée sur les retours des discussions avec les spécialistes, sur des papiers scientifiques et sur les compétences techniques de l'équipe.

Les phases suivantes sont similaires. De manière régulière, la plateforme était développée puis challengée par les spécialistes.

Ces processus itératifs ont continué jusqu'en avril 2022. À ce moment là, la plateforme était suffisamment avancée pour la faire tester. Actuellement, les corrections de la plateforme sont réalisées selon les retours des premiers enfants.

Chapitre 2

Contexte et environnement

2.1 Introduction

Les enfants ayant un trouble développemental de la coordination vont éprouver des difficultés dans la majorité de leurs activités quotidiennes et scolaires, à cause de leur grande maladresse et des attentes inadaptées à leur trouble (DORTIER et RIGAUD, 2021). Une grande anxiété est d'ailleurs souvent retrouvée chez eux (Magalhaes et al., 2011 cités dans LEWANDOWSKI et al., 2018).

Les parents de ces enfants observent un manque d'autonomie dans les tâches quotidiennes comme l'habillage ou les temps de repas, des difficultés d'attention et de nombreux oublis (DORTIER et RIGAUD, 2021). Pour eux, c'est un vrai challenge d'accompagner leur enfant, notamment au départ, quand aucun diagnostic n'est posé et que les difficultés de leur enfant ne sont pas reconnues et comprises (MISSIUNA et al., 2006).

Les thérapeutes, principalement les ergothérapeutes, les logopèdes et les neuropsychologues, réalisent une prise en charge de ces enfants afin d'améliorer leur intégration dans leur environnement familial, scolaire et social (LEFEVERE et ALEXANDRE, 2011). C'est dans cette perspective que l'apprentissage de la frappe au clavier comme outil de compensation des difficultés d'écriture prend place (LEFEVERE et al., 2007). L'étude quantitative réalisée à l'aide de questionnaires distribués sur des groupes *Facebook* de professionnels paramédicaux, nous ont permis de récolter l'avis de 32 thérapeutes francophones (voir annexe E.4). Ce questionnaire a permis de mettre en

évidence les difficultés qu'ils ont à motiver les enfants avec les outils d'apprentissage de la frappe au clavier actuels. En effet, 59,3 % d'entre eux affirment utiliser entre trois et cinq outils pour réaliser la prise en charge de ces enfants. Et pour cause, trouver des logiciels ou sites ludiques est une difficulté pour 59,3 % de ces thérapeutes, tout comme l'adaptation de ces outils aux troubles développementaux de la coordination. Enfin, pour presque 45 % d'entre eux, faire perdurer la motivation de l'enfant dans le temps est un réel enjeu, et c'est ce qui explique les nombreux outils différents utilisés lors de l'accompagnement de ces enfants. C'est dans ce contexte que le site Hécatéris veut agir.

2.2 Les troubles dys-

Les troubles dys- peuvent être définis comme des troubles cognitifs stables et spécifiques qui débutent précocement (GAIE et al., 2014). Ils sont stables puisque ces troubles ne disparaissent pas dans le temps et spécifiques puisqu'ils touchent chacun une fonction cognitive particulière. Les troubles dys- sont ainsi des pathologies du développement qui apparaissent chez le nourrisson ou lors la toute petite enfance (avant 2 ou 3 ans) et vont venir toucher des fonctions qui ne sont pas encore mises en place (GAIE et al., 2014). C'est pourquoi ces pathologies sont aussi appelées «troubles développementaux», à contrario d'autres troubles cognitifs apparaissant plus tardivement en conséquence d'une lésion, que l'on appellera alors «pathologies cognitives acquises» (GAIE et al., 2014).

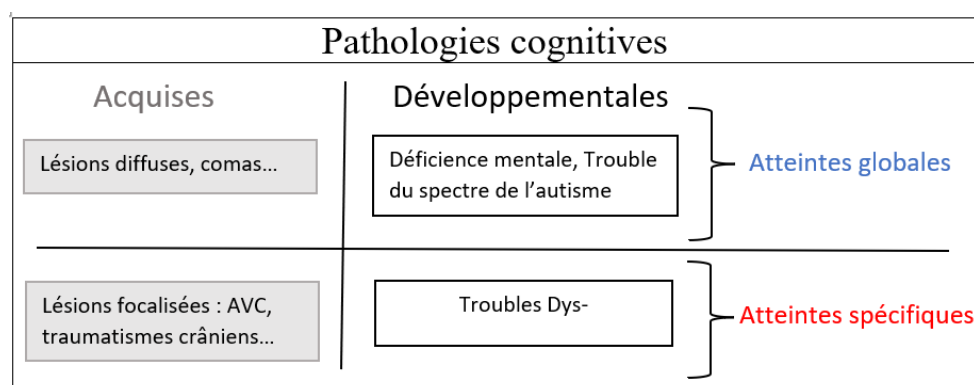


FIGURE 2.1 – La place des troubles dys- au sein de la classification des pathologies cognitives ; tableau simplifié de la figure 0.1 du livre Dyspraxie et troubles non verbaux, GAIE et al. (2014)

Pour affirmer qu'un enfant présente un trouble dys-, réaliser un diagnostic différentiel sera nécessaire afin de s'assurer qu'il s'agit d'un trouble dys- et non d'une atteinte cognitive globale, comme une déficience intellectuelle par exemple (GAIE et al., 2014). Les troubles dys- peuvent toucher différentes fonctions, soit une fonction particulière d'apprentissage, et on parle alors de troubles spécifiques d'apprentissages (comme la dyslexie ou la dysorthographe par exemple, définis dans cette section..), soit c'est une dysfonction cognitive sous-jacente qui est à l'origine, et on parle alors de troubles d'apprentissages secondaires (comme la dyspraxie ou le TDA/H). Ici, ce sont les troubles touchant aux problèmes du geste d'écriture qui vont être présentés, puisque la solution Hécatéris s'adresse à ce type de difficultés. C'est pourquoi la dyspraxie et la dysgraphie vont être définies ci-après.

2.2.1 Les dyspraxies ou troubles développementaux de la coordination

Les dyspraxies désignent un «trouble du développement des apprentissages gestuels» (MAZEAU, 2016), «indissociable des traitements spatiaux» (GAIE et al., 2014). La coordination, l'organisation, l'exécution et l'automatisation motrice sont affectées et le terme dyspraxie est utilisé quand le mouvement et la coordination de ce dernier se développent de manière inefficace, déficitaire ou dans des délais inhabituels, alors que l'enfant a suivi un apprentissage habituel (MAZEAU, 2016). Les enfants porteurs de dyspraxie sont bien souvent des enfants malhabiles, pour qui la réalisation de nombreux gestes est difficile, lente et fatigante (MAZEAU, 2016).

Dans le DSM-V, le trouble dyspraxique n'est pas mentionné. En effet, le terme «trouble développemental de la coordination» (TDC) a été préféré. Les critères diagnostiques du trouble développemental de la coordination présents dans le DSM-V sont les suivants :

- (a) L'acquisition et l'exécution de bonnes compétences de coordination motrice sont nettement inférieures au niveau escompté pour l'âge chronologique du sujet compte tenu des opportunités d'apprendre et d'utiliser ces compétences. Les difficultés se traduisent par de la maladresse (p. ex. laisser échapper ou heurter des objets), ainsi que de la lenteur et de l'imprécision dans la réalisation de tâches motrices (p. ex. attraper un objet, utiliser des ciseaux ou des couverts, écrire à la main, faire du vélo

ou participer à des sports).

- (b) Les déficiences des compétences motrices du critère (a) interfèrent de façon significative et persistante avec les activités de la vie quotidienne correspondant à l'âge chronologique (p. ex. les soins et l'hygiène personnels) et ont un impact sur les performances universitaires/scolaires, ou les activités préprofessionnelles et professionnelles, les loisirs et les jeux.
- (c) Le début des symptômes date de la période développementale précoce.
- (d) Les déficiences des compétences motrices ne sont pas mieux expliquées par un handicap intellectuel (un trouble du développement intellectuel) ou une déficience visuelle et ne sont pas imputables à une affection neurologique motrice (p. ex. une infirmité motrice cérébrale, une dystrophie musculaire, une maladie dégénérative) (APA, 2013, p.86).

Ces critères du TDC semblent très axés sur l'aspect moteur du trouble (maladresse, imprécision dans la réalisation des tâches motrices) (GAIE et al., 2014). Tandis que selon MAZEAU (2013) et GAIE et al. (2014), le terme dyspraxie englobe à la fois les représentations gestuelles mais aussi les cognitions qui interviennent dans la réalisation du geste.

Actuellement, ce problème de terminologie force les auteurs et cliniciens à faire un choix. En effet, la majorité utilise les termes troubles développementaux de la coordination comme une équivalence au terme dyspraxie (MAZEAU, 2013). Certains considèrent la dyspraxie comme un sous-ensemble du trouble développemental de la coordination, tandis que d'autres auteurs comme MAZEAU (2013), estiment qu'il s'agit de deux troubles de nature différente.

Dans ce mémoire, le choix a été fait de considérer les termes de TDC et de dyspraxie comme synonymes, afin de rendre compte de l'ensemble des troubles développementaux qui peuvent avoir un effet sur l'écriture chez ces enfants. En effet, selon ALBARET et al. (2019), le terme TDC est souvent utilisé dans un cadre plus formel et scientifique tandis que celui de dyspraxie est employé pour désigner les mêmes troubles mais davantage dans les usages sociaux.

Selon l’American Psychiatric Association (2013), la prévalence d’enfants atteints d’un trouble développemental de la coordination est de 5-6% entre 5 et 11 ans, avec davantage de garçons affectés que de filles.

Les dyspraxies peuvent être de différents types (VAIVRE-DOURET, 2008) :

- *Dyspraxie idéatoire* : Difficultés dans la succession des différentes étapes pour manipuler des objets. Cette forme de dyspraxie engendre des difficultés d’écriture chez l’enfant.
- *Dyspraxie visuospatiale* : trouble de l’organisation spatiale et de la structuration spatiale. Cette forme de dyspraxie a des conséquences dans les apprentissages scolaires basiques comme la lecture qui n’est pas fluide ou l’écriture qui ne suit pas les lignes (DORTIER et RIGAUD, 2021).
- *Dyspraxie visuoconstructive* : troubles qui se révèlent dans les activités d’assemblage et de construction. Cette dyspraxie engendre des difficultés pour certaines matières, comme la géométrie. L’écriture est difficile avec des sauts de lignes réguliers et une organisation de la page brouillonne (DORTIER et RIGAUD, 2021).
- *Dyspraxie idéomotrice* : difficulté à organiser des gestes symboliques, en l’absence de manipulation réelle de l’objet (faire semblant de, imiter des gestes, etc).
- *Dyspraxie de l’habillement*
- *Dyspraxie bucco-linguo-faciale*

Les auteurs peinent à se mettre d’accord sur le découpage de ces catégories de dyspraxie. En effet, des auteurs comme Cermak (1985) (cité dans ROY, 1985) ou DEWEY (1995) parlent de dyspraxie de planification primaire et secondaire ou encore de dyspraxie exécutive. Outre des appellations différentes, ces catégories rejoignent plus ou moins celles de Vaivre-Douret et puisque les études de Vaivre-Douret sont plus récentes (2008), alors sa catégorisation a été choisie comme référence ici.

L’important est en fait de retenir que les dyspraxie idéatoire, visuospatiale et visuoconstructive sont celles qui engendrent des problèmes au niveau de l’écriture (DORTIER et RIGAUD, 2021) et que la nature des difficultés d’écriture varie en fonction du type de dyspraxie.

Le déficit que l'on retrouve le plus chez les personnes avec un TDC est d'ordre visuo-spatial et semble se manifester lors de tâches cognitives faisant appel ou non à une action motrice (WILSON et MCKENZIE, 1998). La perception visuo-spatiale est définie comme le fait de voir la position des objets dans l'environnement, leur taille, leur hauteur, afin de se faire une représentation précise de l'environnement (PISELLA et al., 2021). Ce déficit visuo-spatial va mettre l'enfant en difficulté dans ses apprentissages scolaires, notamment pour le graphisme (lettres grossies, mal reliées entre elles. . .), la perception des lignes sur une feuille, la lecture (saut de mots, ne retrouve pas un mot précis dans un texte. . .) (BENOIS et JOVER, 2006).

Etiologie

Actuellement, l'origine des TDC reste incertaine, mais des études ont permis d'identifier que les facteurs périnataux et principalement la prématurité sont particulièrement à risque (Bos et al., 2013 cités dans MAGNAT et al., 2015). Aussi, selon Hua et al. (2014), la survenue des TDC serait aussi associée à des facteurs comme l'âge de la maman (davantage de risques si supérieur à 35 ans), une ou des fausses couches déjà survenues avant 20 SA (semaines d'aménorrhée), de manque d'oxygène pendant l'accouchement ou encore d'une pathologie précoce chez le nouveau-né (MAGNAT et al., 2015).

Outre ces facteurs périnataux, des anomalies neurologiques semblent aussi avoir des implications dans l'origine de ces troubles. Selon Bo et Lee (2013), des patterns d'activation différents des enfants typiques au niveau des lobes frontaux, temporaux, pariétaux et du cervelet seraient observables chez les enfants présentant un trouble développemental de la coordination (MAGNAT et al., 2015).

De nombreuses études ont, en effet, mis en avant qu'un dysfonctionnement au niveau du cervelet pourrait être à l'origine des troubles d'apprentissage, et notamment de la dyspraxie et de la dysgraphie, en raison de son implication dans l'apprentissage moteur et l'automatisation d'une tâche (Zicker et coll., 2012 ; Adam et coll., 2014 cités dans ALBARET et al., 2019). Des études de ZWICKER et al. (2010) ont montré que le circuit pariéto-frontal supérieur de l'hémisphère gauche est suractivé chez les enfants ayant une dyspraxie lorsqu'ils réalisent un geste (de tracé dans cette étude), ce qui n'est pas le cas

chez les sujets témoins. Selon ces auteurs, cela témoigne de l'effort important que cette réalisation demande aux enfants présentant une dyspraxie (ZWICKER et al., 2010). Les chercheurs ont réétudié la réalisation de cette même tâche une seconde fois afin d'analyser l'effet de l'apprentissage procédural. Cette fois-ci, c'est une sous-activation dans l'hémisphère droit des régions du cervelet, du cortex temporal inférieur et préfrontal ainsi que des régions impliquées dans l'apprentissage visuo-spatial qui est relevée chez les enfants avec un TDC, alors même que ce sont des régions s'activant de plus en plus chez les enfants témoins (ZWICKER et al., 2011). Le cortex pariétal postérieur et le cervelet ont été mis en avant dans d'autres études pour la responsabilité qu'ils auraient dans les TDC, puisqu'en effet, à eux deux, ils permettent l'optimisation des mouvements et l'apprentissage sensorimoteur (Blackmore et Sirigu, 2013; Herzfeld et Shadmehr, 2013; Laurens et coll., 2013 cités dans ALBARET et al., 2019).

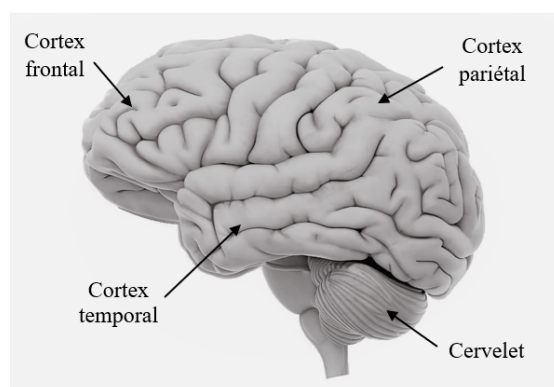


FIGURE 2.2 – Régions anatomiques du cerveau impliquées dans l'origine des TDC, selon les études de ZWICKER et al., 2010 et ZWICKER et al., 2011

Hormis le cortex pariétal et le cervelet, une hypothèse retenue grâce à des études d'imagerie fonctionnelle de WERNER et al. (2012) est celle d'une possible dysfonction spécifique du système des neurones-miroir. Les neurones-miroir jouent un rôle dans l'apprentissage par imitation et il a justement récemment été découvert que le cervelet contenait des neurones-miroir (WERNER et al., 2012). Les propriétés «miroirs» du cervelet, si elles ne sont pas assez efficaces, rendraient difficiles «l'intégration des composantes visuelles, proprioceptives, temporelles et spatiales du geste», compromettant ainsi son apprentissage (HABIB, 2018b).

L'origine génétique des troubles neuro-développementaux a aussi été étudiée récemment par Mosca et al. (2016) et a permis de déceler une variation du nombre de copies pour certains gènes exprimés dans le cerveau et impliqués dans les troubles neuro-développementaux (ALBARET et al., 2019). «Les 64% de ces variations du nombre de copies sont héritées d'un parent présentant lui-même un trouble neuro-développemental» (Mosca et al., 2016 cités dans ALBARET et al., 2019), ce qui confirme l'hypothèse d'une origine génétique des TDC. À ce jour, ces gènes de susceptibilité pour les TDC n'ont pas encore été clairement identifiés, bien que les gènes jouant un rôle dans les voies dopaminergiques soient de bons candidats, selon les études de Fliers et al. (2009) et Qian et al. (2013) (cités dans ALBARET et al., 2019).

Les facteurs périnataux, neurologiques ou génétiques semblent être de bons candidats pour tenter d'expliquer l'origine de ces troubles et il est nécessaire de se rappeler que les TDC sont avant tout d'origine multifactorielle.

Troubles associés

Aussi, il est rare qu'un enfant ne présente qu'un diagnostic de TDC. En effet, les comorbidités sont fréquentes, notamment avec le trouble déficit de l'attention/hyperactivité (TDA/H)¹ qui est, selon Gillberg et Kadesjö (2003) un trouble associé au TDC très fréquent puisque 50% des enfants de 7 ans diagnostiqués TDC avaient aussi des symptômes de TDA/H dans leur étude (cités dans MAGNAT et al., 2015). Le TDC est aussi souvent associé à des troubles du langage et de la phonation ainsi qu'à des troubles spécifiques des apprentissages (écriture et lecture) (Kadesjö et Gillberg, 1999), mais aussi à des troubles du spectre de l'autisme (Lingam et al., 2010) (cités dans APA, 2013).

2.2.2 La dysgraphie

Un autre trouble dys- qui a trait à l'écriture est la dysgraphie. Elle est définie par Ajuriaguerra (1974) comme étant «l'atteinte de la qualité et/ou de la vitesse de

1. **Définition du TDA/H** : «spectre de dysfonctionnements comportementaux, cognitifs et émotionnels s'articulant autour de trois symptômes principaux : l'impulsivité, l'hyperactivité motrice et l'inattention. Il est associé à un retentissement familial, scolaire ou social, et son évolution est chronique, parfois persistante à l'âge adulte» (PURPER-OUAKIL et al., 2006)

production de l'écriture, en l'absence de trouble neurologique ou intellectuel» (PUYJARINET, 2019). La dysgraphie est ainsi un trouble qui affecte le mouvement graphique et altère l'aspect de l'écriture manuscrite (ALBARET et CHAIX, 2013). La dysgraphie est aussi communément appelée Trouble de l'Apprentissage de la Graphomotricité (TAG) mais l'indépendance de la dysgraphie comme syndrome particulier n'est pas encore claire (ALBARET et CHAIX, 2013). L'étude de SMITS-ENGELSMAN et al. G. P. VAN GALEN (2001) met en évidence qu'environ 6% des enfants entre 6 et 9 ans suivant une scolarité régulière ou spécialisée, sont atteints d'une dysgraphie. De nombreuses études ont également montré que les garçons sont plus sujets à présenter une dysgraphie que les filles (ALBARET et CHAIX, 2013).

Selon ALBARET et CHAIX (2013), les dysgraphies seraient un symptôme présent dans un grand nombre de pathologies et notamment chez les personnes atteintes d'une dyspraxie, d'un TDA/H ou ayant des troubles spécifiques d'apprentissage comme la dyslexie. Les causes des difficultés d'automatisation de l'écriture manuelle peuvent être multiples : visuelles, psychologiques, cognitives ou encore motivationnelles et il est important de diagnostiquer la cause de sa présence afin de comprendre la pathologie sous-jacente et de pouvoir travailler dessus (GAIE et al., 2014).

- *La dysgraphie chez les enfants ayant un trouble développemental de la coordination* : les enfants avec un TDC écrivent plus lentement, ont une lisibilité plus faible, une organisation spatiale problématique sur la feuille et un grand nombre de correction de lettres, par rapport à un groupe contrôle, selon les études de Rosenblum et Livneh-Zirinski (2008) (cités dans ALBARET et CHAIX, 2013). L'étude de Chang & Yu (2010) a aussi montré que l'automatisation du mouvement d'écriture était nettement retardée (ALBARET et CHAIX, 2013). Le terme de «dysgraphie dyspraxique» est utilisé pour définir les personnes dyspraxiques présentant une dysgraphie (GAIE et al., 2014).
- *La dysgraphie chez les enfants présentant un trouble déficit de l'attention/hyperactivité* : selon Borella et al., (2011) et Shen et al., (2012), la qualité d'écriture de ces enfants va être moindre, avec des lettres difficilement reconnaissables, une organisation spatiale très variable et une vitesse élevée, au détriment de la précision (ALBARET et CHAIX, 2013). Il a été démontré que les

enfants prenant du méthylphénidate (traitement qui a pour but d'améliorer la concentration) écrivent mieux (Tucha et Lange, 2004 cités dans ALBARET et CHAIX, 2013) mais qu'en revanche la fluidité de leurs mouvements est moins bonne. Une meilleure attention joue donc sur la qualité de l'écriture en la rendant plus lisible, mais elle a pour conséquence d'augmenter aussi le contrôle rétroactif, c'est-à-dire la vérification après coup de ce qui vient d'être écrit, ce qui posera problème pour automatiser l'écriture (ALBARET et CHAIX, 2013).

- *La dysgraphie chez les enfants ayant des troubles des apprentissages*¹ : selon l'étude de Capellini et al. (2010), 85% à 100% d'enfants dysgraphiques âgés de 7 à 12 ans sont aussi atteints d'une dyslexie ou de troubles des apprentissages (ALBARET et CHAIX, 2013). L'écriture de ces enfants va être brouillonne voire illisible, les mots se télescopent, la vitesse d'écriture est réduite et la précision est moindre par rapport aux enfants d'un groupe contrôle (Crichtley, 1974 et Lam et al., 2011 cités dans ALBARET et CHAIX, 2013).

Ces deux troubles (le TDC et la dysgraphie) résulteraient d'un défaut d'automatisation du geste (Nicolson et Fawcett, 2011 cités dans SOPPELSA et al., 2016), et uniquement du geste graphique dans le cas de la dysgraphie.

2.2.3 Le paradigme de la double-tâche

Le paradigme de la double tâche fait référence aux situations où l'enfant doit effectuer deux tâches simultanément. Il y a une notion de priorité dans ces deux actions, avec la tâche principale et la tâche secondaire (BARDY, 1991).

Les difficultés rencontrées par les enfants ayant un TDC ou une dysgraphie s'expliquent par leur incapacité à automatiser les tâches dites de «bas niveau», c'est-à-dire les tâches secondaires. Les traitements de bas niveau sont de types sensori-moteurs, gestuels et spatiaux (MAZEAU, 2016). Il s'agit donc de tâches élémentaires, comme l'écriture. Pour les enfants avec une dyspraxie ou une dysgraphie, la tâche d'écriture reste toujours coûteuse

1. **Définition des troubles des apprentissages** : «groupe hétérogène de troubles qui se traduisent par des difficultés persistantes dans l'acquisition et l'utilisation des capacités d'écoute, de parole, de lecture, d'écriture, de raisonnement ou en mathématiques. Ces troubles sont intrinsèques à l'individu, ils sont présumés être causés par un dysfonctionnement du système nerveux central et peuvent être présents tout au long de la vie» (*National Joint Committee on Learning Disabilities [NJCLD]*, 1988 cité dans ALBARET et CHAIX, 2013)

et cela n'est pas dû à un manque d'enseignement ou d'entraînement, mais bien à leur trouble neurodéveloppemental (MAZEAU, 2016).

Du fait que le geste graphomoteur n'est pas suffisamment automatisé, l'enfant dys- a moins de ressources disponibles pour les traitements de «haut niveau» c'est-à-dire les tâches principales, à savoir, l'orthographe, la syntaxe, la compréhension d'un texte, la mémorisation, etc (MAZEAU, 2016). Puisque l'enfant doit concentrer son attention sur la tâche de bas niveau et celle de haut niveau, alors il se retrouve dans une situation de double tâche qui provoque chez lui une surcharge cognitive, ce qui génère une grande fatigue et de nombreuses difficultés, notamment scolaires (DORTIER et RIGAUD, 2021).

Une situation d'attention divisée est possible quand l'enfant a automatisé l'apprentissage, mais souvent l'enfant TDC ne parvient pas à ce stade (DORTIER et RIGAUD, 2021). En résumé, une situation de double tâche se produit quand aucune des deux tâches à réaliser n'est automatisée par l'enfant (CAMOS et al., 1999).

C'est pour éviter les situations de double tâche que l'apprentissage de l'outil informatique et du clavier, est favorisé par les thérapeutes accompagnant ces enfants. L'objectif des prises en charge est de venir automatiser certains processus, comme le geste d'écriture, la frappe au clavier ou dans un registre plus général, des habiletés utiles dans la vie quotidienne (faire ses lacets, couper ses aliments, etc.)

Chapitre 3

La prise en charge des enfants avec un trouble développemental de la coordination et/ou une dysgraphie

3.1 Les méthodes de rééducation des TDC et de la dysgraphie

Quand un enfant présente des difficultés telles que celles présentées dans les sections précédentes et qu'il est finalement diagnostiqué dyspraxique ou dysgraphique, des séances de rééducation vont être nécessaires et ces enfants vont pouvoir être pris en charge par un intervenant paramédical. Le contenu des séances est décidé par le professionnel en fonction de sa formation et les objectifs sont définis à partir des difficultés observées lors du bilan diagnostique (MAZEAU, 2016).

Les méthodes de rééducation peuvent actuellement être classées en deux catégories : celles qui sont **orientées sur le déficit** et celles qui sont **orientées sur la performance** (Polatako et Cantin, 2005 cités dans SALVAN et ALBARET, 2006). L'objectif est de restaurer les fonctions altérées dans les approches orientées sur le déficit. Trois thérapies se distinguent dans cette orientation-là :

- *La thérapie d'intégration sensorielle* : se base sur des exercices de réponses motrices dans le but d'améliorer l'intégration sensorielle des enfants. Elle a vu le jour grâce aux travaux de Ayres (1972) et prend la forme de stimulations tactiles

ou proprioceptives (parcours moteurs ou planche d'équilibre par exemple) (SALVAN et ALBARET, 2006).

- *Les méthodes sensori-motrices* : s'intéressent à toutes les fonctions servant à réaliser et réguler les gestes, en exposant l'enfant à diverses expériences motrices et sensorielles (MAZEAU, 2016 et SALVAN et ALBARET, 2006). Elles entraînent particulièrement la perception visuo-spatiale ou encore la discrimination visuelle (SALVAN et ALBARET, 2006). Il faut noter que ces méthodes ont été remises en question par une étude de Polatajko et Cantin (2005) (cités dans SALVAN et ALBARET, 2006).
- *Les approches orientées sur les processus* : il s'agit de séances travaillant la sensibilité kinesthésique des patients puisqu'elle jouerait un rôle dans la posture du corps, la mémorisation des mouvements et les performances motrices, selon les études de Lazlo et Bairstow (1981) (cités dans SALVAN et ALBARET, 2006).

Pour ce qui est des approches orientées sur la performance, leur objectif est de favoriser la participation des patients dans des activités diverses, tout en analysant leurs performances motrices (SALVAN et ALBARET, 2006). Les interventions centrées sur la tâche et les méthodes cognitives font partie des approches orientées sur la performance et parmi elles, les plus utilisées sont les suivantes (SOPPELSA et al., 2016) :

- *Neuromotor Task Training (NTT)* : la méthode s'attache à faire travailler l'enfant dans des conditions les plus proches de celles dans lesquelles il devra être compétent dans la vie quotidienne. Cette méthode se focalise sur les processus moteurs mais aussi cognitifs (NIEMEIJER et al., 2007). Elle est constituée d'un volet psychologique qui s'attarde sur «la peur de l'échec, le trouble de l'attention, le manque de motivation et les difficultés de compréhension de la tâche» (SOPPELSA et al., 2016). Le second volet est centré sur «le contrôle de la motricité» (planification) et «l'organisation des séquences motrices» (SOPPELSA et al., 2016).
- *Cognitive Orientation to daily Occupational Performance (CO-OP)* : la méthode CO-OP vise «l'utilisation de stratégies cognitives qui permettront alors l'acquisition d'habiletés motrices» (SALVAN et ALBARET, 2006). Quatre étapes constituent cette méthode : «1 / déterminer avec l'enfant et lui rappeler le but (*goal*) poursuivi ; 2 /

déterminer ensuite la stratégie (*plan*) qu'il entend utiliser ; 3 / exécuter la stratégie en question et s'en tenir à elle (*do*) ; 4 / faire le point (*check*) sur l'efficacité de la stratégie mise en œuvre au regard de l'objectif final et des objectifs intermédiaires si besoin est» (SALVAN et ALBARET, 2006).

- *Self-Regulated Strategy Development (SRSD)* : méthode qui offre à l'enfant la possibilité de produire un texte et de l'améliorer. Cela se passe en individuel ou en groupe. Les stratégies nécessaires pour la production de textes sont données explicitement puis les enfants peuvent prendre exemple dans des livres (SOPPELSA et al., 2016).

De manière générale, ALBARET et al. (2019) recommandent de choisir des interventions ciblées sur l'apprentissage de compétences utiles pour la scolarité et la vie quotidienne mais aussi de garantir une continuité dans l'intervention, en impliquant au plus possible la famille et les enseignants (Vaivre-Douret, 2011 cité dans ALBARET et al., 2019). En ce sens, rééduquer l'écriture paraît essentiel, notamment pour les apprentissages scolaires de l'enfant. En effet, une étude de McHale et Cermak (1992) a révélé que les enfants en classes de maternelle et primaire, soit d'environ 3 ans à 10 ans, passent entre 30 et 60% de leur temps à réaliser des activités de motricité fine à l'école, ceci incluant l'écriture (MISSIUNA et al., 2006).

À ce sujet, un consensus est observé suite aux études de Hoy et al., (2011), qui prouvent que pour rééduquer l'écriture de manière efficace, il est nécessaire que le langage soit associé à l'écriture lorsque l'enfant réalise sa production écrite (SOPPELSA et al., 2016). Des méthodes récentes ont ainsi vu le jour et elles associent le guidage verbal à des informations sensorielles (perception motrice du geste d'écriture) pour aider l'apprentissage des enfants (SOPPELSA et al., 2016). Ces méthodes sont les suivantes :

- *Apprentissage Multi-Sensoriel de la Lettre (AMSL)* : associe le toucher des lettres avec les modalités visuelles et auditives, grâce à des kits de lettres que l'enfant peut prendre dans les mains et qu'il peut énoncer (SOPPELSA et al., 2016).
- *Technique Graphique d'Extension (TGE)* : centrée sur des «éléments toniques et posturaux, lors de tracés de grande amplitude réalisés à la craie sur des supports muraux» (SOPPELSA et al., 2016).

L'apprentissage de l'écriture prend place dans le projet d'accompagnement global de l'enfant et a une fonction particulière. En effet, le choix peut être fait d'**éduquer le graphisme manuscrit** de l'enfant, en proposant une thérapie axée sur le repérage spatial, les habiletés motrices fines, le support écrit, etc (LEFEVERE et al., 2007).

En parallèle ou de manière indépendante, une **réadaptation** peut être mise en place. Il s'agit d'ajuster l'environnement de l'enfant à ses compétences, grâce à des actions concrètes comme un accompagnement en classe par une personne tiers, diminuer la quantité des devoirs, favoriser des interrogations orales, etc (LEFEVERE et al., 2007 et DORTIER et RIGAUD, 2021).

Enfin, contourner les difficultés liées à la fonction lésée peut aussi être une option intéressante, c'est la **palliation** (aussi appelée compensation) (LEFEVERE et al., 2007). L'objectif est de rendre certaines situations moins handicapantes, comme à l'école, en introduisant l'ordinateur pour faciliter l'organisation et la frappe au clavier pour contourner les difficultés d'écriture manuscrite (LEFEVERE et al., 2007). C'est dans cette dernière optique que se développe l'apprentissage de la frappe au clavier et qu'intervient la plateforme Hécatéris.

3.2 Les méthodes d'automatisation du clavier

On retrouve chez les enfants avec TDC une grande lenteur et une grande fatigabilité et c'est pourquoi Cailloux et Spica (2006) soulignent l'utilité de réduire les moments sollicitant des habiletés graphiques, notamment lorsqu'elles sont utilisées comme moyen et non comme objectif principal de la tâche (LEWANDOWSKI et al., 2018). C'est dans ce contexte que l'outil informatique pour aider ces enfants lors des tâches d'écriture entre en jeu.

En effet, certains auteurs comme MAZEAU (2016) considèrent que l'automatisation de l'écriture manuelle n'étant atteignable pour ces enfants, il est préférable de les éduquer à l'utilisation de l'outil informatique pour soulager, à terme, le phénomène de double-tâche. D'autres encore pensent qu'il est plus judicieux de rééduquer le graphisme dans un premier temps et de déterminer si l'ordinateur/la tablette pourraient être judicieux dans

un second temps, après avoir évalué l'évolution de la lisibilité et de la vitesse de l'écriture manuscrite (Albaret et al., 2018 cités dans ALBARET et al., 2019).

En tous les cas, la mise en place de l'outil informatique devra faire l'objet d'une réflexion commune «entre la famille, l'enfant, ses enseignants et ses rééducateurs» à un moment donné dans le parcours de l'enfant (Flem et Gardie, 2011 cités dans LEWANDOWSKI et al., 2018).

Michèle Mazeau, neuropsychologue et spécialisée dans le domaine des troubles dys-, a élaboré une méthode pour apprendre la frappe au clavier à ces enfants. Pour autant, il faut être conscient qu'il y a autant de méthodes différentes utilisées qu'il y a de professionnels et d'enfants. En effet, les thérapeutes doivent adapter les séances d'apprentissage aux ressources et déficits de chaque enfant. Maïté Pire et Virginie Dasse, qui nous ont soutenu dans ce projet qu'est Hécatéris, nous disent s'inspirer des travaux de MAZEAU (2016) tout en gardant à l'esprit le caractère singulier de chaque prise en charge et la nécessité d'aménager l'apprentissage aux besoins du patient.

Mise en perspective des recommandations de la méthode de MAZEAU (2016) avec les pratiques d'intervenants paramédicaux exerçant en Belgique :

- L'apprentissage du clavier devrait commencer le plus tôt possible, dès que le diagnostic différentiel est posé. En effet, selon MAZEAU (2016), l'automatisation de l'écriture au clavier prend entre neuf mois et deux ans, et au moins six mois selon DECLERCQ (2019). Puisque c'est un processus long, ces thérapeutes estiment qu'au plus tôt l'apprentissage débute, au plus tôt l'enfant pourra gagner en autonomie dans ses apprentissages. Pour autant, d'autres auteurs pensent qu'un apprentissage trop précoce n'est pas idéal et que l'âge propice est entre 10 et 12 ans (McLean, 1995; Shorter, 2001; Sormunen, 1988; Nichols, 1995 cités dans LEFEVERE et al., 2007). Différentes visions guident les choix thérapeutiques et l'adaptation aux besoins de l'enfant est ce qui doit primer lors de la décision finale (LEFEVERE et al., 2007).
- Il est préférable de cacher les touches du clavier à l'aide de gommettes rouges et vertes pour faciliter la prise d'information visuo-spatiale (MAZEAU, 2016). DECLERCQ (2019), dans un webinaire donné en 2019 et DASSE (2021) dans une

formation sur l'apprentissage du clavier destinée aux professionnels, expliquent aussi pratiquer cette technique du «clavier caché» puisqu'elle permet de limiter les allers-retours visuels de l'enfant entre le clavier et l'écran et d'ainsi faciliter la prise d'information visuo-spatiale. En revanche, les couleurs des gommettes et leur place sur le clavier sont parfois différentes de cette recommandation. Même si tous les thérapeutes ne pratiquent pas le clavier caché, le point sur lequel ils s'entendent tous est l'importance de limiter les allers-retours visuels entre le clavier et l'écran (LEFEVERE et al., 2007).

- Lorsqu'il tape sur une touche, MAZEAU (2016) insiste sur l'importance que l'enfant énonce à l'oral le nom et la phonologie de la lettre, ainsi que son emplacement sur le clavier. En effet, les études de Hoy & al., (2011) évoquées dans cette section 3.1 ont prouvé qu'un apprentissage sera plus rapidement automatisé si plusieurs modalités sensorielles sont sollicitées, et notamment l'association du langage à la réalisation écrite. Cette recommandation est aussi formulée dans la «formation au clavier» de DASSE (2021).
- MAZEAU (2016) explique choisir l'ordre d'apprentissage des lettres en fonction, d'une part, de leur fréquence d'utilisation dans les mots utilisés par l'enfant et, d'autre part, de leur position sur le clavier, afin d'éviter des erreurs à cause de leur proximité. C'est pourquoi débiter par les lettres du prénom est idéal puisque cela va rapidement aider l'enfant, en lui permettant de signer ses productions en classe, par exemple (MAZEAU, 2016). Tous les intervenants paramédicaux apprenant la frappe au clavier aux enfants avec des TDC ne travaillent pas de cette façon. En effet, l'ASBL *Ballon Vert*, a accepté de fournir, dans le cadre de ce projet, les exercices qu'ils font réaliser aux enfants au tout début de leur prise en charge de l'apprentissage du clavier. Les premières lettres introduites sont les lettres appartenant à la ligne du milieu du clavier. C'est-à-dire les lettres «qsdf» pour la main gauche et «jklm» pour la main droite. De la même manière, DECLERCQ (2019) explique commencer par les lettres se situant sur la ligne haute du clavier, puis la ligne du milieu puis du bas. Cette neuropsychologue utilise avec ses patients une méthode plus cognitive, puisqu'elle associe un mot qui fait sens pour chaque lettre. Elle peut par exemple associer le B au mot *Ballon* et le D au mot *Dinosaure* ou encore le mot *Bas* pour le B afin de faire référence à sa position sur le clavier et solliciter la mémoire visuo-spatiale

de l'enfant (DECLERCQ, 2019). Il n'y a donc, à priori, pas de consensus défini sur l'ordre d'apprentissage de la frappe des lettres au clavier.

- Puisque pour MAZEAU (2016) il est préférable de commencer par les lettres du prénom de l'enfant, l'apprentissage peut débiter des deux mains. C'est encore ici un choix que tous les thérapeutes ne font pas. En effet, DECLERCQ (2019) explique commencer généralement par les lettres se trouvant sur les touches plus à gauche du clavier et introduire seulement la main gauche au départ et plus particulièrement l'index gauche. L'index droit arrive une fois que l'enfant connaît assez bien les lettres tapées de l'autre côté. La stratégie de l'ASBL *Ballon Vert* est similaire puisque les enfants sont d'abord invités à écrire avec les doigts de la main gauche puis ensuite de la main droite. DASSE (2021) fait remarquer que le choix des doigts se fait naturellement en fonction des possibilités de l'enfant mais que généralement, les enfants vont taper à 4 doigts (les 2 index et les 2 pouces) ou au mieux à 6 doigts (les 2 index, les 2 pouces et les 2 majeurs).
- Dans la littérature, MAZEAU (2016) et LEFEVERE et al. (2007) s'accordent sur l'objectif de l'apprentissage de la frappe au clavier, qui est que l'enfant atteigne une vitesse d'écriture au clavier au moins aussi rapide que leur écriture à la main. DECLERCQ (2019) et DASSE (2021) ont le même but. L'EVIC (Evaluation de la Vitesse de frappe au Clavier) est d'ailleurs un test permettant d'analyser la vitesse de frappe au clavier de l'enfant, mis au point par LEFEVERE et al. (2007) et son équipe. Afin de pouvoir comparer cette vitesse à la vitesse d'écriture manuscrite, le test BHK de Charles, Soppelsa et Albaret (2000) est une référence pour de nombreux professionnels (LEFEVERE et al., 2007). La comparaison de la vitesse entre les deux types d'écriture peut être réalisée lors de différents moments de l'apprentissage, afin de s'assurer de la progression de l'enfant (DASSE, 2021).

Ainsi, il semble qu'il y ait autant de façons d'apprendre le clavier qu'il y a d'enfants puisque adapter la prise en charge à chacun des patients est le point commun entre tous ces professionnels paramédicaux.

3.3 Le rôle de l'outil informatique

Puisque le TDC et la dysgraphie sont des troubles persistants, le geste d'écriture demandera toujours énormément de ressources cognitives à l'enfant, pour un résultat moindre que celui de ses camarades (BILLOUET, 2005). Si l'ordinateur et la tablette sont utiles, c'est pour éviter de placer l'enfant dans une situation de surcharge cognitive, qui l'emmène bien souvent à ne pas écouter ou comprendre aussi bien que s'il avait toute son attention de disponible (BILLOUET, 2005).

Pour taper sur les touches d'un clavier, l'investissement corporel exigé est moins important que dans le geste d'écriture manuscrite (BILLOUET, 2005) et ainsi la durée d'apprentissage est réduite de plusieurs années. Le clavier est ce qui va permettre d'enlever la situation de double-tâche et ce qui va compenser le défaut de lisibilité (GUILLERMIN et LEVEQUE-DUPIN, 2012). En effet, les erreurs peuvent être corrigées sans faire de rature et la mise en forme automatique permet au texte d'être mieux ordonné (GUILLERMIN et LEVEQUE-DUPIN, 2012).

La lenteur pourra être compensée à la fois par l'automatisation de la frappe au clavier, à force d'entraînement, mais aussi par certaines fonctionnalités de l'ordinateur, comme des modèles préenregistrés de documents pour certaines tâches d'écriture récurrentes (GUILLERMIN et LEVEQUE-DUPIN, 2012).

Mais l'outil informatique va surtout libérer des ressources cognitives de l'enfant puisque l'enfant n'aura plus à réaliser des gestes d'écriture manuscrite très coûteux sur le plan cognitif et moteur, et pourra ainsi allouer cette disponibilité attentionnelle à d'autres tâches (GUILLERMIN et LEVEQUE-DUPIN, 2012). L'outil numérique va également permettre d'aider l'enfant de manière globale puisque ce dernier va pouvoir classer, imprimer, scanner, choisir la police d'écriture, ne plus perdre de feuilles, oublier des devoirs etc, ce qui va d'autant plus aider l'enfant (BILLOUET, 2005).

3.4 Le rôle de la mémoire procédurale

Afin de comprendre comment les enfants vont intégrer les apprentissages et notamment la frappe au clavier, il faut se pencher sur la mémoire dite procédurale, qui est au coeur

des apprentissages procéduraux.

En réponse à une expérience ou un exercice, le système nerveux acquiert de nouvelles connaissances conduisant à des modifications dans le registre comportemental et ce processus se nomme l'apprentissage procédural (COHEN et SQUIRE, 1980). Le trace de cet apprentissage est ce qui s'appelle la mémoire et elle permet «l'encodage, le stockage et la récupération des informations apprises» (ATKINSON et SHIFFRIN, 1968). L'encodage est la phase d'enregistrement de nouvelles habiletés, tandis que le stockage fait référence à une période de rétention, durant laquelle la personne ne pratique plus la tâche et est au repos (HYDE et JENKINS, 1973). Enfin, la récupération est sollicitée lors de tâches réalisées dans un contexte identique ou différent et nécessitant un rappel ou un transfert de l'information apprise (HYDE et JENKINS, 1973).

La mémoire à long terme est composée de la mémoire déclarative et de la mémoire non-déclarative. La mémoire non-déclarative est constituée, entre autres, de la mémoire procédurale, qui prend en charge la fonction de rétention des habiletés motrices (écrire, jouer de la musique, etc), des activités mentales (accords grammaticaux, verbes, etc) ou encore de capacités arithmétiques (GODEFROID, 2011). La mémoire procédurale est ainsi celle qui permet de réaliser des comportements moteurs, verbaux et cognitifs de manière automatique (SQUIRE, 2004). Il s'agit de la mémoire des savoir-faire, qui correspond aux habiletés et aux habitudes (SQUIRE et ZOLA, 1996). La mémoire procédurale est dite «non déclarative» puisqu'elle correspond à du contenu difficilement verbalisable (SQUIRE, 2004). La mémoire procédurale intervient ainsi dans l'apprentissage de l'écriture et de la frappe au clavier.

Il existe deux processus différents d'apprentissages moteurs procéduraux : l'adaptation motrice et l'apprentissage de séquences motrices (DOYON et al., 2003 et DOYON et al., 2018). L'adaptation motrice peut être définie comme la modification d'un mouvement par essai-erreur (MARTIN et al., 1996). L'apprentissage de séquences motrices est essentiel dans les habiletés de tous les jours et fait référence à l'apprentissage de mouvements séparés en une séquence d'habiletés unifiée et coordonnée grâce à la pratique (DOYON et al., 2018). Lors de l'apprentissage de la frappe au clavier, c'est ce dernier type d'apprentissage procédural qui est en jeu.

Des études sur l'apprentissage procédural ont été réalisées et se contredisent parfois. L'apprentissage d'habiletés procédurales a d'abord été pensé en étapes, partant de l'explicite vers l'implicite, avec notamment le modèle ACT (*Adaptative Control of Thoughts*) de ANDERSON (1987) composé de 3 phases d'apprentissage : l'étape cognitive (représentation déclarative) l'étape associative et l'étape finale d'automatisation ou procédurale. Un autre modèle voit le jour en 2001, c'est le modèle CLARION (*Connectionist Learning with Adaptative Rule Induction ON-line*) de SUN et al. (2001). Il met en avant la possibilité de développer des habiletés d'abord sous forme procédurale puis sous forme déclarative, en suivant ainsi une logique bottom-up (MAJERUS et al., 2020).

Enfin, c'est en 2004 que Masters & Maxwell ont réalisé une étude mettant en évidence que des mécanismes explicites et implicites entrent en jeu dans l'apprentissage moteur (MAJERUS et al., 2020) et se basent ainsi sur le modèle COBALT (*COntrol-Based Learning Theory*) de Willingham (1998) qui explique qu'une habileté motrice peut être réalisée de façon consciente (*effortfull mode*) ou de façon inconsciente (*automatic mode*) à n'importe quel moment de l'apprentissage.

Pour autant, le premier modèle de ANDERSON (1987) a été récemment conforté par les travaux de BEAUNIEUX et al. (2006) et reste ainsi le plus à même d'expliquer les différents stades d'apprentissage procédural. Pour apprendre une nouvelle habileté motrice, trois étapes vont se succéder selon le modèle ACT de ANDERSON (1987) :

- la phase cognitive : l'apprenant découvre ce qu'il va devoir apprendre et cherche la stratégie la plus adaptée pour réussir à acquérir le comportement requis. Cela se fait de manière plus ou moins consciente. La représentation est déclarative.
- la phase associative : la représentation passe de déclarative à procédurale progressivement. Le comportement gagne en vitesse et en précision, mais n'est pas encore complètement automatisé.
- la phase d'automatisation : le comportement est réalisé sans provoquer de coût attentionnel puisqu'il est automatisé, ancré en mémoire procédurale. Pour vérifier qu'un apprentissage est bien automatisé, il peut être évalué dans une situation de double tâche et si son coût attentionnel est décroissant, alors c'est un indice d'automatisation (BIOTTEAU et al., 2015).

Les apprentissages procéduraux sont ainsi intégrés en suivant ce modèle et les enfants avec un TDC peuvent acquérir de nouvelles habiletés procédurales (MAJERUS et al., 2020). En revanche, dans certaines conditions, ils peuvent être plus lents et avoir besoin de plus d'entraînement pour atteindre le niveau d'apprentissage désiré (MAJERUS et al., 2020). Par exemple, une étude de Lejeune & al. (2013) a montré qu'en réduisant l'aspect visuomoteur d'une tâche (c'est-à-dire en optimisant le geste moteur pour répondre et en évitant le balayage visuel), l'apprentissage des enfants avec un TDC était similaire à celui des enfants du groupe contrôle dans l'étude (MAJERUS et al., 2020). Cela met en évidence qu'en simplifiant la modalité de réponse et en allégeant la charge cognitive et motrice, les enfants avec un TDC peuvent acquérir des apprentissages avec moins de difficultés et même sans différence par rapport à leurs camarades (MAJERUS et al., 2020).

Afin d'encoder un apprentissage en mémoire à long terme (MLT), certains procédés peuvent être privilégiés pour faciliter ce processus. C'est le cas de la répétition de maintien. En effet, lorsqu'un exercice est réalisé de nombreuses fois, il est davantage mémorisé en MLT (GODEFROID, 2011). Il est aussi possible de s'aider de la répétition d'élaboration qui s'explique par le fait de rattacher l'apprentissage en question à une catégorie (animal, outil, etc) ou à une caractéristique phonétique (même prononciation) ou sémantique (même sens) (Craick & Lockart, 1972 dans GODEFROID, 2011).

L'étude de Rea et Modigliani (1998) a aussi mis en évidence qu'il était préférable d'espacer l'apprentissage dans le temps plutôt que de le réaliser sur une courte durée. De cette façon, la rétention de l'information est deux fois plus longue dans le temps (GODEFROID, 2011).

Les modalités sensorielles jouent aussi un rôle dans la rétention de l'information en MLT puisque la trace mnésique sera plus importante si l'apprenant associe différentes modalités sensorielles à un même apprentissage. Par exemple, l'utilisation de la voix et du mouvement (GODEFROID, 2011).

DEHAENE (2012) explique également quatre principes qui vont favoriser la vitesse et la facilité d'apprentissage.

— Le premier facteur est l'attention : il s'agit du mécanisme qui permet de sélectionner

et moduler le traitement de l'information (DEHAENE, 2012). Ainsi, l'enjeu est de réussir à capter l'attention de l'enfant tout au long de l'apprentissage mais aussi de la canaliser. En effet, outre le fait d'intéresser l'enfant, il faudra aussi réussir à captiver son attention sur ce qui importe dans l'apprentissage, et donc être attentif aux perturbations possibles (DEHAENE, 2012).

- Le second facteur est l'engagement actif : pour que l'apprentissage soit optimal, il est important que l'enfant soit impliqué dans son apprentissage et qu'il puisse évaluer régulièrement ses connaissances (DEHAENE, 2012). Une étude de Roediger (2008) a montré que l'idéal est qu'un enfant réalise autant de moments d'apprentissages que de moments d'évaluations afin que sa rétention de l'information soit maximale (DEHAENE, 2012).
- Le troisième pilier est le retour d'information : chaque enfant prédit le résultat qu'il va avoir à chaque tâche. S'il fait une erreur de prédiction et qu'il est surpris, c'est à ce moment que des processus d'apprentissage se déclenchent (DEHAENE, 2012).
- Le dernier pilier est la consolidation : c'est le transfert de l'information de l'explicite vers l'implicite (DEHAENE, 2012). Il s'agit en fait de l'automatisation (DEHAENE, 2012). Pour favoriser l'automatisation, le sommeil joue un grand rôle ainsi que la distribution de l'apprentissage sur des périodes courtes mais répétées tous les jours, ce qui rejoint le principe de la répétition de maintien (DEHAENE, 2012 et GODEFROID, 2011).

Ainsi, ces éléments nous donnent des indices quant aux dispositifs à mettre en place pour tenter de favoriser l'apprentissage en mémoire à long terme, et notamment l'apprentissage d'habiletés motrices liées à la frappe au clavier. On peut supposer qu'une méthode d'apprentissage de la frappe au clavier sera plus efficace si les séances sont répétées dans le temps, si chaque lettre peut être rattachée à une catégorie ainsi qu'à plusieurs modalités sensorielles ou bien si la méthode d'apprentissage favorise l'implication active de l'enfant et qu'il peut avoir un retour sur sa performance régulièrement.

3.5 Le rôle de la motivation dans l'apprentissage

Comme l'apprentissage du clavier prendra entre neuf mois et ans ans (MAZEAU, 2016) et au moins six mois selon DECLERCQ (2019), alors la motivation va être primordiale pour que l'enfant réalise cet apprentissage, en plus des éléments pouvant déjà être mis en place pour favoriser le processus de mémorisation.

Deci (1975) différencie la motivation intrinsèque et la motivation extrinsèque. La motivation intrinsèque donne à chaque personne l'envie de s'engager dans une activité pour la satisfaction qu'elle peut procurer et le sentiment de compétence qui en découle (GODEFROID, 2011). En effet, les meilleures performances seraient liées à des activités réalisées avec une motivation intrinsèque (Fischer, 1978 cité dans GODEFROID, 2011). La motivation extrinsèque représente, de son côté, les récompenses ou les punitions susceptibles ou encore des pressions extérieures, de l'entourage, etc (Deci, 1975 cité dans GODEFROID, 2011).

La motivation est liée à la nécessité de combler des besoins et, entre autres, des besoins psychologiques (GODEFROID, 2011). Le besoin d'autonomie peut se définir comme l'envie d'une personne d'expérimenter des choix personnels, pour choisir son engagement dans des actions en fonction de ces préférences et de ses intérêts plutôt que d'y être obligée (GODEFROID, 2011). Le besoin de compétence correspond à la motivation qui pousse à relever des défis et à être efficace. Il tire sa satisfaction dans la concentration nécessaire pour réaliser une tâche et dans le feedback positif de l'environnement, permettant d'évaluer son niveau de compétence (GODEFROID, 2011). Si l'environnement est tolérant envers les échecs et apporte une structure pour canaliser l'effort, alors la satisfaction de ce besoin de compétence sera renforcée (GODEFROID, 2011).

Enfin, le besoin de créer des liens (relatedness) évolue dans l'enfance avec cette envie d'entretenir des liens d'attention et de sympathie réciproque avec des camarades (GODEFROID, 2011). Les enfants avec un TDC ont souvent des difficultés à combler ces besoins psychologiques. En effet, une étude de FLORY (2000) a révélé que 70% des enfants harcelés à l'école sont dyspraxiques et que parmi les enfants ayant une dyspraxie, 90% d'entre eux sont ou seront harcelés. Il est alors facile d'imaginer la

détresse de l'enfant dans cette situation et leur besoin de création de liens pour autant. Les études de MISSIUNA et al. (2006) et de PIEK et al. (2006) ont d'ailleurs démontré une atteinte de l'estime de soi chez ces enfants. Magalhaaes & al. (2011) évoque également le fait que les enfants avec TDC participent à moins d'activités que les autres enfants (LEWANDOWSKI et al., 2018). Puisqu'ils ont conscience de leur trouble, ces enfants se sentent davantage anxieux et subissent le regard des autres (Katartzi & Vlachopoulos, 2011 cités dans LEWANDOWSKI et al., 2018). Il s'agit d'un réel cercle vicieux où les enfants se privent de moments propices à développer leurs compétences motrices (Katartzi & Vlachopoulos, 2011 cités dans Lewandowski & al., 2018; MISSIUNA et al., 2006; PIEK et al., 2006).

La satisfaction de ces besoins vont être un enjeu pour la création de la plateforme web, afin de tenter d'optimiser la motivation de l'enfant tout au long de son apprentissage.

Chapitre 4

La solution

4.1 Présentation

La présentation de la solution se fera en plusieurs étapes. Tout d’abord un format «*pitch*». C’est-à-dire une présentation courte similaire à ce que nous faisons lorsque nous présentons notre projet à un jury. Ensuite, un manuel d’utilisation pour les thérapeutes qui résume les actions qu’un thérapeute peut faire sur la plateforme ainsi qu’un manuel d’utilisation pour un enfant. Le dernier point de cette présentation expliquera brièvement le fonctionnement du serveur administrateur.

4.1.1 Le pitch

Hécatéris est la plateforme unique qui répond aux besoins des thérapeutes et des enfants ayant une dyspraxie. C’est une plateforme ludique où les thérapeutes peuvent créer des cours de dactylographie sur mesure pour leurs patients. Les patients peuvent réaliser les exercices des cours durant la séance ou chez eux, tout en s’exerçant sur des jeux pour maintenir leur motivation et continuer d’apprendre. Par la suite, le thérapeute est capable d’analyser les résultats des enfants et de leur proposer des exercices supplémentaires, ciblés sur leurs besoins. Hécatéris a aussi été pensé pour les enfants qui n’ont pas les moyens de voir un thérapeute. Dans ce cas là, un cours est généré automatiquement selon leur profil. Ce cours est généré de manière incrémentale où à chaque fin de série d’exercices, une nouvelle série d’exercices est proposée, contenant soit une nouvelle lettre à apprendre, soit les lettres non-maitrisées de la série précédente.

4.1.2 Manuel d'utilisation pour les thérapeutes

Sur la plateforme Hécatéris, les thérapeutes sont capables de créer un compte dit «professionnel» où ils ont accès à plus de fonctionnalités que les enfants. Une fois sur la plateforme, le thérapeute peut ajouter ses patients en «amis» pour pouvoir leur partager des cours par la suite. La spécificité d'Hécatéris est que les thérapeutes peuvent créer des cours de dactylographie sur-mesure pour leurs patients. Créer un exercice de dactylographie correspond à entrer du texte que le patient devra taper par la suite. Il existe différentes manières de créer un exercice, cela est développé dans la section 6.1.6. Par la suite, une fois que le patient a réalisé des exercices, le thérapeute peut avoir accès aux statistiques de ce dernier. À partir de cela, le thérapeute peut analyser les faiblesses de l'enfant et créer de nouveaux exercices spécifiques pour répondre à ses besoins.

4.1.3 Manuel d'utilisation pour les enfants

L'enfant présentant un TDC qui veut apprendre la dactylographie avec son thérapeute ou seul est capable de créer un compte dit «famille». Il est capable de paramétrer son environnement selon ses besoins, avec l'aide de ses parents ou de son thérapeute. Il peut, entre autres, modifier la longueur d'exercice, la présence ou non d'un clavier virtuel, etc. Si l'enfant est accompagné par un thérapeute, il peut l'ajouter en ami. Après cela, le thérapeute pourra lui partager des cours avec des jeux. Si l'enfant n'est pas accompagné par un thérapeute, la méthode Hécatéris lui est accessible. Il pourra alors réaliser des exercices et des jeux conçus spécialement pour lui. Au fur et à mesure de son apprentissage, de nouveaux exercices et jeux spécifiques à son avancement lui seront proposés.

4.1.4 Manuel d'utilisation pour le serveur administrateur

Hécatéris possède aussi un serveur administrateur accessible seulement par Lorène, Géraud et Louis. Le but de cette plateforme est de pouvoir analyser les nouveaux utilisateurs et y appliquer quelques actions si nécessaire. Comme par exemple : analyser si un utilisateur a été créé correctement ou vérifier les paiements lorsque ceux-ci seront implémentés.

4.2 Proposition de valeur - Value Proposition Canvas

Il est possible de résumer l'apport de valeur de la plateforme Hécatéris pour les thérapeutes et les enfants en un seul canvas ci-dessous. L'objectif du *value proposition canvas* est de vérifier que la proposition de valeur d'Hécatéris corresponde bien aux attentes du client. Pour vérifier cela, il faut comparer la partie de droite avec la partie de gauche.

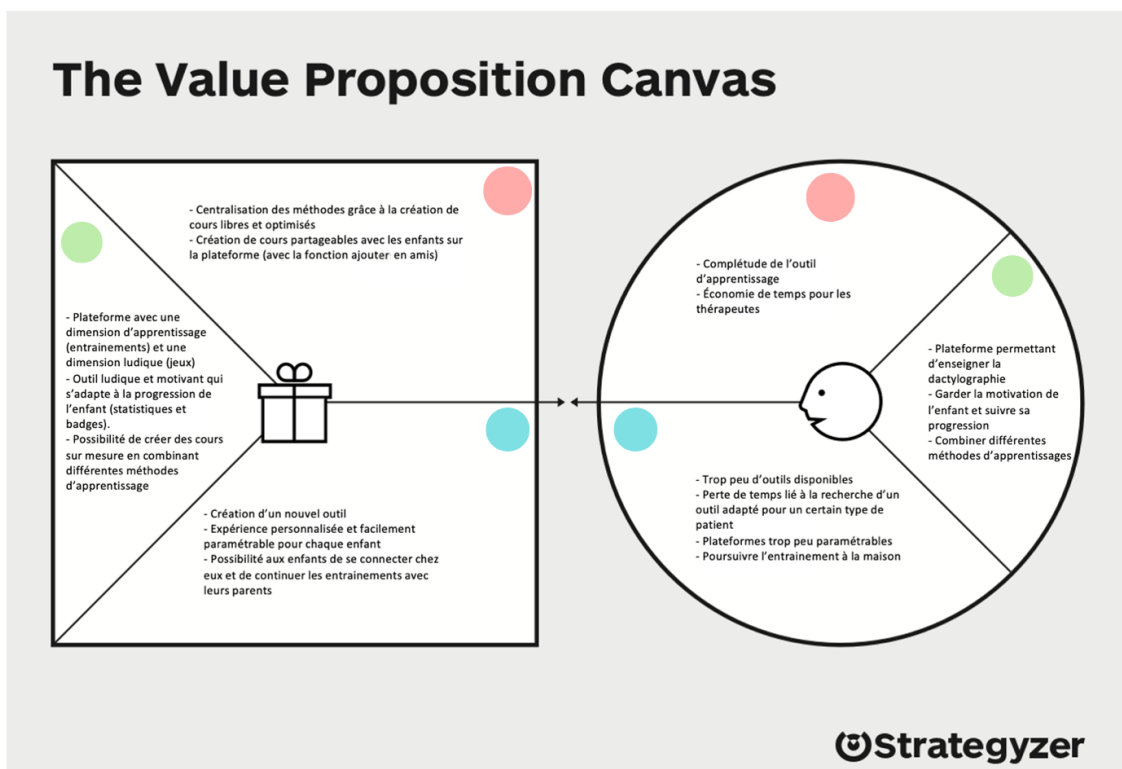


FIGURE 4.1 – Value proposition canvas

Créateurs de bénéfices vs bénéfices recherchés : cela correspond aux cases rouges. D'une part (à droite), les thérapeutes recherchent un outil complet qui leur fera gagner du temps au quotidien. D'autre part (à gauche), Hécatéris est une plateforme qui propose une multitude de fonctionnalités dans le but de réduire le temps et l'effort fournis par les thérapeutes.

Produits et services vs les aspirations : cela correspond aux cases vertes. Le service (à droite) est une plateforme d'apprentissage de la frappe au clavier ludique pour motiver les enfants. La plateforme est flexible et permet de créer ses propres cours. Cela correspond aux aspirations des thérapeutes (à gauche). Ils cherchent un outil pour

enseigner la dactylographie en maintenant l'enfant motivé tout au long de la période d'apprentissage.

Solutions vs Problèmes : cela correspond aux deux cases bleues. Les problèmes des thérapeutes (à gauche) sont le manque d'outils disponibles ainsi que la faible qualité de ceux-ci. La solution apportée à cela (à droite) est la création d'un nouvel outil répondant mieux à leurs besoins.

Chapitre 5

La plateforme

Ce chapitre est dédié aux aspects technologiques et méthodologiques du projet. Les technologies ainsi que les méthodes de travail utilisées durant le projet y sont décrites.

5.1 Architecture de la plateforme

Le projet est décomposé en quatre parties. Un serveur *frontend* implémenté avec le *framework ReactJS*, un serveur *backend* implémenté avec le *framework Ruby on Rails* tous deux hébergés sur *Heroku* et une base de données *PostgreSQL*. Enfin, un nouveau serveur *frontend* a été ajouté dans un second temps il est destiné à gérer la partie administrateur de la plateforme. Il a été implémenté à l'aide de *react-admin*¹, c'est un *framework* pour créer des serveurs administrateurs rapidement. Le schéma ci-dessous donne une représentation visuelle de l'architecture de la plateforme.

1. <https://github.com/marmelab/react-admin>

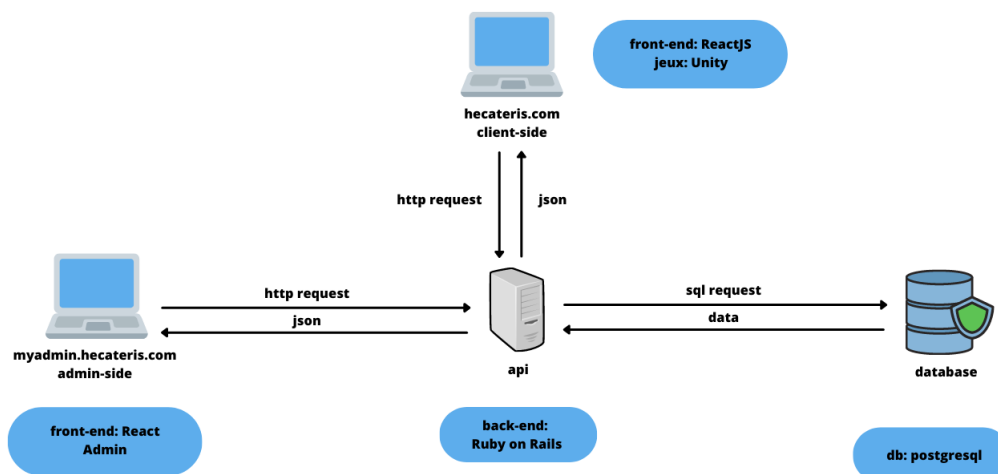


FIGURE 5.1 – Schéma de l'architecture de la plateforme

5.1.1 Serveur frontend

Le serveur *frontend* est disponible sur *hecateris.com* ainsi qu'aux annexes C.1 et C.2. Il représente le côté client et il est une application *web*. C'est-à-dire que nos utilisateurs ont accès à la plateforme via n'importe quel navigateur.

Le choix d'opter pour une application *web* et non une application native s'est fait en analysant les concurrents et la demande. Pour qu'une application native soit intéressante il faut qu'elle soit disponible sur tous les systèmes d'exploitation. Cela implique de la développer plusieurs fois pour les différents *OS* ou de la développer à l'aide de technologies *cross-platform* ce qui représente un coût en temps. L'autre point négatif d'une application native est l'indisponibilité sur tablette. En effet, une application native pour *Windows* et *Unix* n'aurait pas été disponible sur une tablette ou sur un *Chrome Book*. Or, le marché ciblé utilise aussi ces appareils. C'est le principal argument de ce choix, être accessible depuis n'importe quel navigateur.

5.1.2 Serveur backend

Le serveur *backend*, hébergé à l'adresse `https://apprendre-la-dactylo-api.herokuapp.com/`, est représenté par une *API REST*. Une série de requêtes *HTTP* est implémentée dans cette *API*. Chacune de ces requêtes

peut être appelée à partir du serveur *frontend*. L'exécution des requêtes aura pour effet d'aller ajouter, récupérer, supprimer ou modifier des ressources en base de données. Cette exécution varie en fonction du rôle ainsi que des paramètres de la requêtes.

Si dans le futur, une version native de la solution est créée, l'*API* sera réutilisable à partir de cette nouvelle application. Le tout serait relié à la même base de données.

5.2 Technologies et outils utilisés

5.2.1 ReactJS

ReactJS est une bibliothèque *Javascript* permettant l'implémentation du *frontend* d'un site web. Il permet la création de page *web* dynamique grâce à l'utilisation de composants dépendants d'un état affichant une page pour chaque changement d'état.

Cette technologie a été choisie pour le *frontend* du projet car ses spécificités permettent de gérer plus simplement le changement d'état au sein d'une même page. *ReactJS* est aussi souvent cité comme une des meilleure technologie *frontend* sur le marché avec une grande offre sur le marché de l'emploi (MOBISKILL 2021). C'est donc un atout car les problèmes rencontrés sont plus facilement susceptibles d'être mentionnés sur les forums.

5.2.2 Ruby on Rails

Ruby on Rails est un *framework* permettant de construire aussi bien le *frontend* que le *backend* très rapidement. Sa manière de faire gagner du temps aux développeurs est décrite par le dicton «*convention over configuration*». C'est donc un outil très puissant pour implémenter rapidement un *minimum viable product*, par exemple. *Ruby on Rails* permet aussi de créer des *API*¹, c'est dans ce rôle là que cette technologie a été utilisée pour le projet.

Initialement, cette technologie a été utilisée car elle était déjà maîtrisée par Louis, le développeur de l'équipe. C'était un gros avantage pour avoir un prototype rapidement. Par la suite, cela s'est avéré ne pas être le meilleur choix. En effet, il est possible de perdre

1. Une API est un ensemble de requêtes qui sera utilisé par le serveur *backend* pour communiquer avec le serveur *frontend*.

beaucoup de temps avec des petites erreurs quand les conventions ne sont pas parfaitement connues. C'est un point qui a ralenti le projet et qui peut toujours le ralentir à l'heure actuelle. Une alternative à *Ruby on Rails* aurait été *Express*¹ qui est une bibliothèque *Javascript* permettant aussi de construire des *API*.

5.2.3 Unity

Unity est un moteur de jeu, il est un des plus connus avec *Unreal Engine*. *Unity* a la force d'être plus pratique pour des jeux de petites et moyennes tailles, ce qui correspondait aux besoins du projet. Le langage de programmation utilisé dans les *scripts Unity* est *C#*, ce qui est similaire à *Java*, la prise en main était donc plus simple.

C'est Géraud qui a découvert *Unity* en premier et qui a codé le premier jeu. Ensuite, Louis a eu des cours de développement de jeux vidéos avec *Unity*, ce qui a permis de partager les connaissances et de faire de meilleurs jeux en travaillant en équipe.

5.2.4 PostgreSQL

PostgreSQL est un système de gestion de base de données couramment utilisé avec *Ruby on Rails*. L'utilisation et la gestion de la base de données *PostgreSQL* s'est avérée assez simple avec *Ruby on Rails* donc il n'y a pas lieu de le changer pour le moment. Cela s'imbrique aussi parfaitement et simplement en production sur *Heroku*.

5.2.5 React-admin

*React-admin*² est un *framework frontend* pour développer rapidement une partie «administrateur» d'un site. Cette partie est destinée à aider les porteurs de projet à visualiser plus simplement la base de données. Sans cela, c'est généralement le développeur qui doit accéder à la base de données via la console. Ce n'est pas pratique puisque ce n'est pas accessible à tous les membres de l'équipe et la visualisation et la modification des données ne sont pas simples également. C'est pourquoi il a fallu une page administrateur pour Hécatéris. Avec cela, les trois porteurs du projet ont accès à la base de données de manière lisible et modifiable en un clic.

1. <https://expressjs.com/fr/>

2. <https://github.com/marmelab/react-admin>

5.2.6 React-unity-webgl

*React-unity-webgl*¹ est le nom d'un *package* qui permet une solution pour intégrer des jeux *Unity WebGL* dans des applications *ReactJS*. Cela correspond parfaitement aux besoins du projet étant donné que le *frontend* est une application *ReactJS* et que les jeux sont développés sur *Unity*. Ce *package* ne sert pas uniquement à intégrer un jeu *Unity* sur une application *ReactJS*, puisqu'il permet aussi de les faire communiquer entre eux. C'est un grand avantage si des données doivent être transmises de l'application *ReactJS* au jeu et vice versa. C'est ce qui est en place dans Hécatéris pour que les mots appris lors des exercices se retrouvent dans les jeux.

5.2.7 Heroku

Heroku est un *PaaS*² (*platform as a service*). Cela permet donc de déployer et gérer le site *web* d'Hécatéris sans devoir se préoccuper des serveurs qui tournent derrière. Cela permet de rapidement mettre le projet en production et de le mettre à jour. Il est aussi possible de voir la console ou la base de donnée via un terminal en local. La version gratuite d'*Heroku* est pratique pour héberger le site. Pour la mise en production finale, un certificat *SSL*³ est nécessaire, c'est pourquoi nous avons pris une version payante qui offrait, entre autres, la gestion du certificat *SSL*.

5.2.8 Git

Comme dans tous les projets informatiques, *git* a aussi été utilisé pour Hécatéris. D'une part, pour le stockage du code sur *Github* mais aussi pour la mise en production sur *Heroku*, qui se fait via *git*. Il aura permis de faciliter le travail collaboratif entre Louis et Géraud lors du développement des jeux sur *Unity*.

1. Lien vers le package node : <https://www.npmjs.com/package/react-unity-webgl>

2. Les *PaaS* fournissent un environnement *cloud* où les entreprises peuvent héberger leurs applications sans se soucier de l'infrastructure des serveurs.

3. Un certificat *SSL* est un certificat électronique qui permet d'assurer l'envoi de requêtes sécurisées d'un serveur.

5.2.9 GoDaddy

*GoDaddy*¹ est un registraire de noms de domaine. C'est sur ce site que le nom de domaine *hecateris.com* a été acheté. Pourquoi *GoDaddy* et pas un autre gestionnaire ? Il a été choisi pour son caractère *user-friendly* en comparaison à *OVH*, un autre registraire de noms de domaine très connu. Cependant, aussi bien *GoDaddy* qu'*OVH* ne sont pas simples à utiliser avec un hébergement *Heroku*. La raison est qu'ils demandent d'utiliser des enregistrements de type *A* pour créer un sous-domaine alors qu'*Heroku* ne fournit que des enregistrements de type *CNAME* pour la redirection des sous-domaines. Heureusement, la redirection HTTP vers HTTPS a pu se faire grâce à un paramètre dans le serveur *ReactJS*.

5.3 Méthologies utilisées

Durant la réalisation de ce projet, plusieurs méthodologies ont été mises en place pour le mener à bien. Une description de ces méthodologies est présente ci-dessous ainsi que la manière dont elles ont été mises en pratique.

5.3.1 Méthode agile

Les méthodes *agiles* sont des méthodologies de développement ayant pour objectif principal de créer des logiciels rapidement, en s'adaptant aux changements durant la création. Les adaptations sont possibles grâce aux processus rapides et itératifs mis en place, comme expliqué dans l'article de STRODE et al. (2009). L'équipe qui a mené à bien le projet s'est efforcée de respecter au mieux un planning sous forme de *sprints*, ce qui représente un processus itératif. C'est lorsque ces *sprints* ont été réalisés correctement que le projet a le plus avancé. Dans les méthodes *agiles*, la communication est aussi un aspect clé du bon déroulement de l'implémentation du logiciel. Il faut une communication régulière et efficace avec le client pour récolter son *feedback* et procéder rapidement à des changements si nécessaire. Dans le cas d'Hécatéris, les contacts clients étaient présents à interval régulier et leurs *feedbacks* étaient pris en compte. Deux améliorations sont toutefois à souligner : la fréquence des contacts clients aurait pu être plus élevée et le nombre de clients différents aurait aussi pu être plus élevé.

1. <https://www.godaddy.com/>

5.3.2 Lean startup

Dans le livre *Lean Startup*, RIES (2011) explique que la méthode *Lean* est née suite au ras le bol que certains ont connu après avoir développé pendant des mois, voire des années, un produit ou service qui se révèle être un échec total une fois mis sur le marché. La solution que le *Lean* va apporter est similaire aux méthodologies *agiles*, c'est-à-dire que cela fonctionne de manière itérative. Il faut répéter la boucle apprendre-produire-mesurer. La création d'un produit commence par l'apprentissage du contexte. Ensuite, très rapidement, une première version de ce produit appelée *MVP* (*minimum viable product*) doit être construite pour la montrer à des clients potentiels et recevoir du *feedback*. Avec ce retour, il faudra tirer des enseignements pour continuer de construire le produit tout en l'améliorant selon les critères du marché. L'objectif est de réduire la charge de travail tant que ce n'est pas certain que la solution proposée ne réponde au problème. Cela peut même parfois être repéré avant de construire quoi que ce soit, en allant directement discuter avec des potentiels clients.

La méthodologie *Lean startup* est régulièrement recommandée dans les projets entrepreneuriaux. Elle a donc été mise en place très naturellement. Une fois le potentiel problème détecté, une liste d'hypothèses a été émise. Ces hypothèses ont été confrontées au marché au travers de questionnaires à des parents, thérapeutes et professeurs. Des interviews qualitatives ont aussi été faites pour recueillir des avis sous une autre forme. Suite à cela, des hypothèses ont été validées et invalidées. Durant la suite du projet, des contacts avec de potentiels clients ont encore eu lieu pour créer le produit selon les attentes du marché. Cela a joué un rôle clé dans l'implémentation de la plateforme. Les fonctionnalités, leurs priorités et certaines spécificités ont été indiquées par les thérapeutes qui ont été confrontés au projet.

5.3.3 Travail collaboratif sur Github

*Github*¹ est un service qui permet le travail collaboratif et le stockage de projets informatiques. *Github* est un outil indispensable à la réalisation d'un projet informatique, c'était donc un choix naturel de l'utiliser pour le projet Hécatéris.

1. <https://github.com/>

Un dépôt (*repository*) a été créé pour chaque serveur et pour chaque jeu. Cela correspond à cinq dépôts. Pourquoi un dépôt par serveur ? Par soucis de visibilité et pour faciliter la mise en production sur *Heroku*. L’aspect collaboratif de *Github* a principalement été utilisé pour le développement des jeux sur lesquels Géraud et Louis ont travaillé.

Une autre fonctionnalité de *Github* a aussi été déterminante dans l’implémentation de la plateforme, à savoir, les «branches». Au début, une seule branche principale était suffisante mais lorsqu’il a fallu refactoriser certaines parties du code, la création d’une nouvelle branche a été utile. Dès lors, il était possible de refactoriser le code sur une seconde branche et continuer à faire des améliorations sur la branche principale si des *bugs* étaient découverts par des testeurs. Une fois la refactorisation terminée sur la seconde branche, un *merge* était effectué.

5.3.4 En pratique

En pratique, des *sprints* de 2 semaines étaient mis en place. Chaque membre du groupe avait une liste d’objectifs. Lors des réunions de fin de *sprint*, chaque progrès était partagé et de nouveaux objectifs pour le prochain *sprint* étaient fixés. Cette utilisation de *sprints* a démarré au deuxième quadrimestre de Master 1. Étant donné que la problématique était encore en cours de validation, les *sprints* n’étaient pas simples à mettre en place. C’est principalement lors de l’erasmus (premier quadrimestre de Master 2) que cela a été très efficace. Des objectifs simples et précis étaient définis pour que chacun puisse avancer à son rythme de son côté. Lors du deuxième quadrimestre de Master 2, des *sprints* bien définis ont laissé place à du travail en continu supervisé par des réunions hebdomadaires. Étant donné la grosse quantité de travail à faire, le challenge de l’équipe était de ne pas trop se disperser. Ce n’était pas une tâche aisée vu que toute l’équipe avait la tête dans le projet. C’est grâce aux contacts extérieurs que les objectifs se définissaient plus précisément. Notamment grâce à des entrevues avec les promoteurs, des coachs ou des entrepreneurs rencontrés à des événements.

Plusieurs fois par quadrimestre, des réunions étaient organisées avec des thérapeutes ou bénévoles d’associations liées aux troubles dys-. Les premières réunions étaient là

pour mieux comprendre le problème et la solution. Ensuite, les réunions servaient de présentation de la plateforme pour recevoir des *feedbacks* afin d'en retirer des enseignements sur les changements et améliorations possibles. Ce processus a duré environ dix mois. Après cela, notre plateforme était suffisamment développée pour la mettre entre les mains de thérapeutes et qu'ils puissent l'utiliser avec des enfants. Ces tests donnaient encore une fois lieu à de nouveaux *feedbacks* et donc à des améliorations sur la plateforme, notamment au niveau du *design* mais aussi de la prise en main. L'objectif de ces améliorations était de rendre la plateforme plus *user-friendly* et d'améliorer l'expérience utilisateur. Lors de ces derniers tests, une vidéo explicative de 20 minutes a été conçue et mise à disposition des testeurs pour aider la compréhension de la plateforme. Les testeurs pouvaient aussi remplir un formulaire pour donner des retours plus détaillés sur certains points.

Chapitre 6

Implémentation

Ce chapitre comprend plus d'informations sur la partie technique du projet. Les entités et relations présentes au sein de la plateforme sont décrites. Les choix de conception de chaque fonctionnalité importante sont détaillés. Ces choix de conception sont à la fois expliqués d'un point de vue technique mais aussi par des recherches dans la littérature scientifique sur les besoins spécifiques des enfants présentant une dyspraxie. Les améliorations, faites suite aux retours des utilisateurs ayant testés la plateforme, y sont aussi mentionnés.

6.1 Entités - relations

Cette section reprend une description de toute les tables de la base de données. Les explications de cette section sont à but descriptif et non justificatif. Vous trouverez des justifications dans la section 6.2. Chaque table de la base de données décrit soit une entité présente dans la plateforme soit une relation entre deux entités. Il existe des schémas capables de reproduire ces informations plus visuellement, tels que le diagramme de classe (voir annexe A.1), le diagramme *Object Role Modeling* (ORM) (voir annexe A.3) ou le schéma relationnel (voir annexe A.2).

Chaque entité et relation sera décrite et représentée sous forme de tableau. Ce tableau comprend le nom de la table ainsi que tous ses attributs tels que représentés en base de données. Il est possible de trouver plus de détails en annexe dans la section A.

C'est principalement à l'aide du schéma relationnel que la plateforme était modélisée avant d'être implémentée. La réflexion autour des attributs de chaque entité permet un gain de temps pour éviter de refactoriser trop de code par la suite (base de données, *backend* et *frontend*). Le diagramme ORM a été fait pendant l'implémentation, il a permis une prise de recul pour vérifier que le *design* de la base de données n'était pas sous-optimal. Ce diagramme aurait dû être conçu plus tôt pour éviter de refactoriser la base de données en cours d'implémentation. Le diagramme de classe sert principalement à présenter l'ensemble de la plateforme et les interactions qu'il y a au sein de celle-ci. Il a été utile pour expliquer la plateforme d'un point de vue technique à Géraud et Lorène.

6.1.1 Les utilisateurs

Il existe deux types d'utilisateurs. Les comptes dits *professionnels* qui sont destinés à tous les praticiens comme par exemple les ergothérapeutes, logopèdes, neuropsychologues, membres d'ASBL etc. Le second type de compte est destiné aux apprenants (les comptes *familles*), qui sont généralement des enfants atteints de dyspraxie. Les comptes *professionnels* peuvent créer et partager des cours avec les comptes *familles* qui peuvent alors s'exercer dessus. En effet, les utilisateurs peuvent s'ajouter en amis (voir section 6.1.10) afin de partager et recevoir des cours.

Enfin, les comptes *professionnels* peuvent aussi visualiser les statistiques de l'apprenant (voir section 6.2.7) et ainsi ajuster l'enseignement de la meilleure manière possible.

User	email	password_digest	username	role	first_name	gender	birth_date
------	-------	-----------------	----------	------	------------	--------	------------

TABLE 6.1 – Représentation de la table *User* en base de données

6.1.2 Les paramètres

Un aspect important de la plateforme sont ses fonctions paramétrables, par le thérapeute ou le parent, afin de l'adapter à l'enfant qui va s'en servir. En effet, les utilisateurs peuvent choisir entre des valeurs différentes pour la police d'écriture ainsi que sa taille. La longueur des exercices est aussi modulable en fonction d'un nombre de caractères précis. L'utilisateur peut également choisir des paramètres concernant l'épellation des lettres ainsi que des sons d'erreur. Il est possible que chaque lettre soit

énoncée avant de devoir la taper ou que chaque erreur soit énoncée. La justification du choix de ces paramètres se trouve dans la section 6.2.2.

Parameter	user_id	font_family	font_size	exercise_length	...
------------------	---------	-------------	-----------	-----------------	-----

...	audio	audio_error	display_keyboard
-----	-------	-------------	------------------

TABLE 6.2 – Représentation de la table *Parameter* en base de données

6.1.3 Le clavier

Les rencontres avec les thérapeutes (voir annexe F) nous ont fait comprendre qu’il était nécessaire d’afficher un clavier virtuel à l’écran pour certains enfants. Pour rendre notre plateforme complète et modulable, il a été plus simple de créer une entité clavier enregistrée en base de données. En effet, il y a plusieurs types de clavier (*Qwerty*, *Azerty*, *Windows*, *Mac*...) et chaque enfant doit être en mesure de choisir les couleurs de chaque touche. Pour rendre cette fonctionnalité facile d’utilisation, il était primordial d’enregistrer ces informations en base de données. Actuellement, il n’y a que deux types de clavier disponibles sur la plateforme : le *Azerty* pour *Mac* et le *Qwerty* pour *Windows*.

Keyboard	user_id	keyboard_type	colors
-----------------	---------	---------------	--------

TABLE 6.3 – Représentation de la table *Keyboard* dans la base de données

6.1.4 Les cours

Chaque compte utilisateur avec un rôle *professionnel* peut créer des cours de dactylographie. Cela donne de la flexibilité aux thérapeutes de faire des cours adaptés à chaque élève selon ses besoins. Un cours est composé de plusieurs étapes et une étape est composée de plusieurs exercices et jeux.

Actuellement, une fois que le cours est créé, il n’est pas modifiable mais c’est une fonctionnalité qui devra être implémentée pour rendre la plateforme agréable d’utilisation.

Pour rendre la plateforme moins «scolaire», il a été décidé de remplacer le mot «cours» par «entraînement» et le mot «exercice» par «défi». Le but étant de rendre la plateforme ludique et informelle.

Course	course_name	user_id
--------	-------------	---------

TABLE 6.4 – Représentation de la table *Course* dans la base de données

6.1.5 Les étapes

Afin de rendre la création de cours plus complète et flexible, il a été décidé d'ajouter l'entité «étape». De la même façon qu'un cours universitaire peut être divisé en chapitres, un cours sur Hécatéris peut être divisé en étapes.

Stage	stage_number	course_id
-------	--------------	-----------

TABLE 6.5 – Représentation de la table *Stage* dans la base de données

6.1.6 Les exercices

Un exercice, appelé «défi» sur la plateforme, peut représenter deux choses. Soit un jeu, l'attribut *game* sera égal à 1 ou à 2 en fonction du jeu. Soit un exercice à proprement parler. Cette deuxième option représente une suite de caractères qui devra être tapée par l'élève avec la meilleure précision possible. Généralement, les thérapeutes commencent avec des exercices simples qui reprennent peu de lettres et progressivement, les exercices se complexifient. Sur Hécatéris, il existe deux manières de créer ce genre d'exercice. Soit avec un texte écrit en dur où le texte de l'exercice sera répété jusqu'à obtenir la longueur souhaitée (voir paramètre *exercise_length* dans la table 6.2) par le thérapeute. Soit avec une suite de caractères, mots ou phrases mentionnés entre guillemets qui seront utilisés pour créer un texte en mettant chaque élément, de manière aléatoire, les uns à la suite des autres jusqu'à obtenir la longueur de texte souhaitée. Cela permet d'avoir des exercices dynamiques qui n'ont jamais deux fois le même texte.

Exercise	exercise_number	stage_id	text	generated	game
----------	-----------------	----------	------	-----------	------

TABLE 6.6 – Représentation de la table *Exercise* dans la base de données

(longueur d'exercice souhaitée par l'utilisateur) / (longueur du texte écrit par le thérapeute) = nombre de fois que le texte va être répété

TABLE 6.7 – Formule pour calculer la répétition d'un texte dans un exercice

Voici ci-dessous à quoi correspond un exercice lorsqu'un thérapeute le crée avec un texte en dur. Le texte affiché sera tapé un certain nombre de fois. La formule utilisée est la suivante :

Dans l'exemple ci-dessous, le texte fait 26 caractères et la longueur d'exercice souhaitée est 100. Le texte affiché dans l'image de droite devra donc être tapé 3,8 fois.

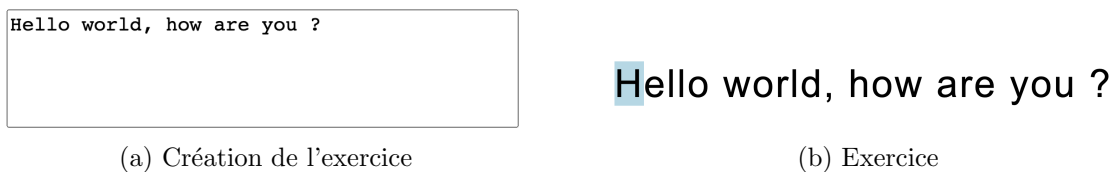


FIGURE 6.1 – Exemple exercice non généré aléatoirement

Voici ci-dessous à quoi correspond un exercice lorsqu'un thérapeute crée un exercice avec l'option «génération aléatoire». Les éléments sur l'image de droite continueront de s'afficher progressivement et aléatoirement durant la réalisation de l'exercice. De nouveaux éléments arrêteront d'apparaître lorsque la taille du texte correspondra avec la taille souhaitée de l'exercice.

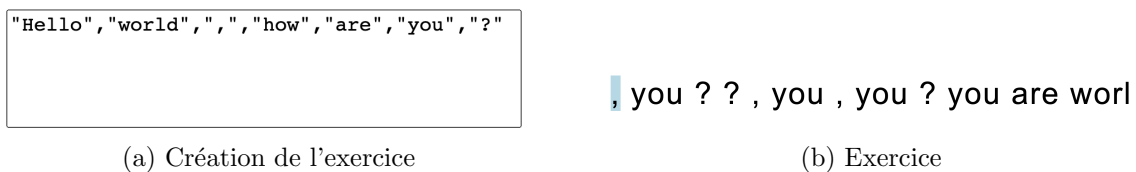


FIGURE 6.2 – Exemple exercice généré aléatoirement

L'algorithme utilisé pour la fonctionnalité de «génération aléatoire» peut être résumé par le pseudo-code suivant :

Data: Suite de lettres, mots ou phrases chacun entouré de guillemets et séparé par des virgules et un nombre entier qui correspond à la longueur d'exercice souhaitée

Result: Une suite d'éléments séparés par des espaces où chaque élément est pioché aléatoirement dans l'input

```
let array = transform(input[0]); // retourne un tableau avec les éléments
    mentionnés dans l'input
```

```
let exercise_length = input[1];
```

```
let text="";
```

```
while text.length ≤ exercise_length do
    | text = text+" "+ getRandomElement(array);
```

```
end
```

```
return text;
```

Algorithm 1: Génération aléatoire d'un exercice

6.1.7 Les badges

Les badges sont un aspect important de la *gamification*, ils sont capables de motiver les utilisateurs en exprimant diverses récompenses après une progression (voir section 6.3.1). Il existe différentes catégories de badges et sur Hécatéris, chacune se divise en trois niveaux (débutant, intermédiaire et expert). Actuellement, il y a quatre catégories de badges. Elles concernent, la vitesse, la précision, la connaissance du clavier et l'expérience générale.

Badge	title	description	level	family
-------	-------	-------------	-------	--------

TABLE 6.8 – Représentation de la table *Badge* dans la base de données

6.1.8 Les statistiques des utilisateurs

Une série d'informations est stockée en mémoire concernant la progression et les résultats de chaque utilisateur. De cette manière, il est possible d'établir certains constats sur la progression ou les lacunes de chacun. Le nombre d'exercices ainsi que la durée totale passée à s'exercer sont enregistrés. Deux tableaux d'une taille de 110 éléments représentant les caractères possibles du clavier sont enregistrés. Le premier représente le nombre de fois que le caractère à l'indice i du tableau a été frappé. Le

Relationship	request	user1_id	user2_id
---------------------	---------	----------	----------

TABLE 6.12 – Représentation de la table *Relationship* dans la base de données

6.1.11 Les partages : cours - utilisateur

Les partages de chaque cours pour chaque utilisateur sont stockés dans la table *Share*. Les utilisateurs ne peuvent que recevoir un partage provenant d'un compte *professionnel* avec qui ils sont amis. L'utilisateur qui reçoit un partage de cours peut voir l'auteur de ce cours et accepter ou refuser l'offre. S'il l'accepte, il pourra s'exercer sur ce cours partagé que son thérapeute lui a préparé spécialement pour ses besoins. Dans la table ci-dessous, l'*id* de l'utilisateur 2 correspond à l'utilisateur qui va recevoir le cours. Et l'*id* du cours correspond au cours créé par l'utilisateur qui partage le cours.

Share	accepted	course_id	user2_id
--------------	----------	-----------	----------

TABLE 6.13 – Représentation de la table *Share* dans la base de données

6.1.12 La progression : utilisateur - exercice

Pour enregistrer la progression des utilisateurs au sein de chaque cours, le meilleur score pour chaque exercice réalisé est enregistré. Cela permet de connaître le nombre d'exercices réalisés pour un cours donné et d'afficher la proportion du cours déjà faite. Cela permet également d'afficher le meilleur score pour chaque exercice réalisé. Ainsi, les utilisateurs peuvent essayer de battre leurs scores ou alors voir leur progression d'exercices en exercices.

User Progression	user_id	exercise_id	best_precision	best_speed
-------------------------	---------	-------------	----------------	------------

TABLE 6.14 – Représentation de la table *User Progression* dans la base de données

Les données mesurables liées à la progression sont nombreuses. Dans le futur, il est nécessaire d'enregistrer chaque exercice réalisé par l'utilisateur de manière à montrer un historique plus précis et une analyse concise de chaque erreur. Avec cela, les thérapeutes

seraient capables de découvrir des modèles d’erreurs récurrents et pourront ajuster leurs enseignements.

6.2 Processus de création et choix de conceptions

Cette section reprend toutes les fonctionnalités principales de la plateforme. Chaque sous-section ne représente pas forcément une fonction mais plutôt une entité avec les différents rôles et objectifs qui lui sont attribués. Après avoir lu cette section, vous saurez tout sur la plateforme Hécatéris, sur la manière dont elle a été créée, sur la manière dont elle a été designée sur-mesure pour les besoins des enfants dys-, sur les choix de conception et comment la gamification est mis au service de l’apprentissage. L’ordre des sous-sections représente approximativement l’ordre chronologique dans lequel les fonctionnalités ont été implémentées.

6.2.1 Exercice de dactylographie

En premier lieu, créer un exercice de dactylographie a servi de *proof of concept*. Effectivement, avant de se lancer dans l’aventure de la création d’une plateforme ludique d’apprentissage de la dactylographie, il était important de prouver que nous étions capables de créer un exercice de dactylographie avec le *design* souhaité. Créer cette fonctionnalité en premier a aussi servi à montrer plus simplement quel était notre objectif lors des discussions avec des parties prenantes. L’enseignement de la dactylographie n’est pas forcément un apprentissage connu de tous. C’est pourquoi, avec ce premier exercice, nous avons été en mesure d’expliquer plus concrètement cette pratique.

Un exercice de dactylographie est couramment représenté par une suite de caractères à taper avec la meilleure précision possible et idéalement le plus vite possible, sans regarder son clavier. La suite de caractères défile pendant que l’utilisateur tape sur son clavier. Les lettres s’affichent en vert ou en rouge si elles ont été tapées correctement. Une énonciation audio de chaque lettre peut être faite avant de devoir la taper. Des sons d’erreur ou de réussite peuvent aussi être entendus selon les paramètres.

Retours utilisateurs : des thérapeutes ont testé la plateforme et des améliorations de cette fonctionnalité ont pu être apportées grâce à leurs retours.

- **La première amélioration** est d'ordre visuelle. Pour améliorer l'expérience utilisateur, la lettre qui doit être tapée par l'enfant a été marquée d'un fond bleu clair. En effet, dans la littérature, MARTINET (2010) indique que la couleur de l'écriture ou encore le fait de la surligner permettent de mettre en exergue les éléments importants.

Quelle lettre est en bleue ?

FIGURE 6.3 – Première amélioration

- **La deuxième amélioration** a aussi permis de faire évoluer l'expérience utilisateur, en réduisant la longueur et la taille du texte affiché à l'écran, pour que la suite du texte à taper apparaisse après que la ligne ait été entièrement frappée. Cette amélioration va dans les sens des recommandations de MARTINET (2010) puisqu'elle préconise une taille d'interligne suffisamment grande. Ici, la décision va encore plus loin puisqu'une seule ligne n'est affichée à la fois pour ne pas perturber l'enfant. Cela n'a pas réduit pour autant la longueur de l'exercice. L'affichage sur plusieurs lignes a été fait en modifiant la création d'exercices (voir section 6.2.4). Sur la figure 6.9 (b), une partie du texte est cachée. Cela ne réduit pas la taille de l'exercice pour autant. La suite du texte apparait après que la ligne est été entièrement tapée.

Hello world ! Hello world ! Hello world ! Hello

(a) Avant

Hello world !

(b) Après

FIGURE 6.4 – Deuxième amélioration

En réalisant la deuxième amélioration, il a fallu refactoriser toute la partie de code sur l'affichage et la réalisation d'un exercice. Refactoriser cette fonctionnalité était un gros challenge étant donné qu'elle comporte plus d'un millier de lignes de code. Puisque c'était la première fonctionnalité à être implémentée, certaines bonnes pratiques, méconnues au

moment de la première implementation, n'ont pas été utilisées. Lors de la refactorisation, une attention particulière a été portée sur l'utilisation de ces bonnes pratiques.

6.2.2 Paramétrisation

La dyspraxie est un trouble très hétérogène (MAZEAU , 2016) et ainsi les symptômes de ce trouble sont très variables d'un enfant à l'autre et il n'est pas rare que l'enfant ait également une autre pathologie cognitive associée (GAIE et al., 2014). Cela oblige à concevoir une prise en charge très personnalisée. Hécatéris souhaite aider les thérapeutes et les enfants à travailler en ce sens. C'est pourquoi un aspect important de la plateforme réside en ses nombreux paramètres ajustables.

Le thérapeute ou les parents, en accord avec les préférences de l'enfant, peuvent personnaliser le site pour un meilleur apprentissage. Pour le visuel de l'écriture, les paramètres sont les suivants : choix de la police d'écriture parmi quatre valeurs et choix de la taille de l'écriture parmi trois valeurs. En effet, selon MARTINET (2010), les enfants parviennent mieux à déchiffrer des écritures sans empattement comme la police Arial ou Comic sans MS présentent sur Hécatéris et une taille d'écriture de 12 au moins les aidera aussi.

La longueur des exercices peut aussi être personnalisée, en choisissant un nombre de caractères précis à taper. Certains enfants vont avoir plus de difficultés d'attention que d'autres (VAIVRE-DOURET, 2008), d'où l'importance de laisser à chacun la possibilité de réduire ou augmenter la longueur des exercices. C'est aussi un point faible des sites de dactylographie avec lesquels travaillent les thérapeutes actuellement. En effet, ils nous ont fait part, par le biais d'interviews quantitatives (voir annexe E) sous forme de questionnaires, de la difficulté rencontrée par les enfants à finir les exercices proposés par les autres plateformes, à cause de leur longueur trop importante et non paramétrable.

Les effets sonores font aussi partie des personnalisations possibles. Comme vu plus tôt, associer la modalité auditive peut avoir un effet bénéfique sur l'apprentissage (SOPPELSA et al., 2016). C'est pourquoi, sur Hécatéris, le choix du type d'effet sonore est laissé parmi : énoncer chaque lettre avant de la taper, énoncer l'erreur après la frappe, jouer un son après l'erreur ou ne choisir aucun effet sonore.

Ces paramètres ont été choisis arbitrairement à partir des conseils des thérapeutes accompagnant le projet. D'autres paramètres sont visibles mais non fonctionnels pour le moment, comme par exemple la condition de réussite. C'est-à-dire que les utilisateurs pourront déterminer la précision minimum requise à chaque exercice pour le considérer comme réussi. Et, il y a aussi le paramètre du chronomètre qui va être proposé, avec la possibilité de le masquer ou non. Dans la littérature, les tests chronométrés sont reconnus comme motivants pour l'enfant (NILES-CAMPBELL et al., 2008) mais cet avis n'est pas partagé par tous les thérapeutes interviewés, qui indiquent que cela peut générer de l'anxiété chez certains enfants. C'est pourquoi la liberté d'afficher le chronomètre est laissée sur Hécatéris.

La paramétrisation du clavier : les discussions avec des thérapeutes (voir annexe F) ont amené une meilleure compréhension du manque de flexibilité des outils actuels. Une lacune de ces outils est qu'ils ne proposent que l'apprentissage du clavier à dix doigts. Cependant, les enfants ayant un TDC sont rarement en mesure de taper à dix doigts (DECLERCQ, 2019). Comme vu plus haut (voir section 3.2), beaucoup de thérapeutes comme MAZEAU (2016), DECLERCQ (2019) et DASSE (2021) utilisent la méthode du clavier caché à l'aide de gommettes de couleurs pour débiter l'apprentissage de la dactylographie.

Pour soutenir cet apprentissage, un clavier virtuel a spécialement été implémenté sur la plateforme, sur lequel le thérapeute et l'enfant peuvent choisir de faire correspondre les couleurs de celui-ci aux couleurs du clavier physique de l'ordinateur ou de la tablette. Cette fonctionnalité a été recommandée par les thérapeutes ayant testé le site, afin d'éviter les allers-retours visuels écran-clavier. La couleur de chaque touche du clavier peut être choisie par l'utilisateur à l'aide de la fonctionnalité affichée ci-dessous.

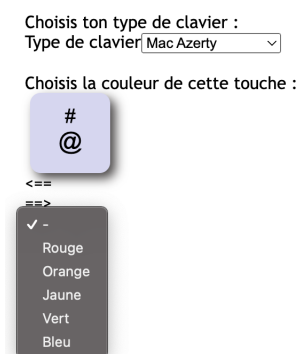
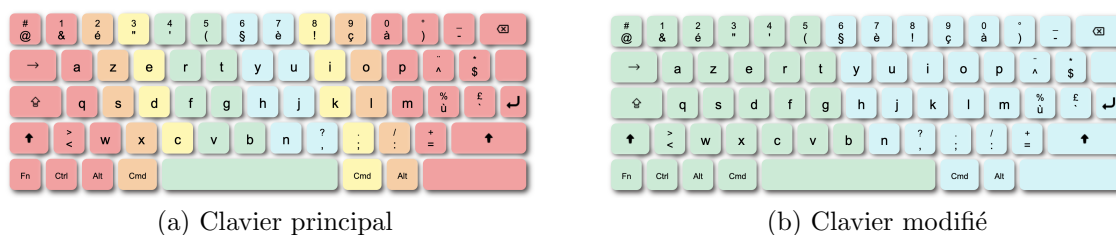


FIGURE 6.5 – Fonctionnalité : choisir la couleur d’une touche

Dans l’exemple ci-dessous, deux claviers sont affichés. Le premier est le clavier paramétré automatiquement à chaque création de compte. Si l’utilisateur désire changer les couleurs des touches du clavier, il peut le faire à tout moment. Après modification, le clavier pourrait ressembler au second clavier s’il souhaite, par exemple, apprendre à taper à deux doigts.



(a) Clavier principal

(b) Clavier modifié

FIGURE 6.6 – Adaptation du clavier

6.2.3 Utilisateurs

Pour stocker les préférences de paramètres des utilisateurs, il était évident de créer des utilisateurs sur la plateforme. Sans utilisateur, d’autres aspects auraient été limités par la suite. Les utilisateurs se distinguent par leur rôle soit *professionnel* soit *famille*. Les utilisateurs dits *professionnels* représentent les thérapeutes qui enseignent l’apprentissage de la frappe au clavier à leurs patients (enfants avec un TDC), eux-mêmes représentés par des comptes *familles* sur la plateforme.

Les comptes *professionnels* et *familles* n’ont pas les mêmes droits sur la plateforme. Les comptes *professionnels* ont des fonctionnalités que les comptes *familles* n’ont pas.

Comme la création de cours, par exemple.

Pour assurer la sécurité des données sensibles des utilisateurs, les mots de passe ne sont pas stockés en clair dans la base de données.

Grâce à nos discussions avec les thérapeutes, pour garder le secret médical, permettre l'anonymat des utilisateurs était nécessaire. C'est pour ça que chaque utilisateur se «cache» derrière un nom d'utilisateur qui lui sert de pseudonyme.

Pour assurer la sécurité des données des utilisateurs, il était nécessaire de créer un système d'authentification. Durant l'implémentation et les tests, le système d'authentification a été implémenté deux fois. Les raisons de ce changement sont expliquées ci-dessous. Le seul aspect qui n'a pas changé est que ce sont des systèmes d'authentification basés sur un *JWT*¹ (*JSON Web Token*).

L'authentification avec JWT

Ce système d'authentification est basé sur un jeton conforme à la norme 7519. Cela permet d'échanger des requêtes entre deux parties de manière sécurisée. Ici, nos deux parties sont le serveur *frontend*, qui représente le client et le serveur *backend*. Grâce à ce système, un utilisateur peut prouver son identité et accéder à ses données personnelles sur la plateforme.

L'authentification avec la gem Knock

Lors de la première implémentation de l'authentification, après plusieurs recherches d'articles et de vidéos explicatives, il en est ressorti que la *gem Knock*², une bibliothèque de *Ruby on Rails*, convenait parfaitement pour créer un système d'authentification sécurisé avec un *JWT*. L'avantage de cette bibliothèque était qu'elle permettait de gérer l'authentification des utilisateurs en quelques lignes de code. C'était donc un système clé en main sous forme de boîte noire auquel il ne fallait rien ajouter.

1. <https://jwt.io/>

2. <https://github.com/nsarno/knock>

L'utilisation de cette *gem* était concluante. Le seul défaut est qu'étant donné que c'est un système clé en main, sous forme de boîte noire, comprendre les mécanismes qui fonctionnaient en arrière plan n'était pas simple.

Après huit mois d'utilisation, un problème est survenu. En retournant voir la documentation de la bibliothèque de la *gem Knock*, un *disclaimer* avait été ajouté dans la description. Ils annonçaient que la bibliothèque n'allait plus être mise à jour. Ils recommandaient donc d'utiliser une autre *gem* pour assurer l'authentification des utilisateurs. Avec cette mauvaise nouvelle, tout était à refaire.

L'authentification avec la *gem* JWT

C'est donc avec la *gem JWT*¹ que le nouveau système d'authentification a été implémenté. Cette fois-ci, il n'est plus question d'une boîte noire clé en main mais d'un système plus libre où tout est à implémenter soi-même.

Implémenter ce système de *token* et de vérification n'est pas compliqué en soit. Cela représente quelques lignes de code, sauf que cela demande un certain niveau d'expertise pour le faire correctement. Il est impératif d'utiliser les bonnes pratiques pour ne laisser aucune faille.

Concrètement, tout le système d'authentification peut être représenté par deux méthodes. Une première méthode d'authentification, qui correspond au *login* de l'utilisateur. Si l'utilisateur rentre le bon email et mots de passe, il va recevoir un *token* qui lui servira pour chaque requête sur la plateforme. La seconde méthode est la vérification de l'utilisateur. Lors de chaque requête *HTTP* vers le *backend*, avant d'exécuter le code du *backend*, il faut vérifier l'authenticité du *token*.

La méthode *login* va vérifier que l'utilisateur avec l'email rentré en *input* existe et qu'il s'est bien authentifié avec le bon mot de passe. Si ce n'est pas le cas, il y a une erreur. Par contre, si tout est en ordre, un *json web token* va être créé avec l'identifiant de l'utilisateur et une durée de vie. Ce *token* va être donné à l'utilisateur et va être stocké dans le *local*

1. <https://github.com/jwt/ruby-jwt>

storage dans le navigateur. La durée de vie peut varier si l'utilisateur coche la case «se rappeler de moi» ou non.

```
def login
  user = User.find_by(email: login_params[:auth][:email])
  if user && user.authenticate(login_params[:auth][:password])
    token = JWT.encode({
      sub: user.id,
      exp: Time.now.to_i + 604800 # one week
    }, ENV["JWT_SECRET"], 'HS256')
    render json: {user: user, token: token}
  else
    render json: {errors: user.errors.full_messages}
  end
end
```

La méthode *authorize_request* va être appelée lors de chaque appel à l'API qui nécessite une vérification de l'authenticité de l'utilisateur. La méthode vérifie qu'il y a bien un *header* avec le champ «Authorization» et que le *token* est bien décodable (c'est-à-dire que la signature est correcte). Si tout cela est correct, l'utilisateur va être créé sous forme d'une variable globale «@current_user». Ce sont uniquement les informations de cet utilisateur qui peuvent être renvoyées ou modifiées. Pour chaque requête, il faut vérifier que l'utilisateur «@current_user» tente de réaliser une action qui lui est autorisée et que les paramètres de la requête sont bien des valeurs cohérentes selon ses informations en base de données.

```
header = request.headers['Authorization']
header = header.split(' ')[1] if header
begin
  @decoded = JWT.decode(header, ENV["JWT_SECRET"])
  @current_user = User.find(@decoded[0]["sub"])
rescue ActiveRecord::RecordNotFound => e
  render json: { errors: e.message }, status: :unauthorized
rescue JWT::DecodeError => e
```

```
render json: { errors: e.message }, status: :unauthorized
end
```

6.2.4 Création de cours par les utilisateurs

Il a été très vite indispensable d'avoir une fonctionnalité permettant aux comptes *professionnels* de pouvoir créer leurs propres exercices, au vu des retours des interviews quantitatives et qualitatives réalisées. D'une part, cela permet aux thérapeutes d'avoir des exercices sur-mesure qui conviennent à leurs envies. D'autre part, cela leur permet d'avoir des cours spécifiques à une tranche d'âge, un apprentissage particulier du clavier ou une difficulté spécifique qu'un enfant peut avoir. Cette flexibilité permise par la création de cours n'est pas disponible chez certains de nos concurrents.

Actuellement, la création d'un cours correspond à la création d'une suite d'étapes composées d'une série d'exercices (voir section 6.1.6).

Créer un nouvel entrainement

Nom de l'entrainement : Les voyelles

Étape n° 1

Défi n° 1

Le texte suivant sera le texte que l'élève aura à le défi n° 1

A E I O U Y

Génération aléatoire ☐

+

+

Défi

Jeu

+

Étape

Créer

FIGURE 6.7 – Exemple création de cours

Sur l'image ci-dessus, il est possible d'apercevoir les attributs d'un cours, notamment son nom, son nombre d'étapes, son nombre d'exercices ainsi que le contenu des exercices. Les boutons «génération aléatoire», «ajouter un défi», «ajouter un jeu» et «ajouter une étape» sont visibles.

Les comptes *professionnels* sont donc capables de créer des cours pour leurs élèves. Le partage de cours entre thérapeute et élève se passe en deux temps. D'abord, les deux comptes doivent être *amis* et ensuite le thérapeute peut partager le cours à son élève. Les deux sections suivantes expliquent cela en détail.

6.2.5 Relation entre utilisateurs

Comme mentionné précédemment (voir section 6.1.10), il existe une relation d'amitié d'utilisateur à utilisateur. Ceux-ci peuvent être «amis» sur la plateforme. Un utilisateur envoie l'invitation à un autre utilisateur. Ce dernier peut accepter ou refuser l'invitation. S'il l'accepte, les deux utilisateurs seront en mesure de se partager des cours.

Ajouter des amis			Pablo	Q
Pseudonyme	Catégorie	Invitation		
Pablo le haricot	Professeur			

Mes amis		
Pseudonyme	Catégorie	Supprimer
pipou	Élève	X
hihu	Professeur	X
bobi77	Élève	X
Bob	Professeur	X

FIGURE 6.8 – Page «Amis»

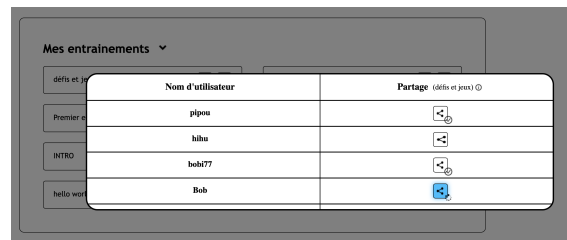
6.2.6 Partage des cours

Les partages de cours entre utilisateurs fonctionnent de la même manière que les invitations en «amis». Tout d’abord, un utilisateur partage un cours avec un autre utilisateur. Ce dernier peut accepter ou refuser le partage. S’il l’accepte, il pourra s’exercer dessus.

Sur la plateforme, le partage de cours se fait en deux temps. Premièrement, l’utilisateur doit accéder aux cours qu’il a créés et cliquer sur le bouton «partage» (en bleu sur la première image). Ensuite, il clique sur le bouton «partager» (en bleu sur la seconde image) à côté de l’utilisateur de son choix.



(a) Liste de cours de l’utilisateur



(b) Partage du cours «défis et jeux» à l’utilisateur «Bob»

FIGURE 6.9 – Partage de cours

6.2.7 Statistiques de l’utilisateur

Les interviews qualitatives et quantitatives réalisées auprès de thérapeutes ont mis en avant l’importance de pouvoir suivre l’évolution de l’apprentissage de l’enfant, sans pour autant que l’enfant soit renvoyé à ses échecs lorsqu’il visualise ses résultats.

Lorsqu’un utilisateur s’exerce à taper au clavier sur un exercice de la plateforme, ses résultats sont enregistrés. Comme expliqué dans la section 6.1.8, le nombre total d’exercices réalisés ainsi que le temps total passé à s’exercer sont enregistrés. De plus, un

tableau représente le nombre de fois que chaque lettre a été tapée et un second enregistre le nombre de fois que chaque lettre a été mal tapée. De cette manière, différentes informations de performance sont disponibles, dans le but d'adapter au mieux les séances à venir mais aussi de motiver l'enfant.

Si un thérapeute a partagé des cours avec un de ses patients, il peut aller voir la progression de cet enfant en cliquant sur son profil se trouvant sur la page «Amis» (voir figure 6.8). En faisant cela, il visualisera les statistiques comme dans l'image (a) ci-dessous. Enfin, en passant sa souris sur une touche, des informations additionnelles apparaîtront comme sur l'image (b) ci-dessous.

Les statistiques de pipou

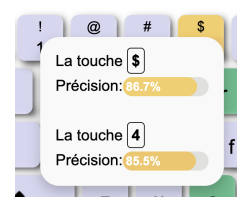
Statistiques globales

nombre de défis réalisés: 5
 temps total d'apprentissage: 00 heure(s) 02 minute(s) 47 seconde(s)
 nombre de touche frappées: 503
 précision: 95.6%
 vitesse: 181 caractères par minutes

Statistiques détaillées



(a) Statistiques de l'utilisateur Pipou



(b) Précision pour les caractères «\$» et «4»

FIGURE 6.10 – Visualisation des statistiques

En visualisant ces statistiques, un thérapeute est capable d'ajuster ses futures séances avec le patient en question. Dans l'exemple ci-dessus, une option serait de faire des exercices additionnels sur les caractères «s», «y», «\$» et «4».

6.2.8 Progression et résultats après un exercice

Afin d'afficher plus de données à l'utilisateur par rapport à sa progression au sein d'un cours, il est possible pour lui de voir la proportion d'exercices réalisés par rapport au nombre total d'exercices du cours. Cela correspond à la progression au sein d'un cours. La progression au sein d'une étape d'un cours est aussi visible.

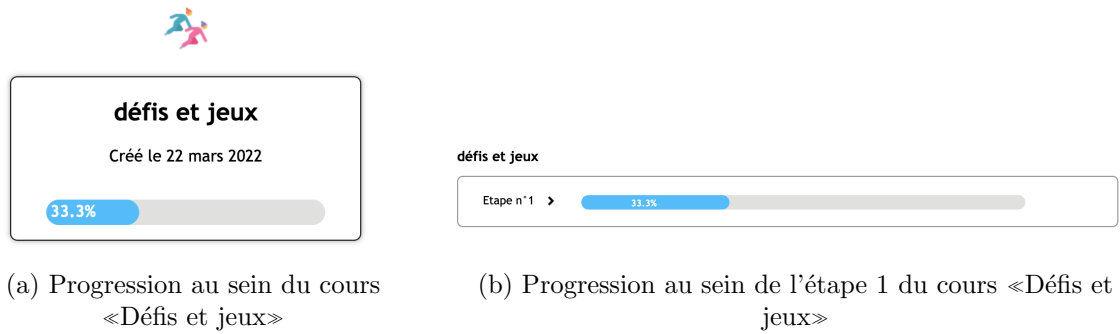


FIGURE 6.11 – Visualisation de la progression

Pour chaque exercice réalisé, la meilleure précision est enregistrée ainsi que la vitesse à laquelle la meilleure précision a été réalisée. De cette manière, l'utilisateur peut essayer de battre ses anciennes meilleures performances.

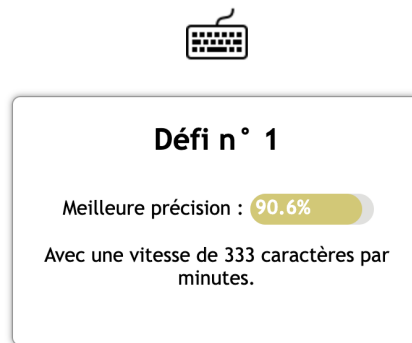


FIGURE 6.12 – Meilleure performance d'un exercice

Lorsqu'un utilisateur réalise un exercice, à la fin de celui-ci, une fenêtre va s'afficher avec le résultat qu'il a fait.

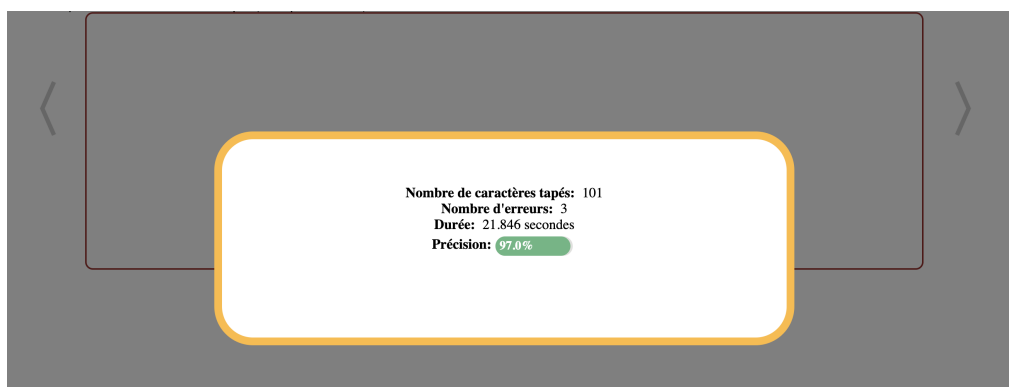


FIGURE 6.13 – Résultat à la fin d'un exercice

6.2.9 Les jeux

Le développement des jeux s'est fait progressivement et Géraud s'est chargé de réaliser le premier. Ce premier jeu a servi pour montrer une plateforme complète lors de nos interviews avec les thérapeutes. Avec une plateforme complète, composée de cours et d'un jeu, les *feedbacks* reçus étaient plus complets.

Par la suite, le premier jeu développé a donc été amélioré et un autre jeu a été développé par Louis, en essayant de proposer un environnement différent.

Voici deux images des jeux. Ces jeux sont expliqués plus en détails dans la sections 6.3.

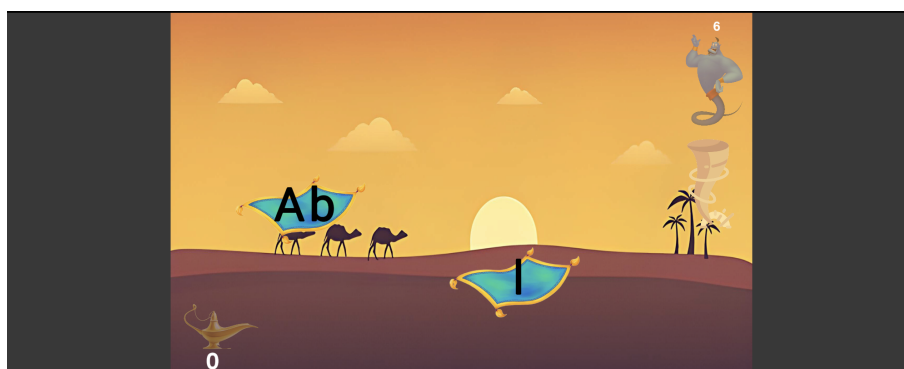


FIGURE 6.14 – Premier jeu - Falling Words

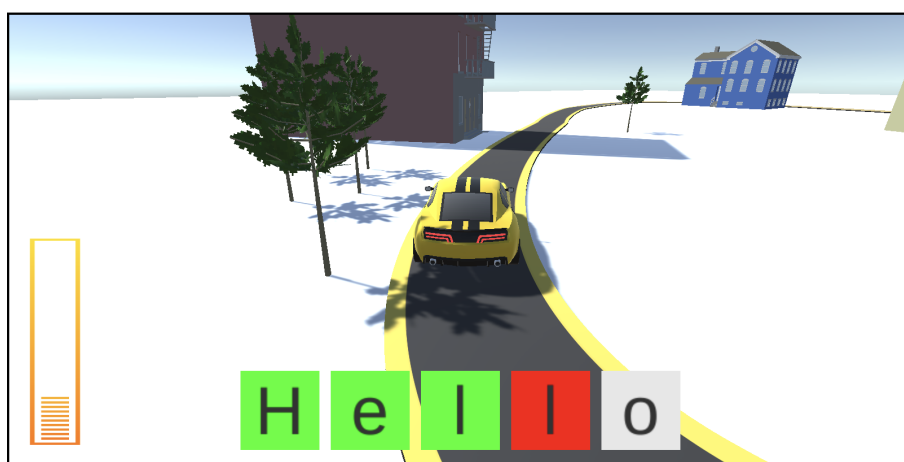


FIGURE 6.15 – Deuxième jeu - Race Car Typing

Remarque : Vous pouvez apercevoir un génie en haut à droite du premier jeu. Nous ne possédons pas les droits pour cette image, il faudra donc la changer dans le futur.

6.2.10 Lier les exercices et les jeux

Pour garder une cohérence au niveau de la proposition de valeur, à savoir, une plateforme adaptée et progressive, il fallait trouver un moyen pour que la difficulté des jeux soit adaptée en fonction de la progression de l'utilisateur.

Le problème qui est survenu est celui de la progression de l'utilisateur, qui se trouve sur le serveur client et pas directement dans le jeu fait avec *Unity*. Il fallait donc trouver un moyen de communiquer des informations entre le serveur client implémenté en *ReactJS* et les jeux implémentés sur *Unity* au format *webGL*. «Le format *webGL* est une spécification d'interface de programmation de 3D dynamique pour les pages et applications HTML5» comme précisé sur la page wikipedia¹.

La solution à ce problème était de faire appel à une bibliothèque nommée *react-unity-webgl*² qui permet d'intégrer des jeux *Unity WebGL* dans du code *ReactJS* et permet une communication entre ces deux parties.

Concrètement, pour rendre l'exercice adapté à la progression de l'utilisateur, les jeux d'une étape d'un cours ne possèdent que les mots appris lors des exercices précédents de l'étape où se trouve le jeu.

Voici un exemple pour un cours qui possède une étape de deux exercices suivis d'un jeu. Si le texte de l'exercice 1 est «Bonjour, c'est lundi, il fait beau» et que le texte de l'exercice 2 est «J'apprends les voyelles A E I O U Y». Alors, les éléments que l'utilisateur aura dans le jeu numéro 3 sont repris dans la liste suivante : [«Bonjour,», «c'est», «lundi,», «il», «fait», «beau», «J'apprends», «les», «voyelles», «A», «E», «I», «O», «U», «Y»]. Cet algorithme permet à un utilisateur de ne jamais avoir des lettres, caractères ou mots qu'il n'a pas appris dans les jeux auxquels il joue.

6.2.11 Le serveur administrateur

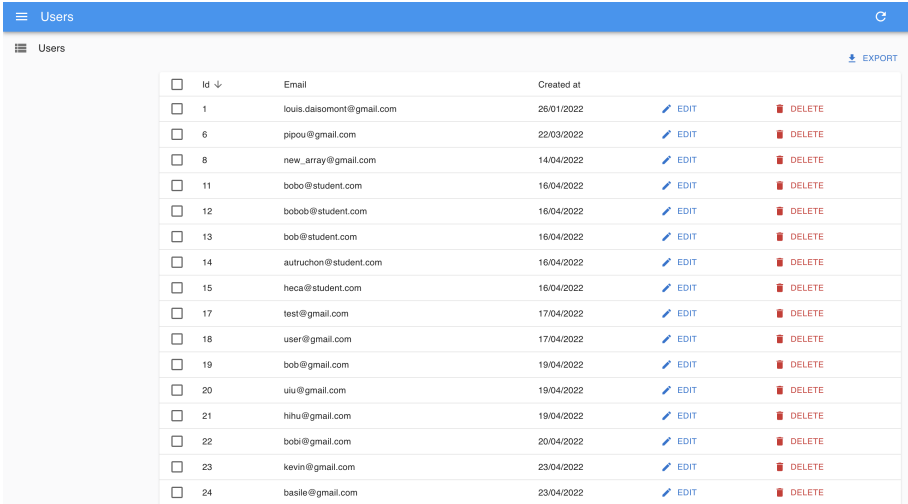
Après que la majorité de la plateforme ait été implémentée, elle a été mise dans les mains de thérapeutes pour recevoir des *feedbacks*. Accéder à la base de données pour vérifier et

1. <https://fr.wikipedia.org/wiki/WebGL>

2. <https://github.com/jeffreylanter/react-unity-webgl>

comprendre les *bugs* soulevés lors des tests s’est rapidement montré indispensable. Sauf que, accéder à partir du terminal n’était pas possible pour tous les membres de l’équipe car il fallait des technologies et connaissances précises. C’est donc pour ça qu’un serveur administrateur a été implémenté. Grâce à cela, les informations de notre base de données étaient visibles par tous les membres du groupe. Cela permet de détecter et comprendre les *bugs* plus rapidement.

En tant qu’administrateur, pour assurer la sécurité des données, la durée de vie du *token* d’authentification est plus courte que pour les autres utilisateurs. Cela permet de réduire les risques d’attaque.



Id ↓	Email	Created at	EDIT	DELETE
1	louis.daisomont@gmail.com	26/01/2022	EDIT	DELETE
6	pipou@gmail.com	22/03/2022	EDIT	DELETE
8	new_array@gmail.com	14/04/2022	EDIT	DELETE
11	bobob@student.com	16/04/2022	EDIT	DELETE
12	bobob@student.com	16/04/2022	EDIT	DELETE
13	bob@student.com	16/04/2022	EDIT	DELETE
14	autruchon@student.com	16/04/2022	EDIT	DELETE
15	hece@student.com	16/04/2022	EDIT	DELETE
17	test@gmail.com	17/04/2022	EDIT	DELETE
18	user@gmail.com	17/04/2022	EDIT	DELETE
19	bob@gmail.com	19/04/2022	EDIT	DELETE
20	uiu@gmail.com	19/04/2022	EDIT	DELETE
21	hihiu@gmail.com	19/04/2022	EDIT	DELETE
22	bob@gmail.com	20/04/2022	EDIT	DELETE
23	kevin@gmail.com	23/04/2022	EDIT	DELETE
24	basile@gmail.com	23/04/2022	EDIT	DELETE

FIGURE 6.16 – Serveur administrateur

6.3 Jeux et gamification

La partie jeux et les aspects de gamification sont cruciaux dans la plateforme. Elle va de paire avec la partie cours/exercices. C’est la combinaison de ces deux parties qui rend notre plateforme unique et complète. C’est aussi ce que les thérapeutes demandent, être capables d’enseigner la dactylographie de manière ludique pour motiver les enfants.

6.3.1 Théorie

De nombreuses études ont déjà été faites pour savoir quels étaient les aspects de gamification capables d’augmenter l’engagement et la motivation sur des plateformes

d'éducation en ligne. Pour gamifier notre plateforme, trois études ont été utilisées. Une étude additionnelle a été prise en compte pour prendre du recul. Cette dernière étude analyse les éléments de gamification qui peuvent avoir un impact négatif.

Etude 1 La première étude de KIRYAKOVA et al. (2014) porte sur la manière dont les nouvelles technologies et en particulier la gamification peut améliorer l'éducation. Les auteurs donnent des éléments pour engager les élèves dans un environnement compétitif amical. Ils ont remarqué que cela n'affectait pas seulement l'implication au cours mais aussi la note finale après une évaluation. La liste d'éléments ci-dessous est présentée dans l'étude comme améliorant la motivation des utilisateurs :

- Présence d'un avatar ;
- La visibilité des progrès de l'élève ;
- Un affichage des résultats d'un exercice ;
- Le niveau d'un utilisateur ;
- Donner du *feedback* à l'utilisateur ;
- Acquisition de badge ;
- *Leaderboard* (classement entre utilisateurs) ;

Etude 2 Dans ce deuxième ouvrage, GOETHE (2019) analyse la gamification sous un angle différent. Il étudie l'immersion dans les jeux vidéos. L'étude analyse l'immersion sur base du *story telling* présent dans les jeux. Il y a deux sortes d'immersion. L'immersion personnelle et l'immersion impersonnelle. Avec une histoire impersonnelle, l'utilisateur s'identifie à un personnage déjà existant dans la plateforme, à l'inverse d'une histoire personnelle où l'utilisateur possède son propre personnage dans l'histoire. D'autres éléments peuvent contribuer à l'immersion dans le jeu, tels que la personnalisation, l'interaction, la découverte, l'évasion, les émotions et les actions mémorables.

Etude 3 Dans cet article, TURAN et al. (2016) ont expérimenté l'utilisation de la gamification sur deux groupes d'étudiants pour analyser ses effets. Le résultat de cette étude affirme que les étudiants étaient ouverts à avoir plus de gamification dans leurs cours. De plus, ils démontrent que l'engagement des étudiants qui ont des éléments de

gamification dans leurs cours est plus élevé que pour le groupe d'étudiant qui n'en n'avait pas. Ils ne savent pas prouver exactement quels éléments de gamification à le plus d'effets positifs mais aucun d'eux n'a d'effets négatifs, selon ces auteurs. Les éléments de gamification présents dans cette étude étaient : un *leaderboard* et des badges. C'est donc une étude qui a analysé des éléments de compétitions et de récompenses.

Etude 4 Pour nuancer les études qui démontrent les effets positifs de la gamification, l'étude réalisée par TODA et al. (2018) tente de mettre en lumière des aspects négatifs. Ils ont découvert que selon la conception du jeu, des éléments de gamification peuvent avoir un impact négatif. L'élément le plus controversé est le *leaderboard*. Un élément qui peut aussi troubler les étudiants est le manque de compréhension des jeux. Si ceux-ci n'ont pas assez d'explications, l'étudiant risque d'être découragé. Enfin, l'aspect le plus important est que le rapport gamification - éducation soit équilibré. En effet, si l'étudiant est trop concentré sur la partie «jeu», il n'apprendra pas autant que souhaité.

6.3.2 Gamification de la plateforme

Pour le moment, la plateforme utilise un *story telling* impersonnel. En effet, la mascotte accompagne les enfants tout au long de leur parcours pour les encourager. Il est prévu de créer un récit personnel par la suite, en proposant aux utilisateurs d'avoir leur propre avatar. Il sera aussi important d'ajouter plus d'interactions entre les utilisateurs lorsqu'ils s'exercent ou lorsqu'ils jouent. Cela peut être du *feedback* visuel ou sonore ou des messages d'encouragement de la part de notre mascotte après un exercice.

Comme expliqué ci-dessus, certains aspects de gamification ont été implémentés dans la plateforme.

- Les utilisateurs sont capables de voir leur progression au sein d'un cours. Dans l'exemple ci-dessous, l'utilisateur a réalisé 40% du cours nommé «taper vite».

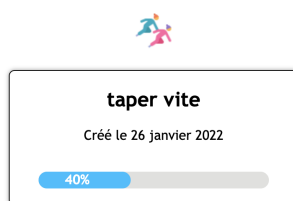


FIGURE 6.17 – Progression d'un utilisateur dans un cours donné

- Un affichage des résultats d'un exercice. Dans l'image ci-dessous, l'utilisateur peut voir son meilleur résultat pour un exercice donné.

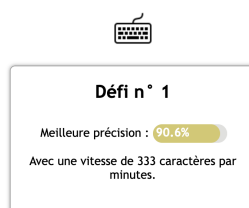
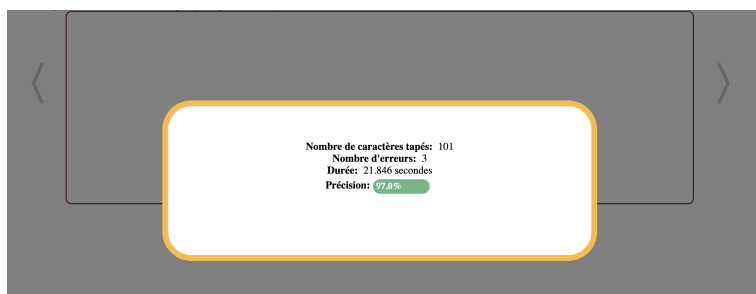


FIGURE 6.18 – Meilleur résultat pour un exercice donné

- Donner du *feedback* à l'utilisateur. Après chaque exercice, l'utilisateur reçoit une *pop up* mentionnant ses résultats concernant l'exercice qu'il vient de réaliser.

FIGURE 6.19 – *Feedback* exercice

- Acquisition de badges : selon la progression et l'expérience, un utilisateur est capable de débloquent des badges. Il manque des visuels agréables pour rendre les badges plus *user friendly*.

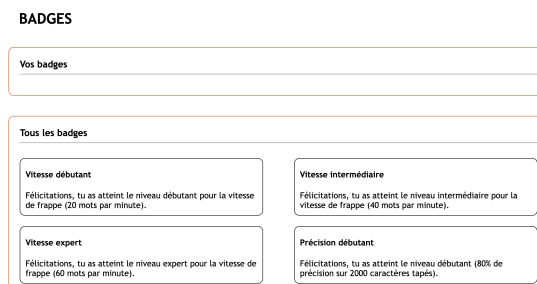


FIGURE 6.20 – Les badges

- Le niveau d’un utilisateur et le *Leaderboard* : comme lu dans l’article numéro 4 (voir 6.3.1), un *leaderboard* pourrait avoir un impact négatif sur les enfants et cet impact est probablement encore plus élevé pour des enfants avec des troubles de l’apprentissage. En effet, lors de nos interviews qualitatifs (voir annexe F), les thérapeutes ont admis que mettre les enfants en concurrence ne leur semblait pas être une bonne idée puisque cela peut avoir un effet négatif sur le moral de l’enfant. C’est pour ça que cet aspect de gamification n’a pas été implémenté.

6.3.3 Falling words

Le jeu *Falling words* consiste en une série de mots qui défilent sur l’écran. L’utilisateur doit les taper avant qu’ils franchissent l’autre extrémité de l’écran. Quatre niveaux ont été implémentés. Dans le premier, les mots sont statiques et le jeu se finit après une durée déterminée. Cela permet aux débutants d’avoir le temps nécessaire pour taper. Ensuite, la difficulté des niveaux est progressive. Des effets sonores et visuels ont été implémentés pour rendre le tout plus amusant. Les derniers aspects qui manquent à ce jeu sont des visuels permettant de comprendre l’objectif du jeu et le nombre de «vies» que l’utilisateur possède. De cette manière, l’utilisateur peut jouer sans avoir à lire les règles puisque ce sont les effets visuels qui lui expliquent ce qu’il doit faire. Plus d’images se trouvent en annexes (voir annexe B).

6.3.4 Race Car Typing

Le jeu *Race car typing* est un jeu où une voiture avance. L’objectif est de taper les mots assez rapidement et correctement pour gagner de l’essence et parcourir ainsi la plus longue distance. Il manque quelques effets visuels et sonores pour rendre le jeu plus immersif.

Plus d'images se trouvent en annexes (voir B).

6.4 Design visuel

Le *design* du site de manière générale est très simple. La barre de navigation est de couleur jaune/orange, ce qui la rend facilement discernable de l'arrière-plan du site qui est blanc. Le choix de la sobriété a été fait sur cette barre de navigation avec seulement 3 sections, à savoir la section «Entraînements», la section «À propos» et tout à droite le menu déroulant «Mon compte».

L'espacement entre chaque section est suffisamment grand pour faciliter la recherche de l'information par l'enfant, même s'il a des difficultés à se repérer dans l'espace. Ce choix s'explique par la volonté de rendre le site le plus épuré et clair possible pour tous les utilisateurs. En effet, thérapeutes, enfants et parents sont amenés à l'utiliser. Il semble ainsi particulièrement important de penser à limiter les difficultés que pourraient engendrer un espace de travail non-ordonné pour les enfants, mais aussi pour leurs parents. En effet, l'étude de Mosca al. (2016) a confirmé l'hypothèse de l'origine génétique des TDC et ainsi il n'est pas rare que les parents de ces enfants TDC aient aussi des difficultés dues à un trouble cognitif.

Chapitre 7

Validation

Dans ce chapitre se trouve toutes les activités faites pour améliorer et valider la plateforme. L'objectif étant de corriger des *bugs*, d'améliorer l'expérience utilisateur, le *design* et les fonctionnalités pour mieux répondre au problème et renforcer la sécurité du site.

7.1 Révision de la plateforme

Durant l'implémentation de la plateforme, les trois membres de l'équipe ont pris le temps d'analyser les nouvelles fonctionnalités pour vérifier que la plateforme fonctionnait correctement.

Ce processus a été formalisé. En effet, dans un premier temps, la plateforme est analysée et révisée en locale. Une fois cette étape terminée, la version est envoyée en production où toute l'équipe teste la plateforme pour détecter des derniers *bugs*. Après plusieurs itérations, il a été convenu qu'il était important de prendre notes et de lister les remarques en utilisant *Trello*¹ par exemple. Ainsi, les *bugs* pouvaient être suivis de leur détection à la réparation.

7.2 Testing utilisateurs

Pour s'assurer que notre plateforme réponde bien à la demande, il a fallu la faire tester aux personnes concernées.

1. <https://trello.com/>

7.2.1 Tests par les thérapeutes et bénévoles

Chaque fois que de nouvelles améliorations conséquentes ont été implementées sur le site, Maïté Pire et Virginie Dasse, mais aussi Kristel Notelaers, ont été contactées pour faire challenger le nouveau résultat (voir annexe F). Ces appels vidéo avaient lieu environ tous les deux mois. Une présentation du site était faite et le *feedback* de ces professionnels était noté. Ensuite, la plateforme était améliorée en fonction de leurs retours.

Des vidéos de présentations ont aussi été réalisées. De cette manière, les thérapeutes pouvaient découvrir la plateforme à leur aise. Par la suite, leurs remarques étaient implémentées sur le site.

Une fois arriver à la fin de l'implémentation de la plateforme, il était temps que des thérapeutes l'utilisent pour donner un avis encore plus constructif. C'était la dernière étape avant de le mettre dans les mains d'enfants. La période de tests a commencé en avril 2022 et la plateforme a été améliorée au mieux malgré les horaires chargés. L'objectif était de l'améliorer suffisamment pour que les thérapeutes affirment que la plateforme soit prête à être utilisée par des enfants. Pour ça, il fallait que la plateforme soit *user-friendly* et qu'il n'y ait pas de *bugs* qui apparaissent.

7.2.2 Tests par les enfants

Comme expliqué ci-dessus, pour que notre plateforme soit testée par des enfants, il fallait qu'elle soit entièrement fonctionnelle. Ce qui demande du temps pour peaufiner les fonctionnalités et optimiser l'expérience utilisateur.

Elle a tout de même pu être utilisée par quelques enfants grâce à l'ASBL *Ballon Vert* et Kristel Notelaers. Quatre enfants ont découvert la plateforme. Ils ont réalisé une séance avec et l'ont utilisée chez eux.

D'après les retours de Kristel Notelaers, les enfants étaient contents de découvrir une nouvelle plateforme. Ils avaient l'air agréablement surpris et très enjoués en l'utilisant. Le *feedback* de trois d'entre eux se trouve en annexes (voir annexe D.1). Globalement, les *feedbacks* reçus concernaient les fonctionnalités également ciblées par nos soins, comme étant à améliorer.

7.3 Sécurité du site

Concernant la sécurité, les technologies utilisées gèrent une grande partie du travail. Cependant, une analyse approfondie a été faite lors de l'implémentation du second système d'authentification (voir section 6.2.3).

En effet, toutes les requêtes ont été testées sur *Postman*¹ pour s'assurer que la deuxième version de l'*API* fonctionnaient correctement. *Postman* est un outil qui permet la création et l'utilisation d'*API*. Il a été utilisé pour tester l'*API* d'Hécatéris. C'est d'abord le système d'authentification qui a été testé. Et, dans un second temps, chaque requête a été testée pour vérifier qu'un utilisateur ne puisse pas accéder, modifier ou supprimer des données qui ne lui appartenaient pas.

C'est principalement sur ce deuxième point que les tests ont été très utiles. Il a été découvert que pour une partie des requêtes, un utilisateur était capable d'accéder ou modifier des informations auxquelles il n'était pas censé avoir accès. Tout a été corrigé en ajoutant des tests à l'entrée avant chaque exécution de requête.

Elles ont été analysées une par une en testant les cas limite pour s'assurer qu'il n'y ait plus de failles. En fin de compte, *Postman* a permis de mieux comprendre comment fonctionnait l'authentification avec *jwt*. Des collaborateurs peuvent être ajouté sur le projet *Postman* pour regarder, modifier ou créer des requêtes.

7.4 Conclusion

Montrer et faire tester notre plateforme à des thérapeutes était nécessaire pour que notre plateforme réponde à leur problème et qu'elle soit qualitative. Cependant, l'objectif final est que les enfants l'utilisent aussi et cette partie est plus complexe. En effet, les exigences sont élevées, la plateforme doit être *user-friendly* avec un *design* de qualité et surtout sans aucun *bug*. Les *bugs* ont été résolus mais il faut encore améliorer le reste. Ce sont des détails qui prennent énormément de temps mais qui sont nécessaires à la réussite du projet.

1. <https://www.postman.com/>

Chapitre 8

Implémentation de la méthode Hécatéris

Étant donné l'envie de continuer le projet après la remise du mémoire, il était logique de penser aux implémentations futures. L'objectif de ces implémentations est d'améliorer l'offre actuelle et de faire une version B2C de la plateforme. Cette version B2C serait destinée aux parents d'enfants atteints de dyspraxie ou de dysgraphie qui ne suivent pas de thérapie pour apprendre le clavier.

8.1 Génération automatique et personnalisée d'un cours

Pour élargir l'utilisation de la plateforme, nous voulons que des enfants qui ne vont pas chez un thérapeute puissent être en mesure d'apprendre la frappe au clavier grâce à Hécatéris.

Pour arriver à cela, il faut qu'il y ait un cours qui leur soit destiné. L'idée simple est de créer un cours générique qui est identique pour tous les enfants. Le problème de cette solution est qu'elle ne tire pas profit de toutes les fonctionnalités implémentées et qu'elle ne convient pas avec la proposition de valeur d'Hécatéris.

D'une part, nous voulons tirer profit des statistiques de l'utilisateur, c'est-à-dire ses points forts et ses points faibles. D'autre part, pour que la plateforme soit adaptée en

fonction de chaque enfant, il faut que chaque cours soit personnalisé selon des éléments qui leurs sont propres.

C'est pourquoi, il a été décidé de créer «la méthode Hécatéris». Une manière d'apprendre la dactylographie de manière ludique et personnalisée.

8.1.1 Des cours sur mesure

La volonté de l'équipe est de créer une méthode qui soit la plus personnalisée possible. C'est pourquoi la méthode va se baser sur les informations fournies par l'enfant lors de son inscription sur la plateforme. Lors de cette inscription, le prénom, le pseudonyme, l'âge et le genre de l'enfant doivent être indiqués et c'est justement à partir de ces informations que va pouvoir être créée la première étape de la méthode Hécatéris.

En suivant les recommandations de MAZEAU (2016) et DASSE (2021), le choix a été fait de proposer à l'enfant de débiter l'apprentissage avec des exercices basés sur les lettres de son prénom puis de poursuivre en tenant compte de la fréquence d'utilisation des lettres dans la langue.

La liste de l'ordre d'apprentissage des lettres sur Héatérís a été créée en s'inspirant d'une liste de fréquence des lettres dans la langue française présentée dans la formation de Virginie DASSE (2021) mais aussi en recoupant les informations de différentes sources non scientifiques comme Wikipédia.org, Culturegénérale.fr ou encore l'Express.ca qui ont analysé la fréquence des lettres sur leurs sites respectifs. La liste suivante reprend ainsi l'ordre dans lequel seront présentées les lettres à apprendre sur Hécatéris, en dehors des lettres du prénom.

E - S - A - I - T - N - R - U - L - O - D - C - P - M - é - V - Q - F - B - G - H - J - à - X - Y - è - ê - Z - W - ç - ù - K - î - OE - ĩ - ë

FIGURE 8.1 – Classement des lettres sur Hécatéris par fréquence d'apparition dans la langue française

8.1.2 Première étape

La première étape de la méthode sera alors constituée de la sorte : 2 défis (exercices) - 1 jeu - 2 défis - 1 jeu - 2 défis - 1 jeu. Les lettres du prénom de l'enfant seront d'abord travaillées en majuscule et l'espace sera également inséré dès le départ, afin de favoriser la distinction de chaque lettre par les enfants (DASSE, 2021). Voici le template des 6 exercices générés automatiquement pour que l'enfant apprenne les lettres de son prénom :

- Défi 1 : La première lettre du prénom à taper X^1 fois en majuscule, avec un espace entre chaque frappe. La seconde lettre du prénom à taper X fois en majuscule, avec un espace entre chaque frappe. Idem pour les autres lettres constituant le prénom.



FIGURE 8.2 – Défi n°1 pour le prénom Valentin

- Défi 2 : La première lettre du prénom à taper X fois en majuscule, sans espace et la lettre suivante du prénom qui arrive sur la même ligne, avec un espace par rapport à la première lettre, pour bien la distinguer. Et idem pour les autres lettres constituant le prénom.

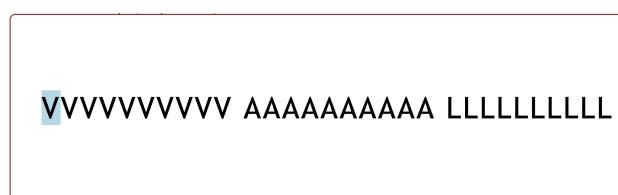


FIGURE 8.3 – Défi n°2 pour le prénom Valentin

- Défi 3 : Les lettres du prénom dans l'ordre à taper X fois en majuscule, avec un espace entre chaque lettre.

1. Comme la longueur de l'exercice est paramétrable, nous ne pouvons pas dire le nombre de fois que l'enfant va taper chaque lettre, d'où le « X fois»



VALENTINVALENTINVALEN

FIGURE 8.4 – Défi n°3 pour le prénom Valentin

- Défi 4 : Son prénom à taper X fois en majuscule, sans espace entre les lettres mais avec un espace avant chaque commencement du prénom.



VALENTIN VALENTIN VALENTIN VALENTI

FIGURE 8.5 – Défi n°4 pour le prénom Valentin

- Défi 5 : La première lettre du prénom à taper X fois en minuscule, avec un espace entre chaque frappe. La seconde lettre du prénom à taper X fois en minuscule, avec un espace entre chaque frappe. Idem pour les autres lettres constituant le prénom.



v v v v v a a a a a l l l l l e e e e

FIGURE 8.6 – Défi n°5 pour le prénom Valentin

- Défi 6 : Les lettres du prénom dans l'ordre à taper X fois en minuscule, avec un espace entre chaque lettre.



v a l e n t i n v a l e n t i n v a l e n t i

FIGURE 8.7 – Défi n°6 pour le prénom Valentin

À la fin de chaque exercice, les performances de l'enfant sont enregistrées. Ainsi, à la fin de cette première étape concernant les lettres du prénom, les résultats seront analysés et une nouvelle étape sera générée en tenant compte de ses réussites et difficultés. Pour déterminer la performance de l'enfant, les paramètres pris en compte sont la précision sur chaque lettre, la vitesse moyenne pour chaque exercice et la vitesse moyenne de frappe de chaque lettre. L'analyse des statistiques de l'enfant est donc ce qui détermine l'occurrence des lettres dans les prochains exercices.

8.1.3 Étapes suivantes

Deux choix sont possibles après que l'enfant a réalisé une étape. Si toutes les lettres sont maîtrisées, alors la nouvelle étape sera basée sur une nouvelle lettre à apprendre par l'enfant. Par contre, si certaines lettres ne sont pas maîtrisées, alors une étape intermédiaire va être proposée avant de pouvoir passer à l'apprentissage d'une nouvelle lettre. En effet, l'apprentissage d'une lettre ou d'un symbole peut prendre trois valeurs : apprentissage non-maîtrisé/ en cours d'apprentissage/ apprentissage maîtrisé. La valeur accordée à une lettre est déterminée sur base de la précision moyenne et vitesse de frappe moyenne pour cette lettre.

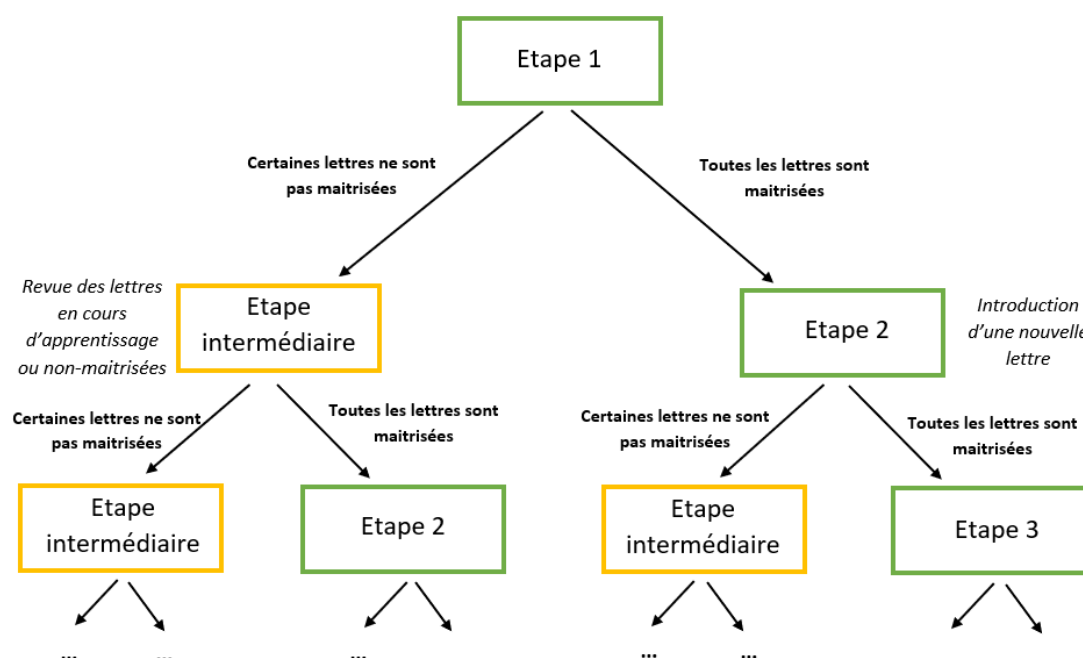


FIGURE 8.8 – Schéma méthode Hécatéris

La méthode Hécatéris considère qu'une lettre est maîtrisée si la précision de l'enfant est d'au moins 90% et que sa vitesse de frappe est dans la moyenne de la vitesse moyenne de l'enfant. Dans le cas où l'enfant obtient une maîtrise d'au moins 90% sur chaque lettre de l'étape, alors une nouvelle étape contenant une nouvelle lettre est générée. Voici le template de chaque étape pour apprendre une nouvelle lettre (autre que les lettres du prénom) :

- Défi 1 : Une ligne de la nouvelle lettre à taper X fois en majuscule avec un espace entre chaque lettre. Une ligne de la nouvelle lettre à taper X fois en minuscule avec un espace entre chaque lettre.



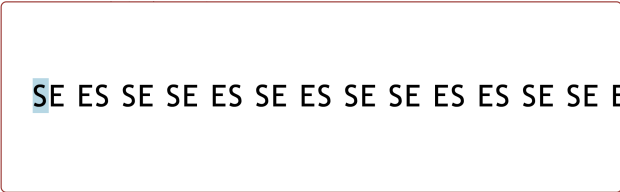
FIGURE 8.9 – Défi n°1 pour le prénom Valentin avec l'ajout de la lettre S

- Défi 2 : Si la nouvelle lettre est une voyelle, alors elle est travaillée avec une consonne déjà vue, de façon aléatoire. Et inversement si la nouvelle lettre est une consonne. Ces lettres sont à retaper X fois, avec un espace entre chaque lettre.



FIGURE 8.10 – Défi n°2 pour le prénom Valentin avec l'ajout de la lettre S

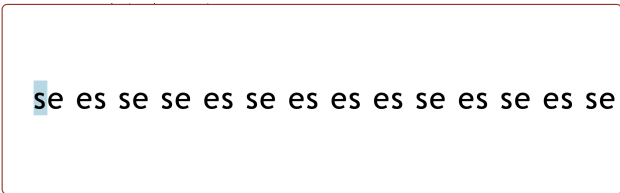
- Défi 3 : Les deux lettres du défi précédent sont associées par deux. Elles doivent être tapées en majuscules et de façon aléatoire. Ces lettres sont retapées X fois et il y a ainsi un espace seulement toutes les deux lettres.



SE ES SE SE ES SE ES SE SE ES ES SE SE E

FIGURE 8.11 – Défi n°3 pour le prénom Valentin avec l’ajout de la lettre S

- Défi 4 : Les deux lettres du défi précédent sont associées par deux. Elles doivent être tapées en minuscules et de façon aléatoire. Ces lettres sont retapées X fois et il y a ainsi un espace seulement toutes les deux lettres.



se es se se es se es es es se es se es se

FIGURE 8.12 – Défi n°4 pour le prénom Valentin avec l’ajout de la lettre S

- Défi 5 : Les deux lettres du défi précédent doivent être tapées en majuscules et minuscules de façon aléatoire et dans un ordre aléatoire. Ces lettres sont retapées X fois avec un espace entre chaque lettre.



S e E S s E s E e s e s E E S E s E S S e s

FIGURE 8.13 – Défi n°5 pour le prénom Valentin avec l’ajout de la lettre S

- Défi 6 : Les deux lettres du défi précédent sont associées à une autre lettre déjà vue, peu importe que ce soit une consonne ou une voyelle. Ces lettres sont à retaper X fois, avec un espace entre chaque lettre.



FIGURE 8.14 – Défi n°6 pour le prénom Valentin avec l’ajout de la lettre S

- Défi 7 : les trois lettres du défi précédent doivent être tapées X fois, en minuscules dans un ordre aléatoire, avec un espace entre chaque lettre.

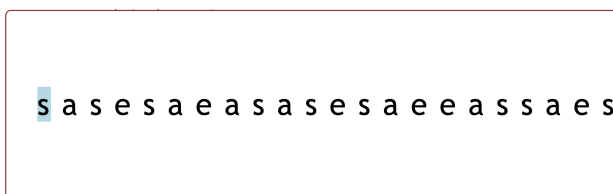


FIGURE 8.15 – Défi n°7 pour le prénom Valentin avec l’ajout de la lettre S

- Défi 8 : les trois lettres du défi précédent doivent être retapées X fois, en minuscules et majuscules de façon aléatoire et dans un ordre aléatoire, avec un espace entre chaque lettre.



FIGURE 8.16 – Défi n°8 pour le prénom Valentin avec l’ajout de la lettre S

8.1.4 Étape intermédiaire

Pour la méthode Hécatéris, si les lettres ne sont pas maîtrisées à au moins 90%, alors elles doivent être retravaillées. C’est justement ce à quoi va servir l’étape intermédiaire, qui prend place entre deux étapes d’apprentissage d’une nouvelle lettre. L’étape intermédiaire reprend les lettres vues dans l’étape précédente, sans en ajouter de nouvelle, et les fait travailler de façon aléatoire, dans des défis et des jeux. Les lettres sur lesquelles l’enfant a été le moins performant à l’étape précédente vont revenir plus souvent dans chaque défi.

8.1.5 Les jeux

Pour ce qui est des jeux présents dans les étapes, ils sont accessibles dès que l'enfant réalise deux exercices. Ainsi, il y a un ratio d'un jeu pour deux défis réalisés. Le jeu va à chaque fois reprendre les lettres vues dans les deux exercices précédents. Après la première étape, chaque étape est constituée d'au minimum 8 exercices et 4 jeux faisant tous travailler les mêmes lettres. Le fait de proposer à l'enfant 12 entraînements sur les mêmes lettres a pour objectif de favoriser l'apprentissage à long terme de l'enfant. En effet, GODEFROID (2011) indique que les répétitions jouent un rôle dans le maintien des connaissances en mémoire à long terme. C'est aussi pour favoriser la motivation que ces jeux sont si souvent proposés. En effet, relever les défis proposés dans les jeux va procurer à l'enfant un sentiment de compétence, ce qui va justement l'aider à remplir son besoin de compétence (GODEFROID, 2011) et stimuler sa motivation à s'investir dans l'apprentissage.

8.1.6 Extension de la méthode Hécatéris

Aussi, d'autres façons de travailler les lettres seront développées plus tard, comme des dictées de mots générées soit à partir des lettres connues par l'enfant, soit en fonction d'un thème qui plait à l'enfant, comme des paroles de chansons ou des jeux actuels. Proposer différents thèmes qui parlent aux enfants leur permettra de choisir encore un peu plus leur façon d'apprendre et cela va répondre à leur besoin d'autonomie, comme expliqué par GODEFROID (2011) dans la section 3.5.

En essayant de proposer des thèmes se référant à des chansons, des jeux ou des séries actuels, le but est aussi d'aider l'enfant à être fier de l'apprentissage qu'il réalise et qu'il puisse le partager avec ses camarades plus facilement grâce à ces sujets parlant pour la majorité des enfants. Indirectement, l'enjeu est d'aider les enfants qui auraient des difficultés d'intégration à l'école, à davantage s'inclure avec leurs camarades et combler ainsi leur besoin de créer des liens (voir section 3.5).

Aussi, il paraît essentiel de proposer une grande variété d'exercices et jeux motivants puisque selon DECLERCQ (2019), l'enfant commence à s'ennuyer et à se démotiver au bout de plus ou moins dix lettres apprises en suivant toujours la même méthode d'apprentissage.

Les jeux actuellement disponibles sur la plateforme ne sont qu'un début et doivent encore être améliorés. L'objectif est de les rendre moins genrés et qu'ils s'insèrent davantage dans une histoire qui serait narrée par la mascotte d'Hécatéris.

8.1.7 Prise en main de la plateforme et de la méthode

Pour accompagner cette méthode, il est prévu de réaliser des tutoriels à destination des parents. En effet, afin que la méthode s'adapte au mieux à leur enfant, les parents peuvent aider leur enfant à personnaliser les paramètres. Les vidéos tutoriels à disposition des parents seront les suivantes :

Tutoriel 1 : Présentation des paramètres et recommandations pour choisir ce qui convient le mieux à leur enfant. Le but est de conseiller aux parents de choisir la longueur d'exercice la plus courte, pour le départ, afin ne pas mettre leur enfant en difficulté. Ce paramètre pourra bien sûr être revu par la suite. Pour la police d'écriture et sa taille, l'idéal est de demander l'avis de l'enfant puisqu'il est le seul à pouvoir définir ce qu'il perçoit le mieux.

Tutoriel 2 : Recommandations sur le placement des doigts de l'enfant. Puisque les parents et les enfants ne seront pas aidés par un thérapeute, le parent devra être souvent présent pour aider son enfant. Dans ce tutoriel, l'objectif est d'aider le parent à définir avec son enfant quels doigts utiliser pour taper sur le clavier. Comme l'étude de FEIT et al. 2016 a montré qu'une bonne vitesse pouvait être atteinte en utilisant seulement deux doigts pour taper sur le clavier, il ne sert à rien de demander à l'enfant d'utiliser tous ses doigts si cela le met en grande difficulté (DECLERCQ, 2019). L'essentiel est que l'enfant dispose bien les doigts qu'il utilise sur le clavier et que chaque touche corresponde toujours au même doigt (MAZEAU, 2016 et DASSE, 2021). Plusieurs type d'organisation doigt/touche en fonction des doigts choisis seront donc présentés.

Tutoriel 3 : Recommandations par rapport à la méthode d'apprentissage du «clavier caché». Trois façons de le cacher, toutes à l'aide de gommettes, seront proposées. Si l'enfant n'a pas de souci de repérage dans l'espace, alors les gommettes peuvent être de la couleur du clavier, de sorte à cacher les lettres et éviter les allers-retours visuels. Si l'enfant à besoin de plus de repères, des gommettes de deux couleurs différentes pourront

être proposées, pour différencier les lettres tapées avec la main gauche et celles tapées avec la main droite. Et si l'enfant le souhaite, quatre couleurs de gommettes pourront être disposées pour différencier la gauche de la droite mais aussi le haut et le bas du clavier. Les couleurs sur le clavier vont en effet permettre de d'ordonner l'espace du clavier (DASSE, 2021).

Tutoriel 4 : Recommandations sur la fréquence à laquelle proposer l'apprentissage de la frappe au clavier. Rea et Modigliani (1998) préconisent de réaliser les apprentissages de façon espacée plutôt que sur une courte durée (GODEFROID, 2011). D'autres études ont aussi montré que l'idéal est de réaliser 4 séances de 30 minutes par semaine (LEFEVERE et al., 2007). Cette disposition est très compliquée à mettre en place dans la pratique puisque l'enfant prend déjà beaucoup de temps à réaliser ses leçons (DORTIER et RIGAUD, 2021). Ce tutoriel préconisera donc aux parents de réaliser de courtes séances le plus régulièrement possible, en tenant compte de la grande fatigabilité de leur enfant (DORTIER et RIGAUD, 2021).

8.2 Futurs tests de performance de la plateforme

Test de performance auprès des thérapeutes

Une fois que la plateforme sera quasiment prête à être commercialisée, des tests auprès de thérapeutes et de familles seront réalisés, pour tenter de déterminer la qualité du site. La question de recherche principale de cette étude est la suivante : *L'utilisation de la plateforme web Hécatéris par les thérapeutes lors de l'apprentissage de la frappe au clavier à des enfants TDC permet-elle de réduire la pénibilité de cet apprentissage ?*

Pour y répondre, cette question peut être divisée en deux objectifs : 1) Analyser la durée d'apprentissage des enfants apprenant la frappe au clavier avec un professionnel paramédical sur la plateforme Hécatéris en comparaison avec la méthode habituellement utilisée par ce thérapeute, 2) Identifier la motivation de ces enfants lors de l'apprentissage avec Hécatéris en comparaison à leur motivation avec la méthode habituelle de ce thérapeute.

Les réponses à ces investigations tiendront compte de l'âge des enfants, de leur(s) trouble(s) et des méthodes d'apprentissage utilisées par les thérapeutes.

L'idée est de travailler avec un échantillon de 5 thérapeutes acceptant de réaliser les tests sur 2 enfants à chaque fois. L'étude se basera ainsi sur les résultats de 10 enfants réalisant la première partie de leur apprentissage, avec le site Hécatéris ou avec la méthode habituellement utilisée par leur thérapeute et la seconde partie de leur apprentissage avec la méthode non utilisée lors de la première partie.

Protocole : Chaque thérapeute va travailler avec un enfant en utilisant Hécatéris pour la première partie et sa méthode habituelle pour la seconde partie de l'apprentissage. Avec l'autre enfant, le thérapeute inversera les méthodes, en proposant d'abord sa méthode habituelle d'apprentissage et le site Hécatéris lors de la seconde partie.

Le thérapeute définit à l'avance un tableau de tous les symboles que l'enfant doit connaître afin de considérer l'apprentissage comme terminé. Il lui est ensuite demandé de tenir un journal de bord où il doit noter :

- Le(s) trouble(s) de l'enfant
- Le nombre de doigts utilisés par l'enfant pour taper au clavier
- La date et la durée de chaque séance réalisée avec l'enfant
- La durée des exercices donnés à l'enfant qu'il a réalisés chez lui
- La chronologie des outils utilisés (s'il y en a plusieurs) et les techniques/méthodes particulières utilisées
- Le moment où la moitié des symboles à apprendre a été vue par l'enfant et qu'il les maîtrise avec la précision demandée par son thérapeute.

Sur Hécatéris, ces informations seront directement enregistrées et accessibles à tout moment, ce qui demandera un investissement moins important du thérapeute concernant les données de performances lors de cette phase de l'étude.

Afin d'avoir un échantillon le plus représentatif possible des enfants amenés à apprendre le clavier sur la plateforme, il faudrait que les enfants participant à l'expérience aient des âges se répartissant sur un continuum entre 5 et 13 ans.

Test de performance auprès des familles

L'idéal serait aussi de pouvoir tester la performance de notre méthode Hécatéris, avec la génération automatique de cours créée par nos soins. Pour cela, la question de recherche pourra être assez similaire à la précédente : *L'utilisation de la plateforme web Hécatéris par des enfants TDC lors de l'apprentissage de la frappe au clavier sans suivi thérapeutique permet-elle de réduire la pénibilité de cet apprentissage ?*

Encore une fois, deux objectifs apparaissent : 1) Analyser la durée d'apprentissage des enfants utilisant la méthode Hécatéris en comparaison à d'autres méthodes concurrentes, 2) Identifier la motivation de ces enfants lors de l'apprentissage avec la méthode Hécatéris en comparaison à leur motivation avec une autre méthode concurrente.

Le protocole d'étude sera également assez similaire au précédent, mais cette fois-ci, auprès des familles qui accompagnent leur enfant dans l'apprentissage de la frappe au clavier sans passer par un thérapeute.

L'étude demandera à 10 familles de travailler avec leur enfant la moitié des symboles du clavier avec Hécatéris et l'autre moitié avec un logiciel concurrent. Certains enfants commenceront par utiliser Hécatéris en première partie d'apprentissage et d'autres en deuxième partie. Il sera demandé aux parents de noter :

- Le(s) trouble(s) de l'enfant
- Le nombre de doigts utilisés par l'enfant pour taper au clavier
- La date et la durée de chaque séance réalisée avec l'enfant
- Le logiciel concurrent utilisé pour l'une des deux parties de l'étude
- Le moment où la moitié des symboles à apprendre a été vue par l'enfant et qu'il les maîtrise avec la précision de 90%.

La précision de 90% a été choisie puisqu'elle est la référence utilisée par de nombreux professionnels de l'apprentissage de l'outil informatique et notamment par l'ASBL *Ballon Vert* et par Maïté Pire et Virginie Dasse, qui nous ont accompagnés tout du long.

Pour ce qui est de l'âge des enfants, comme pour la première étude, il est souhaitable qu'ils soient âgés entre 5 et 13 ans.

Lors de ces deux études, il sera aussi demandé aux thérapeutes, aux parents et aux enfants de donner leur avis sur cet apprentissage, lorsque celui-ci sera terminé, à l'aide d'un questionnaire qualitatif sur différents aspects du site. Cela permettra d'avoir à la fois des données quantitatives sur la qualité d'Hécatéris mais aussi des données qualitatives, importantes pour saisir plus particulièrement les points positifs et négatifs de la plateforme.

Les limites de ces études : elles demandent un grand investissement de la part des thérapeutes, des parents et des enfants. Elles prennent place sur une longue période et cela peut être compliqué de garder l'implication de tous les participants sur un temps si long. Comment faire face au risque d'abandon dans l'apprentissage ? Si l'apprentissage s'arrête avant que l'enfant ait réalisé une des deux parties de l'apprentissage, alors aucune comparaison n'est possible. Par contre si les deux parties ont été réalisées mais que la deuxième moitié d'apprentissage n'est pas finie, alors il sera possible de comparer les données de chaque partie en ne gardant dans la première phase seulement ce qui a été aussi réalisé en deuxième phase, en expliquant les raisons de cet arrêt avant la fin de l'apprentissage.

Chapitre 9

Recherche future : analyse des troubles dyslexiques-dysorthographiques grâce au machine learning

Puisque l'implémentation de la méthode Hécatéris n'est à priori plus qu'une question de quelques mois, nous regardons vers le futur et nous souhaitons élargir notre champ d'action. En effet, le site Hécatéris est actuellement pensé pour compenser des difficultés gestuelles et notamment de graphisme. Pourtant, l'association entre les différents troubles de l'apprentissage amène à penser que ce ne sont pas leurs seules difficultés. C'est pourquoi il paraît intéressant de se pencher sur un autre aspect de l'écriture, qui est l'orthographe.

9.1 Introduction

Hécatéris est une plateforme dédiée spécialement à l'apprentissage de la frappe au clavier pour les enfants ayant une dyspraxie et/ou une dysgraphie. Jover et al. (2013) étudient la dyslexie et indiquent que des difficultés motrices touchent souvent les personnes dyslexiques (cités dans ALBARET et al., 2019). La locomotion, l'équilibre et la dextérité manuelle, notamment la graphomotricité, sont souvent atteints chez l'enfant présentant une dyslexie, d'après de nombreuses études (Westendorp et al., 2011 ; Iversen et al., 2005 et Smits-Engelsman et al., 2003 cités dans ALBARET et al., 2019). Il est difficile de trouver

l'occurrence de l'association entre le TDC et la dyslexie mais une étude de CHAIX et al. (2007) a trouvé des résultats de l'ordre de 40 à 57 % pour cette association. Des enfants ayant une dyslexie, en vue de leurs difficultés de graphomotricité, vont certainement être amenés à apprendre la frappe au clavier sur Hécatéris. Ces enfants vont présenter des difficultés orthographiques puisque la dyslexie entraîne un trouble de l'apprentissage de la lecture et de l'orthographe (PANNETIER, 2016).

L'objectif souhaité serait que le site permette de collecter des données en vue d'une recherche sur les différences de productions ou de reproductions écrites, entre des enfants présentant un trouble dys- et des enfants tout-venant. En effet, il n'existe que très peu de travaux réalisés en langue française concernant l'orthographe des enfants présentant une dyslexie-dysorthographe. Une étude a été faite par ANTOINE et al. en 2019, une par PLISSON et al. en 2013, une autre par DE WEEK et FAYOL en 2009 et deux autres plus anciennes par HOEFFLIN et FRANCK (2005) et MARTINET et VALDOIS (1999). Ces études se basent sur des échantillons très restreints, entre 5 et 8 enfants avec une dyslexie, sauf pour celle de PLISSON et al. (2013) qui en compte 26. Les thérapeutes Maïté Pire et Virginie Dasse qui ont suivi le projet, avaient expliqué que très peu d'études existaient sur le sujet, et d'autant plus en français, mais nous n'imaginions pas un si grand manque dans la littérature. PLISSON et al. (2013) indiquent également que très peu d'études portent sur l'orthographe chez les personnes ayant une dyslexie et que la plupart sont en anglais.

Notre objectif, dans un premier temps, serait de pouvoir détecter si des fautes récurrentes d'orthographe apparaissent (voir section 9.5) et que cela confirme, infirme ou étaye la littérature déjà présente sur le sujet. Ensuite, ces résultats permettraient de développer des hypothèses sur des aménagements susceptibles de réduire ces erreurs, qui pourraient notamment être implémentés sur notre site pour répondre toujours davantage aux besoins spécifiques de ces enfants (voir section 9.7).

De plus, grâce à un cours de *text-mining* et une discussion avec des experts, nous avons remarqué qu'il était possible d'ajouter une partie de recherche intéressante dans notre projet. L'objectif de cette recherche serait d'étudier la détection de la dysorthographe à l'aide du *machine learning* (voir section 9.6). À l'opposé des études déjà réalisées en français, les données pourront être analysées à l'aide du *machine learning*.

9.2 La dyslexie et la dysorthographie

Selon PANNETIER (2016), la dyslexie est «une difficulté persistante à repérer, comprendre et reproduire les symboles du langage écrit», troublant «profondément l'apprentissage de la lecture et de l'orthographe». La dyslexie fait partie de la rubrique «trouble spécifique d'apprentissage» et se base sur des critères tel que l'acquisition de la lecture qui est en-dessous de la moyenne des performances des individus sur des tests standardisés de lecture, compte tenu de l'âge chronologique du sujet, de son niveau intellectuel et d'un enseignement approprié à son âge. Cette perturbation doit interférer significativement avec la réussite scolaire ou les activités nécessitant la lecture (APA, 2013). La dyslexie, comme les autres troubles dys-, touche environ 6 à 8 % des enfants d'âge scolaire (HABIB , 2018a). Comme la dyspraxie, la dyslexie est un trouble neurodéveloppemental, qui prend place dans la période de développement de l'enfant et qui serait dû à un dysfonctionnement des différentes connexions entre les aires cérébrales (DORTIER et RIGAUD, 2021). HABIB (1999) a classifié la dyslexie en 3 types distincts :

- La dyslexie phonologique : elle est la plus fréquente puisqu'elle représente 67 % des dyslexies et elle est aussi régulièrement appelée dyslexie phonétique ou profonde (PANNETIER, 2016). Elle touche la voie d'assemblage¹ et se traduit par une incapacité à réaliser la conversion graphème-phonème (GARCIA, 2015). L'enfant va avoir de grosses difficultés à reconnaître et lire les non-mots puisqu'il ne réalise pas les correspondances graphophonétiques (relier une syllabe à sa prononciation par exemple) (PANNETIER, 2016).
- La dyslexie visuo-perceptuelle : elle représente 10 % des dyslexies et elle est aussi appelée dyslexie de surface (PANNETIER, 2016). Elle touche la voie d'adressage² et a pour conséquence de rendre difficilement reconnaissable l'image globale des mots (PANNETIER, 2016 et BOSSE et VALDOIS, 2009). Le déchiffrement des mots entraîne une grande lenteur et la compréhension du texte est alors altérée (PANNETIER, 2016). L'enfant repasse systématiquement par la voie d'assemblage, c'est-à-dire par

1. **La voie d'assemblage** : elle réalise le lien entre les unités orales, appelées phonèmes et les unités écrites, appelées graphèmes. C'est la voie utilisée préférentiellement au début de la lecture, quand l'image globale du mot n'est pas connue (COLÉ et al., 2003). Elle est essentiellement auditivo-verbale (CRUNELLE, 2008).

2. **La voie d'adressage** : elle donne accès à la forme orthographique globale du mot et cette voie vient relayer la première au fur et à mesure de l'apprentissage (COLÉ et al., 2003). Elle est essentiellement visuelle (CRUNELLE, 2008).

la correspondance graphème phonème pour lire (PANNETIER, 2016).

- La dyslexie mixte : elle représente 26 % des dyslexies et se traduit par des atteintes propres aux deux voies de lecture définies ci-après (GARCIA, 2015 et PANNETIER, 2016).

Pour avoir une idée de quel type de dyslexie est présent chez une personne, PANNETIER (2016) a réalisé un tableau reprenant les atteintes principales de chaque type de manière concise, permettant également d'exemplifier les propos ci-dessus.)

Phonologique	Visuo-perceptuelle
Substitutions phonétiques : b-p, f-v, t-d, ch-j, s-z	Substitutions visuelles : b-d, p-q, u-n, a-o, m-n
- Additions : coûte -> court - Omissions : contre -> conte	- Inversions : bal -> bla - Transpositions : équipe -> épique
Difficultés avec les non-mots : « poti, drivagane, tuboc... »	Difficultés avec les mots irréguliers : « femme, monsieur, second... »
Compréhension générale du texte préservée	Compréhension de texte difficile
- Lecture à voix haute difficile - Nombreuses erreurs de décodage - Substitutions sémantiques (mots de même sens)	- Lecture à voix haute lente - Difficultés avec la ponctuation - Saut de ligne
Mixte	
- Substitutions phonétiques et visuelles - Additions, omissions, inversions, transpositions - Compréhension de texte altérée - Lecture à voix haute difficile	

FIGURE 9.1 – Erreurs récurrentes pour détecter le type de dyslexie, tableau tiré de PANNETIER (2016)

Il est très rare que la dyslexie survienne de façon solitaire (HABIB, 2018a). En effet, d'autres diagnostics sont souvent associés à celui du trouble de lecture chez ces enfants, comme par exemple un «trouble du langage oral, de la coordination, de l'attention ou du calcul» (HABIB, 2018a). Puisque l'acquisition de la lecture est étroitement liée à celle de l'orthographe, la dysorthographe est souvent associée à la dyslexie (HABIB et JOLY-POTTUZ, 2008).

La dysorthographe est classée dans le DSM-V dans les troubles spécifiques d'apprentissage, comme déficit de l'expression écrite (APA, 2013). Un enfant avec une dysorthographe va faire des erreurs de transcription, comme des omissions ou des ajouts de lettre ou encore des confusions auditives entre sons proches (DORTIER et RIGAUD, 2021). Des erreurs visuo-attentionnelles seront aussi observables comme des confusions ou des inversions visuelles, ainsi que des erreurs sémantiques comme des règles d'orthographe qui ne s'automatisent pas, des erreurs d'accords ou de césures des mots (DORTIER et RIGAUD, 2021).

Certains auteurs parlent même de dyslexie-dysorthographe comme d'un seul et même trouble (DELAMARE, 2012) puisqu'en effet, la majorité des personnes porteuses de dyslexie vont aussi présenter une dysorthographe (Lefebvre et Stanké, 2016 cités dans MERCURE, 2019). Il est important de garder à l'esprit que même si une personne avec une dyslexie aura toujours également une dysorthographe (Rey & Sabater, 2008 cités dans MERCURE, 2019 et PANNETIER, 2016), une dysorthographe peut, elle, apparaître de manière isolée (Rey et Sabater, 2008 cités dans MERCURE, 2019). Des types de dysorthographe existent aussi et correspondent à ceux de la dyslexie, à savoir, la dysorthographe phonologique, de surface ou mixte, reflétant les mêmes erreurs que dans les différentes sortes de dyslexie, mais ici à l'écrit (CRUNELLE, 2008).

9.3 La détection de la dyslexie-dysorthographe

Le choix a été fait ici de s'appuyer sur de la littérature traitant à la fois de la dyslexie et de la dysorthographe. En effet, il a été constaté que ces deux troubles sont très similaires et très souvent associés.

Pour analyser les capacités orthographiques des enfants ayant une dyslexie et/ou dysorthographe, deux méthodes sont principalement utilisées : des dictées de mots ou de pseudo-mots sont présentées aux enfants qui doivent alors les réécrire, comme dans les études de Bernstein (2009) ou encore Coleman et al. (2009) (cités dans PLISSON et al., 2013). Cette technique permet de choisir les mots en fonction de leurs propriétés phonologiques, visuo-orthographiques et morphologiques, ce qui est intéressant pour analyser leurs compétences orthographiques (PLISSON et al., 2013). L'autre méthode

consiste à demander aux participants d'écrire un texte libre. Même si, de cette façon, il est compliqué d'analyser des unités orthographiques spécifiques, les erreurs commises correspondent aux réelles erreurs des participants dans un contexte plus écologique (PLISSON et al., 2013). Afin de savoir comment trier les différentes erreurs d'orthographes, il est possible de s'appuyer sur des classifications déjà établies.

KUKICH (1992) a distingué trois types d'erreurs orthographiques possibles :

- Erreurs lexicales : elles amènent à un non-mot, qui n'est donc pas repris dans le dictionnaire. Ces erreurs sont celles qui ont été relevées dans l'étude de PLISSON et al. (2013) et qui étaient appelées erreurs phonologiques.
- Erreurs syntaxiques : il s'agit d'erreurs produisant une phrase agrammaticale (par exemple un accord entre les mots qui est mal ou pas réalisé).
- Erreurs sémantiques : la phrase produite est incohérente sémantiquement (par exemple confusion entre verre et vert).

De leur côté, MARTINET et VALDOIS (1999) parlent d'erreurs phonologiquement plausibles ou non phonologiquement plausible, comme PLISSON et al. (2013) qui utilisent aussi cette classification pour distinguer les erreurs. Une erreur phonologiquement plausible est, par exemple, le mot «maison» écrit «maisom», c'est-à-dire que sa phonologie, la façon de le dire, est identique malgré l'erreur.

RELLO et al. (2014), décrivent également des erreurs qui sont retrouvées chez les personnes présentant dyslexie-dysorthographe :

- Erreurs de substitution/confusion : une lettre est changée pour une autre («vraiment ⇒ vraiment»).
- Erreurs d'insertion/ajout : une lettre a été ajoutée dans le mot («lirvre ⇒ livre»).
- Erreur d'omission : une lettre a été omise du mot («live ⇒ livre»).
- Erreur d'inversion : une lettre a été transposée avec une autre («artcile ⇒ article»).

Enfin, la classification de Betrix Köhler (1993) (cité dans DE WEEK et FAYOL, 2009) pourrait être celle utilisée, puisqu'elle est très complète et qu'elle détaille davantage les types d'erreurs de KUKICH (1992) :

- (a) Erreurs phonétiques : il s'agit des erreurs d'omissions, confusions, inversions et ajouts de graphèmes, comme décrites par RELLO et al. (2014).
- (b) Erreurs phonogrammiques : ce sont des erreurs qui altèrent la valeur phonique du mot ou non, et qui sont dues à une méconnaissance du «code graphique français». Pour cette catégories d'erreurs, nous souhaiterions faire une distinction entre les erreurs phonologiquement plausibles («aciette» $\Rightarrow$ «assiette») ou non phonologiquement plausibles («gider» $\Rightarrow$ «guider»), comme expliquées par MARTINET et VALDOIS (1999).
- (c) Erreurs morphogrammiques grammaticales : elles ont trait aux terminaisons des verbes («ils chantais» $\Rightarrow$ «ils chantaient») et les marques de genre («petit» $\Rightarrow$ «petite») et de nombre («chevaus» $\Rightarrow$ «chevaux»), qui sont des morphogrammes grammaticaux.
- (d) Erreurs morphogrammiques lexicales : il s'agit d'erreurs sur les préfixes et les suffixes notamment («lentement» $\Rightarrow$ «lentement»), sur les lettres «justifiables par dérivation» («petid» $\Rightarrow$ «petit»), qui sont des morphogrammes lexicaux.
- (e) Erreurs logogrammiques : elles sont liées à la figure des mots et s'attachent donc aux homophones («vert» $\Rightarrow$ «verre»).
- (f) Erreurs sur les graphèmes non fonctionnels : ce sont des erreurs sur les consonnes doubles («dificile» $\Rightarrow$ «difficile») et la dernière lettre des mots («longtemp» $\Rightarrow$ «longtemps»).
- (g) Erreurs idéogrammiques : elles sont visibles au niveau des traits d'union («vingt quatre» $\Rightarrow$ «vingt-quatre») et des lettres majuscules («histoire» $\Rightarrow$ «Histoire»).

Les études ayant été réalisées jusqu'ici sur l'orthographe des personnes atteintes d'une dyslexie avaient pour but d'étudier la dyslexie, de permettre de la diagnostiquer ou encore d'élaborer de nouveaux outils plus adaptés (RELLO et al., 2014). Hécatéris souhaite contribuer à ces trois thèmes, en langue française. En effet, il est important de bénéficier d'études menées avec des personnes dyslexiques-dysorthographiques dont la langue est le français puisque même si ces troubles existent dans toutes les langues, leurs manifestations varient en fonction de la langue, de chaque personne et de son âge (Goulondris, 2003 et Vellutino et al, 2004 as cited in RELLO et al., 2014). Pour cela, il est envisageable de fournir les données récoltées sur le site à des chercheurs, afin de

réaliser des études diverses. D'un point de vue juridique, il faut s'assurer que les utilisateurs acceptent de partager certaines de leurs données, de manière anonyme. Du côté de la plateforme Hécatéris, les résultats tirés des données permettront sûrement d'améliorer les paramètres afin de répondre toujours plus aux besoins des enfants qui apprennent à taper au clavier. Enfin, nous avons l'espoir que cela puisse mettre en avant des résultats permettant de diagnostiquer une dysorthographe sur base d'un test informatisé.

Les données des enfants pourront être enregistrées sur les dictées qu'ils réaliseront ainsi que sur des textes libres à imaginer. Les dictées vont être réalisées sous différentes formes :

- Mot ou phrase à taper apparaît sur l'écran et est lu par la synthèse vocale, puis il disparaît et l'enfant doit écrire ce qu'il a retenu.
- Mot ou phrase à taper apparaît sur l'écran mais n'est pas lu par la synthèse vocale. Le mot/la phrase disparaît et l'enfant doit écrire ce qu'il a retenu.
- Mot ou phrase n'apparaît pas sur l'écran mais est dit à haute voix par la synthèse vocale. L'enfant doit écrire ce qu'il a retenu.
- Mot ou phrase à taper est affiché à l'écran et reste à l'écran pendant que l'enfant écrit ce qu'il voit. La synthèse vocale lit une fois.
- Mot ou phrase à taper est affiché à l'écran et reste à l'écran pendant que l'enfant écrit ce qu'il voit. La synthèse vocale ne lit pas.

Les mots des dictées seront choisis en fonction de leurs qualités phonologiques, visuo-orthographiques et morphologiques, propices pour évaluer l'orthographe des enfants selon PLISSON et al. (2013).

Mais pour une étude plus représentative des erreurs qu'un enfant peut réaliser avec des mots tirés de son vocabulaire, des exercices d'invention de textes libres leur seront proposés. L'enfant sera invité à écrire un petit récit sur sa journée ou sur un thème en particulier.

Qualité phonologique d'un mot : la phonologie d'un mot se réfère aux sons qui le composent. Il s'agit de repérer la relation entre les lettres (graphèmes) et les sons (phonèmes) associés (DAIGLE et al., 2016).

Qualité morphologique d'un mot : cela se réfère aux lettres associant le mot à sa famille lexicale (lait pour laitier, allaiter...) mais aussi aux marques de grammaire de genre et de nombre (laitières...) intérêt pour la formation de ce mot et ses variations. Chaque mot appartient à une catégorie. Ces qualités morphologiques sont davantage percevables à l'écrit (DAIGLE et al., 2016).

Qualité visuo-orthographique d'un mot : il s'agit des propriétés visuelles de chaque mot, sa particularité orthographique qui ne se justifie ni par sa phonologie ou sa morphologie (DAIGLE et al., 2016).

9.3.1 Avantages de l'étude

L'intérêt de réaliser une étude à partir des données récoltées sur notre site serait le nombre important de participants possibles et donc un échantillon très large. Pour le moment, l'étude francophone comptant le maximum de participants est celle de PLISSON et al. (2013), se basant sur 26 participants porteurs de dyslexie.

Les tests seront réalisés à partir d'une écriture dactylographiée, ce qui est différent de toutes les études françaises sur l'orthographe des personnes avec une dyslexie-dysorthographe, qui ont été réalisées à partir de l'écriture manuscrite. Cela apportera une nouvelle perspective d'étude.

Les tests pourront être refaits plusieurs fois par l'enfant, à mesure qu'il progresse dans l'apprentissage de la frappe au clavier. Il sera ainsi possible de vérifier si l'automatisation de la frappe au clavier peut jouer sur les fautes d'orthographe de ces enfants.

Les tests sont faciles à mettre en place, ils ne demandent pas des moyens humains et matériels très importants puisqu'ils sont réalisés directement sur la plateforme.

La technologie du *machine learning* n'a pas encore été utilisée dans les études francophones et va permettre d'analyser un grand nombre de données.

Participer à l'étude ne sera pas contraignant pour les participants puisqu'ils vont la réaliser sur un site qu'ils utilisent régulièrement et cela engendrera certainement moins d'anxiété.

9.3.2 Limites de l'étude

Bien qu'un tutoriel vidéo sera édité sur le site et nos réseaux sociaux afin de sensibiliser parents, thérapeutes et même enfants sur l'importance de cette étude et la nécessité de la réaliser dans des conditions adéquates, on ne peut s'assurer que l'enfant réalise ces tests dans un environnement propice.

L'échantillon d'enfants réalisant ces tests ne sera pas représentatif puisqu'il ne s'agira que d'enfants apprenant la frappe au clavier, ce qui ne représente pas tous les enfants ayant une dyslexie-dysorthographe.

Le ou les troubles de l'enfant doivent être renseignés sur le site. Il n'y a aucun moyen de vérifier la véracité des propos et il y a de grandes chances que les enfants aient divers troubles associés, ce qui peut rendre l'analyse complexe.

A priori, des enfants sans pathologies ne vont pas apprendre la frappe au clavier sur Hécatéris dans un premier temps. Il faudra donc trouver des enfants intéressés par l'apprentissage sur la plateforme malgré le fait qu'ils ne répondent pas au public cible.

9.4 État de l'art

Depuis plusieurs années, des chercheurs tentent de mettre l'intelligence artificielle au service des troubles dys-. La majorité des recherches actuelles se penchent sur la détection de la dyslexie et de la dysgraphie à l'aide du *machine learning*. Ces chercheurs ont mené leurs analyses sur des ensembles de données variées provenant d'activités différentes : des tests de lecture, des tests d'écriture, l'analyse d'images faciales, le suivi du regard, des jeux, etc. KAISAR a fait un résumé de ceci dans un article (2020).

Remarque : Les recherches résumées ci-dessous expérimentent la détection de troubles dys- à l'aide du *machine learning*. Leurs résultats sont à prendre avec précaution. L'état actuel des études ne permet pas de déterminer suffisamment bien ces troubles pour que cela soit utilisé en cas réel. Le rôle d'un thérapeute est clé pour ce genre d'analyse. Le but de ces recherches est d'ouvrir une voie qui pourrait permettre des découvertes dans le domaine des troubles dys-.

Eye tracking : dans cet article, RELLO et BALLESTEROS (2015) proposent une analyse de la détection de la dyslexie à partir de données concernant les mouvements des yeux. Leur ensemble de données est composé de plus de 1000 lectures de personnes avec et sans dyslexie. À l'aide d'un *Support Vector Machine*¹, ils ont obtenu une précision de 80% pour détecter la dyslexie en testant leur modèle. Ce qui a permis de faire un modèle fonctionnel est le fait que la vitesse de lecture et les temps de pause sont différents entre les personnes atteints de dyslexie et les personnes sans dyslexie.

Textes manuscrits : deux chercheurs, DROTÁR et DOBEŠ (2020), ont proposé une étude de la détection de la dysgraphie à l'aide de textes manuscrits écrits par des personnes atteintes de dysgraphie et des personnes sans dysgraphies. À l'aide d'un algorithme *AdaBoost*, ils ont presque atteint une performance de 80% de précision sur leur ensemble de données. Concernant leur ensemble de données, ils ont fait appel à deux groupes distincts d'enfants âgés entre 8 et 15 ans. Un des groupes n'avait aucun trouble dys- et dans l'autre groupe, chaque enfant était atteint de dysgraphie. Les enfants ayant une dysgraphie étaient aussi parfois multi dys-, cet aspect était pris en compte dans le *data set*. L'algorithme *AdaBoost* étant sensible aux variations de données, ils ont exclu les enfants qui avaient des blessures aux mains ou des indispositions physiques pour écrire. Le support pour la récolte de données écrites était une tablette. Cela permettait d'avoir plus de données à analyser tels que la vitesse d'écriture et le nombre de fois que le stylo a été levé de la tablette.

Interaction homme-machine : RELLO et al. (2018) ont analysé la détection de la dyslexie à partir de données provenant d'interactions homme-machine. Cette récolte de données s'est faite à partir de jeux vidéos. Les données mesurées étaient le nombre de clics, le nombre de réponses correctes, le nombre de réponses fausses, le score total, la précision et le taux d'échec. Les jeux utilisés étaient basés sur la conscience alphabétique, la conscience phonologique, la conscience syllabique et la conscience lexicale. Chacun de ces sujets était lié à un jeu où il fallait catégoriser ou discriminer des éléments de langage. Pour mener à bien cette expérience, ils ont utilisé un modèle de classification binaire de la bibliothèque *LIBSVM*² qui est basée sur des *Support Vector Machines*. Ils ont obtenu

1. C'est un modèle de machine dit «supervisé», qui permet de résoudre des problèmes de classification et de régression.

2. <https://github.com/cjlin1/libsvm>

84% de précision.

Les résultats de ces études sont à prendre avec du recul. Toutes ces études ont tenté d'avoir le résultat le moins biaisé possible en faisant des *cross-validation*¹. Cependant, cela a été étudié sur un ensemble de données limité. La faible quantité de données ainsi que la spécificité d'obtention de celles-ci ne permettent pas de créer une application réelle de détection de la dyslexie ou de la dysgraphie à l'heure actuelle.

9.5 Les données

Les recherches sur la détection de troubles dys- à l'aide de *machine learning* ne sont pas nombreuses. La connaissance et les recherches sur les troubles dys- se démocratisent ces dernières années mais cela reste faible. Une des raisons à cela est le manque de données disponibles comme expliqué par RELLO et al. (2014) dans l'introduction de son article. Un *data scientist* ne peut pas trouver un ensemble de données accessible sur internet. Pour en obtenir un, il doit s'allier avec des écoles ou centres thérapeutiques qui sont en mesure de lui en fournir comme dans les trois études qui ont été décrites ci-dessus.

C'est en constatant ce problème que nous avons déterminé qu'une des forces potentielles de notre plateforme était la récolte de données. Durant l'une de nos rencontres avec Maïté Pire et Virginie Dasse, elles avaient déjà souligné ce potentiel (voir annexe F).

Concernant la récolte de données via notre plateforme, comme mentionné précédemment, deux options sont possibles : partager les données pour faire avancer la recherche et analyser ces données pour améliorer notre plateforme. Deux manières de tirer profit de l'analyse de données sont aussi possibles. D'une part, analyser les fautes récurrentes des utilisateurs pour leur proposer des exercices sur-mesure et d'autre part, faire une recherche à propos de la détection des troubles dyslexiques-dysorthographiques à l'aide du *machine learning*.

Avant de réaliser une analyse de données, il faut définir un ensemble de données à récupérer. Le tableau ci-dessous représente les données qu'il est envisageable de récupérer

1. Méthode d'évaluation qui entraîne et teste le même modèle sur des ensembles différents de l'ensemble de données pour en récupérer la précision moyenne.

à partir de l'analyse faite dans la section 9.3.

Type de données	Moyen d'extraction
Textes dactylographiés imposés	En donnant des dictées imposées à l'utilisateur, il est possible de récolter le même texte mais écrit différemment pour tous les utilisateurs.
Textes dactylographiés libres	En donnant des champs d'écritures libres à l'utilisateur pour raconter sa journée ou ses vacances, il est possible de récolter des textes différents pour chaque utilisateur.
Troubles	Lors de l'inscription, chaque utilisateur devra inscrire les troubles dys- auxquels il fait face.
Âge	Lors de l'inscription, l'utilisateur doit rentrer sa date de naissance.
Vitesse de frappe pour chaque texte tapé	Après chaque dictée, la vitesse de frappe est enregistrée.
Précision pour chaque texte tapé	Après chaque dictée, la précision est enregistrée.
La distance Damerau-Levenshtein	Pour les dictées imposées, il est possible de calculer la distance Damerau-Levenshtein de chaque mot. C'est une unité de mesure souvent analysée dans certaines études, comme par exemple celles de RELLO et al. (2014) et RAUSCHENBERGER et al. (2016).

Remarque : la distance Damerau-Levenshtein est une représentation de la «distance» entre deux mots. Cette distance est calculée en fonction du nombre de modification, insertion et suppression de caractères entre un mot écrit de la mauvaise manière et le mot d'origine. Par exemple la distance entre «Géraud» et «Géro» est de trois (une modification et deux insertions).

Il est possible d'ajouter toute une série d'autres éléments cités dans ces deux études de RELLO et al. (2014) et RAUSCHENBERGER et al. (2016) et dans la section 9.3 comme par exemple les transpositions, les erreurs de syllabe, les erreurs de syntaxe, etc. Ce sont

des informations obtenables sur les dictées imposées en utilisant des algorithmes ou des méthodes de *Natural Language Processing*¹.

Une autre option pour récolter plus de données serait de faire des jeux différents comme proposé dans l'article de RELLO et al. (2018) décrit précédemment à la section 9.4.

Pour chaque utilisateur, il est possible d'analyser cet ensemble de données et préparer de nouveaux exercices et jeux pour réduire ses difficultés orthographiques. Des propositions concrètes seront émises dans la section 9.7. Utiliser des textes écrits par des enfants porteurs de dyslexie pour en retirer les erreurs fréquentes et les utiliser dans des exercices par la suite, a été testé dans une étude de RELLO et al. (2013) qui sera mentionnée dans la suite du rapport.

9.6 Création du modèle

En considérant l'ensemble de données décrit précédemment, il faudrait se diriger vers des technologies de *Natural Language Processing*. Les explications théoriques dans les sous-sections suivantes proviennent d'un cours de *Text mining* du professeur Marco Kuhlmann de l'université de Linköping en Suède (2020).

9.6.1 Le pré-traitement des données

Le *pre-processing* est une phase importante dans le *machine learning*. C'est la phase où les données vont être ajustées et améliorées pour permettre un meilleur résultat lors de l'exécution du modèle.

Dans le domaine du *NLP* (*Natural Language Processing*), certaines étapes reviennent régulièrement. Il s'agit des étapes ci-dessous :

1. **Tokenization** : cela consiste à prendre un texte et à détecter tous les éléments qui se trouvent dedans et les séparer d'un espace. Généralement ce sont les éléments de ponctuation qui vont être séparés par un espace avec les mots adjacents.

1. Représente le traitement automatique des langues.

2. **Stop words** : ce sont les mots qui sont fréquents mais qui n'apportent pas beaucoup de valeur au texte (un, une, le, la, etc ainsi que la ponctuation). Durant cette étape, on retire les *stop words* du texte pour ne garder que les mots qui ont de la valeur.
3. **Lemmatization** : consiste à transformer chaque mot du texte en son lemme¹. C'est une étape courante dans le *pre-processing* dans l'analyse de texte mais il est possible qu'elle s'avère désavantageuse dans notre cas. En effet, un certain nombre de mots posséderont des erreurs et il vaudrait mieux que ces mots restent intacts.

Cette phase de *pre-processing* peut ne pas s'avérer avantageuse. Dès lors, il sera nécessaire de tester les deux options en analysant laquelle des deux produit les meilleurs résultats.

9.6.2 La vectorisation

Après le pré-traitement des données, il faut vectoriser les données. En effet, les modèles de *machine learning* ne savent pas interpréter des textes, il faut donc les transformer en données chiffrées. La vectorisation d'un texte est le processus de conversion de données écrites en données chiffrées. Deux méthodes de vectorisation sont couramment utilisées en *NLP*.

- **CountVectorizer** : ce vectoriseur va convertir tout l'ensemble des textes en une matrice de n lignes (n étant le nombre de documents) et m colonnes (m étant le nombre de *token* différents). La bibliothèque *sklearn* propose ce vectoriseur².
- **TfidfVectorizer** : c'est une vectorisation qui prend deux aspects en compte. Le premier élément est le nombre de fois qu'un terme apparaît dans un document (c'est identique au *CountVectorizer*) et le second élément est la fréquence inverse des documents. Cela correspond au logarithme de N (N est le nombre de textes dans la collection) divisé par le nombre de documents qui contient le *token* en question. Cela correspond à une version améliorée et pondérée du *CountVectorizer*. *Sklearn* propose aussi cette méthode de vectorisation³. La formule est la suivante :

1. Définition : Forme canonique (masculin singulier, infinitif...) d'un mot variable.

2. https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.feature_extraction.text.CountVectorizer.html

3. https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.feature_extraction.text.TfidfVectorizer.html

$$\text{tf-idf}(t, d) = \text{tf}(t, d) \cdot \log \frac{N}{\text{df}(t)}$$

FIGURE 9.2 – Formule fréquence des termes - fréquence inverse des documents

9.6.3 Le choix du modèle

Une fois notre ensemble de données récupéré et traité, il faut choisir un modèle qui va analyser ces données. Dans les études discutées dans la section 9.4, deux d’entre elles mentionnaient le modèle *Support Vector Machine*. Les autres modèles courant à tester sont de type *Naive Bayes*, *Logistic Regression* ainsi que les *Decision Trees*.

Ces modèles sont utilisés pour faire de la classification de textes. D’autres modèles peuvent s’avérer utilisables. Ces modèles sont de la famille des *Clustering*. L’objectif n’est pas de produire un *output* défini mais plutôt de rassembler des documents par *cluster*. Il existe deux familles de *clustering* : le *hard clustering* et le *soft clustering*. Pour le *hard clustering*, chaque document de la collection appartient à un *cluster* ou non. Pour le *soft clustering*, chaque document de la collection appartient à chaque *cluster* à un certain degré. Dans notre cas, ces *clusters* seraient «non dys» et «dyslexique-dysorthographique» par exemple. Le premier modèle est le *KMeans Clustering*. Il regroupe les textes selon leurs voisins les plus proches en k groupes différents en suivant une stratégie de *hard clustering*. Le second modèle est le *LinearDiscriminantAnalysis* qui suit une stratégie de *soft clustering* et qui assigne à chaque document une ressemblance avec un *label*. Cela reviendrait à étiquetter un document en donnant sa similarité avec le *label* «non dys» ou «dyslexique-dysorthographique».

Pour déterminer lequel de ces modèles est le plus pertinent, il faut les tester tous un par un avec une série de paramètres différents. La méthode de *Sklearn* pour tester une série de paramètres pour un modèle donné est *grid search*¹. La méthode permet de calculer la précision pour une série de paramètres définie au préalable. À la fin de chaque exécution,

1. https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.model_selection.GridSearchCV.html

il faut garder la combinaison de paramètres qui permet la meilleure précision. Il faut faire attention à ne pas avoir des paramètres trop précis qui pourraient provoquer un *overfitting*. L'*overfitting* est dit d'un modèle qui est performant mais seulement dans une combinaison de données précise. Autrement dit, en changeant les données, le modèle ne fonctionne plus aussi bien. Pour pallier ce problème, la méthode *cross-validation*¹ peut être utilisée. Elle va exécuter le modèle sur différentes combinaisons de l'ensemble de données en choisissant aléatoirement 80% des données pour l'entraînement et 20% pour le test. Cela permettra de voir si un modèle n'est performant que dans une certaine combinaison ou si au contraire il produit un résultat similaire pour chaque combinaison donnée.

9.6.4 Évaluation du modèle

La dernière étape de ce processus est l'évaluation du modèle. Comme mentionné ci-dessus, la méthode *cross-validation* permet une évaluation plus juste.

Pour avoir une évaluation pertinente, il ne faut pas juste analyser la précision. En effet, cette dernière peut être biaisée en fonction de la proportion des *labels* présents dans l'ensemble de données.

Une bonne méthode d'évaluation est de se fier au *f1-score*². Il ne prend pas simplement la précision en compte puisqu'il utilise deux éléments nommés *precision* et *recall*. Ce sont des mesures qui prennent les faux-positifs et les faux-négatifs en compte. Voici les formules pour calculer *precision*, *recall* et le *f1-score*.

$$\text{precision} = \frac{\# \text{ true positives}}{\# \text{ true positives} + \# \text{ false positives}}$$

$$\text{recall} = \frac{\# \text{ true positives}}{\# \text{ true positives} + \# \text{ false negatives}}$$

(a) Formules *precision* et *recall*

$$\text{F1} = \frac{2 \cdot \text{precision} \cdot \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}}$$

(b) Formule *f1-score*

FIGURE 9.3 – Méthode d'évaluation avec le score F1

1. https://scikit-learn.org/stable/modules/cross_validation.html

2. https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.f1_score.html

Une fois que toutes les *pipelines*¹ possibles ont été testées, il faut garder la combinaison de pré-traitement, de vectorisation, de modèle et de paramètres qui donne le meilleur *f1-score*.

Réaliser une telle recherche dans ce domaine permettrait d'ouvrir des portes pour mieux comprendre les troubles dys-. Si la classification est suffisamment efficace, elle pourrait même être utilisée dans des applications réelles. La première possibilité est de l'insérer dans notre plateforme pour essayer d'évaluer la ressemblance de l'écriture d'un enfant avec des textes de personnes présentant dyslexie-dysorthographe. Avec cette information, il est possible d'essayer d'adapter les exercices de la plateforme à ces troubles d'orthographe et d'écriture bien que l'adaptation et la création de nouveaux exercices est majoritairement impliquée grâce à l'analyse de données de la section précédente. La prochaine section est dédiée à trouver des améliorations pédagogiques qui pourraient être implémentées sur la plateforme pour permettre aux utilisateurs d'améliorer leur orthographe.

9.7 Amélioration de la pédagogie

En sachant les erreurs les plus fréquentes d'un utilisateur, des exercices adaptés permettant de réduire ces erreurs chez les enfants ayant une dyslexie-dysorthographe peuvent être mis en place.

Pour proposer de nouveaux exercices facilitant l'apprentissage de l'orthographe, différentes recherches ont été faites, à partir d'articles de blog ainsi que de papiers scientifiques. Peu de sources pour aider à répondre à cette problématique, en se servant de l'outil informatique, existent actuellement. C'est pourquoi des papiers expliquant l'apprentissage de l'orthographe à partir d'exercices qui ne sont pas réalisés à l'aide du clavier et de l'ordinateur, mais qui peuvent être numérisés, ont tout de même été utilisés pour proposer ces améliorations.

1. Le processus d'apprentissage automatique du début à la fin. C'est-à-dire du traitement des données à la classification des données.

9.7.1 Construction de mots

Sur le site de l'entreprise *Waterford*¹ qui s'occupe d'enseigner la lecture aux enfants à travers le monde, il y a un article (2019) donnant des exercices à faire pour les enfants avec une dyslexie-dysorthographe.

Le premier exercice est la construction de mot à partir de lettres aimantées. Cela permet aux enfants d'obtenir une référence visuelle des différentes lettres de l'alphabet. Il est possible de transformer ce jeu pour le mettre sur une plateforme où les enfants pourraient déposer des lettres dans un cadre pour créer des mots. Un système de récompense lorsque le mot est correct peut être mis en place.

9.7.2 Conscience phonologique

L'article du blog de *Waterford* (2019) cité ci-dessus, propose des exercices de répétitions orales de syllabes. Cela va aider à améliorer la conscience phonologique des enfants présentant une dyslexie-dysorthographe.

Pour permettre aux enfants avec une dyslexie de prendre conscience des syllabes, une série d'exercices peut être créé. L'objectif serait de créer des mots ou des phrases en réorganisant une série de syllabes. Chaque syllabe pourrait être lue par un dispositif de *text to speech* pour que l'enfant associe un audio à une syllabe et qu'il puisse lui aussi le répéter. Cette idée s'appuie aussi sur la méthode d'apprentissage multisensoriel de la lettre (AMSL), qui utilise également les modalités visuelles et auditives (SOPPELSA et al., 2016).

Plusieurs niveaux seraient possibles, créer un mot à partir de syllabes, compléter une phrase avec des syllabes manquantes, recréer un mot composé de syllabes à partir d'une image, etc.

9.7.3 Exercice d'homonymes

Comme expliqué dans la section 9.3, les enfants avec une dyslexie-dysorthographe ont souvent des difficultés avec les homonymes. Pour rendre la compréhension des homonymes

1. <https://www.waterford.org/>

plus simple, un petit jeu a été imaginé. Il y aurait une série d'homonymes écrits et un de ces homonymes dessinés. L'enfant doit choisir l'homonyme écrit correspondant à l'image. Une fois que l'enfant a trouvé l'orthographe correct, ESTIENNE (2014) explique que demander à l'enfant de réaliser une phrase avec le mot permet d'accéder plus facilement au sens du mot.

9.7.4 Substitution, omission, insertion et inversion

RELLO et al. ont mené une étude (2012) pour créer des jeux numériques ludiques afin de pallier les problèmes de substitution, omission, insertion et inversion de lettres dans un mot. Comme mentionné dans la section 9.3, ces erreurs sont récurrentes chez les enfants ayant une dyslexie-dysorthographe. La conclusion de l'étude affirme que les enfants qui ont testé les jeux sur support numérique trouvaient cela plus amusant et plus utile que les exercices sur papier. Sur Hécatéris, l'idée est de créer un jeu correspondant à chaque type d'erreur. Pour les erreurs d'omission par exemple, l'enfant devra rajouter la lettre manquante. Dans les cas d'un ajout, il devra alors cliquer sur la lettre à enlever. Ce sera le même principe pour des erreurs d'inversion, où il faudra cliquer sur les deux lettres à inverser par exemple.

RELLO et al. (2013) ont mené une seconde étude à propos de ces jeux pour les améliorer. Ils ont essayé d'optimiser leur contenu, c'est-à-dire les mots présents dans les jeux. Ils ont pris des textes écrits par des enfants atteints de dyslexie, ils ont analysé les mots les plus fréquemment mal écrits et les ont mis dans leurs jeux. De cette manière, les enfants sont susceptibles de s'entraîner sur des mots qu'ils maîtrisent moins.

9.7.5 Les graphies complexes

Certains phonèmes sont composés de plusieurs graphèmes et c'est ce que ESTIENNE (2014) appelle les «graphies complexes». Elle propose ainsi de faire travailler les voyelles a, e, i, o et u avec chacune la consonne n, puis le l, puis de les travailler entre elles en associant le a et le i ou le e et le i, etc. Un exercice de dictée avec ces graphies complexes pourra être proposé et il pourra en plus être accompagné d'un *text to speech* afin de réaliser l'association graphème-phonème, comme préconisé par Hoy et al. (2011) cités dans SOPPELSA et al., (2016).

9.7.6 Personnalisation des badges de récompense

Enfin, dans l'étude «*Using Gamification to Motivate Students with Dyslexia*», GOOCH et al. (2016) ont analysé comment des étudiants ayant une dyslexie-dysorthographe réagissaient à certains aspects de gamification. L'étude a conclu que, lorsque le thérapeute ou l'étudiant était en mesure de personnaliser les badges de récompense selon les résultats et performances, les étudiants cernaient mieux leurs forces et leurs faiblesses. Cette conscientisation leur permet de pouvoir se concentrer sur leurs faiblesses tout en voyant leur évolution au cours du temps. Ainsi, outre le fait de proposer des exercices et des jeux adaptés, la personnalisation des badges pourra aussi être une avancée à implémenter sur le site.

Chapitre 10

Le marché

10.1 Définir le marché

Pour commencer ce chapitre, une étude de marché, sur lequel l'entreprise va évoluer, sera réalisée. Le projet propose un service en ligne qui lie la technologie à l'éducation, c'est donc au sein d'un marché actuellement très florissant qu'il va débarquer : l'*EdTech*. Le service proposé est l'apprentissage de la frappe au clavier. Néanmoins, la niche est plus précise, celle de l'apprentissage de la frappe au clavier pour les enfants atteints de troubles dyspraxiques. C'est une niche très peu exploitée de manière générale, aussi bien en ligne qu'en physique. Quelques solutions sont développées sur le marché francophone mais elles se comptent sur les doigts de la main.

Une fois le marché défini, la demande sera analysée. En définissant le client comme celui qui achète le service et en analysant les offres des concurrents, les clients potentiels semblent être les thérapeutes, les parents ou bien les écoles. Ces options de ventes sont le *B2B* (*Business to business*) et le *B2C* (*Business to client*). En réalité, il existe une troisième option de vente intéressante, le *B2B2C* (*Business to business to client*). La découverte et l'analyse de cette option se fera dans les chapitres suivants.

Dans un premier temps, le projet souhaite s'implémenter dans la zone géographique francophone. Même si l'internationalisation semble être un choix futur intéressant, il paraît indispensable d'avoir des bases solides avant d'analyser cette possibilité et de proposer le service dans d'autres langues. Certaines contraintes existent, c'est notamment pour cette raison que rester sur un marché familier paraît plus pertinent pour tester la plateforme. Les

zones francophones concernées sont la Belgique francophone, la France, le Luxembourg et le Québec. Ce sont quatre pays au sein desquels l'équipe a différents contacts et a la possibilité de proposer son service. La plateforme en ligne facilite le transport de la technologie d'un coin du globe à l'autre mais il est important de prêter attention aux usages dans chaque pays, la profession logopède en Belgique se nomme orthophoniste en France, au Luxembourg et au Québec.

Concernant l'évolution du marché, un catalyseur est à l'origine de l'émergence de l'*EdTech*. Il s'agit bien entendu du COVID-19. En Europe, le nombre de financements a triplé l'année passée par rapport à l'année précédente (voir Figure 10.1). Notre rapport à l'éducation a changé au cours des années et les outils numériques sont de plus en plus présents dans les classes. Ce secteur n'arrête pas de croître et certains pays, comme le Luxembourg, sont très avancés. Selon MAQUET (2021a), le COVID-19 a créé un effet d'effervescence et un enthousiasme de la part des gens face à ces nouvelles initiatives.

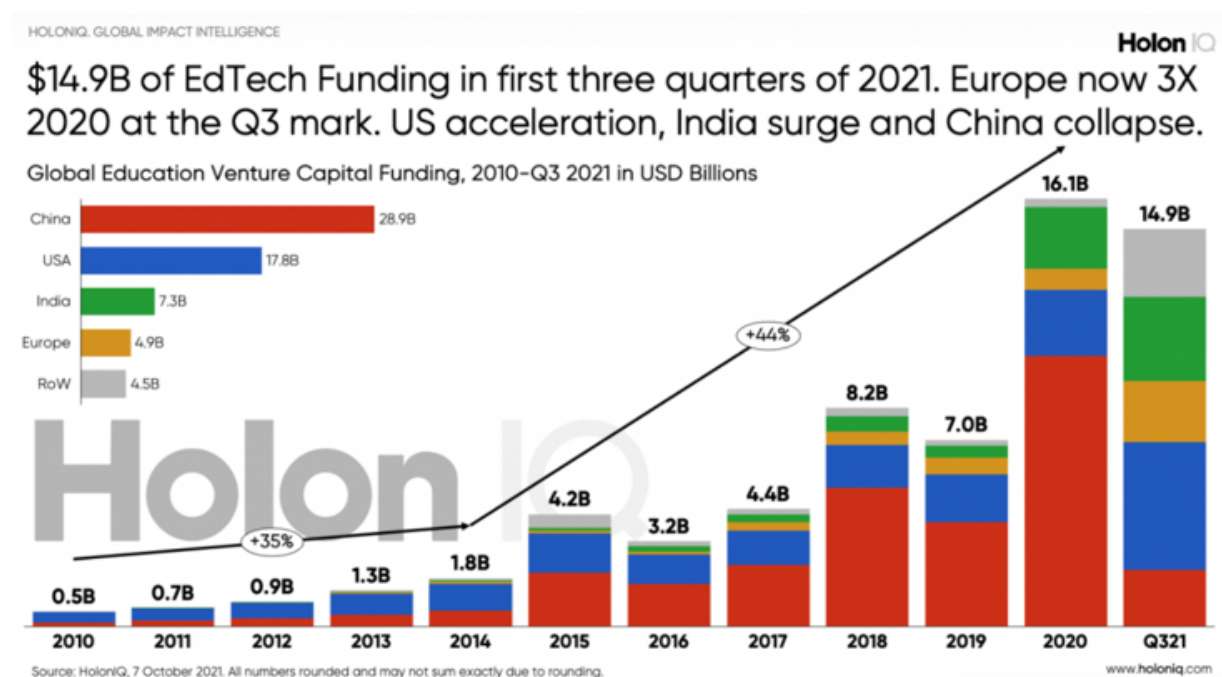


FIGURE 10.1 – La croissance des financements dans le marché de l'EdTech depuis 2010, source : holoniq.com

C'est avec le soutien de cette technologie que la *gamification* a permis de métamorphoser notre manière d'apprendre. Proposer des contenus vidéos, dynamiques et ludiques pour contribuer à l'éducation des enfants. Selon ST-PIERRE (2010), chercheur à l'école des arts

visuels, les jeux vidéo sont une porte d'entrée vers un apprentissage motivant grâce à la reconnaissance que la personne peut ressentir lorsqu'il accomplit une mission.

Plus précisément, l'éducation des enfants grâce à un support numérique est visée, un sujet encore controversé. L'utilisation de la technologie digitale à cet âge peut être vue d'une façon négative par les parents et à juste titre. Cependant, au vu des besoins de ces enfants, l'outil informatique est actuellement une solution soutenue par la très grande majorité des thérapeutes pour les prendre en charge. D'ailleurs, MAQUET (2021b) a mis en avant dans son étude menée pour MGEN (Mutuelle générale de l'Éducation nationale) en 2018, que 71% des Français estiment que le numérique est un support scolaire qui améliore le processus d'apprentissage.

Plusieurs solutions existent pour répondre aux besoins de la dactylographie en ligne, notre sous-marché. Des acteurs importants se sont déjà emparés de ce marché en évolution constante. Néanmoins, certaines niches restent à saisir.

C'est pour cette raison que l'apprentissage de la frappe au clavier pour les enfants atteints de troubles dyspraxiques est la niche visée. Plusieurs évolutions se font sentir, notamment au niveau de la prise de conscience de ces troubles et des mentalités. La connaissance des troubles dyspraxiques est en augmentation et leur diagnostic est de plus en plus fréquent. Les enfants atteints de ces troubles sont donc de mieux en mieux orientés par les professionnels qui savent comment pallier leurs difficultés et les dirigent souvent vers la prise de notes sur support informatique. Selon Maïté Pire et Virginie Dasse, de plus en plus d'écoles utilisent un Chromebook munit d'un clavier car c'est un outil peu cher et intéressant à utiliser en classe. De manière générale, les enfants ont donc d'autant plus intérêt à savoir manier le clavier.

Après avoir discuté avec divers experts, le manquement dans ce marché se fait particulièrement sentir chez les thérapeutes qui n'ont qu'accès à une gamme restreinte d'outils pouvant être utiles lors de l'apprentissage de la frappe au clavier. Ce sont les thérapeutes eux-mêmes qui ont confirmé le besoin d'un outil plus complet et facile d'utilisation. La plateforme Hécatéris va pouvoir faciliter la vie des thérapeutes, en leur faisant gagner du temps lors de la préparation de leurs séances, mais également en leur

proposant une plateforme motivante pour leurs patients.

10.2 Acteurs et parties prenantes

(voir Figure 10.2)

Plusieurs acteurs sont présents sur ce marché. Tout d’abord, les concurrents. Ce sont bien évidemment les logiciels d’apprentissage de la dactylographie. Beaucoup sont déjà bien installés sur le marché et ce ne sont pas des concurrents directs. Ces plateformes utilisent la même technologie que notre application *web*, néanmoins elles ne répondent pas aussi précisément aux critères demandés. Les plus connues sont Typing Club, Tap Touche et Rapid Typing. Ces plateformes visent toutes personnes voulant apprendre la dactylographie et non les enfants présentant une dyspraxie en particulier. De facto, les sites ne sont pas optimisés en fonction des besoins de ces enfants. Ce sentiment se confirme lors des entretiens E.4F auprès de thérapeutes : il n’existe encore aucun logiciel ludique et parfaitement adaptable aux besoins des enfants (voir annexe E.24.

Concernant les concurrents directs, un nouvel acteur vient d’entrer sur le marché : *Facil’Ordys*. Cette plateforme présente une solution similaire. Une analyse précise de la stratégie de ce concurrent est disponible dans la section 10.4.

Concernant les clients, il s’agit des thérapeutes qui enseignent la dactylographie à des enfants atteints de dyspraxie. Théoriquement les thérapeutes sont des concurrents car ils répondent au même besoin, en utilisant des outils similaires. Cependant, il est dans l’intérêt d’Hécatéris de ne pas les percevoir ainsi, et cela sera expliqué dans le chapitre *Marketing* 12. La plateforme prend forme avec l’aide de plusieurs thérapeutes et faire valider Hécatéris par des experts est une réelle opportunité de renforcer la crédibilité du projet. C’est un moyen d’obtenir un certificat de *POC* (*Proof Of Concept*), qui sera une preuve de l’efficacité de notre service. Puisque personne dans l’équipe n’est expert du domaine, se faire valider par une entité connue dans le médical est la plus belle des récompenses. Ce choix sera justifié dans le chapitre 14 : *Plan Financier*.

En parlant d’entités, les associations et les groupes de spécialistes sont également de clients potentiels. C’est par leur biais notamment que les tests de la plateforme sont

réalisés. Ces structures plus larges sont intéressantes pour avoir accès à un carnet d'adresses plus volumineux. De plus, ces associations travaillent avec une multitude d'enfants simultanément, ce qui facilite la phase de tests de la plateforme. En effet, grâce à l'ASBL *Ballon Vert*, la plateforme a été testée par quatre enfants.

Le terme «client» est utilisé pour parler des thérapeutes, associations et groupes de spécialistes. Néanmoins, une autre option est de les considérer comme prescripteurs. Cette option sera expliquée en détail dans le chapitre 12 : *Marketing*.

Dans un second temps, lorsque la plateforme aura été validée par des tests auprès de spécialistes, les écoles spécialisées pourront aussi devenir des clients. Lors d'un forum au Luxembourg (Forum Education Technology à la House of Startups), plusieurs personnes semblaient intéressées par la plateforme. Les écoles pour les enfants à besoins spécifiques utilisent davantage de technologies au Grand-Duché, ce qui est une opportunité de marché pour Hécatéris. Les parents d'enfants présentant une dyspraxie sont évidemment à prendre en compte aussi, comme acheteurs et leurs enfants comme utilisateurs.

Les différents partenaires faisant partie de l'écosystème dans lequel évolue Hécatéris ne sont pas à oublier. Une prise de contact n'a pas encore été orchestrée avec certains d'entre eux, néanmoins il nous semble important de citer toutes les parties prenantes qui pourraient être amenées à interagir avec le projet à l'avenir.

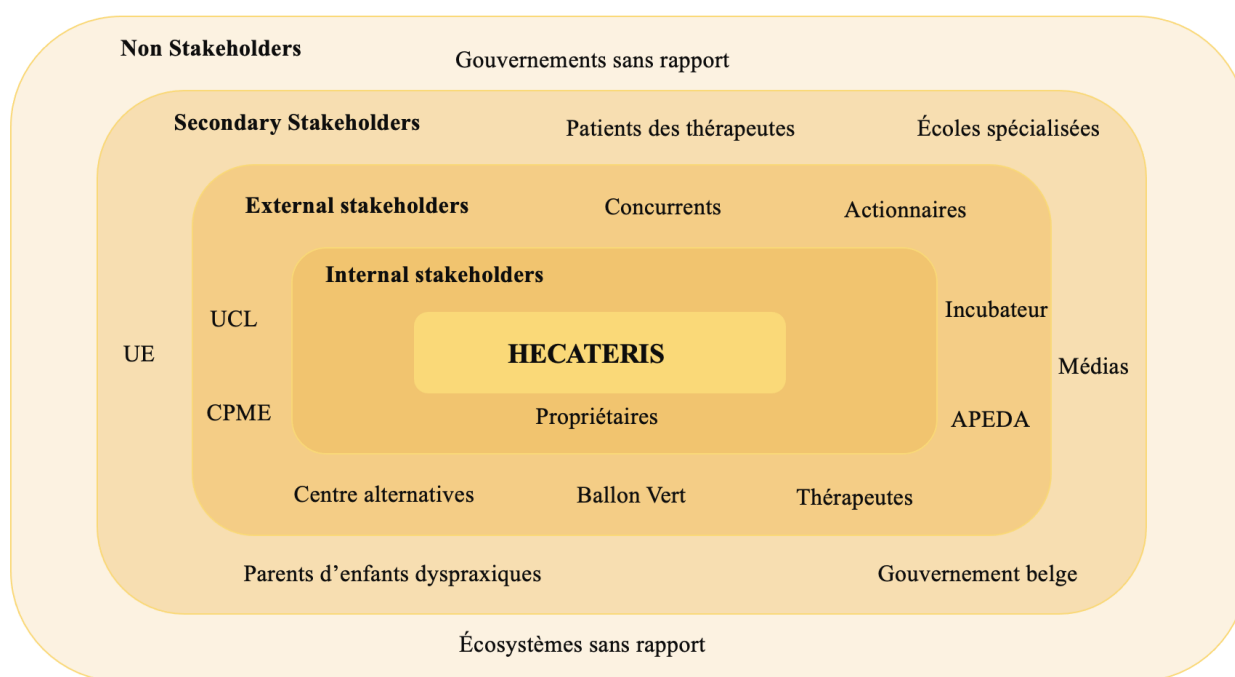


FIGURE 10.2 – Stakeholder's map

10.3 Analyse de la demande

Tout d'abord, la taille du marché de la dactylographie en ligne sera estimée. Peu de chiffres existent, cependant, le leader sur le marché qui est Typing Club déclare avoir plus de 23 millions de comptes créés sur sa plateforme. C'est un site qui est présent dans de nombreux pays du globe. C'est un chiffre qui reste important étant donné qu'il ne représente pas du tout l'entièreté des utilisateurs. Selon le Bureau Américain des Statistiques du Travail (2020), on estime que plus de 7 millions de nouveaux emplois nécessitant des compétences en dactylographie ont été créés dans la population active d'ici 2014. C'est là la preuve que ce marché est encore en évolution et que la dactylographie est une compétence qu'il vaut mieux avoir dans sa poche.

Concernant le public cible, il s'agit d'utilisateurs atteints de troubles dyspraxiques, majoritairement de jeunes enfants. Mais en réalité, ce ne seront pas eux qui achèteront la solution. Les parents de ces enfants, les professionnels paramédicaux, les associations et les écoles spécialisées sont les potentiels acheteurs ou prescripteurs. Grâce aux premières études quantitatives (voir annexe E.1), les caractéristiques du groupe de clients «parents» ont été connues plus précisément. Ces entretiens ont tout d'abord confirmé la

réelle demande d'un outil comme le nôtre. Peu de solutions existent et celles existantes ne permettent pas aux enfants de rester motivés tout au long de l'apprentissage, de plus elles sont ennuyeuses et répétitives. Néanmoins, le peu de parents utilisant des logiciels semblent tout de même satisfaits, soit parce qu'ils voient des résultats encourageants, soit parce qu'ils n'ont pas d'autres solutions à leur disposition. La plupart des parents qui n'utilisent pas d'outils spécifiques pour aider leurs enfants expliquent que c'est parce qu'ils ne sont tout simplement pas au courant que ceux-ci existent. En effet, ils disent que cette alternative ne leur a jamais été proposée ou qu'ils n'en ont pas entendu parler. Cette tendance se fait sentir dans les entretiens quantitatifs (voir annexe E.3) puisque 50% de parents d'enfants porteurs d'une dyspraxie n'ont pas de solution spécifique.

En résumé, peu de solutions existent, elles ne sont pas assez mises en avant ou ne sont pas adaptables aux besoins spécifiques de chaque enfant. De plus, lorsque la solution est évoquée, la totalité des répondants sont curieux et intéressés d'essayer. Certains critères sont importants aux yeux des parents, comme les aspects ludiques et la facilité d'utilisation. En effet, les obstacles à l'apprentissage, selon ces répondants, sont la complexité de la plateforme et le fait que l'enfant doive l'utiliser en présence d'un adulte. Aussi, beaucoup de parents sont prêts à payer et même à mettre un prix parfois considérable (voir annexe E.9). 31% des répondants ont estimé dépenser en moyenne €50/an pour l'apprentissage de leur enfant, mais cela est très variable puisque 26.5% dépensent plus de €400/an.

Concernant le groupe de clients suivant, tous les entretiens qualitatifs (voir annexe F) ont été orientés vers les «thérapeutes» et les «associations». Grâce à ces rencontres et différents *Google Form* (voir Annexe E.4), la demande d'un outil complet et ludique qui permettra aux thérapeutes de créer des cours facilement, a été confirmée. Les caractéristiques importantes semblent être les suivantes : maintenir la motivation des enfants, avoir une plateforme ludique et adaptée aux troubles dyspraxiques et qui soit bon marché (voir annexe E.24). Un critère secondaire est la disponibilité de la plateforme pour tous les âges. Aucun prix n'a été discuté mais il a été déduit que ce groupe cible accorde plus d'importance au prix en comparaison au groupe cible «parents». Les choix stratégiques par rapport à cet aspect seront discutés plus loin dans le rapport. Les associations, *Ballon Vert* et *APEDA*, ont été d'un grand soutien pour

optimiser la plateforme. En partie grâce à leurs retours fréquents. Les remarques étaient dans la même lignée que celles faites lors des entretiens avec les thérapeutes.

Les études concernant le groupe de clients «écoles spécialisées» et «écoles générales» n'ont pas été concluantes. Trop peu de réponses aux questionnaires et un engouement très faible lors des premières études. C'est donc un type de client potentiel qui ne sera pas étudié plus en détails dans le mémoire. Cependant, lors de discussion avec des enseignants à l'occasion d'événements entrepreneuriaux, nous avons pu constaté qu'il y avait quand même un manque sur certains aspects. Cette option sera envisagée dans le futur lorsqu'il sera temps d'étendre notre marché.

10.4 Analyse de l'offre

Cette section offre une analyse des concurrents d'un point de vue commercialisation, positionnement et comparaison entre l'offre et le besoin des enfants avec un TDC. Le choix des concurrents se base sur plusieurs critères : le nombre de fois qu'ils sont revenus dans les entretiens avec les parents et les thérapeutes ainsi que les fonctionnalités qu'ils proposent (cours, jeux, possibilité de créer des cours personnalisés).

10.4.1 Typing Club (Edclub)



FIGURE 10.3 – Logo Typing Club

Tout d'abord, le leader sur le marché est largement *Typing Club*, avec plus de 23 millions d'étudiants, 50 000 écoles et 300 000 professeurs¹.

1. <https://www.typingclub.com/>

L'accès aux cours de dactylographie privés est gratuit mais une version premium existe pour avoir accès à la plateforme sans publicité et avoir accès à des contenus spéciaux. Sans un compte premium, la plupart du contenu est tout de même disponible. Le prix mensuel est de €7.50 et annuel de €66 pour l'offre destinée aux parents. Le paiement se fait par carte de crédit en ligne (*American Express*, *MasterCard* et *Visa*).

Concernant les programmes scolaires, il y en a un qui est gratuit et permet de suivre la progression de tous ses élèves. Une payante existe aussi et comporte beaucoup d'avantages pour les professeurs, comme le fait de pouvoir créer ses propres cours. Une version test de trois jours avant achat est possible. Le prix dépend du nombre de licences prises (donc du nombre d'élèves). Pour 100 licences (environ 3 classes) et pour une année le prix est de €362. Deux méthodes de paiements sont disponibles, une par carte de crédit en ligne ou alors en envoyant son bon de commande pour avoir un devis officiel.

Le positionnement de *Typing Club* cible tous les enfants et adolescents souhaitant apprendre la frappe au clavier ainsi que toutes les écoles. La communication de leur service se fait sur *Twitter*, *Facebook*, *Instagram* et *YouTube*.

10.4.2 Tap Touche



FIGURE 10.4 – Logo Tap Touche

Une version gratuite existe et autorise l'utilisateur à avoir accès à un seul jeu, quelques exercices et quelques textes¹. À propos des versions payantes, il en existe 3, elles sont uniquement disponibles grâce à un abonnement annuel.

L'édition personnelle donne accès à l'utilisateur à l'intégralité du contenu de la plateforme pour €29 par an. Le paiement se fait par carte de crédit.

1. <https://www.taptouche.com/fr/>

L'édition familiale permet à 3 utilisateurs d'utiliser l'intégralité du contenu de la plateforme pour €39 par an. Le paiement se fait par carte de crédit.

L'édition scolaire offre de nombreuses fonctionnalités concernant la gestion des classes et une période d'essai de 30 jours gratuits est offerte. C'est uniquement à partir de 25 utilisateurs que cette formule peut être souscrite. Aucun prix n'est accessible sans devis.

Tap'Touche cible tous les enfants et adolescents souhaitant apprendre la dactylographie ainsi que les écoles intéressées. La communication se fait via leur compte *Facebook* uniquement.

La version gratuite de *Tap'Touche* permet d'apprendre toutes les lettres de la ligne du milieu du clavier. Selon l'avis de DECLERCQ (2019), apprendre toutes les lettres du clavier avec ce site uniquement est assez lourd pour l'enfant, c'est rébarbatif et pas assez ludique. C'est pourquoi cette thérapeute ne conseille pas d'acheter la version payante. Les exercices sont présentés sous la forme de dictées de lettres où l'enfant doit taper des lettres appariées par deux et à la fin de l'exercice, une note sur 20 est affichée pour évaluer la performance. C'est un peu scolaire mais cela donne tout de même une indication du nombre d'erreurs et de la vitesse. DECLERCQ (2019) apprécie le *design* simple de *Tap'Touche* et le peu d'éléments distrayeurs.

10.4.3 Rapid Typing



FIGURE 10.5 – Logo Rapid Typing

Ce logiciel est absolument gratuit pour tout le monde mais uniquement disponible sous *Windows*¹. Il se télécharge sur diverses plateformes *web*. Aucune formule spéciale n'est

1. <https://rapidtyping.com/>

proposée. La communication se fait par *Facebook* et *Twitter*.

L'ASBL *Ballon Vert* utilise ce logiciel actuellement. Ce qui est appréciable selon les intervenants, ce sont les nombreux paramètres personnalisables et les variables de progression enregistrées. Par contre, les thérapeutes qui réalisent leurs séances dessus nous ont confié que le processus de création d'un cours sur le logiciel est assez fastidieux puisque ce n'est pas intuitif. Aussi, c'est un logiciel qui ne propose que de réaliser des exercices de frappe de texte et non de consolider les apprentissages avec des jeux. Les enfants s'ennuient assez rapidement selon ces thérapeutes et les avis de parents recueillis, d'autant plus que le visuel du logiciel n'est pas très attractif.

10.4.4 Tux Typing



FIGURE 10.6 – Logo Tux Typing

Tux Typing est également un logiciel gratuit seulement disponible sur *Mac*, téléchargeable sur plusieurs plateformes *web*, comme *Clubic*¹ et *Softonic*². Ce jeu se tourne vers les enfants, en complément à des plateformes munies d'exercices plus formels.

1. <https://www.clubic.com/>
 2. <https://fr.softonic.com/>

10.4.5 Dactylo Zoo



FIGURE 10.7 – Logo Dactylo Zoo

C'est également un logiciel mais cette fois-ci disponible autant sur PC que *Mac*. Il peut se télécharger sur le *Microsoft Store*¹ ou l'*App Store*². Le prix est de €15 sur *Microsoft* et €16 sur *Mac*. À l'instar de *Tux Typing*, ce jeu vient en complément à d'autres outils. Il est recommandé pour les enfants de 3 à 10 ans.

10.4.6 Facil'Ordys



FIGURE 10.8 – Logo Facil'Ordys

Ce logiciel est bien entendu notre premier concurrent. L'offre qu'il propose se rapproche fortement de la nôtre.

Facil'Ordys propose deux formules de prix, la formule *Pro*, donnant accès à un nombre illimité de profils et la formule *Famille*, pour les parents, donnant accès à 2 profils maximum³. L'achat du logiciel pour la formule *Pro* coûte €50 et la formule

1. <https://apps.microsoft.com/store/apps>

2. <https://www.apple.com/app-store/>

3. <http://www.facilordys.com/>

Famille €30. Le paiement se fait via carte de crédit (*Visa*, *MasterCard*, *American Express* et *UnionPay*). Aucune version gratuite ou d'essai n'est disponible.

Actuellement, la plateforme est disponible en français et en anglais. Les clients ciblés sont les thérapeutes et les parents d'enfants atteints de TDC.

Au niveau de la communication, ils sont très présents sur *Facebook* et *Instagram* depuis la lancée mi-février. Notamment avec un concours sur les réseaux pour gagner une licence *Facil'Ordys* Famille et des promotions. Il y a 2 ans, la page *Facebook* a été créée et ils comptabilisent maintenant plus de 1300 personnes. C'est un chiffre conséquent pour la niche de marché visée. *Facil'Ordys* a noué un partenariat avec *Kardi*, un logiciel d'aide à la lecture et à l'écriture spécifique pour les DYS.

Les canaux de distribution sont les *e-SHOP* d'*Apple* et de *Google*, le logiciel est disponible sous *Windows*, *Mac*, *iPad* et tablettes *Android*.

Son offre se rapproche le plus de la nôtre dans le sens où trois jeux sont disponibles et les performances de l'enfant sont enregistrées. Le logiciel bénéficie de nombreux paramètres personnalisables et le *design* est très ludique. Les thérapeutes ou les parents choisissent les lettres/mots que l'enfant doit travailler. Aussi, même si n'importe quel enfant peut apprendre la frappe au clavier avec ce logiciel, il est le seul actuellement qui axe sa communication sur l'aide pour les enfants avec des troubles dys-. De plus, il a été conçu par une ergothérapeute, qui travaille déjà avec ces enfants et a donc une excellente connaissance des attentes du marché.

Chapitre 11

Analyse stratégique

11.1 Analyse de l'environnement externe

11.1.1 Le macro-environnement au travers de l'analyse PESTEL

L'analyse PESTEL donne des précisions sur l'environnement dans laquelle la firme souhaite se développer. Elle est composée des facteurs semblant avoir un impact positif/négatif sur la structure de l'industrie considérée, c'est-à-dire : nouvelle opportunité d'affaires ; risque sur la pérennité de l'entreprise ; structure de coût ; barrière à l'entrée ; ressources (VAS, 2020).

Les **facteurs politiques** prennent en compte les aspects de l'organisation étatique susceptibles d'affecter négativement/positivement l'activité commerciale de l'entreprise. Des comptes seront à rendre à la politique du *web*, en termes de règlement, et au gouvernement pour l'imposition.

Comme évoqué plus tôt, la pandémie a été un tournant pour l'ère du numérique. La Commission Européenne s'en est bien rendu compte et refaçonne le plan d'action en matière d'éducation numérique. La pandémie a changé les habitudes des consommateurs. En effet la société se tourne de plus en plus vers le numérique et pourtant l'adaptation du numérique à l'éducation est encore trop peu présente. C'est en connaissance de cause que l'UE (2021a) souhaite agir selon 2 axes. Tout d'abord, favoriser la qualité de l'éducation numérique en améliorant certains facteurs comme les infrastructures et l'accès à la technologie. Ensuite, développer les compétences

numériques pour que l'informatique puisse être accessible dès le plus jeune âge et qu'une culture du numérique se forme. Le monde se développe dans le sens du numérique et ce n'est que l'essor de l'éducation en ligne.

Les stratégies de la FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES (2019) vont aussi dans cette direction depuis 2018 et la pandémie n'a fait que confirmer cette vision. La Wallonie est à la traîne en matière de numérique dans les établissements scolaires. Ces initiatives ont pour objectif de développer une vision numérique à long terme pour la société.

De plus, le gouvernement wallon fait la promotion du numérique dans son programme *Digital Wallonia*¹. Cette initiative vise à aider les projets porteurs du numérique et les accompagner dans leur réalisation.

Les PME ont un taux réduit de 20% sur les premières tranches de €100 000 de revenus, là où les grandes entreprises paieront 25%. Néanmoins, il faudra prouver qu'Hécatéris est une petite entreprise aux yeux de l'art. 115 du code des impôts sur les revenus et de l'art. 15 du code des sociétés.

Les **facteurs économiques** poussent à s'intéresser au dynamisme économique, au pouvoir d'achat et au comportement des consommateurs.

Les comportements des consommateurs du marché se tournent de plus en plus vers des solutions informatiques depuis l'arrivée de la pandémie. Cette prise de conscience de l'outil informatique est une bonne chose pour le marché. De plus, selon les entretiens, les parents ne semblent pas être sceptiques par rapport à ce type de solution pour leurs enfants.

Comme précédemment vu dans le chapitre 10, le monde informatique devient accessible à une large partie de la population, il ne cesse de croître. Par rapport au secteur de l'apprentissage sur internet qui est en plein essor. Bien entendu, depuis la pandémie, le monde de l'éducation a dû brutalement passer en mode distanciel. Ce système a énormément évolué et continuera certainement son ascension par la suite. Il a montré son potentiel notamment grâce à sa facilité et sa flexibilité.

1. <https://www.digitalwallonia.be/fr>

Ces facteurs, bien qu'ils ne soient pas économiques, confirment la montée du numérique et, in fine, encouragent les personnes à investir dans ce genre de solutions.

D'après Hélène (2021) d'*APEDA* F.5, les dépenses des patients chez les thérapeutes ne sont pas toujours remboursées par la mutuelle. Certaines familles n'ont pas les moyens de payer plusieurs séances par mois chez un thérapeute, d'autant plus avec la situation économique fragile actuelle. C'est pour cette raison qu'une méthode de génération automatique de cours est en train d'être conçue sur Hécatéris, pour que l'enfant puisse apprendre de façon de manière plus autonome.

Finalement, le monde des soins de santé n'est pas le plus facile à monétiser selon un partenaire de *Cronos*. En effet, les utilisateurs de la plateforme pourraient être réticents à payer pour notre offre. D'un côté, certains de nos contacts enseignant la dactylographie travaillent dans des associations en tant que bénévoles, ce qui complexifie davantage la capacité de payer pour une solution comme Hécatéris. D'un autre côté, les parents semblent avoir plus d'intérêt à payer pour un tel service, pour autant que celui-ci soit efficace et recommandé par les praticiens. Il faut tout de même nuancer puisqu'en effet, certains parents n'ont pas les moyens pour aller chez un thérapeute avec leurs enfants et ne se feront certainement pas recommander la plateforme par des professionnels. Le choix des bons clients paraît donc être crucial, d'autant plus qu'il aura des répercussions importantes sur la suite.

Les **facteurs socio-culturels** font référence aux impacts des facteurs démographiques. Les caractéristiques de la population, les comportements et tendances sont au cœur de cette analyse.

Pour commencer, la considération des enfants avec des troubles de l'apprentissage a considérablement évolué ces dernières années selon Hélène, une maman d'un enfant atteint de dyspraxie (voir annexe F.1). Dans le passé, ces enfants étaient laissés sur le côté de la classe, sans parvenir à suivre le cours. Le professeur pensait, à tort, que ces enfants étaient paresseux. Aujourd'hui, même si certains professeurs sont toujours réticents, les choses avancent grâce aux protocoles mis en place par l'Éducation Nationale. En effet, plusieurs actions sont mises en place pour adapter le système scolaire aux enfants avec

des besoins spécifiques. C'est le cas notamment pour les épreuves certificatives externes comme le CEB et le CESS. Désormais, des copies d'examens adaptées aux besoins (mise en page, police, temps) de l'enfant peuvent être demandées (FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES, 2022).

En outre, les troubles dyspraxiques sont de plus en plus reconnus et pris en compte, à la fois par les enseignants mais aussi par les médecins traitants, qui orientent plus rapidement les familles vers un neuropédiatre en cas de suspicion de dysfonctionnement afin réaliser un bilan. En conséquence, on peut parier que le nombre d'enfants diagnostiqués dyspraxiques ne cessera d'augmenter ces prochaines années. Selon *APEDA* (Association belge pour les Enfants en Difficulté d'Apprentissage), aujourd'hui, les résultats d'études sont peu précis mais estiment à environ 400.000 le nombre d'enfants et adultes touchés par ces troubles en Belgique francophone¹. Pour autant, beaucoup doivent vivre avec ce trouble sans le savoir, dû à un manque de diagnostic.

Selon une étude de MÉDIAMÉTRIE (2019), 96% des enfants âgés entre 10 et 15 ans jouent à des jeux vidéos. Cette tendance ne fait que croître et atteint également les plus jeunes. L'univers virtuel est dans la vie de tous les enfants et l'avenir promet un monde régit par ce genre de dispositif. Bien entendu, il faut contrôler le temps d'écran de l'enfant pour éviter qu'il développe des problèmes. D'ailleurs, toujours selon la même étude, 71% des parents s'estiment attentifs à la pratique des jeux vidéo de leurs enfants.

Par la suite, la tendance des plateformes en ligne se fait ressentir depuis la pandémie. En effet, CORNERSTONE (2020), une plateforme proposant notamment des cours en ligne, a remarqué une nette augmentation d'inscriptions à ses programmes. Ce n'est pas la seule à tirer cette conclusion et cela s'explique par la facilité et l'accessibilité de ces plateformes qui est un avantage indéniable. Le sentiment de pouvoir rester chez soi et d'apprendre grâce à tout le contenu disponible en ligne est encourageant. En parallèle, les parents d'enfants atteints de dyspraxie sont aussi à la recherche de ce type de solutions, mais adaptées pour les besoins de leurs enfants. Cette tendance se fait aussi ressentir dans le domaine de l'éducation mais aussi de la thérapie, comme les *Google Form* remplis par notre public cible ont pu le montrer.

1. <https://www.apeda.be/>

Les **facteurs technologiques**, d'autant plus aujourd'hui, ne sont pas à ignorer. Pour éviter toute myopie *marketing*, il convient d'être au courant de ces évolutions et de répondre en conséquence.

Dans l'univers des logiciels d'apprentissage de la dactylographie, une grande partie des jeux ont déjà plusieurs années, et cela se ressent, comme *Tux Typing* et *Dactylo Zoo* (voir annexe G). Ces jeux ont été parmi les premiers présents sur le marché et ainsi le visuel n'est pas aussi attractif comparé à ce qu'il est possible de développer actuellement. Aussi, ils ne sont pas compatibles avec toutes les licences *Windows*. De la même manière, la plupart des enfants dans des écoles avec supports numériques, notamment en primaire, travaillent sur des ChromeBook (voir annexe F.7) Ce support n'autorise le téléchargement que d'applications supportées par le système d'exploitation *Chrome OS*. Les jeux cités plus haut ne correspondent pas à ce système, contrairement à une application *web* qui peut être lancée sur n'importe quel type de système en utilisant un navigateur 5.1.1.

Les nouvelles technologies actuellement en développement doivent être gardées à l'oeil. Par exemple, la reconnaissance vocale qui propose des logiciels de plus en plus puissants (*Alexa*, *Google Home*). En effet, cette solution est utilisée par *Lexidys*¹, grâce à un logiciel de reconnaissance vocale. Cet outil retranscrit toutes les paroles dictées par une personne. Si dans plusieurs décennies l'écriture manuscrite s'effaçait peu à peu de la société alors nous perdrons notre place sur le marché. Cependant, ce n'est pas prêt d'arriver et nous estimons que la dactylographie garde certaines forces que la reconnaissance vocale ne pourra s'approprier. Pour aller plus loin, un couplage de ces deux outils est imaginable pour proposer une solution unique encore plus complète.

Par ailleurs, les technologies utilisées pour créer la plateforme sont de plus en plus accessibles. Par exemple, les moteurs de développement de jeux vidéos sont devenus gratuits (*Unity*²) et les langages programmatiques *web* se simplifient au fur et à mesure des années. C'est une opportunité pour quiconque souhaite développer une plateforme similaire mais c'est aussi une menace pour le projet. L'information sur internet est aussi bénéfique puisque c'est une aide essentielle pour développer la plateforme et les jeux

1. <https://www.lexidys.com/>

2. Note : à partir de 150 000 euros de chiffre annuel, il faut utiliser la version pro qui est de 150 euros par mois.

vidéo. En d'autres termes, ces ressources disponibles peuvent être préçues comme un réel avantage pour continuellement améliorer le site Hécatéris. Concernant le *Low Code* ou le *No Code*, la plateforme doit répondre à des exigences plus complexes que celles réalisables avec ces solutions.

L'accès à des outils informatiques n'est pas le cas pour tout le monde. Néanmoins en 2017, selon RAIMOND (2017), 95% des foyers wallons ont un accès internet et chaque foyer dispose d'en moyenne 1,46 ordinateurs.

Pour terminer, l'exigence des utilisateurs en ligne est à considérer. Dans notre cas, il s'agit de l'exigence des thérapeutes vis à vis de la plateforme mais aussi des parents et de leurs enfants ayant un TDC. En effet, ces derniers seront les premiers utilisateurs de la plateforme. Ne pas répondre aux besoins des enfants menace son utilité. Heureusement, différentes solutions sont possibles pour y parvenir, comme engager un *Web Designer* pour modifier l'aspect visuel par exemple.

Les **facteurs écologiques** dans beaucoup de domaines peuvent avoir un impact sur le *business*, notamment suite aux nouvelles lois et réglementations sur la protection de l'environnement.

Les questions écologiques actuelles à propos du stockage de données font la une des problèmes d'internet. En effet, les *data centers* sont considérés par de nombreux articles scientifiques comme des gouffres énergétiques (PECQUEUR, 2018). Le stockage de données des utilisateurs de la plateforme ne sera pas négligeable. Néanmoins, à notre échelle cela ne représente pas grand-chose par rapport à d'autres entreprises. Il reste tout de même important de savoir si de futures restrictions sur le stockage de données seront applicables d'ici quelques années.

Aussi, le site suppose l'utilisation d'internet à des fins d'apprentissage, afin de fournir une aide à ces enfants qui ne parviennent pas à lire ou écrire sans cet outil. Actuellement, aucun article ou avis contre l'utilisation d'un ordinateur et d'un site dans ces conditions particulières d'apprentissage n'a été trouvé.

Les **facteurs légaux** définissent la législation en vigueur dans le pays de l'entreprise et dans le milieu où elle exerce ses activités. Dans le cas d'Hécatéris, plusieurs obligations juridiques relatives à la plateforme en ligne s'appliquent au projet.

Tout d'abord, les conditions générales d'utilisation devront être clairement mentionnées lors de la connexion de chaque utilisateur. Ensuite, le Règlement général sur la protection des données (RGPD) obligent une gestion saine des données. Les obligations relatives à notre activité seront mentionnées dans la section 13.3.1.

En effet, le site aura accès à des données personnelles sur les utilisateurs et devra les stocker. De ce fait, il est nécessaire d'assurer aux utilisateurs une parfaite gestion de leurs données personnelles, sans quoi, ils se montreront très réticents à l'utilisation de la plateforme. Selon une étude du CRÉDOC (2018), "le manque de protection des données personnelles est désormais le principal frein à l'utilisation d'internet (40% et 43% pour la seule population des internautes), tandis que 29% ne voient aucun frein et que 21% incriminent la complexité ou la qualité des services". Ce sujet est donc un point essentiel à travailler, pour proposer un service sécurisé, qui donne envie aux parents et aux thérapeutes de choisir notre plateforme pour la formation de leurs enfants.

Un autre point à éclairer est celui des extraits musicaux et des images qui passeront dans les jeux vidéos. Les musiques choisies sont libres d'accès et demandent que l'artiste soit crédité. Concernant les images, un site, avec un accès permettant de télécharger des images libres de droit, doit être utilisé. Dès lors, aucune autre contrainte légale relative aux droits d'auteur n'est à relever.

Concernant le service de paiement en ligne, plusieurs obligations légales sont à prendre en considération. Les manipulations requises lors du processus de paiement doivent être claires et le langage utilisé compréhensible pour l'utilisateur. La protection des données bancaires doit également être assurée à l'internaute. Ces dispositions permettront aussi de gagner la loyauté des utilisateurs en proposant un site de confiance et transparent. Plus de précisions seront apportées dans la section 13.3.2.

PESTEL	Contexte	Opportunité	Menace
Politique	La pandémie comme catalyseur Actions politiques en faveur du développement numérique	X X	
Economique	Prise de conscience de l'outil informatique par les consommateurs Accessibilité de l'outil informatique Soins thérapeutiques pas systématiquement remboursés par la mutuelle Capacité des thérapeutes à payer pour la solution Capacité des parents à payer pour la solution	X X X	 X X
Social	Actions mises en place par le système scolaire Reconnaissance des troubles dyspraxiques Tendance des jeux vidéos chez les jeunes Montée en flèche de l'utilisation de plateformes en ligne	X X X X	
Technologique	Visuel et compatibilité obsolètes de certains logiciels Entrées possibles de nouvelles technologies Accès des technologies Accès des matériels informatiques Exigence des utilisateurs	X X	 X X X X
Écologique	Stockage de données		X
Légal	Protection des données des utilisateurs Propriété intellectuelle des contenus utilisés Obligations légales du paiement en ligne		X X X

TABLE 11.1 – Tableau PESTEL

Variables pivots

Dans cette section, les variables pivots du projet seront définies. En d'autres termes, les facteurs d'influence repris dans l'analyse PESTEL qui peuvent potentiellement être problématiques vont être présentés (MEINERT, 2014).

Premièrement, la capacité des thérapeutes à vouloir payer pour la solution. En effet, le projet évolue dans un milieu médical et associatif qui pourrait avoir des difficultés à payer pour une initiative étudiante. Cette variable ne fera pas office d'analyse dans la méthode des scénarios car les études précédentes soulèvent déjà certaines failles de ce modèle.

Deuxième, la capacité des parents à vouloir payer pour la solution. En effet, les parents peuvent être réticents à payer pour une solution qui ne convient pas totalement à leurs attentes et certains d'entre eux ont tout simplement des moyens limités.

Troisièmement, l'entrée sur le marché de nouvelles technologies. Pour l'instant rien ne semble avoir l'air d'être entrepris et malgré la découverte des troubles de l'apprentissage depuis des décennies, aucun projet *High Tech* ne semble s'y intéresser.

Quatrièmement, l'exigence des utilisateurs envers la plateforme. Le *design* mais aussi l'expérience utilisateur sur la plateforme doivent être irréprochables et surtout attractifs pour des enfants. L'intention est de parvenir à développer une plateforme qu'un enfant assez jeune puisse être capable d'utiliser sans la présence d'un thérapeute et avec une aide minimum de ses parents. C'est un défi de taille.

Finalement, les obligations juridiques d'une plateforme sont nombreuses. Les conditions générales d'utilisation (CGU) et les conditions générales de vente (CGV) concernant le paiement en ligne en font partie. En s'informant convenablement, il n'y aura pas de problèmes. Cette variable est tout de même choisie car sans sa surveillance, des conséquences lourdes peuvent tomber.

Ci-après, la description des différentes issues possibles des variables pivots susceptibles d'avoir un impact négatif des plus conséquents (MEINERT, 2014). Pour cela, les variables choisies sont : la capacité des parents à payer pour la solution (variable 1) et l'exigence des utilisateurs (variable 2).

L'intérêt des parents à dépenser de l'argent pour la solution : ce facteur a un degré d'incertitude élevé et peut avoir de grosses conséquences. Plusieurs issues sont envisageables :

- Les parents veulent investir dans la plateforme.
- Les parents ne veulent pas investir dans la plateforme.

La perception de la plateforme par les utilisateurs : le sentiment en surfant sur une plateforme peut être bien différent d'une personne à l'autre, et spécialement pour ceux

qui l'ont développée. C'est notamment pour cette raison qu'il a été nécessaire de faire tester l'outil à des enfants atteints d'une dyspraxie, afin d'avoir des premiers avis. Deux issues possibles sont envisageables :

- Les utilisateurs trouvent la plateforme ergonomique et agréable.
- Les utilisateurs trouvent la plateforme difficile d'utilisation et inconfortable.

Finalement, la «boussole de l'avenir» 11.1 se base sur une échelle de temps (aujourd'hui et dans le futur) et sur les issues possibles préalablement évoquées. Ce graphique va permettre de rédiger un scénario par quadrant (MEINERT, 2014).

Méthode des scénarios

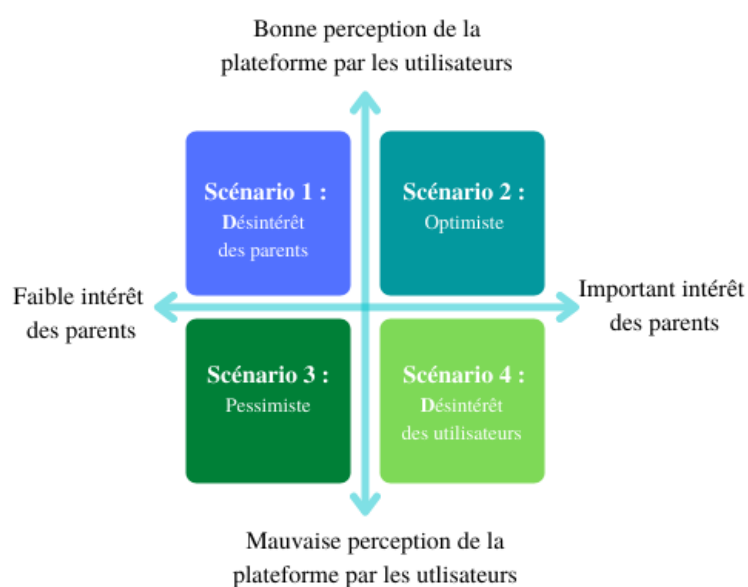


FIGURE 11.1 – Boussole de l'avenir (MEINERT, 2014)

Scénario 1 : désintéret des parents

Dans ce scénario, la perception de la plateforme par les utilisateurs est prometteuse mais les parents ne voient tout de même pas d'intérêt à investir dans la plateforme. Plusieurs facteurs les découragent à mettre de l'argent, par exemple le prix trop élevé.

Scénario 2 : optimiste

Dans ce scénario, la perception de la plateforme par les utilisateurs est prometteuse, en effet, l'expérience utilisateur semble très correcte grâce à la fluidité d'exécution et le visuel attractif mis en avant. De plus, les fonctionnalités sont alignées aux besoins attendus.

Dans le même temps, les parents veulent investir dans la solution. Les premiers retours sont très positifs et le prix n'est pas excessif. Ce qui coïncide avec la perception des utilisateurs.

Scénario 3 : pessimiste

Dans ce scénario, la perception de la plateforme par les utilisateurs est décourageante. La structure de la plateforme est trop complexe ce qui ne facilite pas le voyage au travers des sections qui ne sont pas intuitives. Un gros manque de visuel est également à déplorer, principalement car il n'est pas adapté à des enfants de cet âge.

De plus, les parents ne voient pas l'intérêt à investir dans la plateforme. Majoritairement à cause des problèmes cités juste ci-dessus.

Scénario 4 : désintérêt des utilisateurs

Dans ce scénario, la perception de la plateforme par les utilisateurs est décourageante. Néanmoins, les parents veulent investir dans la solution. Ce scénario semble peu probable.

11.1.2 Le micro-environnement avec les 5 forces de Porter

Le modèle des forces de *Porter* permet d'identifier les rapports de force en présence sur un marché ce qui détermine l'intensité concurrentielle de ce dernier. Au plus les parties externes de l'entreprise exercent une influence forte sur le marché en question, au plus la marge de manœuvre sera étroite et, dans certain cas, fatal à la pérennité de la firme (VAS, 2020).

Pouvoir du fournisseur (NUL)

Puisque le projet concerne le développement d'un site internet, aucun fournisseur n'est nécessaire, ainsi son pouvoir est nul.

Pouvoir utilisateur (FORT)

Premièrement, il est souhaitable que le projet développé convienne aux praticiens et qu'ils puissent l'utiliser. Pour ce faire, l'équipe suit les recommandations d'un groupe de thérapeutes. La connaissance et l'expérience qu'ils ont acquis tout au long des années est une crédibilité infaillible. Dans ce sens, le pouvoir des thérapeutes est conséquent mais il est dans notre intérêt de leur faire entièrement confiance puisque notre préoccupation respective est de proposer un outil le plus élaboré possible pour les enfants avec un TDC. In fine, l'intérêt est commun et c'est ce qui permet de travailler dans un cadre sain. Les parents ont également leur mot à dire sur le projet et leurs remarques sont prises en considération. Les parents s'attendent à un outil efficace et motivant pour leurs enfants, c'est normal qu'ils aient un pouvoir d'exigence par rapport à cela. Les enfants agiront aussi comme utilisateurs, la plateforme dépend aussi fortement de leur volonté à l'utiliser et l'apprécier. D'autres solutions existent, certes moins complètes mais les parents gardent la possibilité de revenir à une offre gratuite d'un concurrent s'ils le souhaitent.

Produit de substitution (FAIBLE)

La menace qu'un produit substitut à la plateforme se lance sur le marché est faible. La mise en place d'un produit plus innovant que le nôtre pour aider les enfants ayant une dyspraxie est tout à fait possible mais pour le moment la dactylographie est la meilleure solution possible pour ces enfants. Par exemple, un stylo munit d'intelligence artificielle qui écrirait quasiment tout seul. Ce genre d'innovation peut potentiellement mettre la dactylographie de côté pendant les cours de l'enfant à l'école. Cependant, comme cité précédemment, l'ordinateur et l'écriture au clavier restent la norme dans les universités et les entreprises, actuellement. L'écriture manuscrite s'efface petit à petit. Ces enfants auront alors toujours un intérêt à apprendre la frappe au clavier.

L'iPad est une technologie numérique qui prend de l'ampleur dans les classes pour le moment. Heureusement, les tâches réalisables sont limitées avec cet outil en le comparant à celles d'un ordinateur. D'ailleurs, comme les *ChromeBook*, un écran tactile est souvent complété par un clavier amovible. Pour poursuivre avec l'écriture digitale¹, l'équipe a rencontré les membres de *Kaligo*, une *start-up* qui développe une plateforme similaire

1. écriture manuscrite sur une tablette avec un stylet

mais pour apprendre cette forme d'écriture aux enfants. Leur solution et la nôtre se complètent, n'ont pas le même objectif et ainsi l'une ne peut pas remplacer l'autre.

Finalement, il est probable que notre solution soit écrasée par une nouvelle technologie révolutionnaire qui remettrait la dactylographie en question pour aider ces enfants. Ce n'est pas prêt d'arriver. Les problèmes de dysfonctionnement de manière général sont diagnostiqués depuis plusieurs décennies et pourtant les nouveaux outils technologiques pour soutenir ces problèmes sont encore très peu présents.

Le site sera tout de même protégé par des droits d'auteur, la section 13.4.2 discutera de ce point.

Nouveaux entrants (FAIBLE)

La possibilité de nouveaux entrants n'est pas à laisser de côté. Le lancement de la plateforme de notre concurrent en est la preuve (voir section 10.4.6). Heureusement, plusieurs barrières pour pénétrer ce marché existent. Tout d'abord, la niche est très restreinte et n'est pas un marché en pleine expansion. Le caractère social du projet peut décourager les chercheurs d'opportunités. Par la suite, une copie de notre plateforme requiert de l'investissement technique mais aussi théorique. Premièrement, d'un point de vue technique, le développement d'une plateforme similaire demande énormément de travail pour un seul développeur. Par ailleurs, si le nouvel entrant est une grande structure, cette barrière ne risque pas d'être une réelle contrainte. Tandis que la méthodologie d'apprentissage pour les enfants dyspraxiques sera plus difficilement accessible. Cette dernière est complexe et demande des études préliminaires volumineuses. Les entretiens avec des experts, entretiens avec des parents d'enfants concernés, lourdes recherches dans des revues scientifiques concernant les besoins que peut ressentir chaque enfant et les différentes méthodes d'apprentissages utilisées.

Un nouvel entrant pourrait potentiellement être un concurrent indirect, un leader sur le marché de la dactylographie, en proposant une section spécialisée dans l'apprentissage de la tape au clavier pour les enfants avec des besoins spécifiques. Dans ce cas, les barrières citées précédemment ne représenteront que peu de protection face à des développeurs de cette taille. Néanmoins, les efforts investis seront perdus par la petite part de marché

à prendre. Les grosses plateformes de dactylographie se concentrent sur des méthodes d'apprentissage plus efficace mais n'ont aucun intérêt à perdre du temps dans des domaines aussi spécialisés au risque de se faire devancer par leurs concurrents directs.

Par la suite, nos contacts et les potentiels partenariats possibles sont quelque part des barrières sur le marché. En gardant des liens solides avec les thérapeutes du domaine, c'est une manière de réduire la tentation de ces derniers à investir chez un potentiel nouvel entrant.

Concurrence intra-sectorielle (MOYEN)

La concurrence dans le secteur est présente et forte. Malgré que la quasi-totalité des plateformes ne proposent pas un outil adaptable pour les besoins des enfants avec une dyspraxie, ces solutions sont utilisées par les thérapeutes comme support pour apprendre la dactylographie. Ce choix est contraignant dû à un manque d'outils se souciant des besoins rencontrés par ces enfants. Les enfants apprenant la frappe du clavier à la maison utilisent également ce genre de support. D'une part, cette concurrence est intéressante car elle prouve que le besoin d'apprendre la dactylographie est réel mais d'autre part, c'est aussi un danger que les utilisateurs ciblés soient déjà trop investis sur une plateforme pour en commencer une nouvelle. Même si la plateforme propose une expérience adéquate aux besoins de ces derniers, la confortabilité d'un outil et l'effort de devoir changer de support peut être un frein.

Cependant, la crédibilité de l'outil sera renforcée par le bouche à oreille des thérapeutes et des futurs partenariats. La parole d'un praticien sur l'efficacité de la plateforme ne peut être remis en cause et possède un fort pouvoir de persuasion.

En terme de concurrence directe, peu de solutions existent. Certains outils sont développés ces dernières années mais peuvent être complémentaires au nôtre. Par exemple, les claviers adaptés¹ pour les enfants atteints d'une dyspraxie.

De plus, comme énoncé précédemment, beaucoup de parents sont toujours à la recherche d'une solution et c'est principalement eux qui seront intéressés par la nôtre.

1. <https://www.r2dtool dys.fr/>

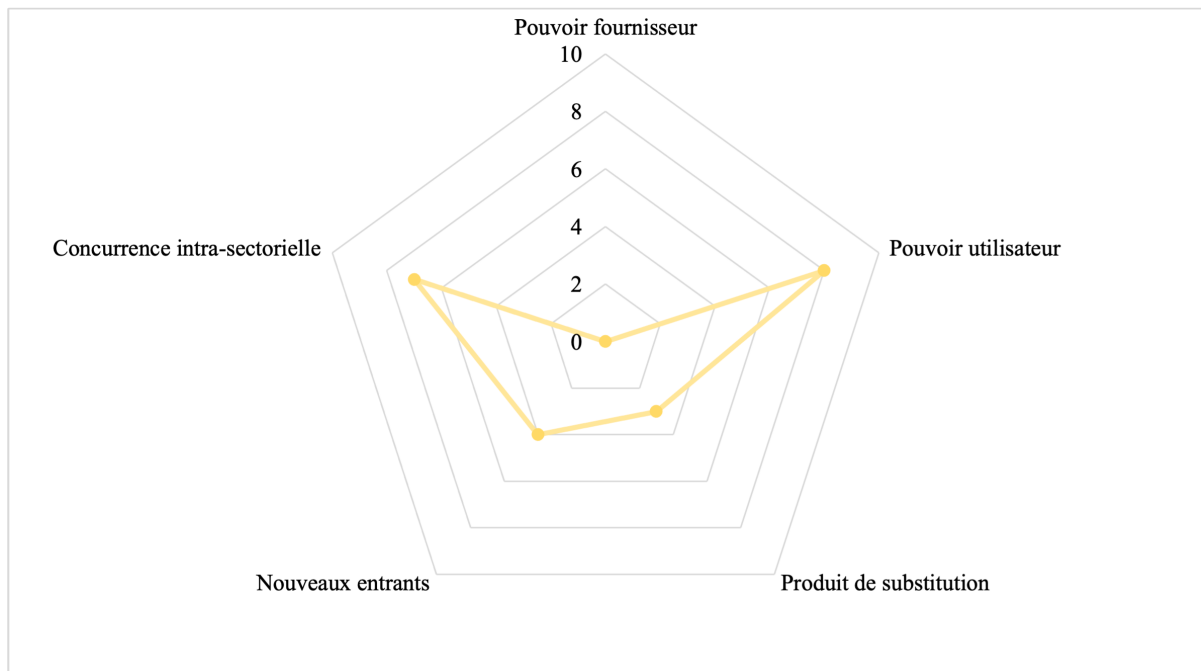


FIGURE 11.2 – Graphe de Porter

11.2 Analyse de l'environnement interne

11.2.1 Mission

Mission d'Hécatéris : «Mettre la technologie et la gamification au profit de l'éducation».

11.2.2 Vision

Vision d'Hécatéris : «Parvenir à une éducation moderne, inclusive et équitable».

11.2.3 Valeurs

«Respect» - Le respect est une valeur clé dans notre méthode de travail. Cette façon d'échanger et de proposer des idées tout en écoutant et respectant la parole d'autrui est venue naturellement. Grâce à cela, l'environnement de travail est sain et les propositions circulent plus rapidement au sein de l'équipe car personne n'a la crainte d'un jugement déplacé. Bien entendu, c'est une valeur essentielle pour qu'un groupe puisse suivre un bon fonctionnement et s'épanouir.

«Égalité» - Les enfants atteints d'une dyspraxie n'ont pas les mêmes chances de réussite à l'école comparées à celles de leurs camarades. Il est plus difficile pour eux de suivre le cours et par conséquent réussir une année scolaire. Cette inégalité dès la naissance c'est un point que l'équipe souhaite combattre et chaque personne de l'équipe est sensible à ce genre de chose. L'objectif par cette valeur est de redonner à ces enfants les clés de la réussite scolaire qu'ils méritent.

«Transparence» - Notre méthode de travail a toujours été transparente avec les thérapeutes et les parents, nous ne souhaitons rien cacher afin de garantir une relation de confiance. Notre outil ne prétend pas pouvoir faire des miracles, nous restons honnêtes quant à son efficacité et les solutions qu'il peut offrir. Depuis le début du projet, le contact a toujours été maintenu, d'une part avec les thérapeutes lors des entretiens Zoom et d'autre part avec les parents par le biais des groupes *Facebook* et des formulaires en ligne à remplir.

«Goût d'entreprendre»- Notre équipe évolue depuis plus d'un an et demi et notre relation à l'entrepreneuriat a pris une bonne direction aussi, celle de vouloir se lancer dans le bain. Nous avons soif de découvertes et de nouvelles expériences. Louis a une attirance pour l'entrepreneuriat depuis plusieurs années en s'investissant dans plusieurs projets, Lorène se rendra sur Marseille l'an prochain pour développer un *business* dans l'immobilier sur le côté et Géraud est toujours à la recherche de nouvelles compétences à acquérir. L'équipe possède des caractéristiques entrepreneuriales et les met en valeur dans son projet.

«Créativité» - Développer une plateforme et des jeux vidéo de A à Z sans support a été un réel challenge pour l'équipe. Outre la charge de travail, notre imagination et notre créativité ont été mises à rude épreuve. Cette valeur permet de se dépasser dans la création de la plateforme et elle est au centre de la collaboration de l'équipe. L'imagination de Lorène et le côté artistique de Géraud ont soutenu Louis dans le développement de la plateforme. Cette symbiose a dégagé un visuel qui dépassait nos attentes.

«Qualité» - C'est un des éléments centraux de notre projet. La qualité de la plateforme influencera directement l'efficacité de cette dernière et nous tentons de travailler d'une

manière irréfutable à cette fin. Proposer un service fini de qualité aux utilisateurs a beaucoup d'importance à nos yeux, c'est une valeur intrinsèquement liée à notre mission.

«Responsabilité» - Chaque membre de l'équipe a ses responsabilités et n'hésitent pas à prendre des initiatives. C'était au tout début un point moins respecté et mettre cette valeur en avant permet de se rappeler d'erreurs à ne plus commettre. Prendre part à ses responsabilités c'est avant tout soutenir l'équipe et respecter ses engagements. Un peu de discipline n'a jamais fait de mal finalement.

11.2.4 Modèle VRIN

Tout d'abord, il est pertinent de préciser que les ressources constituent les avoirs de l'entreprise et les compétences les savoirs. Respectivement, deux types de ressources et de compétences existent. Les ressources et compétences de base qui sont indispensables pour exercer une activité dans notre secteur. Ensuite les ressources uniques et les compétences distinctives qui, comme leurs noms l'indiquent, se différencient des autres concurrents.

Bien identifier ses ressources et compétences est essentiel car elles peuvent être à l'origine d'un avantage concurrentiel durable pour l'entreprise. Lorsque cette capacité stratégique est mise à profit, elle contribue à la pérennité de l'entreprise par une proposition de valeur supérieure à la concurrence.

Cependant, il faut encore prouver que nos ressources et compétences sont bien distinctives des autres entreprises et c'est à ce moment qu'intervient le modèle VRIN. Par exemple, pour qu'une ressource soit source d'avantage comparatif, elle doit remplir les quatre conditions suivantes : valeur perçue par le client, rare, difficilement imitable et non substituable (VAS, 2020).

Dans ce tableau (voir figure 11.3), les ressources et compétences clés du projet seront identifiées et analysées selon la méthode VRIN.

Ressources seuils	Ordinateur Personnel Argent
Compétences seuils	Gestion Développement <i>web</i> Pédagogie

TABLE 11.2 – Ressources et compétences seuils

Ressources uniques	Créateur de valeur	Rare	Inimitable	Non-substituable
Psychologue	X	X	X	
Informaticien	X		X	
Partenaires	X	X	X	X
Compétences distinctives	Créateur de valeur	Rare	Inimitable	Non-substituable
Psychologie éducative		X	X	X
Troubles dyspraxiques		X	X	X
Développement de jeux	X		X	X
Machine Learning	X	X	X	X

TABLE 11.3 – Modèle VRIN

11.3 Décisions stratégiques

Cette section signe la fin du diagnostic stratégique externe et interne. En connaissance de l’environnement et des capacités stratégiques du projet, la matrice SWOT lèvera le voile sur les forces/faiblesses de l’équipe et les menaces/opportunités de son marché. L’ensemble des analyses donnera une meilleure vision et conclurera des décisions stratégiques qui auront un impact direct sur le projet.

11.3.1 La matrice SWOT

L’analyse SWOT (voir Tableau 11.4) identifiera les forces et faiblesses (analyse interne) et les opportunités et menaces (analyse externe) du domaine d’activité stratégique. La matrice déterminera les options offertes dans cet environnement en fonction des moyens disponibles (VAS, 2020).

Forces

La complémentarité des compétences des membres de l'équipe permet de développer correctement la solution ainsi que de trouver une stratégie pour la rendre viable. Chaque membre possède son domaine de prédilection et l'échange de savoirs se fait naturellement.

Grâce à la maman de Louis, nous avons pu entrer en contact avec des thérapeutes compétentes dans le domaine. Cela a permis de cerner les aspects plus complexes de la problématique. La communauté d'aide aux troubles de l'apprentissage étant très active et investie, nous avons pu rentrer en contact avec un bon nombre d'entre eux pour challenger notre projet.

Une des forces de notre équipe est que nous travaillons tous les trois ensemble depuis 18 mois. Nous avons eu le temps de nous connaître et d'apprendre à travailler ensemble. L'ensemble de l'équipe arrive à faire preuve d'une grande cohésion dans les moments compliqués.

L'équipe étant relativement jeune, elle a grandi avec internet et toute une série de technologie numérique. Cela lui a permis de découvrir les jeux vidéos ainsi qu'un format d'éducation numérique avec des plateformes comme *Youtube*, *Udemy*, *Moodle* etc. La combinaison de ces connaissances donne conscience des forces et de l'utilité de la gamification pour améliorer l'éducation.

Faiblesses

Concernant les faiblesses, les solutions pour pallier les troubles dyspraxiques sont souvent développées par des spécialistes dans le domaine, par des parents d'enfants atteints de dyspraxie ou encore par des personnes dyspraxiques elles-mêmes. Dans ces cas de figure, ces personnes connaissent parfaitement les difficultés et besoins des enfants. L'équipe possède beaucoup moins d'expériences dans ce domaine. Heureusement, Lorène continue régulièrement d' étoffer ses connaissances mais le travail est fastidieux. Nous devons nous renseigner et ne pas hésiter à contacter le plus de thérapeutes possibles afin d'avoir un niveau global de connaissances sur les troubles dyspraxiques équivalant à la concurrence. Plus nous serons conscients des problèmes des enfants plus la plateforme répondra à leurs besoins.

À l'heure actuelle, le projet manque de visibilité. La création de réseaux sociaux n'était pas une priorité. Commencer à créer une communauté sans avoir de quoi la maintenir active est risqué. Néanmoins, si une autre stratégie avait été choisie en créant des réseaux sociaux plus tôt, la publicité des événements *Futureishere.brussels*, *Mind and Market* et *Louvain Student Angels Fund* aurait pu aggrandir notre communauté. Étant donné que nous avons créé nos réseaux sociaux suite à ces événements, profiter totalement de cette mise en avant a été difficile.

Dans un cadre social, la viabilité des projets entrepreneuriaux est fragile. La capacité à monétiser le projet et atteindre une croissance constante est primordiale, à cet effet, l'accent sur un plan financier bien ficelé a été mis. Le manque d'expérience en ventes au sein de l'équipe pourrait être un désavantage. Dès lors, un accompagnement pour réaliser au mieux cette tâche sera nécessaire.

Durant sa création, la plateforme a souvent reçue des remarques sur son *design*. Les thérapeutes et les parents ont souligné ce défaut. Des experts rencontrés lors du *Mind and Market* 2022 nous ont aussi fait part de cela. Nous avons fait au mieux pour l'améliorer avec nos propres moyens. Un changement de comportement chez les thérapeutes s'est ressenti durant les tests. Les critiques ont laissé place à des remarques positives. Toutefois, il reste encore des pistes d'amélioration. Faire appel à une aide extérieure pour obtenir un *design* plus professionnel est une solution.

Opportunités

Une opportunité indéniable est l'essor du numérique dans l'éducation et plus particulièrement de l'utilisation de la gamification pour rendre le tout plus amusant. C'est grâce à ce gain de popularité que notre solution est crédible aux yeux des utilisateurs. De plus, les études faites sur la gamification pour des plateformes d'éducation a aussi permis de mieux *designer* la plateforme.

Suite aux études de marché, nous avons constaté que les parents et thérapeutes étaient en quête d'un meilleur outil pour apprendre la dactylographie. Souvent peu moderne, rarement ludique et faiblement adapté aux troubles dys-, les outils actuels n'ont pas conquis le public. Il y a donc une place pour Hécatéris sur ce marché.

Les troubles de l'apprentissage sont un sujet de plus en plus fréquent dans le monde de l'éducation. Certains essaient d'adapter leur mode d'enseignement aux enfants dys-, d'autres font aussi appel aux outils numériques pour faciliter leur enseignement. L'utilisation d'un ordinateur ou d'une tablette à l'école est de plus en plus courante pour les enfants dys-. Apprendre à taper au clavier est donc une compétence importante à avoir.

L'objectif étant de fournir une plateforme permettant d'apprendre la dactylographie de manière ludique aux enfants dyspraxiques, la solution se positionne dans le milieu paramédical. En étant dans ce milieu, nous avons la possibilité d'obtenir le soutien des thérapeutes et donc obtenir une quelconque certification par ceux-ci. Ce soutien permettrait de convaincre plus facilement les parents de l'utilité de la plateforme.

L'élargissement de la politique de remboursement par l'INAMI pourrait permettre à la plateforme d'être remboursable par la mutuelle si une série de conditions sont respectées. Plus d'informations se trouvent dans la section 13.5.1.

Menaces

Que ce soit les thérapeutes, les parents ou les enfants, tous sont exigeants. La plateforme doit être agréable d'utilisation et visuellement. La difficulté des exercices et des jeux doit être adaptée au niveau de l'enfant. Et, forcément, la plateforme ne doit pas contenir de bug.

Les parents sont prêts à dépenser beaucoup d'argent pour aider leur enfant dys- à avoir une éducation adaptée. Cela implique qu'ils sont potentiellement prêts à payer pour une plateforme comme la nôtre ou qu'au contraire, ils ne veulent pas dépenser plus pour un enième support à l'éducation de leur enfant.

La dernière menace est la faible vitesse de la transition numérique dans le secteur de l'éducation. Certe de plus en plus d'enfants avec des troubles de l'apprentissage ont un ordinateur à l'école mais si cela est rendu accessible à tous les enfants, l'opportunité d'étendre la plateforme pour l'enseignement général se présente.

Forces Complémentarité des compétences des membres de l'équipe Réseau Cohésion de l'équipe Affinité de l'équipe avec les technologies utiles à l'éducation	Faiblesses Faible connaissance du domaine des troubles de l'apprentissage Visibilité Pas assez de connaissances en <i>design</i> Pas d'expérience en ventes dans l'équipe
Opportunités Essor de la gamification dans le monde de l'éducation Manque d'outils adaptés sur le marché Adaptation naissante du système éducatif aux personnes ayant des troubles de l'apprentissage Possibilité d'obtenir une certification de la solution par les thérapeutes Nouvelle politique de l'INAMI sur les remboursements	Menaces Exigences des utilisateurs Capacité des parents à payer pour la solution La faible vitesse de transition numérique des systèmes éducatifs

TABLE 11.4 – Matrice SWOT

11.3.2 Conclusion

Selon la SWOT, la capacité des parents à payer pour la solution et l'exigence des utilisateurs sont clairement les deux plus grandes menaces. Comme précédemment énoncé, la pérennité du projet dépend directement de la volonté des parents à mettre de l'argent dans le service. D'autres solutions, moins efficaces à première vue, existent. En d'autres termes, notre solution n'est pas indispensable pour apprendre la dactylographie à ces enfants. C'est à l'équipe de prouver que cette nouvelle pédagogie est beaucoup plus appropriée que les autres. Pour y arriver, il faut tirer intelligemment partie de tous les acteurs du milieu et suivre un cheminement cohérent avant la mise en vente du service. Plusieurs facteurs clés de succès (FCS) sont identifiés pour y parvenir.

La relation avec les thérapeutes (FCS n°1), ci-après, les leviers permettant de garder une entente saine et en bénéficier :

Garder une proximité : les échanges avec les experts sont très enrichissants. L'avancement de la plateforme n'aurait pas pu être aussi rapide sans leurs aides. Notre engagement pour aider les enfants dyspraxiques passent par les thérapeutes, nous ne

souhaitons pas jouer à contre sens avec eux. Au contraire. Avoir une étudiante en psychologie dans l'équipe rassure certainement les praticiens. C'est une ressource non négligeable qui permet aux thérapeutes d'avoir un point de repère cohérent dans la composition de l'équipe.

Force de vente : notre force de vente est un de nos points faibles. Personne dans l'équipe n'a ce tact pour convaincre quelqu'un d'acheter quelque chose. Pour pallier ce problème, plusieurs choix sont envisageables. Par exemple, investir dans cette compétence en suivant des formations de commercial. Avoir une psychologue dans l'équipe est aussi un point intéressant en terme de persuasion. Avoir recours à un vrai commercial est aussi une possibilité, néanmoins dénuée de sens à nos yeux. Perdre le contact avec ses clients c'est se rendre aveugle en n'étant plus le témoin direct de leurs mécontentements. Une autre alternative est possible, vendre le service par le biais des thérapeutes. À ce moment, plus besoin d'expérience en vente, les praticiens deviennent la force de vente. C'est un choix intéressant, notamment par la crédibilité du statut des professionnels. Pourquoi les thérapeutes devraient payer le service alors que celui-ci soutient en réalité les problèmes des enfants. La demande d'une solution bon marché de la part des thérapeutes vient également soutenir un tel choix. Celui-ci sera confirmé par l'étude *marketing*.

Obtenir une certification : travailler avec les thérapeutes et vendre le service par leur intermédiaire, c'est se donner les chances d'obtenir une certification de la solution. Pour autant que celle-ci soit efficace et utile.

Prouver l'utilité de la plateforme : la plateforme a comme but de faciliter l'apprentissage des enfants et la vie des professionnels. Toutes les études préalablement citées confirment ces deux besoins. Néanmoins, il faut aller dans ce sens et ne pas hésiter à faire tout ce qui est en notre pouvoir pour développer un outil qui, dès la première utilisation, dégage un sentiment de performance. Il paraît dès lors évident de se mettre dans la peau des enfants et des thérapeutes et de réfléchir aux réelles fonctionnalités pouvant largement faciliter la façon dont ils exécutent et enseignent les cours. Actuellement, la plateforme offre la possibilité de créer des cours facilement, jouer à un contenu de jeux variés, paramétrer le compte et suivre les statistiques de l'enfant. Il est possible d'aller plus loin et ces améliorations seront vues dans la section Scénario

stratégique de différenciation 12.1.4 dans le chapitre suivant. L'équipe souhaite avant tout offrir un service de qualité en lien avec ses valeurs.

La crédibilité face aux parents (FCS n°2), ci-après, les leviers pouvant faire pencher la balance en notre faveur :

Perception du service : en obtenant une certification et vendre le service par le corps médical, c'est largement gagner la confiance des parents pour les convaincre de l'efficacité de l'outil. Par la suite, se faire connaître dans le domaine paramédical est une opportunité pour étendre la visibilité de la plateforme.

Communication et *marketing* intelligent : la communication est un point crucial, nous avons déjà été averti. Malheureusement, une présence sur les réseaux semblait prématurée avant d'avoir un MVP convaincant à présenter. Dès lors, notre activité sur les réseaux est très légère. C'est un point dans lequel il faudra investir. Nos pages *Facebook*¹ et *LinkedIn*² ont été créées, pour attirer notre cible nous devons poster régulièrement du contenu mettant en avant le service et ses fonctionnalités clés. Nous attendons d'avoir plus de contenus pour lancer le début de la campagne publicitaire, notamment une vidéo promotionnelle³ du projet en cadeau de victoire du concours organisé à Bruxelles par *100 000 entrepreneurs*. La communication peut aussi se faire sur la plateforme. La configuration de notre communication sera largement expliquée dans la section 12.2.4 du chapitre suivant.

Offre de prix : certains parents ne possèdent pas de moyens financiers conséquents. Il faut en tenir compte et proposer une offre de prix justifiable par rapport au pouvoir d'achat des clients, au prix de la concurrence et à la qualité du service.

L'intérêt des enfants (FCS n°3) :

UI & UX de la plateforme : le *design* actuel de la plateforme est à améliorer. Depuis le début, le développement de la plateforme est très axé sur les fonctionnalités, en effet, parvenir à un résultat satisfaisant en terme d'utilisation est déjà un gros défi.

1. <https://www.facebook.com/Hecatérís-100397349337098/>

2. <https://www.linkedin.com/company/hecatérís/about/>

3. https://www.youtube.com/watch?v=P_L1q6ham-cab_c&channel=100000EntrepreneursBelgique

Selon les premiers retours D.1, cette dimension de la plateforme est performante. Différents changements sont à faire comme diversifier les couleurs (mettre une coloration sur les boutons), rajouter des logos et des images, mettre d'avantage la mascotte en avant. Une attention particulière doit tout de même être faite pour garder une plateforme abordable visuellement pour un adolescent. Pour réussir ce switch visuel, nous pourrions payer un *web designer*, un stagiaire mi-temps qui s'occuperait aussi de la partie *marketing* sur les réseaux, sinon de le faire par nous-mêmes en s'informant sur le côté.

Variété des jeux vidéo : afin que les enfants accrochent à la plateforme il faut proposer un contenu de jeux vidéo qui se renouvelle. Mettre les connaissances de notre génération en matière de technologie au profit de la création innovante de jeux. En effet, le style de jeux vidéo peut faire l'affaire de plus de réflexion, que chaque jeu soit lié à un mot important. Par exemple, imaginer que la mascotte doit faire deviner ces mots aux enfants. Au début de chaque cours, elle donne un indice supplémentaire. Tant que le mot n'est pas trouvé par l'enfant, l'accès aux autres jeux est bloqué. Nous devons jouer de notre créativité pour trouver des idées originales auxquelles les enfants accrocheront.

Cours générique : mise à part les cours donnés par les thérapeutes, le cours générique de la plateforme sera disponible. Pour attirer encore plus d'enfants dyspraxiques, il est opportun de créer un cours très précis qui puisse convenir à différents enfants de différentes tranches d'âge.

Chapitre 12

Marketing

Dans ce chapitre, le *marketing* dit stratégique sera tout d'abord analysé, c'est-à-dire les choix stratégiques qui exerceront une influence sur le marketing opérationnel. Le *marketing* stratégique consiste tout d'abord par analyser clairement son produit/service et son marché. La macro-segmentation et la micro-segmentation se dégageront de cette analyse et permettront dans un second temps de choisir un ciblage cohérent du nombre de segments, en fonction de la demande, et un positionnement pertinent en investissant dans certains attributs, en fonction de l'offre déjà présente sur le marché (LAMBIN et de MOERLOOSE, 2021).

12.1 Marketing stratégique

12.1.1 Panier d'attributs

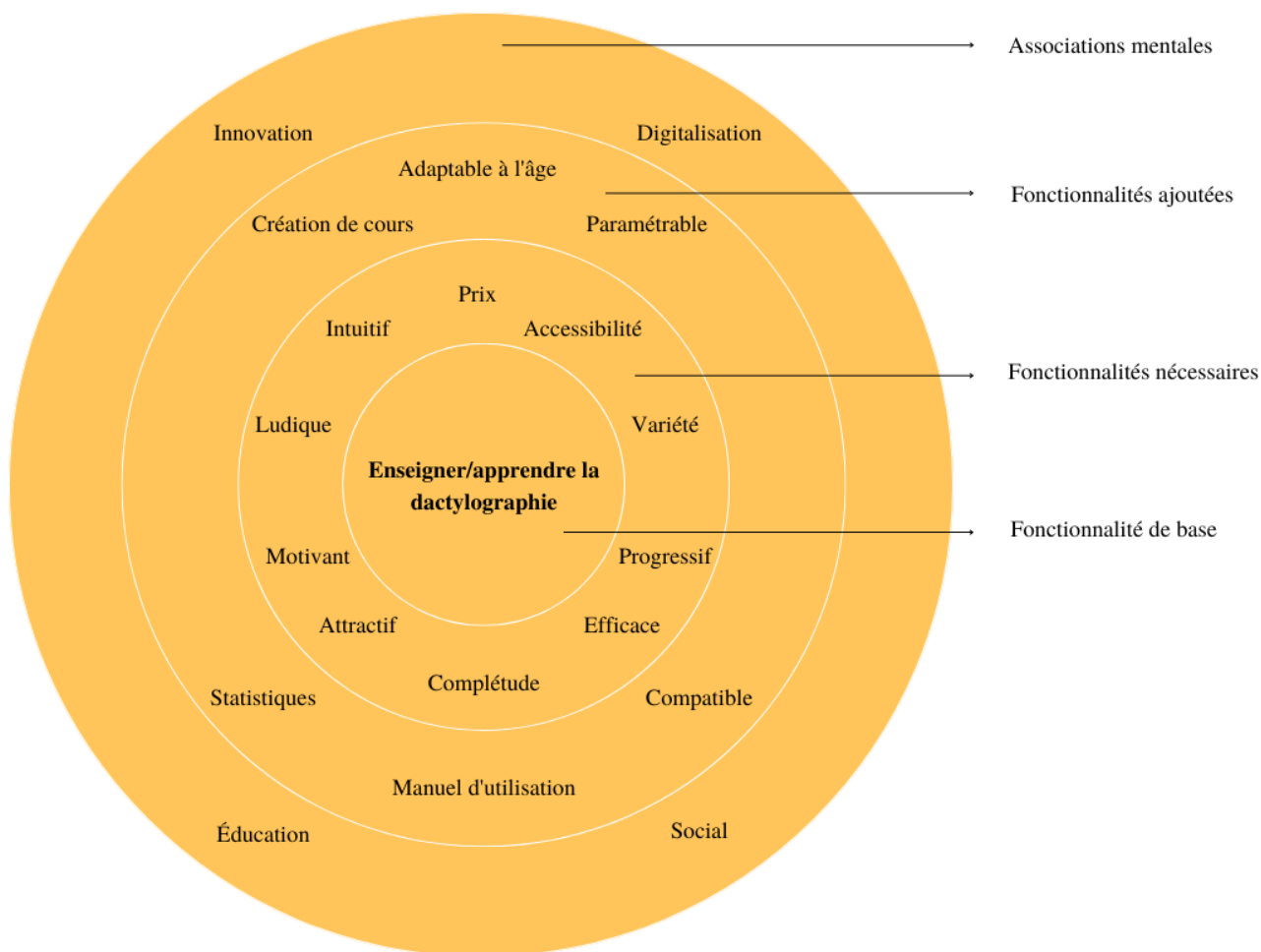


FIGURE 12.1 – Panier d'attributs

La **fonctionnalité de base** à laquelle Hécatéris souhaite répondre est le besoin d'enseigner/apprendre la dactylographie. Dans les **fonctionnalités nécessaires**, il y a l'attractivité, chaque solution dispose d'un niveau d'attractivité en termes de visuel. Par la suite, les **fonctionnalités ajoutées** confèrent une valeur ajoutée à la solution, ici la création des cours et le fait que la plateforme soit paramétrable. Enfin, les **associations mentales** correspondent à ce que le client percevra en entendant la marque. L'innovation qui permet une nouvelle forme d'éducation et la digitalisation au service du social.

12.1.2 Segmentation

Macro-segmentation

Comme dit précédemment (voir chapitre 10), le marché cible du projet est l'apprentissage de la dactylographie en ligne. Pour définir ce marché plus précisément et connaître la zone de couverture de celui-ci, un graphe de macro-segmentation sera construit.

Les besoins sont d'enseigner et d'apprendre la dactylographie, il y a les enseignants et les apprenants dans les groupes de clients (voir graphe de macro-segmentation 12.2). Les solutions répondant à ces besoins sont les plateformes en ligne, les logiciels et Microsoft Word. Dans notre cas, nous sommes dans la première catégorie, plateforme en ligne.

Le marché de référence du projet est une industrie. La stratégie de couverture sur ce marché est dès lors un spécialiste produit. C'est-à-dire que nous répondons à plusieurs besoins (2) en s'adressant à plusieurs segments (2) mais à l'aide d'une seule solution technologique (LAMBIN et de MOERLOOSE, 2021).

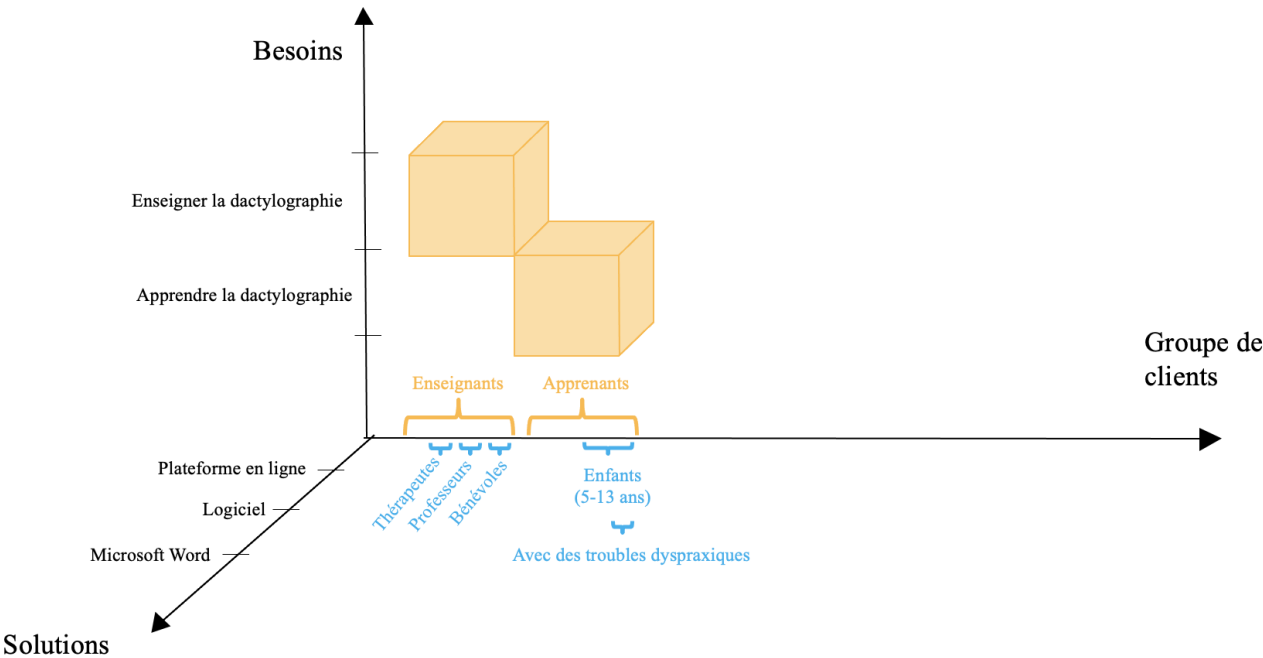


FIGURE 12.2 – Graphe de macro-segmentation

Micro-segmentation

Dans cette section, les groupes clients seront segmentés selon différents critères. Ce choix sera également supporté par des interviews quantitatives (voir annexe E) qui ont permis de confirmer le choix de cette segmentation.

Tout d'abord, le groupe client «Enseignants» va être divisé en 3 sous-segments («Thérapeutes», «Professeurs» et «Bénévoles») selon une segmentation descriptive : profession (voir couleur bleue dans le graphe de macro-segmentation 12.2). Il paraît intéressant de préciser davantage ces sous-segments. Dès lors, les thérapeutes sont ceux présents dans le domaine des troubles de l'apprentissage. Les professeurs sont ceux présents dans les écoles spécialisées. Enfin, les bénévoles sont ceux présents dans les associations.

Par la suite, le groupe client «Apprenants» est divisé en un sous-segment («Enfants de 5-13 ans atteints de troubles dyspraxiques») selon une segmentation descriptive : âge et santé (voir couleur bleue dans le graphe de macro-segmentation 12.2). Une nouvelle précision doit se faire, dans ce cas de figure, plusieurs cibles *marketing* existent. Premièrement, les enfants qui agiront comme utilisateurs et deuxièmement les parents qui auront la responsabilité d'acheteurs. En conséquence, les actions *marketing* pour attirer le client se dirigeront vers les acheteurs mais l'apparence définitive du service devra également satisfaire les utilisateurs.

Table de micro-segmentation

Le tableau repris ci-dessous, issu d'entretiens quantitatifs (voir annexe E), reprend un nombre biaisé d'astérisques correspondantes à chaque attribut. En effet, ce nombre correspond à la quantité de fois de la mention de l'attribut dans les entretiens quantitatifs (voir annexe E). Aucune étude pour évaluer les attributs selon une échelle de 1 à 5 n'a été faite chez les thérapeutes et les parents. Ces résultats sont donc à prendre avec précautions, néanmoins ils représentent une tendance dans les groupes de consommateurs qui garde toute sa pertinence pour de décisions futurs.

Attributs	Thérapeutes	Parents
Prix	***	**
Ludique/environnement drôle	*****	***
Variété	**	**
Statistiques	***	/
Adaptable à l'âge	*	*
Motivant	***	***
Complétude	*	/
Accessibilité/wifi	**	/
Paramétrable	*****	*
Création de cours	*****	/
Facilité d'utilisation/intuitif	/	*****
Progressif/évolutif	/	**
Beau visuel/attractif	/	**
Compatible avec d'autres logiciels (Word)	**	*
Manuel d'utilisation	/	**
Efficace	/	*****

TABLE 12.1 – Table de micro-segmentation, les couleurs correspondent à l'importance de l'attribut (rouge : très important, orange : moyennement et blanc : peu important)

Dans une étude *marketing* future, évaluer plus précisément l'importance qu'accorde chaque utilisateur à ces attributs semble intéressant. Cette analyse confirmera les résultats obtenus dans la table de micro-segmentation 12.1.

Conditions de réussite d'une segmentation

Selon LAMBIN et de MOERLOOSE (2021), chaque segment doit vérifier plusieurs critères pour être efficace. Par exemple, s'assurer de réponses hétérogènes entre les segments pour éviter que deux produits se cannibalisent mutuellement.

1. Réponse différenciée

Les réponses des 2 segments sont relativement bien différentes. D'une part, les thérapeutes souhaitent un outil permettant de créer des cours et de les paramétrer en fonction des difficultés de leurs patients. D'autre part, les parents veulent un outil qui soit facile d'utilisation pour leurs enfants et efficace pour accélérer la rapidité d'apprentissage. Les deux segments accordent sensiblement la même importance aux côtés ludique et motivant.

2. Taille suffisante

Le nombre de thérapeutes en Belgique n'est pas très conséquent, encore moins ceux enseignant la dactylographie. Cette profession ne ressent pas de croissance particulière ces dernières années, en tout cas rien ne l'indique. Cependant, les inscriptions aux études de Psychologie explose ces derniers temps selon OSSEL (2021), +70% en 8 ans. C'est d'ailleurs un sujet qui inquiète les universités pour parvenir à gérer le parcours d'autant d'étudiants. Par la suite, le nombre de parents d'enfants atteints de dyspraxie est difficilement mesurable. Cependant, la taille de la population des enfants avec un TDC donne des indications intéressantes. Comme énoncé dans le chapitre 10, les troubles dyspraxiques sont de plus en plus diagnostiqués. C'est une sorte de démocratisation de ce genre de troubles qui, autrefois, n'étaient que peu pris en considération.

3. Mesurabilité

Les thérapeutes qui enseignent la frappe au clavier :

Cette partie de la population n'est pas facile à identifier, néanmoins quelques estimations sont réalisables grâce à une règle de 3. Une liste de contacts nous a été envoyée, cette dernière n'est pas complète mais peut permettre une estimation vers le bas de la taille de la population. Cette liste, qui nous a été communiquée par une bénévole travaillant dans ce domaine, comporte 60 contacts thérapeutes enseignant la frappe au clavier en Belgique francophone. Sachant que la population wallonne est de 3,65 millions de personnes (STATBEL, 2021), si au moins 60 thérapeutes travaillent en Wallonie, alors la taille totale du segment vaut la proportion par rapport à la population francophone (81 330 000 personnes) en Belgique, France (STATISTA, 2022a), au Luxembourg (STATISTA, 2022b) et au Québec (STATISTA, 2021).

60 thérapeutes $\Rightarrow$ 3 650 000 individus

1 thérapeute $\Rightarrow$ 60 833 individus

1337 thérapeutes $\Rightarrow$ 81 330 000 individus

Ce nombre est intéressant, une section ultérieure l'abordera. Effectivement, il estime la borne minimale de la population de thérapeutes enseignant la frappe au

clavier.

Les enfants dyspraxiques qui souhaitent apprendre la dactylographie :

Ce point ne fait pas directement référence à un segment mais chaque enfant endosse le rôle d'utilisateur dans les segments. C'est également un nombre qui confirme le besoin de la solution et la présence de ces troubles au sein de la population.

Selon GIBBS et al. (2007), les prévalences d'enfants dyspraxiques (6-10% dont 2% avec des symptômes sévères) dans le monde sont assez élevées dans la population. Néanmoins, les degrés de troubles sont très différents pour chaque enfant et certains n'ont pas la nécessité d'apprendre à taper au clavier. De plus, ce résultat à une échelle mondiale est un peu biaisé par la plupart des pays à forte démographie qui sont en voie de développement. La probabilité d'enfants avec des troubles de l'écriture est plus récurrente que dans les pays occidentaux. En conséquence, l'échelle du bas est plus juste pour estimer la taille du marché (6%).

Par la suite, l'âge ciblé sont les enfants entre 5 à 13 ans ce qui représente $\pm 10\%$ de la population en Belgique (STATBEL, 2021) et la population francophone dans le monde atteint 81 300 000 personnes. Suivant ces données, l'entièreté de ce segment adressable équivaut à 487 800 enfants (voir ci-dessous) avec des problèmes moteurs d'écriture et susceptible d'avoir recours à la dactylographie pour les soutenir.

$$81\,300\,000 * 0,06 * 0,1 = 487\,800 \text{ enfants dyspraxiques}$$

C'est un chiffre prometteur qui confirme que les troubles dyspraxiques sont très présents dans la population.

4. Accessibilité sélective

Pour ce qui est de l'accessibilité sélective, il sera relativement simple d'accéder aux thérapeutes. En effet, la prospection se fera dans les événements paramédicaux, hôpitaux, centres spécialisés et dans les cabinets indépendants. De

plus, les thérapeutes sont actifs sur les réseaux sociaux, c'est également un endroit où nous pourrions rentrer en contact avec eux. Les parents d'enfants dyspraxiques sont légèrement plus compliqués à atteindre. Ces derniers sont aussi souvent présents sur les réseaux sociaux, plusieurs dizaines de groupes *Facebook* de parents existent. Mis à part cela, nous devrions avoir recours à de la publicité qui ciblera des personnes entre 30-40 ans ayant un intérêt pour des sujets liés aux troubles de l'apprentissage. Le *Big Data* permet d'avoir des critères de segmentation aussi précis.

12.1.3 Ciblage et positionnement

En *marketing*, le ciblage, c'est avant tout faire un choix de son/ses segments ainsi que des attributs qui permettront d'avoir un avantage concurrentiel. Ce choix se fait à la vue de différents critères, comme l'importance que le client accorde à certains attributs et également la performance de sa solution par rapport à la performance de ses concurrents sur les mêmes attributs. Dans le cas d'un scénario de différenciation, il paraît évident d'investir dans des attributs innovants qui ajouteront au service une valeur ajoutée qui sera perceptible par les clients (LAMBIN et de MOERLOOSE, 2021).

Choix des attributs de différenciation

Avant de commencer, voici deux petits textes résumant les mentalités des segments par rapport aux besoins qu'ils rencontrent. Ceux-ci sont basés sur les scores obtenus dans le tableau de micro-segmentation 12.1 mais aussi des différentes discussions que nous avons pu avoir avec des praticiens et des parents.

Mise en contexte par segment :

S1 : thérapeutes sont à la recherche d'une solution qui facilitera le travail qu'ils ont à faire. C'est un boulot parfois compliqué, qui demande beaucoup de temps. Une solution permettant de faire gagner du temps aux thérapeutes permettra de mieux le gérer et disposer du temps nécessaire à chaque patient pour que ce dernier puisse recevoir la meilleure qualité d'apprentissage. Dans ce contexte, une création de cours performante permettant de pouvoir les utiliser/partager avec d'autres patients/collègues est un gain

de temps considérable. De plus, les enfants pourront accéder au cours en séance mais également de chez eux, à la maison. Toujours pour faciliter le travail du thérapeute, une section gestion des patients avec des *feedback* sur les cours précédents ainsi que des statistiques sur chaque lettre tapée par l'enfant sont un autre gain de temps supplémentaire. Par la suite, l'expérience de l'utilisateur est aussi importante à leurs yeux, le fait que le profil de l'enfant soit paramétrable et que l'aspect de la plateforme soit ludique. Ces aspects permettront à l'enfant de rester motivé tout au long de son apprentissage et de gravir plus rapidement des échelons. Pour terminer, le prix est une caractéristique non négligeable, certains thérapeutes sont indépendants et investir une trop grosse somme d'argent chaque mois peut être risqué pour leurs activités.

S2 : parents veulent une solution qui allègera tous les soucis qu'ils ont actuellement avec l'apprentissage de la dactylographie pour leurs enfants. Apprendre à un si jeune âge n'est pas une mince affaire et les parents en font aussi les frais. C'est probablement pour cette raison, que l'efficacité de la plateforme est grandement mise en avant dans ce segment. Les parents se sentent aussi délaissés quant aux problèmes de leurs enfants, ils ne comprennent pas clairement les démarches à faire, la façon dont un enfant avec un TDC fonctionne et in fine quelle pédagogie préconiser pour soutenir leur enfant, sans l'aide d'un thérapeute, dans son apprentissage de la dactylographie. Dès lors, la facilité d'utilisation et un manuel d'utilisation de la plateforme sont recommandés pour les parents qui se sentent un peu perdus. Cet aspect est également intéressant pour permettre à l'enfant d'être autonome et de travailler seul pendant ses temps libres. La demande d'une plateforme ludique et motivante revient à nouveau dans ce segment car c'est un manque observé dans les solutions utilisées par les parents actuellement.

En conclusion, le choix semble se porter vers les attributs «Ludique» et «Motivant». Ce choix se base sur plusieurs arguments. Tout d'abord, c'est un point sur lequel nous travaillons déjà actuellement en développant une gamme de jeux. Par la suite, ce sont deux attributs qui ont de l'importance et qui sont mis en avant par les deux segments. C'est une preuve d'un réel besoin à ce niveau. Pour continuer, le supplément de prix sera justifié car c'est un aspect manquant/peu présent chez la plupart des concurrents. Par ailleurs, le coût causé par l'augmentation de la performance de ces attributs ne dépendra que de notre travail de développement et éventuellement d'un *web designer*. Cependant,

cette différenciation n'est pas totalement défendable. La plateforme sera protégée par un droit de la propriété intellectuelle mais les idées pourront toujours être reprises par des tiers. Pour finir, l'attribut «Ludique» d'une plateforme se remarque facilement par les utilisateurs, mais l'attribut «Motivant» est plus abstrait. Il s'agira de le mettre en avant pour qu'il soit correctement perçu.

Dans une étude *marketing* future, il semble pertinent d'évaluer la perception des utilisateurs sur ces différents attributs en réalisant une analyse de performance. C'est une manière de valider le travail fait en amont et continuer dans cette direction. Cette analyse pourra être couplée avec une évaluation de la performance des concurrents sur ces mêmes attributs.

Choix du segment cible

Après réflexion et confirmation par des experts, le premier segment cible seront les thérapeutes. Ce choix est justifié pour espérer obtenir une *Proof of Concept* du service. Le jury du *Mind & Market* nous a encouragés à demander une certification de notre outil par les praticiens du domaine. Dans le milieu paramédical, il est essentiel de pouvoir être soutenu par des professionnels. Ce sera un gage d'efficacité de la plateforme qui sera dûment demandé par les parents. Par conséquent, les parents auront confiance en la solution et seront plus enclins à investir dedans par la suite. C'est en rapport avec le modèle économique du projet qui sera expliqué en détail dans la section 12.2.3. Pour déjà apporter un élément, les thérapeutes seront notre plage de débarquement, et les parents notre deuxième segment cible.

En effet, par la suite, une offre sans thérapeute (un cours générique) sera disponible pour les parents qui n'ont pas les moyens d'avoir accès à un thérapeute et pour les parents souhaitant avoir accès à une séance d'introduction à la dactylographie pour leurs enfants avant de commencer les séances d'apprentissage chez un thérapeute.

Il s'agira donc d'un ciblage concentré puisque les efforts seront mis sur un segment au début puis couvriront deux segments par la suite.

Rôle des acteurs

En *marketing*, il est parfois pertinent de poser un nom sur chaque rôle des acteurs de son environnement. C'est le cas lorsque le nombre d'acteurs est élevé et qu'un acteur endosse plusieurs rôles.

Dans notre situation, le choix de chaque rôle est défini comme suit. Les thérapeutes endosseront le rôle de *prescripteur* et *utilisateur*, c'est-à-dire qu'ils prescriront le service aux parents lors de leurs séances et pourront utiliser la plateforme pour créer des cours. Par la suite, les parents auront le rôle *acheteur*, *payeur* et *utilisateur*, c'est en effet eux qui auront le mot sur l'achat de la solution et payeront pour l'avoir. Finalement, les enfants seront considérés comme *utilisateur* vu qu'ils suivront les cours donnés par les thérapeutes. Ce choix des rôles a souvent fait débat au cours de ce mémoire, cette section enlève désormais toute ambiguïté à ce niveau.

Au début, le service se vendait aux thérapeutes, mais suite à la séance des *pitch* chez BECI, notre approche a été modifiée. Cette configuration avait plus de sens notamment à la vue des éléments de la conclusion 11.3.2 dans la section Décisions stratégiques, mais aussi suite à l'étude *marketing* qui montre un faible marché possible si l'offre se dirige uniquement vers les spécialistes. Un premier plan d'affaire avait été construit suivant cette logique de vente chez le thérapeute sans penser que le marché disponible allait s'épuiser après seulement quelques années.

12.1.4 Scénario stratégique de différenciation

Le scénario stratégique de différenciation se basera principalement sur les deux attributs de différenciation, à savoir «Ludique» et «Motivant». C'est par le biais de l'amélioration du service que sa performance sur ces attributs augmentera.

La création d'un univers attirant et abordable pour tous les âges semble primordiale sur la plateforme. En effet, nous voulons offrir la meilleure expérience possible aux utilisateurs et qu'ils se sentent embarqués dans une sorte d'aventure. L'immersion au sein d'une histoire augmente l'engagement et la motivation selon une étude dans la section Jeux et gamification 6.3.1. Par ce biais, l'ennui et la démotivation des enfants

face à des exercices de dactylographie répétitifs ne se feront pas sentir. L'univers prendra la forme d'une histoire dont la mascotte fera office de narrateur. L'enfant sera pris dans des aventures entre chaque séance d'exercices. À titre d'exemple, un enfant pourra terminer un exercice, après la validation de celui-ci, un écran s'affichera et mettra en scène un évènement venant de se produire. La mascotte, prise de panique, demandera immédiatement de l'aide à l'utilisateur pour l'aider dans sa quête. En accédant à la page suivante, un jeu lié aux évènements précédents se lancera et l'enfant pourra alors soutenir la mascotte en utilisant son cours de dactylographie qu'il vient à l'instant de terminer. Chaque histoire correspondra à une thématique et aura sa propre fin. La fin d'une thématique correspondra à la fin de la section d'un cours. En terminant des histoires, l'enfant recevra des récompenses (sous la forme de badges, points d'expérience) et aura accès à un avatar qu'il aura la possibilité de personnaliser tout au long de son parcours. Ces derniers éléments de gamification sont mis avant dans une autre étude également dans la section 6.3.1.

Cette forme d'éléments de gamification est reprise dans beaucoup de jeux actuels mais sans l'aspect pédagogique derrière. Réunir les deux est l'essence même du message que le projet souhaite passer.

Ensuite, la création des cours et la paramétrisation de la plateforme sont également des attributs importants pour les thérapeutes. Jusqu'à maintenant, le développement de la plateforme était fortement focalisé sur ces fonctionnalités. Le retour des thérapeutes est pour le moment plutôt positif quant à la performance de ces attributs, c'est pour cette raison que l'accent sera mis sur d'autres aspects. Un point crucial est quand même à pointer : la façon dont ces fonctionnalités sont mises en avant en matière de *design*. Un gros travail est à faire là-dessus et c'est un élément sur lequel il faudra également investir.

Toutefois, d'autres fonctionnalités seront mises en avant et augmenteront la perception de l'utilité de la plateforme. Elles sont relatives à l'expérience du thérapeute en matière d'efficacité pédagogique de la plateforme et faciliteront la possibilité des enfants à travailler en parallèle de chez eux. Comme cité dans la section sur la mémoire procédurale 3.4, certains facteurs facilitent l'apprentissage en optimisant la mémorisation à long terme. C'est le cas de l'évaluation récurrente de la progression de

l'enfant et du retour de l'information, en d'autres mots, demander à l'enfant de prédire son score avant un exercice. À ces effets, il paraît intéressant de développer des fonctionnalités permettant de faciliter ce genre de processus.

D'autres fonctionnalités sont aussi envisageables, comme la section qui donnera toutes les informations/statistiques nécessaires de chaque patient, des alertes exprimant la fin d'un cours par un enfant, des tests de remise à niveau pour les enfants après une période d'inactivité, des rappels de séances par mail, rendre la plateforme compatible avec d'autres logiciels (comme Word). Ces dernières mettront en avant la valeur perçue de notre service par les thérapeutes.

Grâce à ce scénario, la plateforme est positionnée comme une alternative à l'apprentissage actuel de la dactylographie en mêlant l'utile à l'agréable. D'un autre côté, l'équipe veut également être perçue comme une épaule sur laquelle les thérapeutes peuvent se reposer en facilitant leurs séances d'enseignement.

12.2 Marketing opérationnel

L'analyse *marketing* stratégique préalable va permettre de prendre les bonnes décisions opérationnelles afin d'élaborer un programme d'actions approprié. Ces actions se reflèteront dans le produit, le prix, la distribution et la communication de la plateforme (LAMBIN et de MOERLOOSE, 2021).

12.2.1 Produit

Le service ayant déjà été précisément décrit ultérieurement, cet aspect ne sera pas repris pour rester concis dans nos explications. Cette section couvrira l'évolution de l'identité graphique de la plateforme.

Nom de marque

Le premier nom donné à la plateforme était «Speed-it». Celui-ci faisait référence à la rapidité à laquelle un utilisateur peut taper de ses doigts sur un clavier. Après réflexion et une envie d'envoyer un message plus juste, nous avons décidé de le changer. En effet, la

capacité à écrire rapidement sur un clavier n'est pas la première compétence recherchée par les thérapeutes lorsqu'ils enseignent la dactylographie aux enfants atteints de dyspraxie. Mais bien la précision. Dans ce sens, nous avons choisi comme nom «Hécatéris». Ce dernier provient d'*Hécatéros*, un dieu de la mythologie grec et surtout le dieu de l'*Hécatéris*, une danse faisant référence à son habilité à utiliser ses mains. Ce message laisse deviner que la plateforme permettra aux utilisateurs d'utiliser leurs mains avec habilité afin de taper le plus justement les touches de son clavier. Cette tournure rentre mieux dans la philosophie d'apprentissage des thérapeutes.

Notre nom de marque est efficace au positionnement car il respecte plusieurs des critères ci-dessous. Il est **original**, un mot faisant référence à une partie de la mythologie grec peu connu et dans la barre de recherche *Google*, peu de sites internet sont référencés. C'est un avantage de visibilité sur les moteurs de recherche. Il est sensiblement **mémorisable**, dans le sens où il n'est pas difficile à prononcer mais d'autre part il est légèrement long. Il n'est pas directement **adaptable à plusieurs langues**, la prononciation «r» dans différentes langues ne se fait pas de la même manière et ce n'est pas un mot utilisé sur tous les continents. Néanmoins, en cas d'internationalisation de la marque, raccourcir son nom est toujours possible. Il n'est pas directement **signifiant du positionnement**, peu de gens connaissent l'étymologie du nom. Cependant, un petit texte sur la première page du site permettra aux utilisateurs de comprendre facilement son origine. Il est **attrayant**, la terminaison du mot «is» n'est pas agressive et le mot renvoie une image positive. Le nom Hécatéris peut être **transférable à d'autres produits** dans le futur, le rapport à la mythologie grec peut faire référence aux philosophes partageant des savoirs pendant l'antiquité et donne une ouverture sur le monde de l'éducation actuel (LAMBIN et de MOERLOOSE, 2021).

Logo



FIGURE 12.3 – Premier logo

Le premier logo 12.3 était en rapport avec notre ancien nom. Le logo était très représentatif de notre activité, le clavier fait parler de lui-même. Cependant, nous trouvions qu'un logo dégageant des émotions plus fortes et plus sincères traduirait mieux nos valeurs.

Pour le moment, aucun logo n'a été fait avec le nouveau nom. Nous attendons le résultat d'un professionnel. Par ce logo, nous voulons transmettre la bienveillance et la qualité de notre travail. C'est pour cette raison que la mascotte sera présente dans le logo. Les utilisateurs principaux sont des enfants, il faut garder un côté ludique et attractif pour qu'ils ressentent des émotions positives lorsque le logo apparaît. Notre identité visuelle sera peut-être modifiée dans les mois prochains, afin d'avoir une image de marque plus tournée vers les enfants. C'est un élément peu présent pour l'instant. Notamment, notre nom de marque qui ne paraît pas être à la portée des enfants. Ci-dessous, 12.4, un essai de logo pour visualiser l'image qu'il est plus judicieux de dégager. Ce poulpe, de nature plutôt enthousiaste, parlera mieux aux enfants.

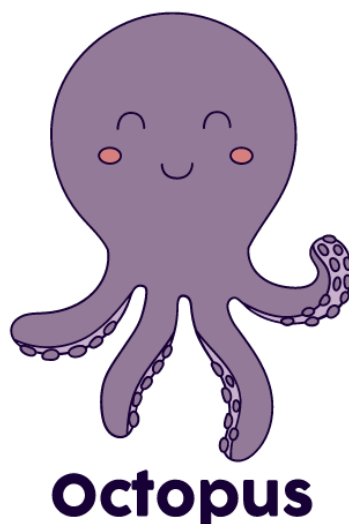


FIGURE 12.4 – Ébauche d'un logo

Mascotte

La mascotte ci-dessous 12.5 a été dessinée par un ami de l'équipe qui nous a quasiment proposés un travail de professionnel en commençant d'abord par mettre sur papier plusieurs dessins au crayon. Ensuite, il nous a proposés les dessins choisis sous une version digitale pour enfin terminer par arrondir les traits de la mascotte finale et proposer différentes possibilités de couleurs.



FIGURE 12.5 – Première mascotte

Cette mascotte laisse penser que l'utilisateur va être embarqué dans un voyage. C'est le message qu'elle doit faire passer, apprendre la dactylographie à cet âge est une aventure. C'est à travers ce voyage entre les différentes thématiques que l'enfant parviendra petit à petit à se rapprocher de la fin de son apprentissage.

Cependant, en discutant avec un partenaire de *Cronos Wallonia*, cette mascotte ne renvoie pas de message en lien avec l'activité projetée et sa qualité d'image ne correspond pas à un *marketing* pour des enfants. Ci-dessous 12.6, un exemple plus parlant de mascotte/logo donné par cette même personne. *Assistool* est une plateforme regroupant toute une variété d'outils administratifs pour aider les logopèdes en Belgique.



FIGURE 12.6 – Mascotte d'Assistool, source : assistool.be

Couleur

Voici la palette de couleur 12.7 faisant partie de notre charte graphique. En partant de la couleur originale du site (la première), un dégradé de couleurs a été construit sur le site *Coolors*¹, permettant plusieurs nuances de jaune dans nos présentations et sur notre site. La couleur jaune est très stimulante et joyeuse. Elle fait aussi référence aux liens sociaux et à l'amitié, qui donne envie de penser au respect et à la confiance que l'on peut donner à ses amis. Ce sont des valeurs sincères au sein du groupe, cette symbiose qui unit l'équipe lorsqu'elle travaille ensemble et qu'elle souhaite partager sur sa plateforme. Comme la phrase très connue : «Seul on va plus vite, ensemble on va plus loin». C'est en s'entraïdant tous ensemble et en collaborant que la construction d'un monde meilleur devient possible.

1. <https://coolors.co/>

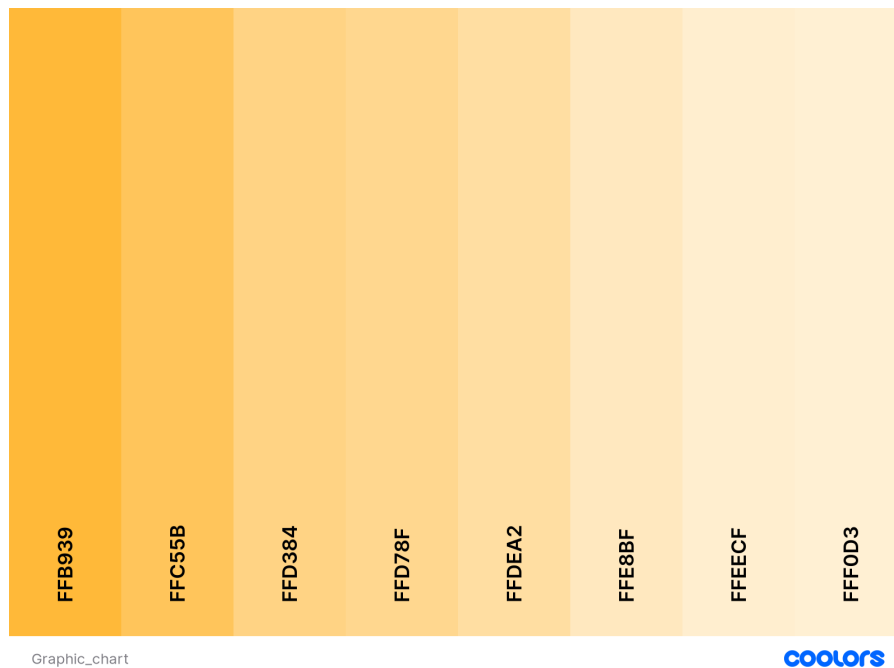


FIGURE 12.7 – Palette de couleur, source : coolors.co

12.2.2 Distribution

Une plateforme en ligne sera le support de distribution, ce choix a déjà été argumenté ultérieurement. C'est un circuit direct. Les paiements se feront en ligne via *Stripe*, un mode de paiement en ligne.

12.2.3 Prix

La façon de monétiser la plateforme a souvent fait débat, toutes les alternatives possibles seront étudiées pour finalement choisir la plus pertinente. Les avantages et les désavantages/risques de chaque modèle par rapport au marché guideront l'analyse. L'offre de prix peut être différente d'un segment cible à l'autre, à la suite de nos recherches, le meilleur équilibre sera mis en évidence.

Service gratuit

Le service gratuit consiste à offrir aux utilisateurs toutes les fonctionnalités gratuitement et monétiser son activité par le biais des annonceurs. C'est un système qui requiert un grand volume d'utilisateurs dès le début pour que les publicités soient rentables. Ce ne sera pas notre cas au démarrage et nous ne souhaitons pas faire du profit avec des publicités.

Cependant, offrir un service gratuit aux professionnels est une opportunité. Ce sera une manière de tester au plus vite le service et vérifier son efficacité. C'est aussi une façon d'encourager le *POC* de l'outil. Si le résultat attendu est satisfaisant, les thérapeutes pourront échanger leurs expériences avec d'autres collaborateurs et agir comme ambassadeurs de notre service. Ainsi d'une part, ce modèle favorise le bouche à oreille chez les praticiens. D'autres part, en faisant un pas en offrant le service, les thérapeutes agiront comme force de vente à notre place en recommandant la plateforme aux parents. En d'autres termes, le système gratuit sera compensé par un système payant par les parents. Il s'agit maintenant de l'identifier parmi les modèles suivants.

Freemium

Selon GERRY et al. (2017), le freemium est un moyen intelligent de proposer son service gratuitement afin de constituer une base solide d'utilisateurs dès le début. Sur le côté, proposer un service de meilleure qualité sous une formule premium et donc payante. Certains utilisateurs seront intéressés par cette formule. Bien entendu, la quantité d'utilisateurs premium sera maigre mais peut suffire à rentrer dans ses coûts.

C'est le modèle utilisé par *Typing Club* qui propose une version gratuite avec des publicités et moins de contenus dans les cours. C'est un modèle qui a de plus en plus de potentiel ces derniers temps et fonctionne très bien. De plus, il permet au début d'avoir des retours rapides des utilisateurs et facilite l'optimisation de la plateforme en fonction de la demande. C'est également une manière intelligente de pénétrer un marché et de pousser les utilisateurs à tester votre solution. Si votre solution est plus séduisante que les autres, ils resteront sur votre plateforme. Certains points sont néanmoins à mettre au clair pour percevoir toutes les résultantes du modèle.

Finalement, l'offre freemium est coûteuse car elle impose d'innover régulièrement afin de garder les *free users*. Dès lors, une analyse doit être faite entre l'investissement qu'il faudra mettre et la taille potentielle du marché qui influencera le nombre d'utilisateurs payants. C'est en majorité pour cette raison que le modèle freemium sera laissé de côté, bien qu'il ait des avantages. En effet, la taille du marché est trop petite pour espérer convertir assez d'utilisateurs payants et être rentable (GÜNZEL-JENSEN et HOLM, 2015).

Essais gratuits

Après quelques recherches et discussions, les essais gratuits semblent une option avec beaucoup de potentiel.

Tout d'abord, les essais gratuits sont une bonne manière de gagner la confiance et la satisfaction des utilisateurs. En effet, avec un accès complet des fonctionnalités pendant une certaine période, l'utilisateur a une vision claire des apports de cette solution et si elle répond suffisamment à ses attentes. Grâce à ce système, les parents pourront se familiariser avec la plateforme et passer à la version payante s'ils sont satisfaits du résultat.

De plus, tout le potentiel de notre service est complexe à décrire dans une vidéo promotionnelle. La version d'essai permettra aux utilisateurs de se faire un avis par eux-mêmes et réduiront les coûts d'acquisition de nouveaux clients.

Une étude du *Journal of Marketing Research* (DATTA et al., 2015) a démontré que la relation entre l'entreprise et un utilisateur attiré par l'essai gratuit est différente de celle avec les utilisateurs ordinaires. Par conséquent, la réceptivité aux activités *marketing* aussi. Pour aller plus loin, les *free trial users* ont moins d'accroche avec l'entreprise et seront moins enclins à rester sur la plateforme. Par ailleurs, cibler les *free trial users* avec une communication basée sur leurs comportement d'utilisation peut fortement impacter le taux de rétention.

En conclusion, l'offre aux parents prendra la forme d'un essai gratuit sur une période d'un mois. Un laps de temps qui paraît suffisant pour se rendre compte de l'efficacité de la plateforme. Après cette période, les utilisateurs devront s'engager dans une version payante pour pouvoir continuer à bénéficier du service.

Abonnement à prix fixe

L'abonnement à prix fixe est le modèle payant le plus utilisé pour des plateformes de ce type. Le gros avantage est d'augmenter le *LTV* de ses utilisateurs. Le break even point arrive plus tard mais la croissance de l'entreprise est garantie sur le long terme.

De plus, le temps d'apprentissage de la dactylographie varie selon chaque enfant. Un système d'abonnement mensuel permet cette flexibilité. Le prix peut être ajusté selon la concurrence, Typing club propose un abonnement mensuel de €7.5 pour sa version premium. Notre prix sera à hauteur de €10 par mois.

Modèle économique

Le modèle *B2B2C* mis en place est basé sur la revente de notre service par les thérapeutes. Ces derniers agiront comme les «porte-paroles» de la solution après l'avoir testée. Si la plateforme permet réellement de rendre l'apprentissage plus efficace et plus ludique, les praticiens auront tout intérêt à proposer cet outil aux parents lors de leurs séances. À ce moment, le parent peut décider ou non de passer à la version d'essai d'un mois (première étape) ensuite enchaîner sur la version payante. Si le parent accepte, son enfant travaillera en séance et également à la maison avec l'aide de notre plateforme. Si le parent refuse, son enfant travaillera en séance selon la pédagogie classique du thérapeute qui lui est propre. Il pourra à tout moment revenir sur cette décision et choisir de finalement opter pour un abonnement.

Le modèle *B2C* part du même principe d'abonnement mensuel pour les parents mais accessible sans devoir passer par un thérapeute. Les parents intéressés pourront commencer la version d'essai en s'inscrivant sur la plateforme depuis chez eux. Dès lors, pas de cours/séances de thérapeute ne sera disponible. L'enfant suivra la méthode Hécatéris spécialement conçue pour lui. Si par la suite, l'enfant commence des séances chez un thérapeute, pas de souci, son ancien compte sera utilisé et les parents ne payeront pas de supplément tant que l'abonnement est toujours valide.

En conclusion, le modèle économique est en réalité la combinaison de deux modèles qui s'enclencheront à des moments différents. Le modèle *B2B2C* commencera au début de la campagne de prospection 12.2.4 tandis que le modèle *B2C* démarrera quelques mois après le début de la campagne publicitaire 12.2.4 sur les réseaux.

12.2.4 Communication

La manière de communiquer dépendra de la phase dans laquelle le projet se trouve. Actuellement, le contact avec les professionnels est le plus important pour continuer à améliorer la plateforme. Par la suite, une phase de tests de performance suivra. Pour s'enchaîner avec le lancement officiel de la plateforme qui sera soutenu par une phase de prospection. Puis, viendra la campagne publicitaire sur *Facebook* pour créer une communauté et lancer la dernière phase de partage de notre propre méthode pour apprendre la frappe au clavier.

1. Contact avec les professionnels

Comme il a souvent été répété, nous travaillons avec la maman de Louis de l'ASBL *Ballon Vert*, Hélène de *APEDA* et également avec Maïté et Virginie du *Centre Alternatives*. Pour le moment, un petit noyau se crée mais il faudrait trouver un meilleur moyen de communication pour faciliter les échanges. *WhatsApp* semble être une bonne alternative pour garder une proximité sans toutefois empiéter dans la vie privée.

La création d'un groupe *WhatsApp* avec tous ces thérapeutes est une option à réfléchir. Néanmoins, dans ce genre de groupe, l'investissement personnel de chaque professionnel dans la discussion sera peut-être moindre que dans une discussion privée.

Notre réseau proche doit encore s'élargir pour atteindre d'autres marchés. L'objectif sera de rentrer en relation avec des thérapeutes au Grand-Duché de Luxembourg et en France dans un premier temps. Par la suite, de nouveaux marchés sont encore accessibles, comme le Québec.

2. Phase de tests de performance

Lorsque la plateforme aura atteint nos espérances, un accès de la version beta va être donné à 5 thérapeutes. Pendant 4 mois, ils pourront l'essayer sur quelques-uns de leurs patients afin d'obtenir des résultats concluants. Le but sera de récolter des indicateurs de performance de la plateforme comme la durée moyenne d'utilisation pour arriver à un certain niveau de précision de frappe (par exemple 60%). Ces tests de performance ont été expliqués plus en détails dans la section ??.

Cette phase aura aussi pour but de détecter les derniers dysfonctionnements qui peuvent survenir à court terme mais aussi moyen terme. La plateforme n'aura jamais été testée durant une période aussi longue.

3. Campagne de prospection

Après cette phase de tests, la plateforme sera enfin prête à se lancer. C'est le début de la campagne de prospection qui aura pour but d'atteindre un maximum de thérapeutes pendant 8 mois. L'objectif est de convaincre 100 thérapeutes (95 en réalité car déjà 5 sont impliqués dans la phase de tests de performance).

Plusieurs lieux sont appropriés pour atteindre les experts de santé, dans les hôpitaux, dans les centres spécialisés, dans les cabinets d'indépendants mais surtout lors des événements populaires en lien avec le paramédical (journée logo, grand marché logopédique). Ce dernier point est un conseil reçu par un collaborateur de *Cronos Wallonia*.

Les curieux pourront tester la plateforme directement et l'offre proposée sera la suivante : Hécatéris offre un compte professionnel dès le début, le praticien pourra déjà naviguer dessus et créer ses propres cours. Pour le tester sur un de ses patients, il est nécessaire qu'un parent démarre une version d'essai sur le compte de son enfant. À ce moment, l'enfant peut bénéficier d'un mois gratuit pour commencer son nouvel apprentissage avec son thérapeute.

4. Campagne publicitaire

Petit à petit, après la démocratisation de la solution dans les cabinets, une nouvelle formule apparaîtra sur la plateforme. La formule de cours générique (méthode Hécatéris) sera disponible. Cette sortie devra être soutenue au préalable par une campagne publicitaire avec les parents comme cible. Notamment grâce à des *Facebook Ads* avec du *Big Data*, mais plus de détails à ce sujet seront donnés dans la section 14.2.3.

Réseaux sociaux

Comme énoncé précédemment, les parents d'enfants avec un TDC sont très actifs sur les réseaux sociaux, *Facebook* principalement. La communication sur les réseaux sociaux

remplira plusieurs objectifs. Tout d'abord, l'objectif est de démocratiser la dyspraxie et créer une communauté autour. Beaucoup de parents sont perdus, la page *Facebook* pourra être un endroit de partage sur ce sujet. Ensuite, pour communiquer sur la «méthode Hécatéris» qui sera accessible aux enfants sans suivi thérapeutique. Cette page sera également un moyen de rester dans le mental des parents intéressés par notre solution avant le lancement officiel de la méthode. Enfin, donner continuellement des nouvelles sur les différentes activités et mises à jour de la plateforme. De plus, la mise à jour récurrente du contenu gonflera le référencement naturel (*SEO*).

Avant le lancement de la nouvelle formule

Actuellement, une page *Facebook* et *LinkedIn* sont ouvertes. Avant le lancement de la campagne publicitaire, le rendu de la page *Facebook* va être amélioré. Cependant, la campagne publicitaire attendra quelques mois avant l'ouverture de la plateforme au public pour démarrer.

Lorsque le développement de la solution sera à la hauteur de nos attentes, nous créerons une vidéo promotionnelle de 3 minutes dévoilant la plateforme et son potentiel. Les futures améliorations seront aussi mises en avant afin de montrer l'ambition de l'équipe aux utilisateurs. Cette vidéo sera partagée sur tous les groupes *Facebook* de parents (il en existe 10) en mentionnant notre page. Dans la publication, il sera indiqué de taguer le nom des personnes pouvant être intéressées par cet outil, un moyen d'accroître la visibilité du post et espérer toucher un maximum de personnes. À cet instant, le contenu posté sur la page *Facebook* sera crucial. Il faudra rester continuellement actif sur la page en divulguant une à une chaque fonctionnalité de la plateforme grâce à des publications visuelles.

À la fin de chaque publication, un lien dirigeant sur la page d'accueil de la plateforme sera disponible. Les curieux auront accès à notre *landing page* (voir *mockup* à l'annexe C.3) expliquant sa proposition de valeur, les fonctionnalités pour chaque type d'utilisateur et bien sûr un *CTA* en proposant de laisser son adresse email pour être les premiers utilisateurs de la nouvelle méthode. De cette manière, les utilisateurs auront un avant-goût de ce qui les attend.

Après le lancement de la nouvelle formule

Au lancement, la possibilité d'avoir accès à une version gratuite d'un mois sera aussi mise en avant pour attirer les parents. Plusieurs publications annonceront l'ouverture de la plateforme. Pour avoir un contact plus proche avec les parents, la création d'un groupe *Facebook* permettant de récolter des suggestions/avis/problèmes est encore en réflexion. C'est une idée intéressante mais coûteuse en temps. Toute autre solution de service client est la bienvenue.

Dans la foulée, le contenu de la page *Facebook* devra toujours se mettre à jour (2-3 publications/mois). Premièrement, chaque nouvelle fonctionnalité implémentée fera office d'une publication. Ensuite, des offres promotionnelles de lancement seront aussi accessibles. Pour terminer, plusieurs types de contenus seront disponibles, comme des témoignages des utilisateurs, concours, données statistiques de la plateforme, promotion lors des jours de fête, nouvelles de nos activités, ...

À la fin de chaque publication, un lien permettra de laisser son adresse email pour s'inscrire à une newsletter. Cette dernière tiendra au courant des améliorations de la plateforme.

La possibilité d'engager un stagiaire en *marketing* digital est encore en discussion. Tout dépendra du temps disponible de chaque membre de l'équipe et de nos compétences pour y arriver.

Content marketing

Ce type de *marketing* est utilisé par quasiment toutes les grandes marques pour partager l'histoire de la marque et ce qu'elle représente plutôt que son produit en lui-même. C'est par exemple le cas de *Red Bull* qui translate toutes les histoires des plus grands sportifs du monde. C'est un moyen efficace pour se faire connaître et faire passer son message plus discrètement.

Plusieurs possibilités sont intéressantes pour gonfler le *SEO*. La mise en place d'un forum sur la plateforme où les parents pourront échanger sur les cours et les problèmes de

leurs enfants. L'autre idée c'est la création de tutoriels sur la page *YouTube*. Ces vidéos en ligne auront pour vocation de continuer à partager notre enthousiasme vis à vis de l'éducation et particulièrement du support informatique.

Satisfaction des utilisateurs

La plateforme disposera de plusieurs aides pour rendre la navigation agréable et rapidement intuitive. Une vidéo explicative des différentes sections de l'outil donnera à l'utilisateur les bons gestes à effectuer pour parcourir le site. La plateforme disposera aussi d'une section *FAQ* (*Frequently Asked Questions*) et d'un contact support pour résoudre tout problème/plainte le plus rapidement possible.

À notre époque, la satisfaction des utilisateurs est cruciale. D'une part parce qu'elle permet de fidéliser ces consommateurs mais aussi pour éviter des mauvaises surprises d'utilisateurs se sentant délaissés. Les avis négatifs sur les réseaux sociaux peuvent avoir des effets boules de neige qu'il est préférable d'éviter.

Online key metrics

Les données statistiques de la plateforme seront disponibles grâce à *Google Analytics*, un outil d'analyse *web* gratuit. Comprendre tous les termes faisant référence aux parties de votre site et à l'activité des utilisateurs est parfois difficile. Géraud a eu l'opportunité d'assister à un cours de *Big Data* expliquant ces concepts et d'autres software de visualisation de données comme Tableau.

Selon AHMED et al. (2017), chaque secteur d'activité du commerce en ligne possède les *KPI* qui lui conviennent le mieux. Ils sont différents d'un site à un autre et c'est au vendeur de la plateforme de les choisir en fonction de ses besoins, il n'y a pas de standard pour choisir les *KPI* les plus performants.

Pour continuer, les *KPI* les plus connus pour une plateforme sont divisés en trois catégories (*sales, marketing, customer*). Un des buts des *KPI* est d'évaluer la satisfaction des utilisateurs et d'anticiper d'éventuels problèmes. L'équipe veut proposer un service de la meilleure des qualités. Les *KPI* sont une façon d'arriver à cette fin. *Time on site*, *Page views per visit*, *Unique versus returning visitors* et *Bounce rate* sont des indicateurs

qui évalueront l'attractivité du site. Tandis que, *Conversion* et *Retention rate* sont des indicateurs qui analyseront la compétitivité de l'offre.

D'autres *KPI* permettent d'évaluer le rendement et le coût financier de chaque utilisateur. Comme par exemple, le *Cost Acquisition Customer* (*CAC*) et le *Life Time Value* (*LTV*).

12.2.5 Conclusion

En résumé, cette analyse *marketing* a permis de mieux comprendre le marché et les besoins des consommateurs. La segmentation a mis en lumière les différents types de consommateurs et permis de comprendre respectivement les attentes de chacun. Ces observations poussent plus loin la réflexion quant à l'environnement dans lequel les enfants navigueront. Le côté ludique et motivant sont fortement mis en avant autant par les thérapeutes que les parents. Pourtant, le *design* de la plateforme est une de nos faiblesses. Dès lors, il est évident que ce point doit attirer toute notre attention dans le futur.

Dans un premier temps, les thérapeutes seront ciblés afin d'obtenir le *POC*. L'offre se différenciera des autres par son environnement ludique et motivant. C'est par le biais d'amélioration de la plateforme que nous investirons dans cette vraie faiblesse. Un constat a été fait suite à certains débats pendant un état d'avancement. Le digital est une compétence primordiale de nos jours. Pour cette raison, le choix se portera sur un investissement personnel en participant à des formations. De plus, c'est une façon de déjà emmagasiner des connaissances nécessaires à la campagne *marketing* sur les réseaux. Mise à part le rendu du site, les innovations de fonctionnalités facilitant le travail des thérapeutes resteront aussi une priorité.

Le modèle économique évoluera en deux temps. Tout d'abord, une campagne de prospection encouragera les praticiens à utiliser la plateforme gratuitement et à proposer à leurs clients cette nouvelle solution lors des séances. Les enfants pourront alors disposer d'un mois gratuit pour essayer le service avec son thérapeute ainsi que chez lui. Après cette période, le parent devra s'abonner mensuellement à la plateforme à hauteur de €10.

Par la suite, lorsque la solution aura atteint un nombre jugé suffisant d'experts. Une campagne publicitaire sur *Facebook* annoncera le lancement de la nouvelle formule de cours générique. Cette dernière vise les enfants ne disposant pas de suivi thérapeutique. La version d'essai et le prix sont similaires à la formule du dessus.

Finalement, le marché francophone est large et il sera primordial pour la pérennité du projet d'aller à la rencontre des experts de la santé en France et dans d'autres régions francophones pour élargir les possibilités de marché.

Chapitre 13

Plan juridique

13.1 Le statut juridique

13.1.1 Société à Responsabilité Limitée

Pour lancer un projet entrepreneurial, la forme de la société choisie est essentielle et se doit d'être en adéquation avec la perspective future du projet.

Après en avoir discuté avec l'ensemble du groupe, le choix le plus cohérent pour Hécatéris semble se tourner vers la SRL.

En effet, cette forme juridique est la plus pertinente au lancement d'une *start-up*. Cette forme de société diffère principalement de la SA (Société Anonyme) par l'absence de capital social. De plus, la SA est la forme la plus souvent choisie par les grandes entreprises requérant un besoin important de capital. Ultérieurement, la SRL se caractérise par son cadre juridique sécurisant pour ses associés. L'objet de l'entreprise vise à travailler main dans la main avec nos partenaires majoritairement des experts de la santé (ASBL *Ballon Vert*, *APEDA* et *Centres Alternatives*). Par la suite, l'option d'une ASBL ne correspondait pas à nos ambitions futures. L'impact que le projet espère avoir à l'avenir aura besoin de trésorerie pour s'auto-alimenter. Étant donné ce cadre sécurisant et la finalité souhaitée, c'est la forme juridique qui convient le mieux. En effet, les associés minoritaires seront alors protégés et se sentiront plus en confiance pour se lancer dans l'aventure.

Néanmoins, l'absence de capital social lors de la constitution d'une SRL oblige à engager des fonds propres de départ. Cette base de fonds propres remplace les actions et est formée grâce à des apports en numéraire, en nature ou en industrie. La base apportée se doit d'être en adéquation avec les activités projetées de l'entreprise pour garantir sa viabilité pendant une période d'au moins deux ans (art. 5 :3 et 5 :4 §1 du Code des Sociétés et des Associations, en abrégé CSA). De ce fait, comme dit plus haut, l'équipe va investir une somme de €1800 non également répartie. Deux associés feront un apport en numéraire de €600 respectivement tandis qu'un associé optera pour un apport en industrie, forme d'apport en nature et autorisée depuis le CSA dans les SRL (art. 1 :8 §2), d'une prestation de ses activités d'une valeur de €600, ses compétences en développement informatique.

Ci-après, les organes de gouvernance de l'entreprise ainsi que leur composition. Les 3 fondateurs, Louis, Lorène et Géraud disposeront d'un siège au Conseil d'Administration. Le Conseil d'administration aura pour principaux objectifs d'assurer la mission de l'entreprise, la gestion journalière des investissements et de tenir au courant les parties prenantes de l'évolution de l'entreprise.

Une assemblée générale sera composée des actionnaires. Les actions dans la société seront nominatives et une action équivaudra à un vote. Pour devenir actionnaire, un apport est obligatoire (art. 5 :40).

13.1.2 Démarches administratives

Selon le SERVICE PUBLIC FÉDÉRAL BELGE (2020), la rédaction des statuts est la première étape élémentaire lors de la constitution d'une entreprise. Cet acte authentique doit contenir l'ensemble des règles de fonctionnement de la société. Selon l'art. 5 :12, différents types de données doivent être mentionnés, notamment la région dans laquelle sera situé le siège (art. 2 :4).

Depuis le nouveau CSA (RANSSON, 2019), comme dit précédemment, le capital social a été supprimé lors de la création d'une SRL. Cependant, les règles en vigueur concernant l'apport en fonds propres et la protection des tiers grâce à la remise d'un plan financier deviennent plus exigeantes.

De fait, les fondateurs ont l'obligation de remettre un plan financier au notaire comportant au moins les éléments cités dans l'art. 5 :4. Ce plan remplit un double objectif : d'une part, responsabiliser les fondateurs si une faillite arrive dans les trois années endéans la remise et d'autre part les protéger si la solidité du plan initial peut être établie.

L'étape suivante est le dépôt des apports en numéraire sur un compte bloqué. Pour ce faire, un compte bancaire sera ouvert au nom de Hécatéris et avant la signature des statuts, les fonds libérés seront versés sur celui-ci.

Après signature des statuts, le notaire se chargera de déposer l'acte constitutif au greffe du tribunal de l'entreprise du siège de la société. Ce dépôt doit être effectué dans les 30 jours qui suivent l'établissement de l'acte constitutif. L'acte sera alors enregistré au Registre des Personnes Morales. À la suite de ce dépôt, le greffier procède à l'inscription à la Banque Carrefour des Entreprises par le biais de l'introduction des données d'identification de l'entreprise. Un numéro d'entreprise sera alors attribué à la société. Le greffier assurera aussi la publication de l'acte constitutif aux annexes du Moniteur belge.

Les dernières étapes de la démarche concernent l'enregistrement de l'acte constitutif. Pour ce faire, l'enregistrement doit être effectué par le notaire auprès des bureaux d'enregistrement du SPF Finances endéans les 15 jours. Un droit d'enregistrement sera demandé.

Pour l'enregistrement de la société il est recommandé de passer par un guichet d'entreprise pour nous aider dans les démarches administratives. Par exemple, l'UCM, basé à Louvain-La-Neuve.

13.2 Obligations de la société

13.2.1 Les obligations comptables

Selon la FÉDÉRATION ROYALE DU NOTARIAT BELGE (2022), toute société doit tenir une comptabilité complète qui commence par la tenue d'un livre journal reportant des

écritures dans des comptes conformément aux normes comptables en vigueur dans le pays. Le résumé de ces comptes est inscrit dans les comptes annuels.

Chaque année, les comptes annuels sont établis par les administrateurs et comportent le bilan, le compte de résultats ainsi que les annexes. Ces comptes doivent ensuite être publiés à la Banque Nationale de Belgique avant la clôture de l'exercice préalablement déterminée dans les statuts.

Pour les sociétés considérées comme «petites entreprises», la publication des comptes peut suivre la forme d'un schéma abrégé.

13.2.2 Les obligations fiscales

Selon le SPF FINANCES (2022), chaque année, l'entreprise doit introduire une déclaration à l'impôt des sociétés et ce après la clôture de l'année comptable. La déclaration doit être déposée électroniquement via l'application *Biztax*.

Le taux d'impôt des sociétés est à hauteur de 25%. Cependant, un taux réduit (20%) est accessible pour les petites sociétés et sur la base imposable en dessous et égal à €100 000.

Selon le SERVICE PUBLIC FÉDÉRAL BELGE (2022), étant assujettie à la TVA, la société doit respecter un certain nombre d'obligations. Notamment une déclaration du commencement d'activité et une déclaration périodique à la TVA (trimestrielle ou mensuelle).

Une déduction pour investissement encourage les PME à investir de manière productive dans sa société. Pour ce type d'investissement, qui doit être amortissable, le taux de la déduction est de 8% (25% suite à la loi Corona III pour des investissements avant le 31 décembre 2022).

13.3 Le juridique relatif à la plateforme

13.3.1 Les conditions générales d'utilisation

Selon GOLDSTEIN (2020), lors de l'inscription d'un utilisateur à la plateforme, un document comportant les CGU (Conditions Générales d'Utilisation) devra être approuvé par l'utilisateur pour finaliser la création de son compte.

Les CGU contiendront plusieurs dispositions légales obligatoires aux yeux de la loi (mentions légales, CGV, préférences relatives aux cookies et la politique de confidentialité RGPD).

Tout d'abord, les mentions légales doivent comporter des renseignements sur l'identité de l'éditeur du site, ses coordonnées et différentes informations concernant l'entreprise. D'autres informations obligatoires sont à préciser dans le cas d'un site e-commerce.

Ensuite, les Conditions Générales de Ventes (CGV) stipuleront le prix, les modalités de paiement et le délai de rétractation possible. Ce point est discuté dans la section suivante.

Concernant les préférences relatives aux cookies, une page s'affichera à l'écran lorsqu'un utilisateur ouvrira le site *web*. Sur celle-ci, se trouvera une mention légale d'utilisation de *cookies*. Ces derniers sont nécessaires pour optimiser l'accessibilité du site et également pour mesurer son audience.

Finalement, selon la COMMISSION NATIONALE DE L'INFORMATIQUE ET DES LIBERTÉS (2018), la politique de confidentialité RGPD mettra au clair les obligations de la société relatives au traitement de données. Toute opération/processus visant à collecter, enregistrer, utiliser, modifier... des données est considérée comme un traitement. Plusieurs dispositions doivent être prises pour respecter la vie privée des internautes.

Les données à caractère personnel doivent être traitées de manière licite, la personne concernée doit avoir donné son consentement pour le traitement de ses données et pour une finalité spécifique. Ce consentement sera donné par l'utilisateur en cochant une case

qui affirme qu'il a bien pris connaissance et affirme qu'il est d'accord avec les conditions d'utilisation et la politique de confidentialité du site *web*.

La finalité spécifique définit le but de la collecte. Dans notre cas, plusieurs finalités sont à éclaircir. Le type de données qui sera collecté des utilisateurs a préalablement été cité dans la section 9.5.

Relatif à l'enfant, son prénom, sa date d'anniversaire et son genre seront uniquement utilisés dans le cadre de la création de cours automatique. Aucune autre action ne sera effectuée avec ses données.

Par rapport au thérapeute, aucune de ses données ne seront utilisées dans un but spécifique.

Concernant les adresses email des utilisateurs, si et seulement si l'approbation pour s'inscrire à la newsletter est donnée, alors elles seront utilisées pour garder les internautes au courant des activités par le biais de courriers électroniques. À cet effet, une base de données sera établie, il est important de souligner qu'à tout moment l'utilisateur peut désirer se rétracter de cette base.

Un point important est à souligner concernant le traitement des données des enfants de moins de 16 ans, il n'est licite que si le titulaire de la responsabilité parentale à l'égard de l'enfant donne son consentement.

Le droit des personnes concernées doit être explicitement mentionné dans la déclaration, notamment le droit de rectification, de suppression, de limitation du traitement et le droit à la portabilité des données.

Par ailleurs, pour le stockage de ces données, la protection et la confidentialité doivent être assurées aux internautes. Ce qui implique l'accès à une connexion sécurisée (*https*), faire attention à la protection des clés privées et faire une analyse de la sécurité du site *web*.

13.3.2 Les conditions générales de vente liées au paiement en ligne

Selon SPF ECONOMIES (2019), lorsqu'une entreprise fournit un service payant par l'intermédiaire d'internet, la réglementation relative à la vente à distance est en vigueur.

Un contrat à distance sera rédigé entre le site et le consommateur. Ce dernier sera constitué de plusieurs informations importantes écrites selon une communication à distance et un langage clair et compréhensible.

Ces informations renseignent l'utilisateur sur les principales caractéristiques du service (ce à quoi il aura accès), le prix total toutes taxes et frais supplémentaires compris, la durée et les conditions de résiliation du contrat (la résiliation d'un abonnement dans notre cas) et finalement la durée minimale des obligations du consommateur au titre du contrat.

De surcroît, une formule sans ambiguïté doit informer le consommateur que toute commande l'oblige à payer un certain montant à l'entreprise. Par exemple, grâce à l'action d'un bouton portant la mention lisible «commande avec obligation de paiement» ou «payer».

Par la suite, le paiement par carte bancaire en ligne nécessite un espace de paiement sécurisé en ligne, en d'autres mots il faut que les données bancaires du client soient cryptées lors du paiement.

D'autres part et selon la réglementation RGPD, les seules informations bancaires qui peuvent être demandées sont : le numéro de la carte, sa date d'expiration et le cryptogramme visuel. De ce fait, une déclaration doit être faite auprès de la CNIL pour avertir de la récolte de ces données. De plus, la sécurité et la confidentialité de ces données doivent être assurées auprès du client et il doit être averti de son droit d'accès, de modification ou de suppression. Il est à noter que la conservation de ces données est interdite au-delà de la transaction. En cas d'utilisation frauduleuse des données de paiement d'un utilisateur, c'est au propriétaire de la plateforme d'en assumer les responsabilités. C'est-à-dire d'en assumer les coûts de vente.

Concernant une rétractation, l'utilisateur peut toujours demander le remboursement de la totalité/d'une partie de la somme s'il souhaite se désabonner après un certain temps. Dès lors, il convient de mentionner clairement les conditions pour les différents cas de figure possibles. Par ailleurs, dans le cas d'un litige, l'internaute doit avoir accès à un lien *URL* sur le site qui le dirige vers la plateforme européenne de règlement en ligne des litiges.

13.4 Droit de la propriété intellectuelle

13.4.1 L'entreprise

La protection du nom commercial

Selon SPF ECONOMIES (2020a), les droits d'un nom commercial reviennent à la personne qui utilise ce nom publiquement et de manière répétée. Toutefois, il convient de pouvoir prouver cette utilisation ; enregistrer son nom commercial à la Banque-Carrefour des Entreprises est conseillé. Les droits sur votre nom sont automatiquement acquis lors de la création de toute personne physique. Effectivement, à l'inverse de la marque qui nécessite un dépôt pour être protégée, aucune formalité n'est exigée.

Dès lors, vous obtenez le droit d'interdire à toute activité d'utiliser un nom identique que le vôtre, pour autant que ladite activité ne se trouve pas en dehors de votre zone de rayonnement. En fonction de la couverture de votre marché, cette zone peut être liée à votre secteur d'activité et dans la région où votre nom commercial est exploité. En d'autres termes, plus le nom commercial est connu, plus large est sa protection.

C'est une différence avec le nom de marque qui, quant à lui, donne le droit d'interdiction dans l'ensemble du territoire où la marque est enregistrée.

La protection de la marque

Selon UE (2021b), l'enregistrement de la marque confère des droits exclusifs sur des signes distinctifs, notamment le nom et le logo. Une marque déposée protège aussi des imitations et contrefaçons.

Au début du lancement de l'activité, la zone de couverture correspondra principalement à la Belgique. Une protection au niveau national sera suffisante. Dès lors, c'est au bureau national de dépôt des marques à qui il faut s'adresser.

Si nous exerçons des activités commerciales uniquement en Belgique, aux Pays-Bas et au Luxembourg, la marque doit être enregistrée auprès de l'Office Benelux de la propriété intellectuelle (OBPI).

Dans le cas du lancement de la marque dans d'autres pays de l'Union Européenne et Conformément aux droits des marques, une demande d'enregistrement de la marque auprès de l'Office de l'Union européenne pour la propriété intellectuelle (EUIPO) doit être effectuée. Après consultation de leur bureau numérique, le nom de l'entreprise, Hécateris, est disponible dans l'Union Européenne (moteur eSearch plus).

13.4.2 La plateforme

Nom de domaine

À nouveau selon UE (2021b), lorsqu'un nom de domaine est enregistré, aucune protection particulière n'est appliquée, vous acquérez uniquement le droit d'utiliser ce nom. Le nom de domaine «hecateris.com» a été enregistré sans encombre et à hauteur de €12 pour la première année. D'autres extensions (.com, .eu) sont encore disponibles après consultation de la plateforme *Easyhost*.

La protection du contenu

Après l'enregistrement du nom de domaine, il s'agit de s'intéresser aux droits d'auteur qui en résultent. Selon le SPF ECONOMIES (2020b), les logiciels sont protégés par des droits d'auteur.

Une plateforme (et ultérieurement, un jeu vidéo) fait partie de la famille des logiciels¹. Pour obtenir la protection, plusieurs conditions sont requises. Il faut que l'œuvre soit créative, mise en forme et originale (SPF ECONOMIES, 2020b). Ensuite, il est impératif de pouvoir prouver qui est l'auteur des vidéos, images, textes et même codes informatiques.

1. <https://www.dictionnaire-juridique.com/definition/logiciel.php>

Étant donné que nous respectons ces conditions, les images, textes et codes informatiques liés à la plateforme ne peuvent être diffusés sans notre accord.

À l'avenir, certaines images seront prises de sites *web* libre de droits (*open source*) et dès lors autorisent le téléchargement. Par conséquent, ces images utilisées ne seront pas notre propriété.

Brevet sur le cours générique

Selon UE (2021b), l'enregistrement d'un brevet confère les droits exclusifs pendant une période de 20 ans sur votre invention. Un brevet protège principalement des inventions techniques, dans notre cas, la protection d'un service qui suppose des activités inventives pour le développer.

Un brevet à l'échelle européenne peut être demandé auprès de l'Office européen des brevets (OEB). Certains pays demandent le paiement d'une taxe.

À première vue, le brevet semble être la meilleure option pour se protéger des produits de substitution. C'est l'idée de la création d'un cours créant des exercices automatiques selon les préférences de l'enfant qui sera sous la protection du brevet.

Selon DIGNOCOURT (2022), le coût pour breveter une idée en Europe est égal à €15 000 pour 10 ans de protection dans 6 pays différents.

La protection des jeux

Selon la loi sur les logiciels, les jeux que nous développerons seront protégés par un droit d'auteur tant qu'ils resteront le fruit de notre travail.

Cependant, lors du processus de création, il convient de mettre en place quelques dispositions pour éviter des malentendus.

D'une part, certains contenus utilisés dans nos jeux vidéo pourront être utilisés en mentionnant le nom des auteurs. C'est le cas par exemple de la musique d'introduction dans le menu de *Falling Words* et également les sons d'ambiance utilisés durant le jeu. Pour éviter tout problème, les auteurs seront crédités dans l'interface des jeux concernés.

D'autre part, une large gamme d'assets (contenu retrouvé dans un jeu) sont disponibles en open source sur internet. Si ce n'est pas le cas, comme des images, il conviendra, comme sur la plateforme, de chercher des sites internet postant du contenu libre de droits.

Il convient de remarquer que pour obtenir les droits d'auteur d'un contenu, aucune formalité n'est nécessaire. Cependant, afin de garantir que ce contenu est bien le fruit de votre création, il est fortement conseillé de faire un dépôt de tous les contenus présents sur le site et les jeux. Selon les types de contenu, cette opération est possible chez des organismes privés comme une société d'auteurs (DESAGE, 2020).

13.5 Mutuelle et remboursements

13.5.1 Le marquage CE et l'INAMI

Les différents coachs et entrepreneurs ayant challengé le projet nous ont conseillé d'envisager de rendre la plateforme remboursable pour les familles clientes. Cela implique de faire reconnaître Hécatéris comme un dispositif médical. Nous nous sommes renseignés à ce sujet.

Actuellement, la plateforme «Mobile HealthBELGIUM»¹ recense les applications mobiles marquées CE en tant que dispositifs médicaux. Le marquage CE, en vigueur depuis 1993, signifie la «conformité européenne» d'un produit aux exigences fixées par la législation de l'Union Européenne applicable à ce produit. La «Mobile HealthBELGIUM» explique être basée sur une pyramide composée de 4 catégories de reconnaissance afin de rendre le produit final remboursable.

Le niveau M1 est celui correspondant aux dispositifs médicaux certifiés CE. Une notification volontaire doit être faite au niveau de l'Agence Fédérale du Médicament et Produits de Santé (AFMPS), pour que le marquage CE soit confirmé, et enfin, l'application doit être en ordre dans le cadre du RGPD. Ce niveau M1 est ce qui définit les bases de l'application.

1. <https://mhealthbelgium.be/fr/>

De notre côté, la première vérification à faire est de savoir si la plateforme Hécatéris peut être considérée comme un dispositif médical. La définition d'un dispositif médical selon le RDM 2017/745 (Règlement relatif aux Dispositifs Médicaux) est la suivante : **«tout instrument, appareil, équipement, logiciel, implant, réactif, matière ou autre article**, destiné par le fabricant à être utilisé, seul ou en association, chez l'homme pour l'une ou plusieurs des fins médicales précises suivantes :

- diagnostic, prévention, contrôle, prédiction, pronostic, traitement ou atténuation d'une maladie,
- diagnostic, contrôle, traitement, atténuation d'une blessure ou d'un handicap ou compensation de ceux-ci,
- investigation, remplacement ou modification d'une structure ou fonction anatomique ou d'un processus ou état physiologique ou pathologique,
- communication d'informations au moyen d'un examen in vitro d'échantillons provenant du corps humain, y compris les dons d'organes, de sang et de tissus,

et dont l'action principale voulue dans ou sur le corps humain n'est pas obtenue par des moyens pharmacologiques ou immunologiques ni par métabolisme, mais dont la fonction peut être assistée par de tels moyens» (AGENCE FÉDÉRALE DES MÉDICAMENTS ET DES PRODUITS DE SANTÉ, 2017).

Au vu de cette définition, Hécatéris peut être perçue comme un dispositif médical, puisqu'elle permet, par compensation, d'atténuer les symptômes des troubles dys- et l'action sur les difficultés graphomotrices de ces troubles ne peut être faite par un autre moyen tel que la pharmacologie ou l'immunologie.

Un doute persiste tout de même puisque la plateforme est, par définition, un logiciel (voir 13.4.2), mais et il n'y a, à notre connaissance, aucun site *web* ayant le marquage CE. Le choix de la définition d'un logiciel n'est peut-être pas unanime. Comme il n'est pas certain que la plateforme réponde aux exigences, nous avons contacté l'organisme Mobile HealthBelgium afin de répondre à cette interrogation. Cette plateforme nous a redirigés vers l'AFMPS qui est l'organisme compétent pour réaliser une analyse permettant de prétendre ou non à la reconnaissance de «dispositif médical».

Aussi, les dispositifs médicaux sont classés en différentes catégories : les dispositifs non-invasifs, les dispositifs invasifs et les dispositifs actifs. Hécatéris ferait partie de la dernière catégorie, qui est celle des dispositifs actifs, puisqu'il s'agit de dispositifs «dont le fonctionnement dépend d'une source d'énergie autre que celle générée par le corps humain à cette fin ou par la pesanteur et agissant par modification de la densité de cette énergie ou par conversion de celle-ci. Les logiciels sont aussi réputés être des dispositifs actifs.» (AGENCE FÉDÉRALE DES MÉDICAMENTS ET DES PRODUITS DE SANTÉ, 2017).

Une fois que l'on s'est assurés qu'Hécatéris est bien un dispositif médical et que l'on connaît sa catégorie, alors il faut faire le choix de la procédure d'évaluation de conformité et de performance qui correspond à la catégorie des dispositifs médicaux actifs. À ce moment, il faudra faire appel à une structure extérieure qui sera en charge de réaliser cette procédure d'évaluation.

Il s'agit de test complexes et nous avons à ce sujet contacté deux agences de consulting qui s'occupent d'aider les entreprises à former leur dossier pour la demande de marquage CE auprès de l'Agence Fédérale du Médicament et Produits de Santé (AFMPS). Nous sommes actuellement dans l'attente de leurs retours.

Si l'on fait l'hypothèse que nous arrivons à passer le niveau M1, l'exigence pour accéder au niveau M2 sera que l'application permette la connexion en toute sécurité aux services de base présents sur la plateforme *eHealth*. Une évaluation des risques doit être réalisée dans un environnement de test pour garantir ce point, et c'est un service inclus dans la plateforme *eHealth*. Il faut aussi bien sûr que les conditions du M1 soient remplies (Mobile HealthBELGIUM).

Enfin, le niveau M3 est celui réservé aux applications ayant une plus-value socio-économique et qui sont remboursées par l'INAMI (Institut National d'Assurance Maladie-Invalidité). Actuellement ce niveau se décompose en deux parties, avec le niveau M3+ qui correspond aux caractéristiques évoquées ci-dessus, et le niveau M3- qui indique que l'application doit encore prouver sa valeur socio-économique et qu'elle n'est financée par l'INAMI que de manière temporaire (Mobile HealthBELGIUM).

Actuellement, seules les applications mobiles sont soutenues par «Mobile HealthBELGIUM» et sont ainsi susceptibles d'être remboursées. De plus, aucun de nos concurrents ne bénéficie du marquage CE et d'une reconnaissance au niveau M1, M2 ou M3. Nous sommes donc plutôt pessimistes sur la possibilité d'un remboursement de la plateforme par l'INAMI mais nous attendons les réponses des organismes contactés à ce sujet.

Chapitre 14

Plan financier

Après tous les chapitres précédents, le plan financier est une des dernières étapes avant de pouvoir conclure sur la faisabilité du projet. C'est un chapitre crucial. Un projet a beau répondre à une réelle demande et être intelligemment construit, s'il ne génère pas une liquidité suffisante pour s'alimenter, il ne pourra être rentable à long terme.

Pour la construction du plan financier, l'équipe a dû se baser sur une série d'hypothèses (voir section 14.1) qui ne pourront être vérifiées que lors de la réception des premières données sur la plateforme. Ce sont des chiffres vérifiés dans l'industrie de l'éducation mais qui ne sont pas nécessairement le reflet de la réalité. En effet, beaucoup de facteurs influenceront les indicateurs. Cette section ouvrira le bal des chiffres et des nombres de ce mémoire.

Tout d'abord, le chiffre d'affaires prévisionnel sera calculé sur base d'un modèle économique global comprenant deux branches distinctes, le modèle *B2B2C* et le modèle *B2C*. Ensuite, toutes les charges encourues seront identifiées. Les sources de financement pour soutenir le démarrage des activités clôtureront cette section.

Concernant les tables, elles ne sont pas toutes pertinentes. Le bilan, le compte de résultat et la trésorerie prévisionnels seront présents dans le rapport. Pour terminer, une analyse financière mettra en lumière des indicateurs qui permettent de s'assurer du bon fonctionnement des activités projetées.

14.1 Hypothèses

#	Hypothèse	Expérience	Oui/Non	Apprentissage
1	Le nombre moyen de patients par thérapeute est de 18,6665	Interview quantitative (voir annexe E.20)	Oui	Grâce aux réponses de cet entretien (32 réponses), la moyenne pondérée de patients par thérapeute est de 18,6665
2	60% des thérapeutes souhaiteront utiliser la plateforme (modèle B2B2C)	Interview quantitative (voir annexe E.24)	Oui	60% des thérapeutes qui ont répondu à l'enquête (32 réponses) recherchent un logiciel ludique, gratuit/bon marché et adapté aux troubles dyspraxiques
3	75% des parents s'inscriront sur la plateforme après la proposition d'utilisation du thérapeute (modèle B2B2C)	Interview quantitative (voir annexe E.3)	Oui	50% des parents qui ont répondu à l'enquête (121 réponses) n'ont pas de solution spécifique. Créer un compte n'engage aucune obligation bancaire
4	50% des parents paieront un abonnement mensuel après l'inscription (modèle B2B2C)	Interview quantitative (voir annexe E.3)	Oui	50% des parents qui ont répondu à l'enquête (121 réponses) n'ont pas de solution spécifique
5	Le taux de rétention des utilisateurs entre 0 et 12 mois est de 50% (modèle B2B2C)	Interview quantitative (voir annexe E.9)	Oui	63% des thérapeutes qui ont répondu à l'enquête (32 réponses) aident les enfants pendant 6 – 12 mois
6	5,7% des parents s'inscriront sur la plateforme après avoir vu l'impression de la publicité (modèle B2C)	Source internet (MARKETING CHARTS, 2021)	Oui	Une bonne page d'accueil pour une plateforme d'éducation octroie un taux de conversion de 5,7%

7	60% des parents paieront un abonnement mensuel après l'inscription (modèle <i>B2C</i>)	Source internet (MARKETING CHARTS, 2017a)	Oui	Une étude sur plus de 1200 plateformes a démontré que 60% des utilisateurs en version d'essai passent à la version payante
8	Le prix de vente de €8,25/mois est un budget que les parents ne verront pas d'inconvénient à mettre pour un service prescrit par un thérapeute	Interview quantitative (voir annexe E.21)	Oui/Non	47% des parents qui ont répondu à l'enquête (49 réponses) dépensent plus de €100 par an pour l'apprentissage de la dactylographie
9	Le prix de vente de €8,25/mois est un budget qui rentre dans la majorité des dépenses annuelles des parents	Interview quantitative (voir annexe E.21)	Oui/Non	47% des parents qui ont répondu à l'enquête (49 réponses) dépensent plus de €100 par an pour l'apprentissage de la dactylographie
10	Les dépenses <i>marketing</i> sont calculées sur base du coût d'acquisition d'un utilisateur, il s'élève à €37	Source internet (MARKETING CHARTS, 2017b)	Oui	Le <i>CPL</i> (<i>Cost Per Lead</i>) dans la catégorie éducation est de €37. Un lead est la conversion d'un visiteur en utilisateur (création de compte)

TABLE 14.1 – Table des hypothèses

14.2 Données de base

14.2.1 Méthodologie

Ces hypothèses permettront de calculer le chiffre d'affaires prévisionnel. La suite de l'analyse se concentrera sur la méthodologie utilisée pour générer un revenu selon les différents modèles économiques.

Comme déjà préalablement expliqué dans la section 12.2.3, le modèle économique global évolue au cours du temps. Le premier modèle concerna la prescription de l'offre par les professionnels. Dès lors, les premiers enfants qui pourront utiliser la plateforme sont ceux

qui bénéficient d'un suivi chez un thérapeute. Par la suite, l'offre s'élargira en proposant des cours génériques disponibles pour des particuliers. En fin de compte, la résultante de la source de revenu est égale à la somme du revenu généré par les deux branches du modèle ($B2B2C$, $B2C$).

Modèle économique : $B2B2C$

Ce premier modèle est relativement simple comparé au suivant. Comme énoncé dans la section Communication 12.2.4, le lancement de la plateforme sera séquencé par une campagne de prospection chez les professionnels. L'objectif est de proposer l'offre à 40 spécialistes par mois. Compte tenu du nombre estimé de spécialistes dans les pays francophones (1337) calculé à la section 12.1.2, ce marché sera saturé après quelques années. Comme déjà mentionné, la taille du marché des professionnels est trop petite pour espérer une croissance sur le long terme. C'est pour cette raison que l'offre s'élargira par la suite.

Pour continuer, 60% des thérapeutes seront intéressés par la proposition de l'offre étant donné qu'elle vise à faciliter l'apprentissage des enfants mais aussi alléger leur charge de travail. De plus, l'offre est gratuite pour les spécialistes, ils pourront l'utiliser sur leurs patients pour se rendre compte de son potentiel. Si la plateforme est suffisamment performante, ils n'hésiteront pas à l'utiliser davantage.

Par la suite, les thérapeutes se chargeront de proposer l'offre à leurs patients et agiront en tant que prescripteurs. Il est dans leur intérêt que le patient accepte cette offre pour unifier le plus possible leurs méthodes d'apprentissage et éviter de se retrouver avec une multitude d'outils pour des patients différents. Selon le besoin actuel des parents et la crédibilité du thérapeute, 75% des parents accepteront de créer un compte à leur enfant et commencer la version d'essai qui dure un mois.

Toujours suivant les études, 50% des parents s'engageront en tant qu'utilisateur payant après la version d'essai.

janvier 2023	février 2023	mars 2023	avril 2023	mai 2023	juin 2023	juillet 2023	août 2023	septembr e 2023	octobre 2023	novembre 2023	décembre 2023
448,0	448,0	448,0	448,0	448,0	448,0	448,0	448,0	448,0	448,0	448,0	448,0
22,4	44,8	67,2	89,6	112,0	134,4	156,8	179,2	201,6	224,0	246,4	268,8
352,8	369,6	386,4	403,2	420,0	436,8	453,6	470,4	487,2	504,0	520,8	537,6
176,40	184,80	193,20	201,60	210,00	218,40	226,80	235,20	243,60	252,00	260,40	268,80
176	273	374	479	588	701	819	941	1.067	1.197	1.331	1.470

FIGURE 14.1 – Indicateurs de performance de la première année (*B2B2C*)

Dans cette table 14.1, voici les indicateurs de la première année. La première ligne fait référence au nombre de propositions d'inscription que les professionnels feront auprès des parents :

$$40 \text{ spécialistes} \times 60\% (\% \text{ de spécialistes acceptant d'utiliser l'offre}) \times 18,6665 \text{ patients} = 448 \text{ propositions}$$

La deuxième ligne est le trafic organique généré par le *SEO* de la plateforme et le bouche à oreille. Il correspond à 5% du trafic payant et croît exponentiellement au fur et à mesure que l'offre se fait connaître.

Ensuite, la troisième ligne est égale au nombre de parents qui acceptent l'offre et passent le cap de la création d'un compte :

$$448 + 22,4 (\text{organic}) \text{ propositions} \times 75\% (\% \text{ de parents qui démarrent la version d'essai}) = 353 \text{ comptes créés}$$

Dès lors, concernant la quatrième ligne, étant donné que la moitié des parents passent à la version payante après la version d'essai :

$$353 \text{ comptes gratuits} \times 50\% = 176 \text{ comptes payants}$$

Pour terminer, le graphique 14.2 représente l'entièreté des données de la dernière ligne. Cette ligne illustre l'effectif des utilisateurs payants de la plateforme à un instant t . Par exemple, en février 2023, l'effectif est de 273 utilisateurs payants. Concernant la courbe, on peut s'apercevoir qu'elle fluctue subtilement en fonction du nombre de nouveaux utilisateurs et du taux de rétention des anciens. Pour ce modèle, le taux de rétention des utilisateurs est calculé sur base du nombre total d'utilisateurs entrant au mois X et est de 50% en 2023. Ensuite, de 10% entre 2024 et 2025 puis 5% à partir de 2025.

Exemple : en janvier 2023, 176,4 nouveaux utilisateurs, 50% resteront actifs sur la plateforme, ce qui donne 88,2. En février 2023, le nombre total d'utilisateurs est égal au nombre d'utilisateurs toujours présents + nombre de nouveaux utilisateurs = 88,2 + 184,8 = 273.

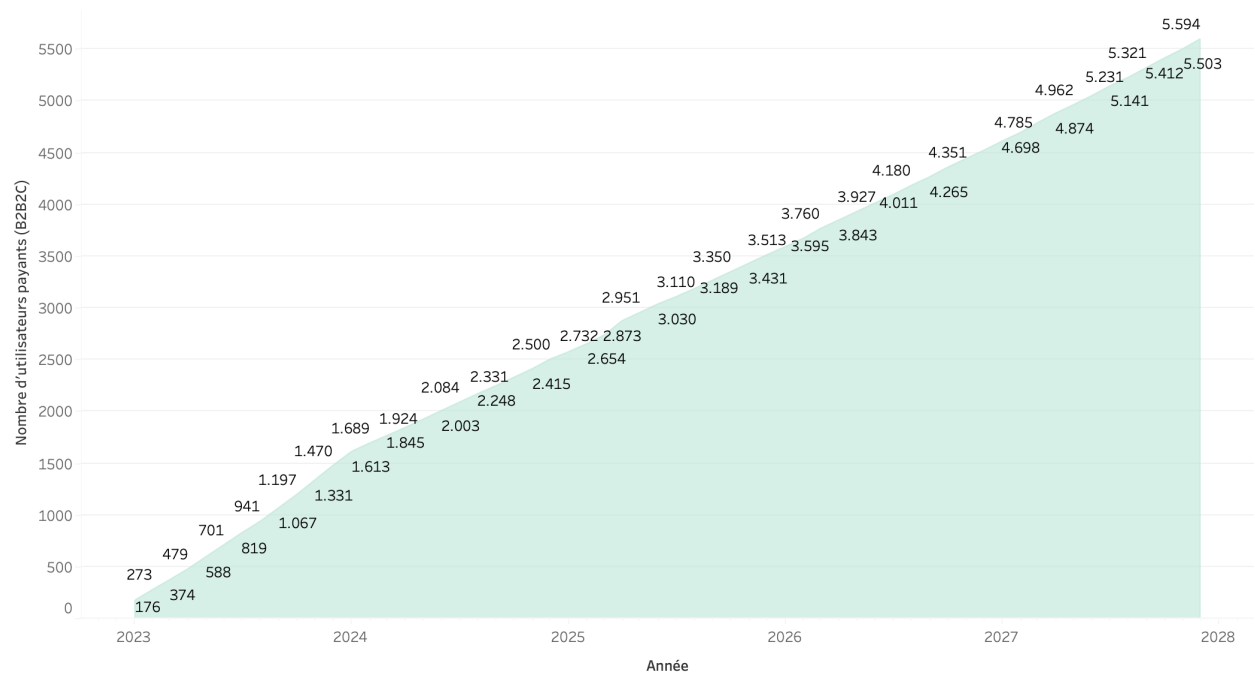


FIGURE 14.2 – Effectif des utilisateurs payants à l’instant t ($B2B2C$)

Modèle économique : $B2C$

Le deuxième modèle est basé sur des indicateurs de performance en ligne. Tout d’abord, la totalité de ce marché adressable a été calculée dans la section 12.1.2 et est égale à 484 200 enfants atteints de dyspraxie.

Ce modèle économique se reposera principalement sur une campagne publicitaire sur les réseaux et la pertinence du contenu qui sera mis en avant pour attirer les intéressés. Un *crowdfunding* sera aussi lancé lors de cette période, ce qui donnera de la visibilité au projet.

Chaque mois, l’objectif est de toucher 4842 individus avec les *Facebook Ads*. Grâce au *Big Data*, les publicités cibleront les personnes avec un intérêt sur des sujets liés à la dyspraxie. Une fois cette segmentation faite, les publicités cibleront uniquement cette population.

Selon des indicateurs, si la *landing page* de la plateforme est harmonieuse et donne envie d'en savoir plus, 5,7% des individus ayant cliqués sur la publicité, s'inscriront dessus pour tester la version d'essai (MARKETING CHARTS, 2021). Par la suite, 60% des utilisateurs gratuits termineront comme utilisateurs payants à la fin de la période de test (MARKETING CHARTS, 2017a).

janvier 2024	février 2024	mars 2024	avril 2024	mai 2024	juin 2024	juillet 2024	août 2024	septembr e 2024	octobre 2024	novembre 2024	décembre 2024
4842	4842	4842	4842	4842	4842	4842	4842	4842	4842	4842	4842
242	484	726	968	1.211	1.453	1.695	1.937	2.179	2.421	2.663	2.905
289,8	303,6	317,4	331,2	345,0	358,8	372,6	386,4	400,2	414,0	427,8	441,6
173,88	182,16	190,44	198,72	207,00	215,28	223,56	231,83	240,11	248,39	256,67	264,95
173,9	312,6	414,0	519,6	611,9	707,5	806,5	873,9	943,1	1.013,9	1.086,3	1.160,4

FIGURE 14.3 – Indicateurs de performance de la première année (*B2C*)

Cette table 14.3 suit la même structure de ligne que la précédente. Ci-après, la logique des calculs pour trouver les valeurs de la première colonne.

Avant tout chose, la première ligne représente les internautes qui sont touchés par la publicité et cliquent dessus pour afficher la page d'accueil de la plateforme. En réalité, ce nombre représente 1% de la totalité de ce marché :

$$484\ 200 \text{ enfants dyspraxiques} \times 1\% = 4842 \text{ individus touchés}$$

Étant donné que les chiffres sur les parents d'enfants atteints de dyspraxie ne sont pas accessibles, il est considéré qu'un enfant avec une dyspraxie a forcément un parent et donc un individu potentiel à toucher sur les réseaux. C'est une hypothèse.

La deuxième ligne concerne le trafic organique généré grâce au *SEO* et au bouche à oreille. Comme pour le modèle *B2B2C*, il est égal à 5% du trafic payant et croît d'autant plus rapidement que l'information circule.

Ensuite, la troisième ligne est le nombre de parents qui passent le cap et s'inscrivent à la version d'essai :

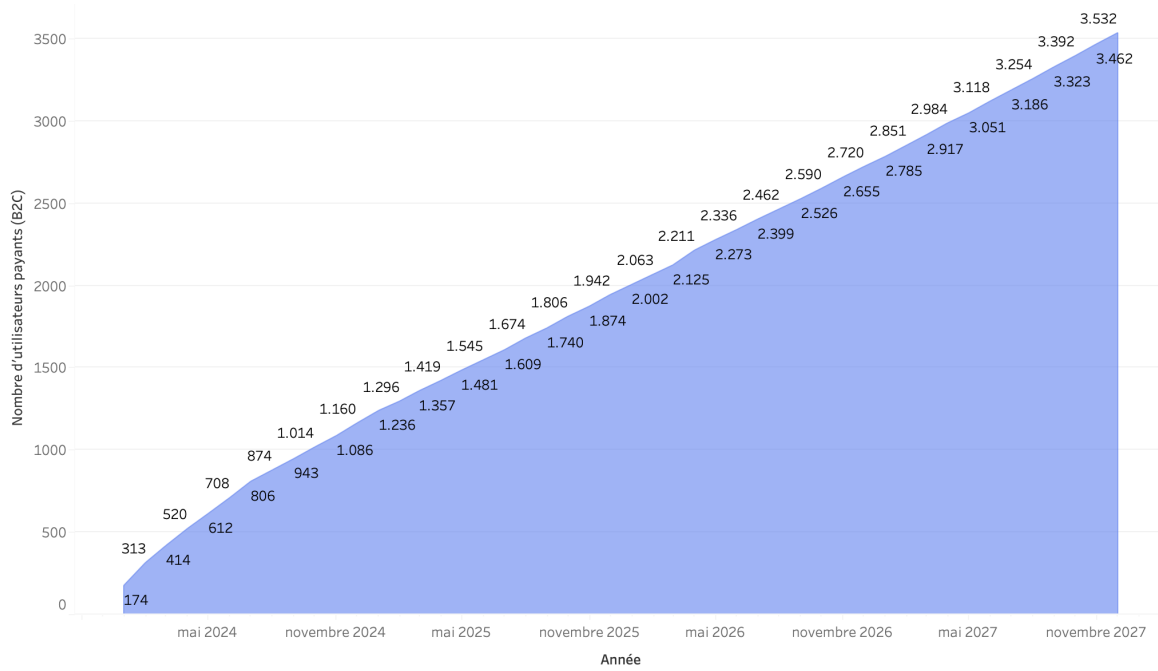
$$4842 + 242 \text{ (organic) impressions} \times 5,7\% \text{ (\% de parents qui démarrent la version d'essai)} \\ = 289,8 \text{ comptes créés}$$

Dès lors, dans ce nombre d'inscription, 60% des comptes gratuits finiront en comptes payants à la fin du mois :

$$289,8 \text{ comptes gratuits} \times 60\% = 173 \text{ comptes payants}$$

En fin de compte, le graphique 14.4 représente l'entièreté des données de la dernière ligne. Cette ligne illustre l'effectif des utilisateurs payants de la plateforme à un instant t . Par exemple, en février 2024, l'effectif est de 313 utilisateurs payants. Concernant la courbe, on peut s'apercevoir qu'elle fluctue subtilement en fonction du nombre de nouveaux utilisateurs et du taux de rétention des anciens. Pour ce modèle, les taux de rétention sont calculés à la baisse, en suivant la tendance du taux de rétention d'un site *web* classique et toujours calculé sur base du nombre total d'utilisateurs entrant au mois X . À partir de janvier 2024, 75% des comptes payants sont encore sur la plateforme. Entre février 2024 et mars 2024, 50% des utilisateurs assimilés à des comptes *B2C* persistent. À partir d'avril 2024, 40% sont encore présents. Puis 20% au-delà du mois de juillet et finalement 10% entre 2025 et 2026 et 5% après 2026.

Exemple : en janvier 2024, 173,88 nouveaux utilisateurs, 75% resteront actifs sur la plateforme, ce qui donne 130,41. En février 2024, le nombre total d'utilisateurs est égal au nombre d'utilisateurs toujours présents + nombre de nouveaux utilisateurs = $130,41 + 182,16 = 312,6$.



Volume de ventes

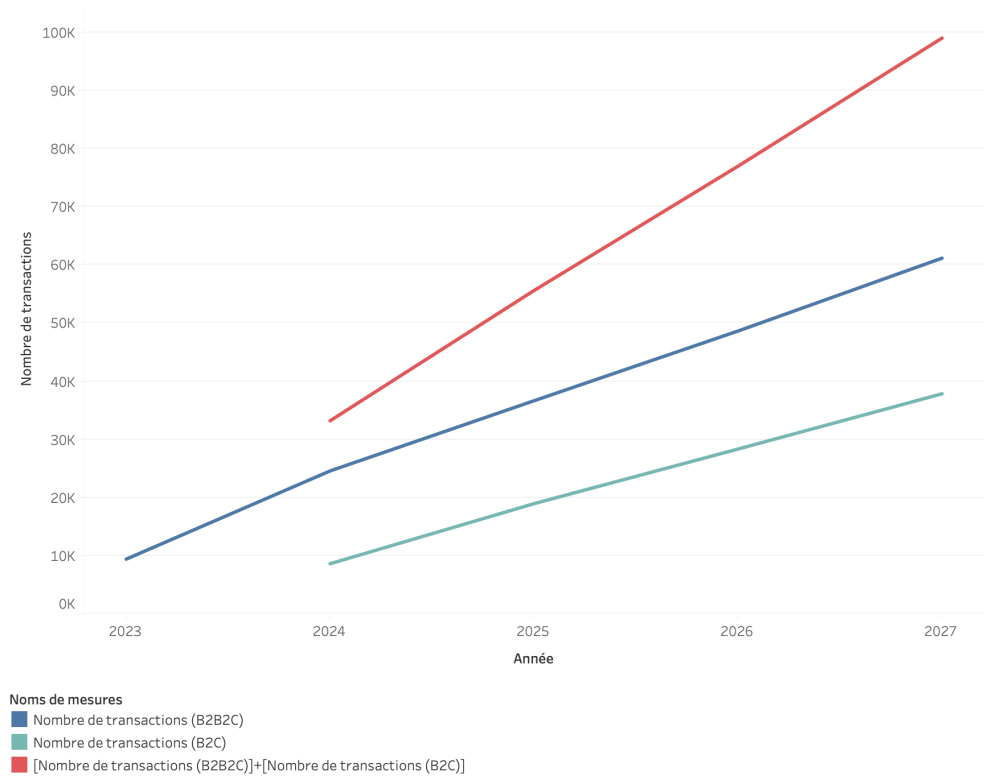


FIGURE 14.5 – Nombre de transactions par branche

Sur le graphique 14.5, le volume de ventes équivaut à la somme des transactions des utilisateurs payant un abonnement mensuel. Ici, la différence de temporalité entre les deux modèles est visible. À partir de 2024, la courbe rouge représente le nombre de transactions générées par la combinaison des modèles.

Prix de vente

Comme déjà déterminé ultérieurement dans la section 12.2.3, le prix de vente est de €10 TTC. Ce qui donne finalement un prix de vente de €8,25 HTVA.

14.2.2 Chiffre d'affaires prévisionnel

Le graphique 14.6 montre le revenu généré par chaque modèle et la combinaison des deux. Dans ce prévisionnel, les hypothèses sont celles déterminées ultérieurement. À priori, la génération de revenus semble stable et les coûts ne prennent pas le dessus, c'est bon signe pour la suite. Le chiffre d'affaires est largement généré par le modèle *B2B2C*, le modèle *B2C* vient soutenir un peu plus la croissance sur le long terme.

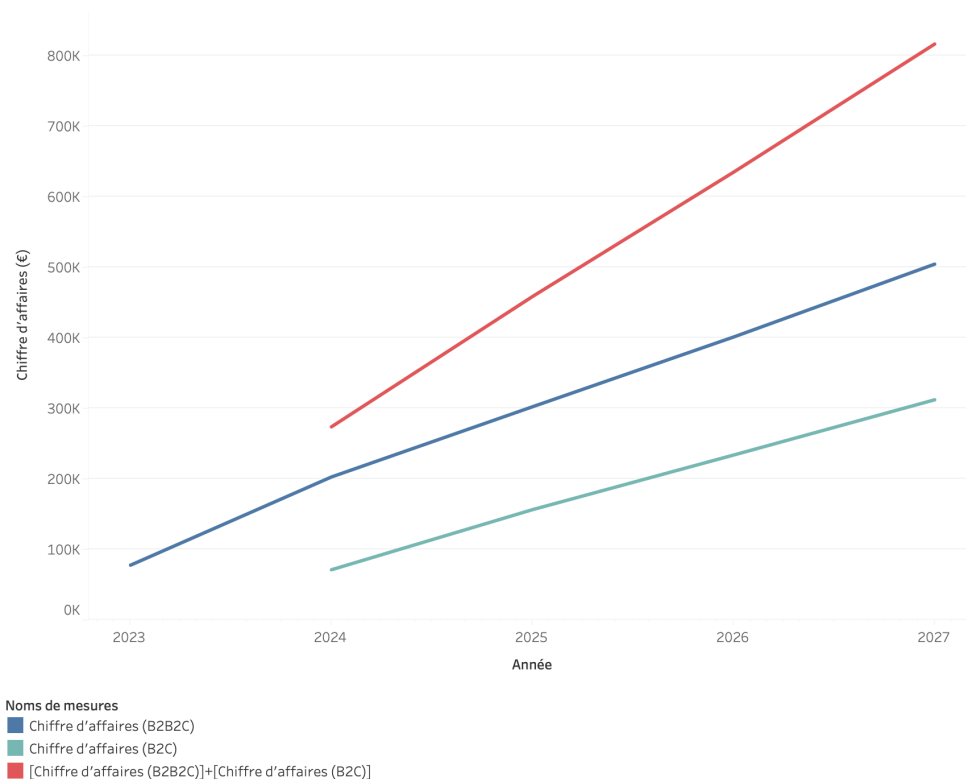


FIGURE 14.6 – Chiffre d'affaires par branche

14.2.3 Frais généraux

Les frais généraux comporteront tous les frais qui seront obligatoires au bon fonctionnement de l'activité.

Hébergeurs et serveurs

Dans ces frais, on retrouve le nom de domaine et l'hébergement. Tout d'abord, le nom de domaine a été délivré par *GoDaddy*¹, une plateforme spécialisée dans ce milieu. Ensuite, l'hébergeur du site est *Heroku*², grâce à lui, un stockage sécurisé est prévu pour le site *web* et il peut être accessible sur la toile par tous les internautes. Pour un nombre limité pour le moment, plusieurs packs sont disponibles en fonction du nombre de visites mensuelles sur la plateforme. Il paraît évident qu'à l'avenir le pack devra être upgradé. Pour l'instant, le coût de l'hébergement est de €50/mois, l'année prochaine ce coût doublera.

1. www.godaddy.com

2. www.heroku.com

Commissions et prestations de services

Pour faciliter la gestion du paiement en ligne, nous utiliserons *Stripe*, une plateforme facilitant les processus de paiement en ligne. La formule 14.7 est assez simple et proportionnelle aux nombres de transactions effectuées :

INTÉGRÉ

Accédez à une plateforme de paiement
complète dotée d'une tarification simple,
proportionnelle à votre utilisation du service

1,4 % + 0,25 €

pour l'Espace économique
européen (+1,1 % pour les
cartes bancaires britanniques)

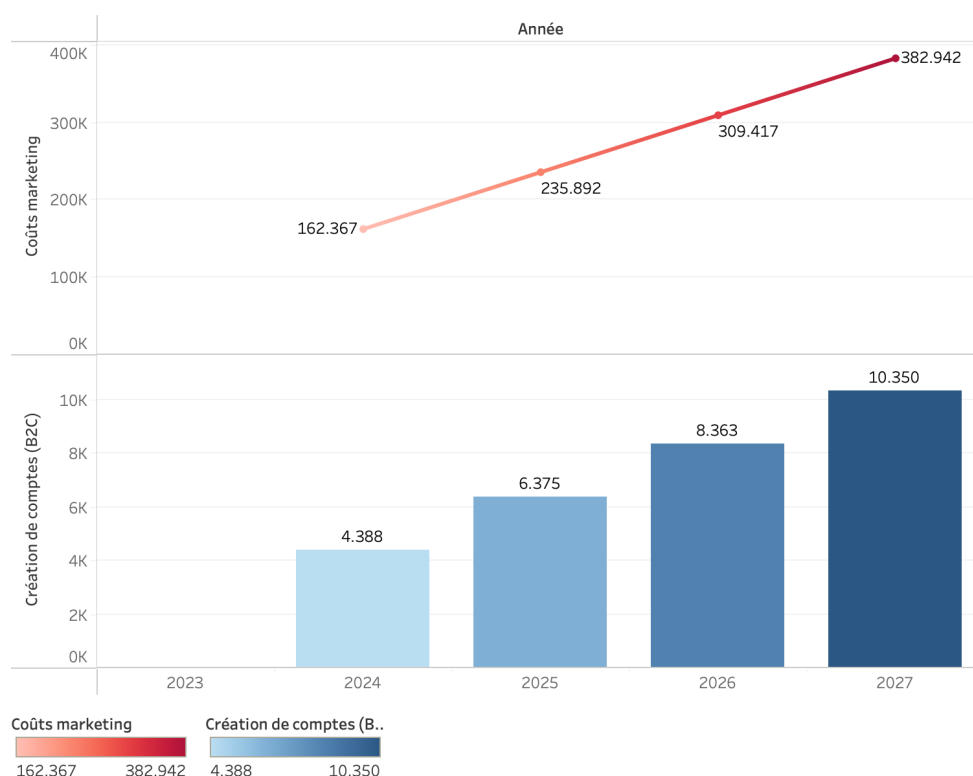
2,9 % + 0,25 €

pour les cartes internationales

FIGURE 14.7 – Formule de *Stripe*, source : www.stripe.com

Annonces et insertions

Les charges *marketing* proviennent des *Facebook Ads* pour cibler les parents d'enfants atteints de dyspraxie. Ces charges concernent uniquement le modèle *B2C*. La valeur de ces coûts dépend directement du nombre d'inscriptions sur la plateforme multiplié par le coût d'acquisition d'un utilisateur (*CLP*) dans l'industrie de l'éducation, €37 (MARKETING CHARTS, 2017b). Dès lors, pour parvenir à toucher un internaute et qu'il s'inscrive sur la plateforme, il faut déboursier cette somme.

FIGURE 14.8 – Coûts *marketing*/création de comptes

Sur le graphique 14.8, il est facile de visualiser l'augmentation des coûts *marketing* en fonction de la croissance du nombre de comptes version *B2C* sur la plateforme. Les coûts *marketing* annulent le chiffre d'affaires généré par le modèle *B2C*. Dès lors, les investissements *marketing* seront revus à la baisse à l'avenir. Cette perte de visibilité sera compensée grâce au contenu de la page *Facebook* 12.2.4 et au *content marketing* 12.2.4.

Remarque : il paraît intéressant de préciser que les indicateurs de coût d'acquisition d'un utilisateur sont très modulables et dépendent de beaucoup de facteurs, comme l'engagement des utilisateurs, la qualité de l'offre, ... Ce n'est qu'au lancement de la plateforme que le coût effectif sera estimable (en divisant le budget *marketing* par le nombre de nouveaux utilisateurs acquis).

Imprévus

En 2023, une somme de €200/mois est dédiée aux imprévus et elle augmentera d'année en année en suivant la valeur des coûts.

14.2.4 Rémunérations

Administrateur-Gérant

Lors du lancement de l'entreprise, un fondateur sera à plein temps et les deux autres en mi-temps. Pour cette raison, la première année, les rémunérations mensuelles seront réparties comme suit, 2000 (un plein-temps) et 2000 (deux mi-temps).

Par la suite, étant donné les autres projets des fondateurs, cette configuration restera comme telle jusqu'à nouvel ordre et changera si un autre fondateur s'offre la possibilité de s'investir également à plein-temps.

14.2.5 Immobilisations

Frais de constitution

Les frais de constitutions comprennent l'acte de constitution, l'enregistrement de l'acte, la publication au Moniteur belge, l'inscription à la Banque Carrefour, la demande du numéro de TVA, l'honoraire d'un comptable pour revoir le plan financier et d'un juriste pour faire l'entremetteur lors de la constitution du pacte d'actionnaire. Pour un total de €1890.

Immobilisation incorporelle

Le développement de la plateforme jusqu'à aujourd'hui et à l'avenir est comptabilisé comme un apport en industrie d'une valeur de €600 amortissable sur 5 ans, cette valeur est sujette à modification dans le temps. Cet apport se retrouve dans les immobilisations incorporelles et dans le capital libéré.

14.2.6 Investissement

Comme énoncé ultérieurement, nous demanderons la protection d'un brevet (OEB) sur l'idée d'un cours de dactylographie généré automatiquement selon les préférences et les résultats de l'enfant.

14.2.7 Financement de l'entreprise

Un apport en capital de €1800 (1200 en numéraire et 600 en industrie) par les 3 associés. L'apport en industrie est défini par : la prestation de service à la vue du développement d'une plateforme *web* grâce aux compétences informatiques de l'associé concerné. Une bourse de €1000 a été octroyée à Hécatéris par la *Louvain Student Angel Fund* afin de supporter ses activités. Le capital de départ au lancement de la société s'élèvera à €2800, une source de financement suffisante à la vue des activités projetées. En effet, les frais de démarrage prennent en compte les frais de constitution, €1890 HTVA amorti sur 5 ans, ainsi que les frais d'hébergement de la plateforme, €600 HTVA.

Au début de l'année 2024, un *crowdfunding* de €10 000 avec un système de pré-vente pour la première levée de fonds. Cette levée de fonds soutiendra les premières dépenses *marketing* et l'investissement d'un brevet à l'échelle européenne sur 10 ans, €15 000 HTVA amorti sur 5 ans.

14.3 Bilan prévisionnel

Les chiffres ci-dessous 14.9 sont basés sur le prévisionnel de chiffre d'affaires. Il donne une vue d'ensemble sur cinq années. À partir de 2025, la trésorerie de l'entreprise gonfle radicalement les actifs. En effet, peu d'argent doit être investi dans la société pour que l'activité tourne. Il en sera peut-être différent en réalité. Les seules dettes de l'entreprise sont des comptes courants de TVA.

	TOTAL 2023	TOTAL 2024	TOTAL 2025	TOTAL 2026	TOTAL 2027
Actifs immobilisés	1 992	13 494	9 996	6 498	3 000
Frais de constitution	1 890	1 890	1 890	1 890	1 890
Immobilisations incorporelles	600	15 600	15 600	15 600	15 600
Immobilisations corporelles	-	-	-	-	-
Amortissements cumulés	-498	-3 996	-7 494	-10 992	-14 490
Actifs circulants	24 160	48 459	154 505	326 319	563 422
Stocks	-	-	-	-	-
Créances commerciales	-	-	-	-	-
Compte courant TVA	-	-	-	-	-
Autres créances	-	-	-	-	-
Trésorerie	24 160	48 459	154 505	326 319	563 422
Total de l'actif	26 152	61 953	164 501	332 817	566 422
Capitaux propres	19 710	55 276	153 101	316 779	545 629
Capital	2 800	12 800	12 800	12 800	12 800
Réserves et résultat reporté	16 910	42 476	140 301	303 979	532 829
Dettes bancaires & emprunts à long terme	-	-	-	-	-
Emprunt 1 - (-)	-	-	-	-	-
Emprunt 2 - (-)	-	-	-	-	-
Emprunt 3 - (-)	-	-	-	-	-
Crédit de caisse	-	-	-	-	-
Autres dettes	6 442	6 677	11 400	16 038	20 793
Dettes commerciales	-	-	-	-	-
Compte courant TVA	6 442	6 677	11 400	16 038	20 793
Autres dettes	-	-	-	-	-
Total du passif	26 152	61 953	164 501	332 817	566 422

FIGURE 14.9 – Bilan prévisionnel

14.4 Compte de résultats prévisionnel

Quelques commentaires sont à faire à propos de la table 14.10. La marge brute d'exploitation est égale au chiffre d'affaires, les coûts des ventes sont nuls. Comme déjà mentionné, les charges d'exploitation liées au *marketing* sont exorbitantes. Chaque année, les coûts *marketing* sont plus importants que le revenu généré par le modèle *B2C*. L'EBITDA reste néanmoins positif, le modèle *B2B2C* vient récupérer les pots cassés.

	TOTAL 2023	TOTAL 2024	TOTAL 2025	TOTAL 2026	TOTAL 2027
Chiffre d'affaires	77 685	273 955	459 180	635 442	817 049
Abonnement mensuel (B2B2C)	77 685	202 812	302 610	401 465	504 749
Abonnement mensuel (B2C)	-	71 143	156 570	233 977	312 300
(-)	-	-	-	-	-
(-)	-	-	-	-	-
(-)	-	-	-	-	-
(-)	-	-	-	-	-
Autres produits d'exploitation	-	-	-	-	-
Coûts des ventes	-	-	-	-	-
1. Achats de marchandises	-	-	-	-	-
Abonnement mensuel (B2B2C)	-	-	-	-	-
Abonnement mensuel (B2C)	-	-	-	-	-
(-)	-	-	-	-	-
(-)	-	-	-	-	-
(-)	-	-	-	-	-
(-)	-	-	-	-	-
2. Autres coûts variables	-	-	-	-	-
Abonnement mensuel (B2B2C)	-	-	-	-	-
Abonnement mensuel (B2C)	-	-	-	-	-
(-)	-	-	-	-	-
(-)	-	-	-	-	-
(-)	-	-	-	-	-
(-)	-	-	-	-	-
Marge brute d'exploitation	77 685	273 955	459 180	635 442	817 049
en % du chiffre d'affaires	100%	100%	100%	100%	100%
Charges d'exploitation	54 672	236 518	325 399	413 856	508 566
1. Frais généraux	6 672	188 518	277 399	365 856	460 566
610 - Loyers et charges locatives	-	-	-	-	-
6120 - Fournitures - Eau, gaz, électricité, vapeur	-	-	-	-	-
6121 - Fournitures - Téléphone, GSM, Internet	-	-	-	-	-
6124 - Fournitures - Hébergeurs et serveurs	600	1 200	1 800	2 400	3 000
61320 - Commissions et cotisations diverses	3 672	12 951	21 707	30 039	38 624
61321 - Honoraires d'experts - Comptables & fiscalistes	-	-	-	-	-
61321 - Honoraires d'experts - Secrétariats sociaux	-	-	-	-	-
61321 - Honoraires d'experts - Avocats	-	-	-	-	-
61321 - Honoraires d'experts - Autres	-	-	-	-	-
61330 - Frais Transport - Personnel	-	-	-	-	-
61331 - Frais Transport - Voyages d'affaires	-	-	-	-	-
61332 - Frais Transport - Autres	-	-	-	-	-
6140 - Frais Commerciaux - Annonces et insertions	-	162 367	235 892	309 417	382 942
6143 - Frais Commerciaux - Foires et expositions	-	-	-	-	-
6144 - Frais Commerciaux - Autres	-	-	-	-	-
615 - Autres Sous-traitances	-	-	-	-	-
6230 - Frais HR - Assurances du personnel	-	-	-	-	-
6400 - Taxes et impôts - Véhicules et autres	-	-	-	-	-
6402 - Taxes et impôts - Région, Provinces, Communes	-	-	-	-	-
66 - Imprévus	2 400	12 000	18 000	24 000	36 000
2. Rémunérations	48 000	48 000	48 000	48 000	48 000
Personnel employé	-	-	-	-	-
Personnel ouvrier	-	-	-	-	-
Administrateurs et gérants	48 000	48 000	48 000	48 000	48 000
EBITDA	23 012	37 437	133 781	221 586	308 483
Amortissements	498	3 498	3 498	3 498	3 498

FIGURE 14.10 – Compte de résultats prévisionnel

14.5 Cash Flow statement

Plusieurs conclusions sont tirées de la table 14.11. Le besoin en fonds de roulement confirme l'autonomie de l'entreprise, uniquement la variation du compte TVA intervient. Concernant la croissance, la trésorerie double en 2024, triple en 2025 puis double à nouveau en 2026 et 2027. En moyenne, la croissance de l'entreprise double par année. Si une telle croissance est réelle, il faudra planifier des investissements à l'avance pour se donner les chances de poursuivre cette trajectoire.

	TOTAL 2023	TOTAL 2024	TOTAL 2025	TOTAL 2026	TOTAL 2027
1. Cash-flow opérationnel					
Résultat hors amortissements	17 408	29 064	101 322	167 176	232 349
Variation du besoin en fonds de roul.	6 442	235	4 723	4 638	4 754
Variation stock	-	-	-	-	-
Variation des créances commerciales	-	-	-	-	-
Variation du compte TVA	-	-	-	-	-
Variation des autres créances	-	-	-	-	-
Variation des dettes commerciales	-	-	-	-	-
Variation du compte TVA	6 442	235	4 723	4 638	4 754
Variation des autres dettes	-	-	-	-	-
Cash-flow issu de l'activité	23 850	29 299	106 046	171 814	237 103
2. Cash-flow financier					
Financement	2 800	10 000	-	-	-
Capital	2 800	10 000	-	-	-
Emprunt 1 - (-)	-	-	-	-	-
Emprunt 2 - (-)	-	-	-	-	-
Emprunt 3 - (-)	-	-	-	-	-
Remboursement des emprunts	-	-	-	-	-
Emprunt 1 - (-)	-	-	-	-	-
Emprunt 2 - (-)	-	-	-	-	-
Emprunt 3 - (-)	-	-	-	-	-
Cash-flow financier	2 800	10 000	-	-	-
3. Investissements					
Investissements	-2 490	-15 000	-	-	-
Variation de trésorerie	24 160	24 299	106 046	171 814	237 103
Trésorerie	24 160	48 459	154 505	326 319	563 422
Prélèvement sur crédit de caisse	-	-	-	-	-
Valeurs disponibles sur compte	24 160	48 459	154 505	326 319	563 422

FIGURE 14.11 – Cash Flow statement

14.5.1 Graphe de la trésorerie prévisionnelle

Le graphe de trésorerie 14.12 met en avant les mêmes conclusions d'un oeil différent.

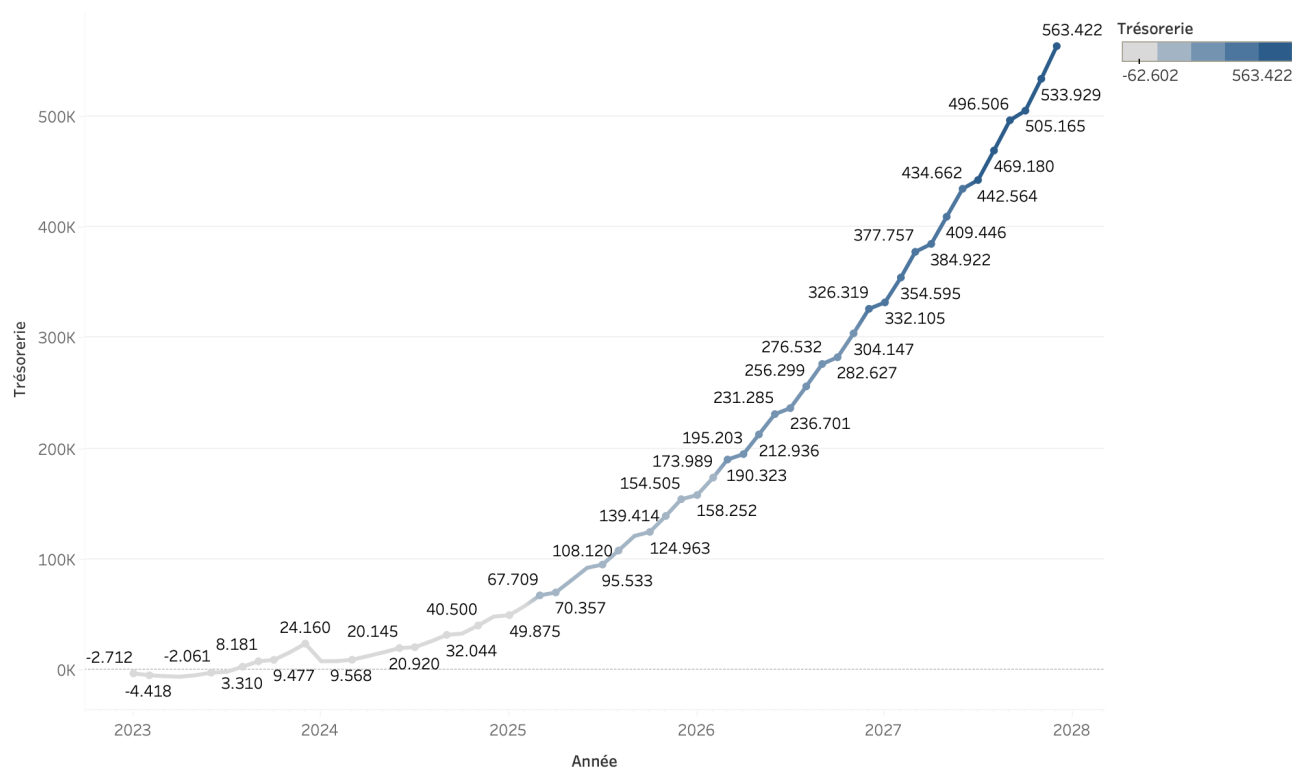


FIGURE 14.12 – Trésorerie prévisionnelle

14.6 Analyse financière (ratios financiers)

Année	Marge nette = résultat net / chiffre d'affaires
2023	16 910 / 77 685 = 21,76%
2024	25 566 / 273 955 = 9,33%
2025	97 824 / 459 180 = 21,3%
2026	163 678 / 635 442 = 25,75%
2027	228 851 / 817 049 = 28%

TABLE 14.2 – Table de la marge nette

En 2024, la marge nette 14.2 chute de plus d'une dizaine de pourcents, les frais prennent presque le dessus sur le chiffre d'affaires cette année.

Année	Autonomie financière = capitaux propres / capitaux permanents
2023	$19\,710 / 26\,152 = 75,36\%$
2024	$55\,276 / 61\,953 = 89,22\%$
2025	$153\,101 / 164\,501 = 93,06\%$
2026	$316\,779 / 332\,817 = 95,18\%$
2027	$545\,629 / 566\,422 = 96,32\%$

TABLE 14.3 – Table de l'autonomie financière

Depuis 2023, l'autonomie financière 14.3 de la société ne fait qu'augmenter. En effet, le montant des dettes est faible par rapport aux capitaux propres. C'est un avantage indéniable d'avoir une telle autonomie.

14.7 Conclusion

Il est important de souligner que ce ne sont que des prévisions qui devront être vérifiées par la suite, lors de l'arrivée de premiers utilisateurs sur la plateforme. Pour avoir un coup d'avance, l'équipe souhaite faire une mini campagne avec un petit montant de *Facebook Ads*. Cette campagne permettra de voir plus clair sur la précision du *Big Data* en matière de segmentation de marché et bien entendu l'intérêt réel de la plateforme par les internautes.

Par la suite, la majeure partie des coûts proviennent des frais d'annonces et insertions (coûts *marketing*). Il paraît absurde d'investir autant chaque année dans des campagnes publicitaires sur les réseaux. Ce sera aussi l'objectif de la mini campagne, obtenir plus d'informations sur le coût d'acquisition d'un utilisateur et agir en conséquence.

Finalement, le graphe de trésorerie montre une croissance pérenne de la société jusqu'à la cinquième année, malgré le poids des coûts *marketing*. Bien entendu, le nombre d'utilisateurs risque de fort baisser en diminuant la publicité sur les réseaux. Cependant, l'essentiel est la génération d'un revenu stable grâce à ce modèle économique. À première vue, l'offre semble se diriger dans une bonne direction mais il faudra toujours l'optimiser et avoir accès à des données plus précises. En effet, notre segment de marché ne semble pas suivre à la lettre les tendances du marché de l'éducation.

Dès lors, il faut prendre les chiffres obtenus avec des pincettes et vérifier les hypothèses au plus vite. Le point fort de notre plan d'affaires réside dans son faible investissement de départ pour lancer l'activité et tester les réactions du marché.

Chapitre 15

Analyse des risques

Après avoir déterminé le plan financier concernant la commercialisation du service et la viabilité du projet, il est temps de prendre du recul. L'objectif est de créer une liste des risques qui mettraient à mal le projet.

15.1 Identification des risques

Selon le Pr. SEMAL (2020), chaque risque peut être d'une nature différente ; financier, technique, légal, ressources,... L'objectif sera de faire un brainstorming en équipe afin d'avoir vision large du projet et identifier les risques les plus évidents.

- Retrait d'un co-fondateur
- Problèmes légaux
- Cyberattaque
- Bande passante insuffisante
- Ajustement des aspects légaux en fonction des pays
- Inadéquation de l'offre avec la demande
- Faillite de la société endéans trois années
- Chute de liquidité
- Crise économique
- Plainte d'un utilisateur

15.2 Évaluation des risques

15.2.1 Probabilité et impact

Chacun des risques cités précédemment a une probabilité de se produire et dans le cas où ce risque provoque des répercussions il y aura aussi un impact négatif sur l'entreprise. Ci-dessous se trouve un tableau avec la probabilité et l'impact de chacun des risques.

#	Risque	Probabilité	Impact
1	Retrait d'un co-fondateur	Moyenne	Moyen
2	Problèmes légaux	Faible	Moyen
3	Cyberattaque	Faible	Élevé
4	Bande passante insuffisante	Faible	Faible
5	Inadéquation de l'offre avec la demande	Faible	Élevé
6	Ajustement des aspects légaux en fonction des pays	Élevée	Faible
7	Faillite de la société endéans trois années	Moyenne	Élevé
8	Chute de liquidité	Faible	Élevé
9	Crise économique	Élevée	Élevé
10	Plainte d'un utilisateur	Élevée	Faible

15.2.2 Grille d'analyse

Retrait d'un co-fondateur : le retrait d'un des trois membres aurait un impact non négligeable sur la finalisation du projet. Bien que l'équipe est motivée à continuer l'aventure ensemble, c'est une nouvelle vie qui commence l'année prochaine. C'est ce second élément qui laisse un doute. Continuer le projet à trois ne sera pas simple. C'est un prochain défi à réaliser, la distance entre les membres sera une difficulté supplémentaire (Lorène vivra en France).

Problèmes légaux : aucun membre de l'équipe ne possède de compétence en droit. Faire appel à de l'aide extérieure, pour réaliser et analyser les aspects légaux de du projet,

est une alternative. Même avec une aide extérieure, il existe une faible probabilité qu'un aspect échappe. Cela peut être une image non libre de droit utilisée sur la plateforme ou un problème contractuel avec un client. L'impact d'un risque de la sorte est variable mais ne devrait pas être élevé dans tous les cas.

Cyberattaque : toutes les commercialisations de logiciel, application ou plateforme comportent un risque de cyberattaque. Certes, la probabilité est faible mais les risques encourus sont grands. Le pire scénario serait un vol des données personnelles de nos utilisateurs.

Bande passante insuffisante : nous avons pris la décision de faire une plateforme *web* et non une application native pour qu'elle soit accessible sur tous les appareils (ordinateurs et tablettes). Cette décision implique un risque. Le risque que les utilisateurs n'aient pas une connexion *internet* suffisamment puissante pour que l'utilisation de la plateforme soit fluide. Selon les premiers retours, la plateforme est assez fluide mais le chargement des jeux est assez long. C'est un résultat assez logique. D'une part, nos serveurs ne sont pas très puissants actuellement et d'autre part, nous n'avons pas encore optimisé nos jeux pour qu'ils soient le plus légers possible.

Ajustement des aspects légaux : en fonction des pays, il est fort probable de devoir faire face à de nouvelles régulations. Un simple exemple : dans l'imagination d'une commercialisation au Québec, les règles de protection de données sont probablement différentes car ce n'est pas un pays européen. Nous rencontrerons certainement des barrières de ce genre à de nombreuses occasions. Elle ne sont pas dangereuses, mais il est nécessaire de se préparer à l'avance pour ne pas perdre du temps inutilement au moment venu.

Inadéquation de l'offre avec la demande : il est probable que l'offre soit décalée par rapport à la demande, tant au terme de qualité que de prix. Le degré d'impact peut être conséquent, dépendant incontestablement de cet écart existant.

Faillite de la société endéans trois années : cette situation peut mener à deux chemins bien différents. Comme mentionné dans le chapitre Juridique 13, la notion de capital disparaît et en contrepartie un plan financier solide doit pouvoir protéger les

fondateurs. En cas de faillite endéans les trois ans après le lancement, soit le patrimoine initial est jugé suffisant à la vue de l'activité commerciale projetée, soit l'inverse. Dans ce cas de figure, les fondateurs sont responsables solidairement des dommages.

Chute de liquidité : le nerf de la guerre dans une entreprise est sa liquidité, son pouvoir à perpétuer son activité et à être le plus autonome possible. Comme l'analyse financière 14.6 l'a préalablement démontrée, l'autonomie de l'entreprise semble assurée. Cependant, l'impact n'est pas négligeable étant donné qu'il mettrait la stabilité de la société en jeu.

Crise économique : la situation économique actuelle est assez fragile, une crise se fait attendre. L'incubateur *Ycombinator* a récemment prévenu ses fondateurs d'une crise potentielle avec une série de conseils. Prendre des bonnes décisions à l'avance et une bonne planification pour faire face à un ralentissement économique est une opportunité pour les fondateurs de nouvelles entreprises. Il ne faut pas négliger ces événements et donner toutes les chances à son entreprise de survivre. L'après crise sera d'autant plus bénéfique.

Plainte d'un utilisateur : recevoir une plainte d'un utilisateur suite à une mauvaise expérience sur la plateforme est très fréquent, c'est sans doute une situation à laquelle il faudra faire face en apportant la meilleure réponse possible. Comme mentionné dans la section Communication 12.2.4, la satisfaction des utilisateurs est primordiale. Tant que l'utilisateur ne se sent pas lésé, il n'y aura pas de répercussions. Cependant, l'envergure de la plainte est très incertaine et il faudra nous prévenir du plus de situations dans la mesure du possible. Lors du forum *Mind&Market*, le jury nous a interloqués sur la protection juridique des membres si un parent souhaitait aller en justice pour dommages et intérêts sur son enfant. C'est une sorte de plaintes à laquelle il faudra savoir répondre à l'avenir.

15.3 Cartographie des risques

Ce graphique 15.1 permet de hiérarchiser les risques afin d'apporter une réponse cohérente à chacun d'eux. Une réponse cohérente selon la probabilité du risque et son potentiel impact. (SEMAL, 2020).

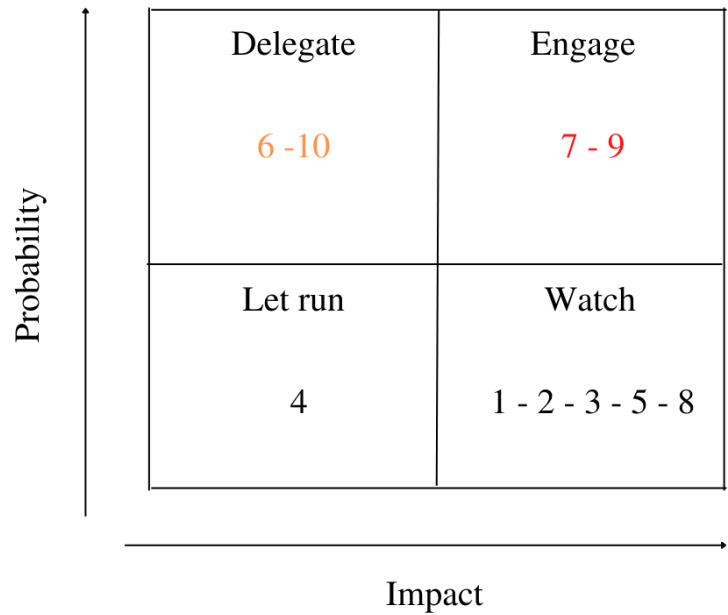


FIGURE 15.1 – Schéma cartographie des risques

La majorité des risques se retrouve en bas à droite. Selon le *mapping*, il faut garder un oeil dessus pour être prêt à agir lorsque le risque survient. Cependant, la section suivante proposera tout de même des mesures à prendre pour se prévenir de chacun d’eux.

15.4 Préventions et solutions

Retrait d’un co-fondateur :

- Prévention : pour se prévenir d’une perte de temps additionnelle, il serait utile d’imaginer des scénarios si quelqu’un venait à quitter le projet. Et, préparer des pistes de solutions si un des scénarios se produit.
- Solution : si quelqu’un venait à partir, il faudrait trouver quelqu’un pour le remplacer. Cette nouvelle personne devra être capable de combler les manques créés. Ce processus de recrutement est certainement long et complexe. Cette tâche additionnelle fera probablement ralentir le projet.

Problèmes légaux :

- Prévention : pour réduire un maximum ces problèmes, il faut agir en amont et faire appel à des experts pour vérifier que la partie juridique du projet ne possède pas de

faillie.

- Solution : si jamais avec cette vérification au préalable nous avons des ennuis juridiques, il n'y aura pas d'autres choix que d'y faire face et de les régler avec la partie adverse.

Cyberattaque :

- Prévention : pour se défendre d'une cyberattaque, outre implémenter la plateforme avec le plus de «bonnes pratiques» possibles, il faudra faire appel à un service d'analyse de cybersécurité pour protéger la plateforme contre les potentiels dangers. Avec une amélioration et une correction faites par des professionnels, la plateforme sera nettement moins sujette à des attaques informatiques.
- Solution : certaines solutions imitent des cyberattaques sur le réseau d'une entreprise pour formater les employés à avoir la bonne réaction. Un peu comme le test d'une alerte incendie.

Bande passante insuffisante :

- Prévention : pour éviter des mauvaises surprises au lancement, il faudra donc faire une série de tests pour vérifier que cela fonctionne de façon fluide et optimiser un maximum le temps de chargement, notamment en réduisant le nombre de fichiers 3D utilisés dans nos jeux. S'il s'avérait tout de même que la plateforme est trop exigeante en bande passante pour la majorité de nos clients avec ces améliorations, il faudra trouver d'autres solutions ou alternatives.
- Solution : penser à une version sous forme d'application native de la plateforme qui peut être utilisée après téléchargement ;

Ajustement des aspects légaux :

- Prévention : ici, la solution pour éviter ces risques réside dans la prévention. Il faudra être vigilants et préparer correctement nos arrivées sur le marché lorsque d'autres régulations sont en place. Il est aussi préférable de nous entourer de juristes internationaux qui connaissent les règles en vigueur des pays dans lesquels le service sera commercialisé.

Inadéquation de l'offre avec la demande :

- Prévention : pour se prévenir un maximum de ce danger, il est primordial d'avoir un bon *product market fit*, c'est-à-dire que le service corresponde parfaitement au marché ciblé. Au delà de cela, il est impératif d'analyser le *proof of business*. Il s'agira de comprendre si le marché est désireux de souscrire à l'offre selon la manière dont elle est proposée et quelle part de ce marché est apte à payer le prix. Une fois que cela est prouvé par des ventes ou des promesses de vente, nous pouvons estimer que notre offre est en adéquation avec le marché. Il est tout de même possible que cette analyse du *product market fit* soit incorrecte à cause d'éléments que nous ne maîtrisons pas.
- Solution : si cette inadéquation survient, il sera nécessaire de trouver une alternative plus viable, voir de pivoter. Découvrir cette inadéquation devrait permettre d'avoir plus de métriques sur le marché et faciliter un pivotement. Par exemple, s'orienter vers l'enseignement primaire et secondaire pour proposer notre service à des écoles.

Faillite de la société endéans trois années :

- Prévention : au préalable il faut assurer un patrimoine de départ assez conséquent par les fondateurs. L'appel à un comptable en tant que conseiller pour la construction du plan financier est recommandé, même s'il n'enlève pas la responsabilité en cas de faillite. L'année prochaine, avec le soutien de *hub.brussels*, les compétences nécessaires seront à notre disposition pour solidifier au mieux notre *business model*.
- Solution : si une faillite est inévitable il faut pouvoir la préparer au mieux, des organisations encadrent la faillite de jeunes entreprises.

Chute de liquidité :

- Prévention : assurer l'autonomie de l'entreprise en ne dépendant pas de fournisseurs, éviter d'être redevable financièrement envers autrui. La liquidité d'une entreprise dépend du *cash* qu'elle génère, donc inévitablement des ventes. Il faut être certain que les clients seront prêts à payer pour notre produit.
- Solution : dans notre cas, peu de leviers sont possibles pour avoir une liquidité qui se génère plus rapidement (délai de paiement fournisseurs, délai de paiement

clients,...). Demander un prêt commercial est possible pour planifier des besoins en liquidité.

Crise économique :

- Prévention : une planification au pire est la meilleure stratégie.
- Solution : à nouveau selon l'*Ycombinator*, si une crise d'ampleur des deux précédentes survient, le premier réflexe est de couper un maximum dans ses coûts pour assurer son envol au court terme. Le but est de rester vivant quoi qu'il en coûte. Si l'envol de l'entreprise ne se passe pas comme prévu et que des investisseurs propose de l'argent, il est préférable de l'accepter. L'entreprise devra avoir assez de liquidité pour tenir jusqu'à la fin de la crise. Aller à la demande de fonds pour soutenir le projet est primordial. Simplement rester en vie lors d'une crise c'est prendre des parts de marché aux concurrents qui ne se seront pas préparés à la situation.

Plainte d'un utilisateur :

- Prévention : la section 13.3.1 a déjà donné quelques réponses, notamment en créant une charte CGU solide que les internautes doivent impérativement signer pour valider une inscription. La sécurité de notre réseau ne doit pas être négligée. Prendre une assurance est aussi un moyen de minimaliser les pertes financières suite à une plainte si il y a demande de remboursement.
- Solution : répondre rapidement et précisément, ne pas laisser de clients dans le flou. Pour des plaintes plus grave, se référer à des experts du domaine, autant juridique mais aussi paramédical si la plainte concerne ce domaine. Échanger dans le milieu est surement la meilleure solution.

Chapitre 16

Conclusion

Une problématique, une solution et un plan financier : Voilà le nécessaire pour tirer une conclusion sur ce projet. Mais avant de conclure, les limites et la suite du projet vont être repris.

16.1 Limites

Les limites sont divisées en trois catégories. Chacune d'elles aborde un aspect spécifique du projet Hécatéris.

16.1.1 Limites pédagogiques

La plateforme est commercialisable à l'international bien qu'ici elle se concentre sur le marché francophone de Belgique. Mais, dès lors qu'il sera envisagé de s'implémenter dans un pays non-francophone, certains aspects seront à modifier. C'est le cas notamment de la génération de cours automatiques, pour les enfants n'allant pas chez un thérapeute. Il faudra que les lettres et mots affichés correspondent à ceux les plus fréquemment utilisés dans leur langue et les plus courants pour leur âge.

L'univers que dégage notre plateforme doit être modulable et varié pour correspondre à tous les besoins de notre public et en particulier les enfants. La plateforme ne doit pas comporter d'éléments perturbateurs qui pourraient les distraire et elle doit être visuellement agréable et motivante aussi bien pour des enfants de 5 ans que pour des enfants de 13 ans.

Bien que nous ayons suivi les recommandations des thérapeutes ainsi que des informations provenant de la littérature scientifique, concernant la pédagogie à suivre avec des enfants dys- et concernant la gamification, rien ne prouve actuellement que la plateforme permet d'apprendre la dactylographie facilement et en s'amusant. C'est pourquoi, il serait intéressant de récolter des données lors de l'apprentissage des utilisateurs sur la plateforme afin de réaliser une étude comparative pour vérifier la qualité de l'offre.

16.1.2 Limites techniques

Actuellement, la plateforme se porte bien. Un des problèmes qui pourrait être rencontré, s'il y avait un grand nombre d'utilisateur, serait la «scalabilité». Le manque d'expérience durant l'implémentation de la plateforme ne permet sans doute pas de «scaler» la plateforme rapidement, puisqu'il faudra probablement refactoriser une partie du code pour ajouter de nouvelles fonctionnalités.

Pour s'assurer de convaincre les thérapeutes, parents et enfants, il faudra améliorer le *design* et la prise en main de la plateforme. Il faut que la plateforme soit esthétique et simple d'utilisation.

16.1.3 Limites financières

Le projet souhaite s'implanter sur une portion de marché très précise. S'il s'avère que les chiffres du marché ont été surestimés, il faudra être réactif pour étendre l'offre dans d'autres régions afin d'assurer la pérennité du projet. En effet, l'internationalisation de la plateforme est un élargissement de marché à considérer.

16.2 La suite

Comme mentionné dans le rapport, l'équipe souhaite poursuivre le projet après la remise du mémoire. Pour mener à bien la suite du projet, une ligne du temps reprenant les prochaines activités a été imaginée.

16.2.1 L'organisation

L'année prochaine, Lorène habitera dans le sud de la France, Géraud étudiera à l'école 19 à Bruxelles et Louis sera en stage à Bruxelles. Ce sont des nouvelles vies qui commencent mais pour laisser une chance à ce projet de voir le jour, nous avons décidé chacun d'avoir une activité qui ne nous occupera pas à plein temps. Grâce à cela, nous voulons pouvoir continuer à développer le projet.

Suite à notre victoire au concours *Futureishere.brussels*, nous avons accès à un mois dans un espace de coworking où nous espérons rencontrer d'autres entrepreneurs pour challenger notre projet. Nous avons aussi accès à un an d'aide de la part de *hub.brussels*¹. L'idée est aussi de rentrer dans un incubateur à Bruxelles pour faciliter le développement de notre projet.

16.2.2 Développements futurs

Pour donner vie à notre projet, la route est encore longue. L'image suivante correspond aux actions qui vont être entreprises durant les 6 prochains mois.



FIGURE 16.1 – Ligne du temps des activités d'Hécatéris pour les six prochains mois

Après la remise du mémoire, l'objectif est de s'engager avec un incubateur de Bruxelles, afin de faciliter le développement du projet. Les autres actions à entreprendre à court-

1. <https://hub.brussels/en/>

terme sont la finition du design de la plateforme ainsi que de la méthode Hécatéris. Dans le même temps, du contenu sera publié sur les réseaux sociaux pour mettre en avant le projet.

Dans un second temps, cela sera au tour de Lorène de trouver un incubateur en France, une fois qu'elle sera installée. Cela correspond à la période où le *proof of business* doit être validé. C'est-à-dire qu'il faut déterminer si le *business model* et le *pricing* sont adéquats. Une seconde phase de tests sera lancée avec des thérapeutes et leurs patients, en Belgique et en France. Ils seront considérés comme nos *early adopters*. La plateforme devra être complètement terminée pour que cette première phase d'adoption se passe correctement.

Pour augmenter la visibilité d'Hécatéris, une stratégie de *content marketing* va aussi être mise en place. D'une part, des articles spécifiques aux troubles dys- sur le site et d'autre part, des tutoriels sur *Youtube* pour aider les enfants et les parents à la prise en main de l'ordinateur. C'est à ce moment là que les derniers aspects de *story telling* pour la méthode Hécatéris seront implémentés (animations de la mascotte, vidéos tutoriels, etc).

Ce plan d'action devrait permettre de créer la société Hécatéris en 2023 et de commercialiser la version *B2B2C* grâce aux premiers *early adopters* qui auront eu accès gratuitement à la plateforme pendant quelques mois auparavant.

Enfin, si tout se passe bien et que le projet prend vie après ces six prochains mois, la liste des éléments suivants pourra être réalisée pour élargir le rayonnement d'Hécatéris.

- Faire un *crowdfunding* pour préparer le lancement de la version *B2C* auprès des parents.
- Créer une offre pour les écoles spécialisées et générales.
- Étendre la plateforme à d'autres modes d'éducation adaptée aux troubles dys.
- Créer une section "Recherche" dans Hécatéris pour permettre le développement de la recherche au service des troubles dys-. D'une part, en faisant des analyses internes et d'autre part, en partageant des données à des organismes externes pour qu'ils effectuent des recherches.
- Internationaliser en proposant notre plateforme en différentes langues.

16.3 Conclusion

Ce projet est parvenu à établir les trois composantes nécessaires à sa réussite. **La problématique** est bien définie : les solutions d'apprentissage de la frappe au clavier pour les enfants atteints de dyspraxie ne sont pas au niveau de la demande. **Une solution** qui répond aux besoins des différents utilisateurs (les thérapeutes, parents et enfants). Enfin, le plus important, *la viabilité financière* qui découle du **business model** est positive. En plus de cela, **l'équipe** porteuse du projet est capable d'innover et de se remettre en question lors de confrontation à des nouveaux problèmes ou des imprévus. Tout est en place pour permettre la poursuite du projet.

La remise du mémoire marque le début d'une nouvelle aventure pour Hécatéris...

Bibliographie

- AGENCE FÉDÉRALE DES MÉDICAMENTS ET DES PRODUITS DE SANTÉ. (2017).
RÈGLEMENT (UE) 2017/745 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU
CONSEIL du 5 avril 2017 [En ligne sur le site web de].
[https://www.afmps.be/fr/humain/produits_de_sante/dispositifs_medicaux/
generalites/reglement_2017745_2017746#1.%5C%20L%5C%C3%5C%A9gislation](https://www.afmps.be/fr/humain/produits_de_sante/dispositifs_medicaux/generalites/reglement_2017745_2017746#1.%5C%20L%5C%C3%5C%A9gislation)
- AHMED, H., JILANI, T., HAIDER, W., ABBASI, M., NAND, S. & KAMRAN, S. (2017).
*Establishing standard rules for choosing best KPIs for an e-commerce business
based on google analytics and machine learning technique*. International Journal of
Advanced Computer Science; Applications. [https://doi.org/https://doi.org/10.
14569/IJACSA.2017.080570](https://doi.org/https://doi.org/10.14569/IJACSA.2017.080570)
- ALBARET, J. M., ARNAUD, C., ASSAIANTE, C., GONZALEZ-MONGE, S., HURON, C.,
JOLLY, C., ... & WOOLLVEN, M. (2019). *Trouble développemental de la
coordination ou dyspraxie (Doctoral dissertation*. Institut national de la santé et
de la recherche médicale (INSERM).
<https://doi.org/https://www.hal.inserm.fr/inserm-03385007>
- ALBARET, J. M. & CHAIX, Y. (2013). Mise au point sur les troubles des apprentissages.
Les Entretiens de Bichat, 1(9), 1-9.
- ANDERSON, J. R. (1987). Skill acquisition : Compilation of weak-method problem
solutions. *Psychology Reviews*, 94, 192-210.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1037/0033-295X.94.2.192>
- ANTOINE, J. Y., CROCHETET, M., ans E. LOPEZ, C. A., POUPLIN, S., BESNIER, A.
& THEBAUD, M. (2019). Ma copie adore le vélo : analyse des besoins réels en
correction orthographique sur un corpus de dictées d'enfants. *TALN, Toulouse*.
<https://doi.org/ffhal-02375246>

- APA, D. S. A. P. A. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders : DSM-5 (Vol. 5)*. Washington, DC : American psychiatric association.
- ATKINSON, R. C. & SHIFFRIN, R. M. (1968). Human memory : A proposed system and its control processes. *In Psychology of learning and motivation*, 89-195. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/s0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/s0079-7421(08)60422-3)
- BARDY, B. G. (1991). Le paradigme de la double tâche. *Science et motricité*, 15, 31-39.
- BEAUNIEUX, H., HUBERT, V., WITKOWSKI, T., PITEL, A. L., ans J. M. DANION AND..., S. R. & EUSTACHE, F. (2006). Which processes are involved in cognitive procedural learning? *Memory*, 14(5), 521-539. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09658210500477766>
- BENOIS, C. & JOVER, M. (2006). Dysfonctionnement visuo-spatial chez l'enfant : cadre nosographique, dépistage et rééducation. In J., Corraze JM., Albaret (69-81). *Entretiens de Bichat : Entretiens de Psychomotricité. Paris : Expansion Scientifique Française*.
- BILLOUET, P. (2005). Le clavier. *Le Télémaque*, 28, 133-154. <https://doi.org/https://doi.org/10.3917/tele.028.0133>
- BIOTTEAU, M., CHAIX, Y. & ALBARET, J. M. (2015). Procedural learning and automatization process in children with developmental coordination disorder and/or developmental dyslexia. *Human movement science*, 43, 78-89. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.07.005>
- BOSSE, M. L. & VALDOIS, S. (2009). Influence of the visual attention span on child reading performance : a cross-sectional study. *Journal of research in reading*, 32(2), 230-253. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2008.01387.x>
- CAMOS, V., FAYOL, M. & BARROUILLET, P. (1999). L'activité de dénombrement chez l'enfant : Double tâche ou procédure? *L'année psychologique*, 99(4), 623-645.
- CHAIX, Y., ALBARET, J. M., BRASSARD, C., CHEURET, E., DE CASTELNAU, P., BENESTEAU, J., ... & DÉMONET, J. F. (2007). Motor impairment in dyslexia : the influence of attention disorders. *European Journal of Paediatric Neurology*, 11(6), 368-374. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2007.03.006>
- COHEN, N. J. & SQUIRE, L. R. (1980). Preserved learning and retention of pattern-analyzing skill in amnesia : Dissociation of knowing how and knowing that. *Science*, 210(4466), 207-210. <https://doi.org/DOI:10.1126/science.7414331>

- COLÉ, P., MAREC-BRETON, N., ROYER, C. & GOMBERT, J. E. (2003). Morphologie des mots et apprentissage de la lecture. *Reéducation Orthophonique*, 213(1), 57-60.
- COMMISSION NATIONALE DE L'INFORMATIQUE ET DES LIBERTÉS. (2018). Le règlement général sur la protection des données - RGPD [En ligne sur le site web de]. <https://www.cnil.fr/fr/reglement-europeen-protection-donnees>
- CORNERSTONE. (2020). Cornerstone Reports Significant Increase in Online Learning as Organizations Transition to Remote Work Globally [En ligne sur le site web de]. <https://www.bloomberg.com/press-releases/2020-04-17/cornerstone-reports-significant-increase-in-online-learning-as-organizations-transition-to-remote-work-globally>
- CRÉDOC. (2018). Enquête sur les conditions de vie et les aspirations [En ligne sur le site web de]. <https://www.credoc.fr/>
- CRUNELLE, D. (2008). Les DYS... dyslexies et autres troubles. *Troubles du langage et apprentissages*, 49-58.
- DAIGLE, D., COSTERG, A., PLISSON, A., RUBERTO, N. & VARIN, J. (2016). Spelling Errors in French-speaking Children with Dyslexia : Phonology May Not Provide the Best Evidence. *Dyslexia*, 22(2), 137-157. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/dys.1524>
- DASSE, V. (2021). *Formation passage au clavier en situation de troubles d'apprentissages [webinaire]*. Site du centre Alternatives. <https://doi.org/https://www.centre-alternatives.be/professionnel/formations/clavigraphie>
- DATTA, H., FOUBERT, B. & van HEERDE, H. (2015). *The Impact of Free-Trial Acquisition on Customer Usage, Retention, and Lifetime Value*. Journal of Marketing Research. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1509/jmr.12.0160>
- DE WEEK, G. & FAYOL, M. (2009). L'orthographe en production de textes chez les enfants avec et sans dysorthographe. *Langage et pratiques*, 43, 46-58.
- DECLERCQ, A. C. (2019). *Animatrice. Apprendre efficacement le clavier aux enfants "dys" [webinaire]*. Youtube. <https://doi.org/https://www.youtube.com/watch?v=qtmupnbBypI>
- DEHAENE, S. (2012). *Les grands principes de l'apprentissage [Présentation Power Point]*. Site du collège de France. <https://doi.org/https://www.college-de->

- france . fr / media / stanislas - dehaene / UPL4296315902912348282_Dehaene_GrandsPrincipesDeLApprentissage_CollegeDeFrance2012.pdf
- DELAMARE, C. (2012). *Dyslexie-dysorthographe et handicap scolaire : les outils informatiques de compensation du langage écrit et leur intégration dans la prise en charge en orthophonie : réalisation d'une plaquette d'information et d'un site Internet à l'usage des orthophonistes*. (Doctoral dissertation, Université de Poitiers).
- DESAGE, M. (2020). Site internet et droits d'auteur : comment vous protéger contre le plagiat ? [En ligne sur le site web de]. <https://www.codeur.com/blog/site-internet-droits-auteur-protection-contre-plagiat/>
- DEWEY, D. (1995). What is developmental dyspraxia. *Brain and cognition*, 29(3), 254-274. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/brcg.1995.1281>
- DIGNOCOURT, S. (2022). Un brevet, ça coûte combien, en vrai ? [En ligne sur le site web de]. <https://www.lesoir.be/278858/article/2019-03-11/un-brevet-ca-coute-combien-en-vrai>
- DORTIER, M. & RIGAUD, C. (2021). *Détecter et aider les élèves dys : Outils inspirants pour un accompagnement réussi ! (1re éd.)* VUIBERT.
- DOYON, J., GABITOV, E., VAHDAT, S., LUNGU, O. & BOUTIN, A. (2018). Current issues related to motor sequence learning in humans. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 20, 89-97. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.11.012>
- DOYON, J., PENHUNE, V. & UNGERLEIDER, L. G. (2003). Distinct contribution of the cortico-striatal and cortico-cerebellar systems to motor skill learning. *Neuropsychologia*, 41(3), 252-262. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(02\)00158-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0028-3932(02)00158-6)
- DROTÁR, P. & DOBEŠ, M. (2020). Dysgraphia detection through machine learning. *Scientific Reports*, 1-9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-020-78611-9>
- ESTIENNE, F. (2014). *Dysorthographe et dysgraphie/300 exercices : Comprendre, évaluer, remédier, s'entraîner*. Elsevier Masson.
- FÉDÉRATION ROYALE DU NOTARIAT BELGE. (2022). Les obligations comptables de la société [En ligne sur le site web de]. <https://www.notaire.be/entreprendre/fonctionnement-des-societes/les-obligations-comptables-de-la-societe>

- FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES. (2019). Stratégie numérique pour l'éducation en Fédération Wallonie-Bruxelles [En ligne sur le site web de]. <http://www.enseignement.be/index.php?page=28101>
- FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES. (2022). CEB – Épreuves adaptées [En ligne sur le site web de]. <http://www.enseignement.be/index.php?page=27605>
- FEIT, A. M., WEIR, D. & OULASVIRTA, A. (2016). How We Type : Movement Strategies and Performance in Everyday Typing. *Association for Computing Machinery*, 4262-4273. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/2858036.2858233>
- FLORY, S. (2000). Identifying, assessing and helping dyspraxic children. *Dyspraxia*, 6(3), 205-208. [https://doi.org/https://doi.org/10.1002/1099-0909\(200007/09\)](https://doi.org/https://doi.org/10.1002/1099-0909(200007/09)6(3)205::AID-DYS205>3.0.CO;2-1)
- GAIE, B., LELOSTEC, C., MAZEAU, M., POUHET, A. & TONINATO, A. M. (2014). *Dyspraxie et troubles non-verbaux : Faire avec la complexité : études de cas*. Elsevier Masson.
- GARCIA, G. (2015). *Une approche logicielle du traitement de la dyslexie*. Doctoral dissertation, Université Blaise Pascal–Clermont-Ferrand II. <https://doi.org/https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01278773/>
- GERRY, J., WHITTINGTON, R., SCHOLES, K., ANGWIN, D. & REGNER, P. (2017). *Exploring Strategy : text and cases. (11th Edition)*. London : Pearson.
- GIBBS, J., APPLETON, J. & APPLETON, R. (2007). *Dyspraxia developmental coordination disorder : unravelling the enigma*. Archives of Disease in Childhood. <https://doi.org/https://doi.org/10.1136/adc.2005.088054>
- GODEFROID, J. (2011). *Chapitre 9 : Mémoire et connaissances. Psychologie : Science humaine et science cognitive (3e éd.)* DE BOECK SUP.
- GOETHE, O. (2019). *Gamification Mindset*. Human–Computer Interaction Series. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11078-9>
- GOLDSTEIN, S. (2020). Les conditions générales d'utilisation (CGU) d'un site web [En ligne sur le site web de]. <https://www.legalplace.fr/guides/cgu-web/>
- GOOCH, D., VASALOU, A., BENTON, L. & KHALED, R. (2016). Using Gamification to Motivate Students with Dyslexia. *CHI '16 : Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 11. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858231>

- GUILLERMIN, A. L. & LEVEQUE-DUPIN, S. (2012). Comment l'ordinateur peut-il devenir un outil de compensation efficace de la dysgraphie pour la scolarité? *Développements*, n° 12(3), 25-31.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3917/devel.012.0025>
- GÜNZEL-JENSEN, F. & HOLM, A. (2015). *Freemium business models as the foundation for growing an e-business venture : a multiple case study of industry leaders*. Journal of Entrepreneurship, Management ; Innovation (JEMI). <https://doi.org/https://doi.org/10.7341/20151115>
- HABIB, M. (1999). *La dyslexie : le cerveau singulier*. Editions Solar.
- HABIB, M. (2018a). Dyslexie de développement. *EMC Psychiatrie Pédopsychiatrie*, 1-12.
[https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0246-1072\(18\)81436-5](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0246-1072(18)81436-5)
- HABIB, M. (2018b). *La constellation des dys : bases neurologiques de l'apprentissage et de ses troubles*. De Boeck Supérieur.
- HABIB, M. & JOLY-POTTUZ, B. (2008). Dyslexie, du diagnostic à la thérapeutique : un état des lieux. *Revue de Neuropsychologie*, 18(4), 247-325.
- HOEFFLIN, G. & FRANCK, J. (2005). Development of spelling skills in children with and without learning disabilities. *L1-Educational Studies in Language and Literature*, 5(2), 175-192. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10674-005-0917-6>
- HYDE, T. S. & JENKINS, J. J. (1973). Recall for words as a function of semantic, graphic, and syntactic orienting tasks. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12(5), 471-480. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(73\)80027-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0022-5371(73)80027-1)
- KAISAR, S. (2020). Developmental dyslexia detection using machine learning techniques : A survey. *Korean Institute of Communications and Information Sciences*, 182-184.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ict.2020.05.006>
- KIRYAKOVA, G., ANGELOVA, N. & YORDANOVA, L. (2014). Gamification in education. *Academia*. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5198-0>
- KUHLMANN, M. (2020). TDDE16 - Text Mining. *Linköping University*, Text classification and Text clustering.
- KUKICH, K. (1992). Techniques for automatically correcting words in text. *Acm Computing Surveys (CSUR)*, 24(4), 377-439.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1145/146370.146380>

- LAMBIN, J.-J. & de MOERLOOSE, C. (2021). *Marketing stratégique et opérationnel : la démarche marketing dans une perspective responsable*. Dunod.
- LEFEVERE, G. & ALEXANDRE, A. (2011). Apports de l'ergothérapie auprès d'enfants présentant une dyspraxie. *Journal de Réadaptation Médicale : Pratique et Formation en Médecine Physique et de Réadaptation*, 31(1), 22-30.
- LEFEVERE, G., en ERGOTHÉRAPIE, P. & DYSPHASIA, S. E. S. S. A. D. (2007). Création d'un protocole d'évaluation de la vitesse de frappe au clavier pour les enfants présentant une dyspraxie. *Rev Ergother*, 27, Rev Ergother, 27.
- LEWANDOWSKI, C., AGUIRRE, P., BARA, F. & ALBARET, J. M. (2018). Travail interprofessionnel et adaptations pédagogiques : qu'en est-il de l'accompagnement des enfants avec un trouble développemental de la coordination (TDC)? *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 66(7-8), 421-431. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neurenf.2018.07.009>
- MAGNAT, J., XAVIER, J., ZAMMOURI, I. & COHEN, D. (2015). Troubles développementaux de la coordination (TDC) : perspective clinique et synthèse de l'état des connaissances. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 63(7), 446-456.
- MAJERUS, S., PONCELET, M., van der LINDEN, M., JAMBAQUÉ, I. & MOTTRON, L. (2020). *Traité de neuropsychologie de l'enfant*. De Boeck.
- MAQUET, C. (2021a). EdTech : focus sur un secteur en pleine ascension [En ligne sur le site web de]. <https://siecledigital.fr/2021/05/26/edtech-focus-secteur-education/>
- MAQUET, C. (2021b). EdTech : quels enjeux pour les élèves? [En ligne sur le site web de]. <https://siecledigital.fr/2021/06/02/edtech-quels-enjeux-pour-les-eleves/>
- MARKETING CHARTS. (2017a). [Subscription Benchmarks] How Often Do Free Trials Convert? And Do Coupon Discounts Work? [En ligne sur le site web de]. <https://www.marketingcharts.com/featured-80988>
- MARKETING CHARTS. (2017b). Cost per Lead (CPL) Benchmarks, by Industry, Revenue and Company Size [En ligne sur le site web de]. <https://www.marketingcharts.com/customer-centric/lead-generation-and-management-79707>
- MARKETING CHARTS. (2021). What's a Good Landing Page Conversion Rate? [En ligne sur le site web de]. <https://www.marketingcharts.com/customer-centric/lead-generation-and-management-117008>

- MARTIN, T. A., KEATING, J. G., GOODKIN, H. P., BASTIAN, A. J. & THACH, W. T. (1996). Throwing while looking through prisms : I. Focal olivocerebellar lesions impair adaptation. *Brain*, 119(4), 1183-1198. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/brain/119.4.1183>
- MARTINET, C. (2010). Comment favoriser les apprentissages des élèves présentant une dyslexie-dysorthographe? Repérage et pistes d'aménagements pédagogiques. *Revue Suisse de Pédagogie Spécialisée-CSPS-SZH*, 7, 8, 26-31.
- MARTINET, C. & VALDOIS, S. (1999). L'apprentissage de l'orthographe d'usage et ses troubles dans la dyslexie développementale de surface. *L'Année psychologique*, 99(4), 577-622.
- MAZEAU, M. (2013). La dyspraxie aujourd'hui. *Developpements*, (3), 94-102.
- MAZEAU, M. (2016). *L'enfant Dyspraxique Et Les Apprentissages : Coordonner Les Actions Thérapeutiques Et Scolaires (NEUROPSYCHOLOGIE) (French Edition)*. (2e éd.). Masson Editeurs.
- MÉDIAMÉTRIE. (2019). Étude annuelle : Les Français et le Jeu Vidéo [En ligne sur le site web de]. <https://www.sell.fr/news/lessentiel-du-jeu-video-octobre-2019>
- MEINERT, S. (2014). *Guide pratique : L'élaboration de scénarios*. European Trade Union Institute.
- MERCURE, C. (2019). *Retombées de l'utilisation des technologies d'aide en contexte d'écriture sur les processus d'écriture d'élèves dyslexiques-dysorthographiques du premier cycle du secondaire*. [Doctoral dissertation, Université du Québec à Trois-Rivières]. [https://doi.org/Bibliothquedel ' UniversitduQubecTrois - Rivires](https://doi.org/Bibliothquedel%20UniversitduQubecTrois-Rivires).<https://depot-e.uqtr.ca/id/eprint/9226/1/032342575.pdf>
- MISSIUNA, C., MOLL, S., LAW, M., KING, S. & KING, G. (2006). Mysteries and mazes : Parents' experiences of children with developmental coordination disorder. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 73(1), 7-17. <https://doi.org/https://doi.org/10.2182/cjot.05.0010>
- MOBISKILL. (2021). Les meilleurs frameworks front-end à utiliser en 2021 [En ligne sur le site web de]. <https://mobiskill.fr/blog/conseils-emploi-tech/les-meilleurs-frameworks-front-end-a-utiliser-en-2021/#:~:text=React%5C%20est%5C%20utilis%5C%C3%5C%A9%5C%20pour%5C%20construire,possible%5C%20de%5C%20r%5C%C3%5C%A9utiliser%5C%20les%5C%20composants>.

- NIEMEIJER, A. S., SMITS-ENGELSMAN, B. C. & SCHOEMAKER, M. M. (2007). Neuromotor task training for children with developmental coordination disorder : a controlled trial. *Developmental Medicine Child Neurology*, 49(6), 406-411. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00406.x>
- NILES-CAMPBELL, N., TAM, C., MAYS, J. & SKIDMORE, G. (2008). Comprendre l'acquisition des habiletés pour écrire au clavier chez les enfants ayant des troubles de la motricité fine. *Congrès 2008—une expérience inoubliable dans le nord canadien*, 13.
- OSSEL, D. V. (2021). Le nombre d'étudiants en psycho explose chaque année, la qualité des études s'en trouve menacée [En ligne sur le site web de]. <https://www.rtbfb.be/article/le-nombre-detudiants-en-psycho-explose-chaque-annee-la-qualite-des-etudes-sen-trouve-menacee-10798527>
- PANNETIER, É. (2016). *Mieux comprendre la dyslexie - un guide pour les parents et les intervenants*. DANGLES.
- PECQUEUR, A. (2018). *Data centers, derrière la façade : Le coût réel des données virtuelle*. Revue du Crieur. <https://doi.org/https://doi.org/10.3917/crieu.010.0090>
- PIEK, J. P., BAYNAM, G. B. & BARRETT, N. C. (2006). The relationship between fine and gross motor ability, self-perceptions and self-worth in children and adolescents. *Human movement science*, 25(1), 65-75. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.humov.2005.10.011>
- PISELLA, L., VIALATTE, A., MARTEL, M., PROST-LEFEBVRE, M., CATON, M. C., STALDER, M., ... & GONZALEZ-MONGE, S. (2021). Elementary visuospatial perception deficit in children with neurodevelopmental disorders. *Developmental Medicine Child Neurology*, 63(4), 457-464. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/dmcn.14743>
- PLISSON, A., DAIGLE, D. & MONTÉSINOS-GELET, I. (2013). The spelling skills of French-speaking dyslexic children. *Dyslexia*, 19(2), 76-91. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/dys.1454>
- PURPER-OUAKIL, D., CORTESE, S., MICHEL, G. & MOUREN, M. C. (2006). *Le trouble déficitaire de l'attention-hyperactivité (TDAH) de l'enfant et de l'adolescent*. In *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*. Elsevier Masson. [https://doi.org/10.1016/S0003-4487\(05\)00296-9](https://doi.org/10.1016/S0003-4487(05)00296-9)

- PUYJARINET, F. (2019). Intérêts de la pratique de l'imagerie motrice dans la rééducation de l'écriture des enfants dysgraphiques. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant (ANAE)*, 31(159), 1-11.
- RAIMOND, H. (2017). Baromètre citoyens 2017. Accès Internet et équipements numériques [En ligne sur le site web de]. <https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/citoyens2017-internet-equipement>
- RANSSON, G. (2019). Codes des Sociétés et des associations : notes [En ligne sur le site web de]. <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/234897/3/2019>
- RAUSCHENBERGER, M., RELLO, L., FÜCHSEL, S. & THOMASCHEWSKI, J. (2016). A Language Resource of German Errors Written by Children with Dyslexia. *European Language Resources Association (ELRA)*, 84.
- RELLO, L., BAEZA-YATES, R. & LLISTERRI, J. (2014). DysList : An Annotated Resource of Dyslexic Errors. *Conference : LREC 2014. Proceedings of the Ninth International Conference on Language Resources and Evaluation*. <https://doi.org/10.13140/2.1.2542.7205>
- RELLO, L. & BALLESTEROS, M. (2015). Detecting Readers with Dyslexia Using Machine Learning with Eye Tracking Measures. *W4A '15 : Proceedings of the 12th International Web for All Conference*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/2745555.2746644>
- RELLO, L., BAYARRI, C. & GORRIZ, A. (2012). What is wrong with this word ? dysegxia : a game for children with dyslexia, 219-220. <https://doi.org/10.1145/2384916.2384962>
- RELLO, L., BAYARRI, C. & GORRIZ, A. (2013). Dyslexia Exercises on my Tablet are more Fun, 1-2. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/2461121.24611482>
- RELLO, L., ROMERO, E., RAUSCHENBERGER, M., ALI, A., WILLIAMS, K., BIGHAM, J. P. & WHITE, N. C. (2018). Screening Dyslexia for English Using HCI Measures and Machine Learning. *International Digital Health Conference, April 23-26, 2018, Lyon, France*. <https://doi.org/https://dl.acm.org/doi/10.1145/3194658.3194675>
- RIES, E. (2011). *The Lean Startup : How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses*. Crown Business. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2012.00920.2.x>

- ROY, E. (1985). *Neuropsychological studies of apraxia and related disorders*. Elsevier.
- SALVAN, M. & ALBARET, J. M. (2006). Quelle rééducation psychomotrice pour le trouble de l'acquisition de la coordination (TAC)? *ANAE. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, (88-89), 164-171.
- SEMAL, P. (2020). Technological and Quantitative Project (incl. Project Management) : Risks management. *UCLouvain*.
- SERVICE PUBLIC FÉDÉRAL BELGE. (2022). TVA [En ligne sur le site web de]. https://www.belgium.be/fr/economie/entreprise/fiscalite_et_comptabilite/tva
- SERVICE PUBLIC FÉDÉRAL BELGE. (2020). La constitution d'une société disposant de la personnalité juridique [En ligne sur le site web de]. <https://economie.fgov.be/fr/themes/entreprises/creer-une-entreprise/demarches-pour-creer-une/la-constitution-dune-societe>
- SMITS-ENGELSMAN, B. C. M. & VAN GALEN, A. S. N. (2001). Fine motor deficiencies in children diagnosed as DCD based on poor grapho-motor ability. *Human Movement Science*, 20(1-2), 161-182. [https://doi.org/10.1016/S0167-9457\(01\)00033-1](https://doi.org/10.1016/S0167-9457(01)00033-1)
- SOPPELSA, R., ABIZEID, C. M., CHÉRON, A., LAURENT, A., DANNA, J. & ALBARET, J. M. (2016). Dysgraphies et rééducation psychomotrice : Données actuelles. *Les Entretiens de psychomotricité*, 1-7.
- SPF ECONOMIES. (2019). Ventes par internet (e-commerce) [En ligne sur le site web de]. <https://economie.fgov.be/fr/themes/ventes/formes-de-vente/ventes-par-internet-e-commerce>
- SPF ECONOMIES. (2020a). Choix du nom de l'entreprise [En ligne sur le site web de]. <https://economie.fgov.be/fr/themes/entreprises/creer-une-entreprise/demarches-pour-creer-une/choix-du-nom-de-lentreprise>
- SPF ECONOMIES. (2020b). Les droits d'auteur [En ligne sur le site web de]. <https://economie.fgov.be/fr/themes/propriete-intellectuelle/droits-de-pi/droits-dauteur-et-droits/les-droits-dauteur>
- SPF FINANCES. (2022). Déclaration à l'impôt des sociétés [En ligne sur le site web de]. https://finances.belgium.be/fr/entreprises/impot_des_societes/declaration#q5

- SQUIRE, L. R. (2004). Memory systems of the brain : a brief history and current perspective. *Neurobiology of learning and memory*, 82(3), 171-177. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nlm.2004.06.005>
- SQUIRE, L. R. & ZOLA, S. M. (1996). Structure and function of declarative and nondeclarative memory systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(24), 13515-13522. <https://doi.org/https://doi.org/10.1073/pnas.93.24.13515>
- STATBEL. (2021). Au 1er janvier 2021, la population légale belge comptait 11.521.238 habitants [En ligne sur le site web de]. <https://statbel.fgov.be/fr/themes/population/structure-de-la-population>
- STATISTA. (2021). Population estimates for Quebec, Canada from 2000 to 2021 [En ligne sur le site web de]. <https://www.statista.com/statistics/569873/population-estimates-quebec-canada/>
- STATISTA. (2022a). Population totale de la France 1982-2022 [En ligne sur le site web de]. <https://fr.statista.com/statistiques/471946/population-totale-france/>
- STATISTA. (2022b). Total population of Luxembourg from 2009 to 2021 [En ligne sur le site web de]. <https://www.statista.com/statistics/584901/total-population-of-luxembourg/>
- ST-PIERRE, R. (2010). Des jeux vidéo pour l'apprentissage : facteurs de motivation et de jouabilité issus du game design. *DistanceS*, 12(1), pp.4-26.
- STRODE, D. E., HUFF, S. L. & TRETIAKOV, A. (2009). The Impact of Organizational Culture on Agile Method Use. *Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences*. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2009.436>
- SUN, R., MERRILL, E. & PETERSON, T. (2001). From implicit skills to explicit knowledge : A bottom-up model of skill learning. *Cognitive science*, 25(2), 203-244. https://doi.org/https://doi.org/10.1207/s15516709cog2502_2
- TODA, A. M., VALLE, P. H. D. & ISOTANI, S. (2018). The Dark Side of Gamification : An Overview of Negative Effects of Gamification in Education. *Springer*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97934-2_9
- TURAN, Z., AVINC, Z., KARA, K. & GOKTAS, Y. (2016). Gamification and Education : Achievements, Cognitive Loads, and Views of Students. *International Journal of*

- Emerging Technologies in Learning*, 67-68. <https://doi.org/https://doi.org/10.3991/ijet.v11i07.5455>
- UE. (2021a). Plan d'action en matière d'éducation numérique (2021-2027) [En ligne sur le site web de]. <https://education.ec.europa.eu/fr/plan-daction-en-matiere-deducation-numerique-2021-2027>
- UE. (2021b). Propriété intellectuelle [En ligne sur le site web de]. https://europa.eu/youreurope/business/running-business/intellectual-property/index_fr.htm
- US BUREAU OF LABOR STATISTICS. (2020). Occupational Employment and Wage Statistics [En ligne sur le site web de]. <https://www.bls.gov/oes/current/oes439022.htm>
- VAIVRE-DOURET, L. (2008). Le point sur la dyspraxie développementale : symptomatologie et prise en charge. *Contraste*, N° 28-29(1), 321-341. <https://doi.org/https://doi.org/10.3917/cont.028.0321>
- VAS, A. (2020). *Stratégie d'entreprise : voyage illustré*. Dunod.
- WATERFORD. (2019). 15 Guided Reading Activities, Classroom Accommodations, and Teaching Strategies for Students with Dyslexia [En ligne sur le site web de]. <https://www.waterford.org/education/activities-for-dyslexia/>
- WERNER, J. M., CERMAK, S. A. & AZIZ-ZADEH, L. (2012). Neural correlates of developmental coordination disorder : the mirror neuron system hypothesis. *Journal of behavioral and brain science*, 2, 258-268. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2012.22029>
- WILSON, P. H. & MCKENZIE, B. E. (1998). Information processing deficits associated with developmental coordination disorder : A meta-analysis of research findings. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and allied disciplines*, 39(6), 829-840. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0021963098002765>
- ZWICKER, J. G., MISSIUNA, C., HARRIS, S. R. & BOYD, L. A. (2010). Brain activation of children with developmental coordination disorder is different than peers. *Pediatrics*, 678-686. <https://doi.org/https://doi.org/10.1542/peds.2010-0059>
- ZWICKER, J. G., MISSIUNA, C., HARRIS, S. R. & BOYD, L. A. (2011). Brain activation associated with motor skill practice in children with developmental coordination disorder : an fMRI study. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 145-152. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2010.12.002>

Annexe A

Diagrammes et modélisation de la plateforme

A.1 Diagramme de classes

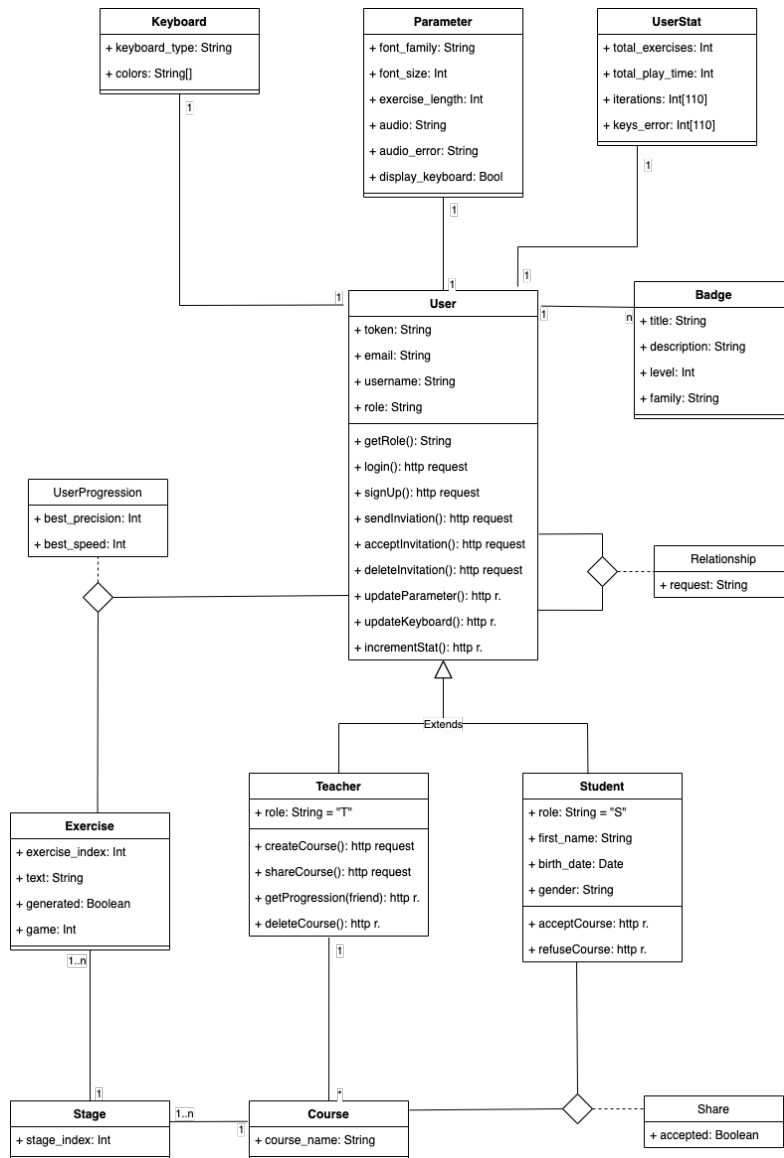


FIGURE A.1 – Diagramme de classes

A.2 Schéma relationnel

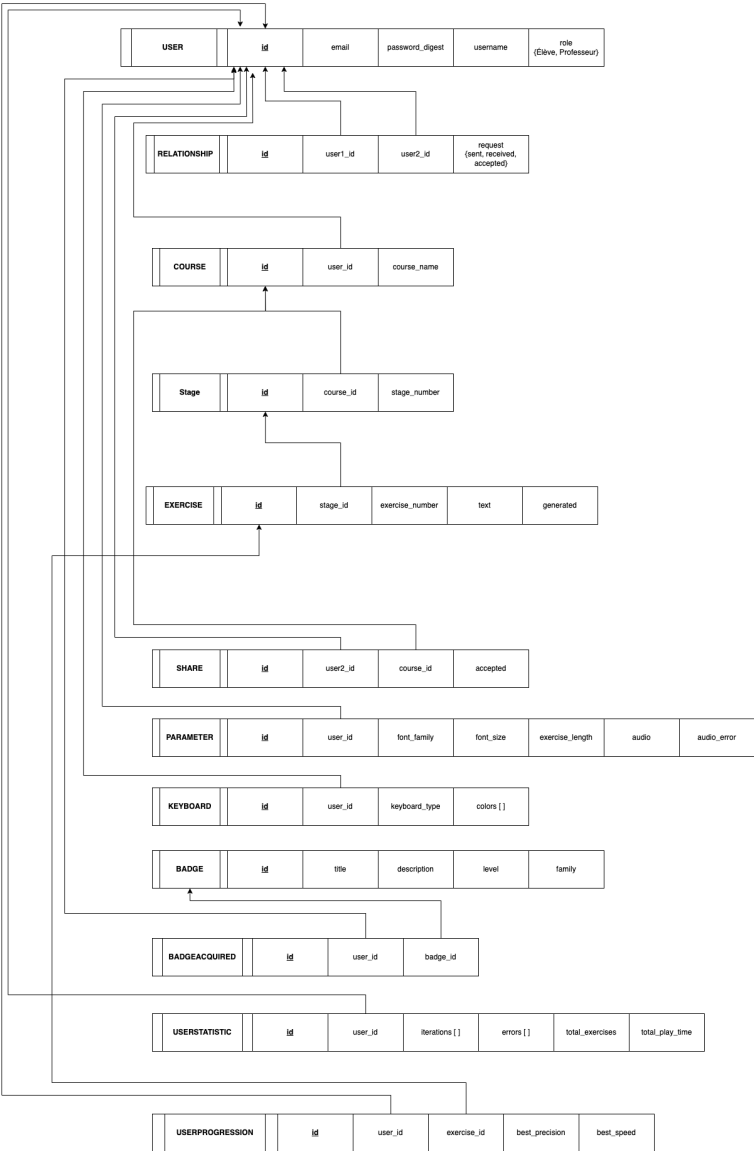


FIGURE A.2 – Schéma relationnel

A.3 Object Role Model

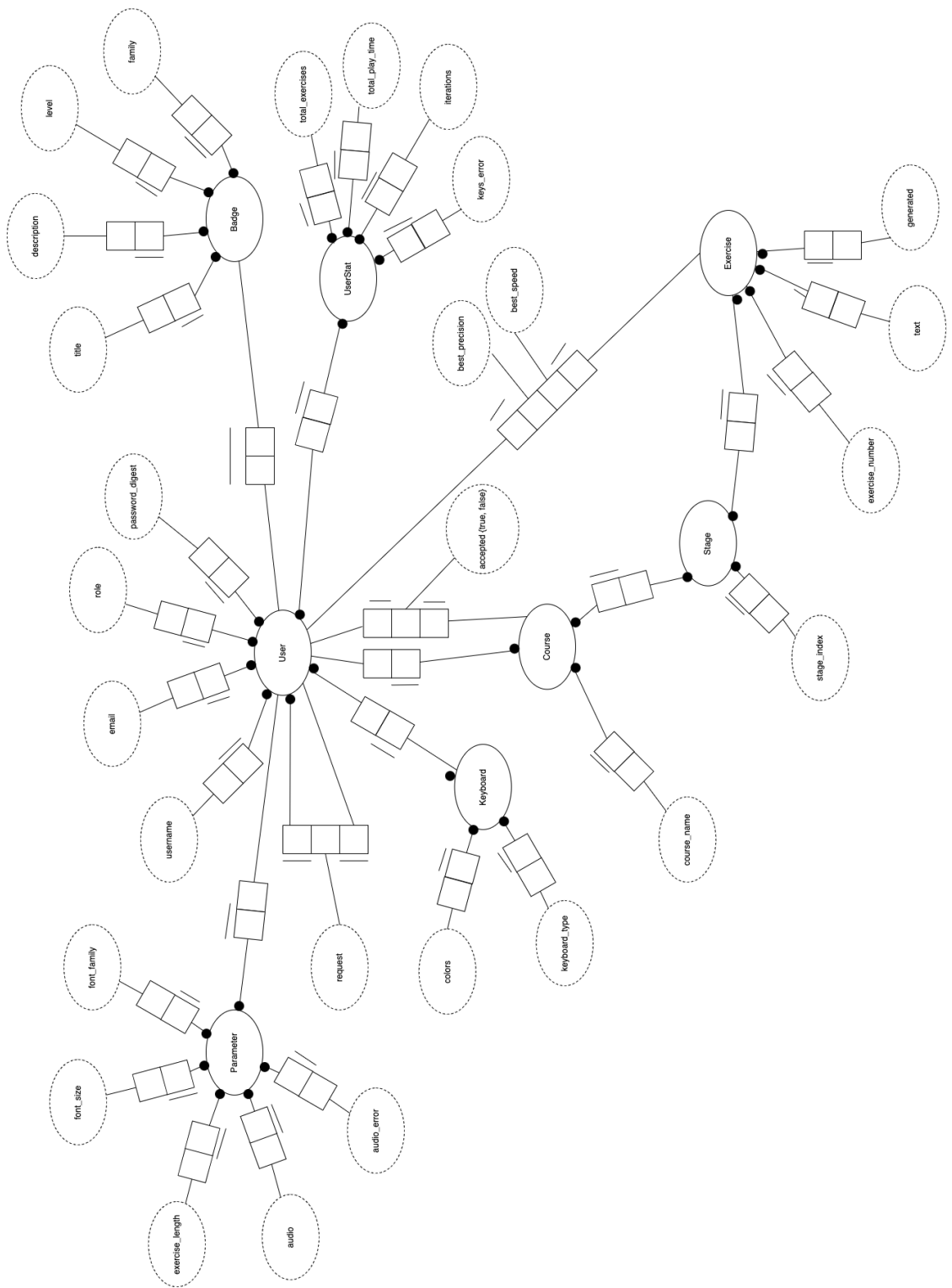


FIGURE A.3 – Object role model

Annexe B

Nos jeux de dactylographie

B.1 Falling words



FIGURE B.1 – Écran d'accueil

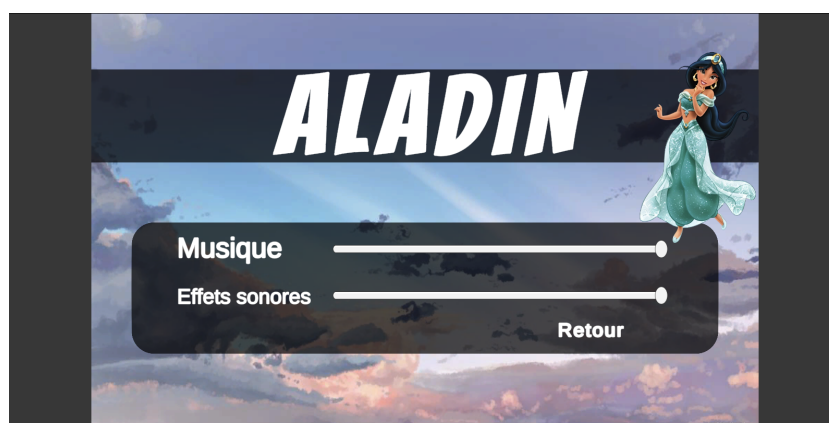


FIGURE B.2 – Options de jeu



FIGURE B.3 – Choix du niveau

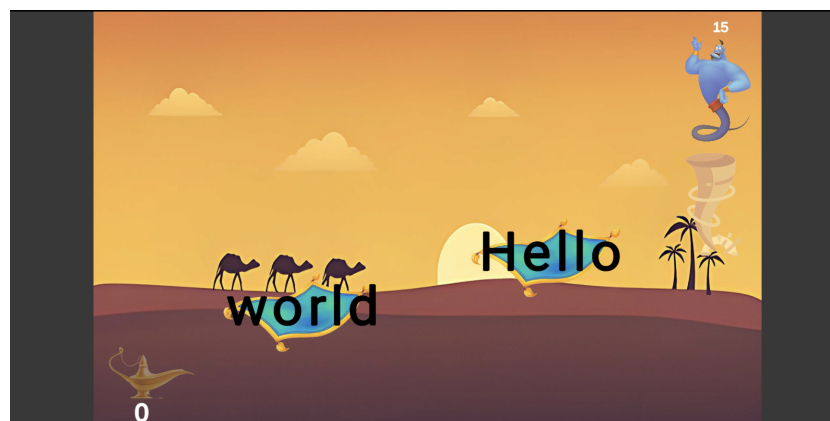


FIGURE B.4 – Écran durant une partie



FIGURE B.5 – Écran de fin de partie avec les résultats

B.2 Race car typing

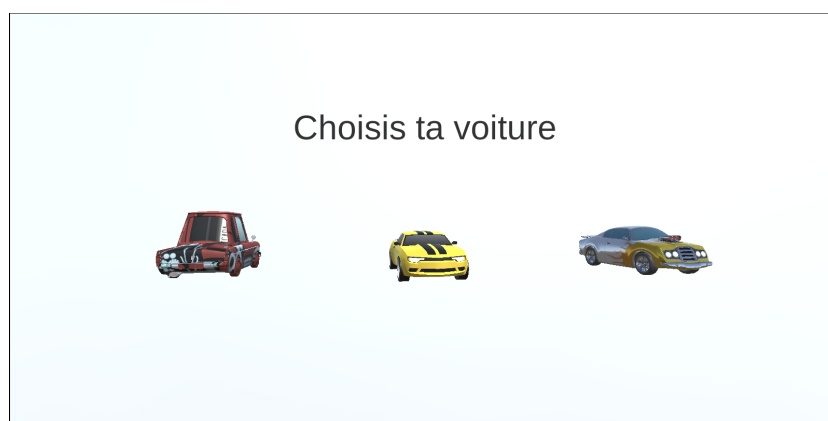


FIGURE B.6 – Écran d'accueil

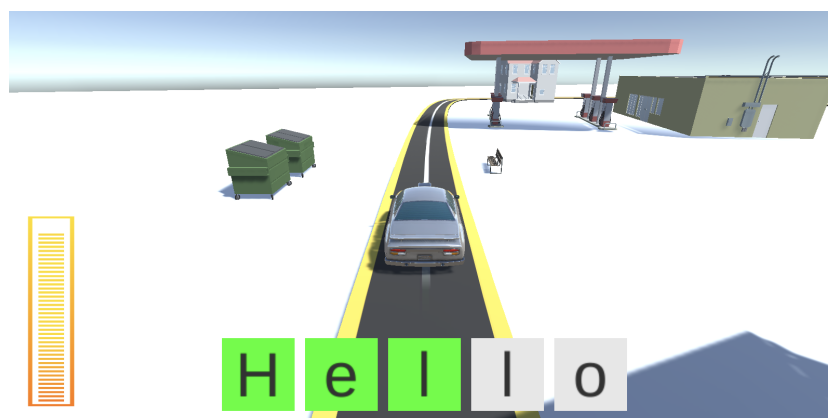


FIGURE B.7 – Écran durant une partie



FIGURE B.8 – Écran de fin de partie avec les résultats

Annexe C

Visuels additionnels de la plateforme

C.1 Page d'accueil

Voici comment la page d'accueil se présente sur la plateforme.



FIGURE C.1 – Page d'accueil

C.2 Section « À propos »

Voici comment la section « À propos » se présente sur la plateforme.



FIGURE C.2 – Hécatéris et son histoire



FIGURE C.3 – Pourquoi tu vas adorer apprendre avec Hécatéris

C.3 Landing page

Voici le *mockup* de la *landing page*, la version implémentée est similaire sauf pour la barre de navigation. Cette *landing page* est aussi adaptée au format *smartphone*.



FIGURE C.4 – Landing page

Annexe D

Retour utilisateurs après utilisation

D.1 Test par des enfants de l’ASBL Ballon Vert

Prénom *Aurélien* age *4-1 1/2 ans* Trouble *dyslexie*

Formulaire Hécatéris

Question 1)
Sur une échelle de 1 à 5, quel est votre niveau de satisfaction par rapport à la plateforme ?
Cochez la case qui vous convient.

1	2	3	4	5
😞	😐	😐	😐	😐
			X	

Question 2)
Sur une échelle de 1 à 5, quel est votre niveau de satisfaction par rapport aux exercices ?
Le jeu Hécatéris propose des exercices de lecture et de compréhension.

1	2	3	4	5
😞	😐	😐	😐	😐
			X	

Question 3)
Sur une échelle de 1 à 5, quel est votre niveau de satisfaction par rapport au jeu Falling words ?



1	2	3	4	5
😞	😐	😐	😐	😐
		X		

Question 4)
Sur une échelle de 1 à 5, quel est votre niveau de satisfaction par rapport au jeu Race car typing ?



1	2	3	4	5
😞	😐	😐	😐	😐
				X

Merci pour votre aide 😊

FIGURE D.1 – Enfant 1 - Image 1

Prénom

Age

Trouble

Question 5)

sur une echelle de 1 à 5, comment jugez-vous la liste d'éléments ci-dessous ?

Cochez la case qui vous convient.

	1	2	3	4	5
	😞	😐	😊	😊	😊
Le design du site					X
La prise en main					X
L'amusement				X	
L'apprentissage					X

Question 6)

Quels sont les points faibles d'Hécatéris par rapport aux autres logiciels d'apprentissage ?

2
On peut pas revenir en arrière
et s'est souligné

3
Les mots sont trop petits
et les lettres s'écrivent sans
en les pointer

Question 7)

Quels sont les points forts d'Hécatéris par rapport aux autres logiciels d'apprentissage ?

il y a des jeux

Question 8)

Comment pourrait-on améliorer notre plateforme selon vous ?

que les mots soient en couleur et qu'on voit tout se faire

Question 9)

Avez-vous d'autres remarques ?

/

Merci pour votre aide 😊

FIGURE D.2 – Enfant 1 - Image 2

Prénom *Hugo*

age *11*

Trouble
dyscalculie
dyslexie

Formulaire Hécatéris

Question 1)
Sur une echelle de 1 à 5, quel est votre niveau de satisfaction par rapport à la plateforme ?
Cochez la case qui vous convient.

1	2	3	4	5
				X

Question 2)
Sur une echelle de 1 à 5, quel est votre niveau de satisfaction par rapport aux exercices ?

LA MAISON rouge le lapin brun le chocolat au lait

1	2	3	4	5
			X	

Question 3)
Sur une echelle de 1 à 5, quel est votre niveau de satisfaction par rapport au jeu Falling words ?

bonjour

1	2	3	4	5
		X		

Question 4)
Sur une echelle de 1 à 5, quel est votre niveau de satisfaction par rapport au jeu Race car typing ?

n | j | o | u | r

1	2	3	4	5
				X

Merci pour votre aide

FIGURE D.3 – Enfant 2 - Image 1

Prénom

age

Trouble

Question 5)

Sur une echelle de 1 à 5, comment jugez-vous la liste d'éléments ci-dessous ?

Cochez la case qui vous convient.

	1	2	3	4	5
	😬	😞	😐	😄	😁
Le design du site					X
La prise en main					X
L'amusement					X
L'apprentissage					X

Question 6)

Quels sont les points faibles d'Hécatéris par rapport aux autres logiciels d'apprentissage ?

rien ne me vient à l'esprit

opérations trop faciles

Question 7)

Quels sont les points forts d'Hécatéris par rapport aux autres logiciels d'apprentissage ?

largeur, le choix des couleurs est bon

Question 8)

Comment pourrait-on améliorer notre plateforme selon vous ?

la navigation

Question 9)

Avez-vous d'autres remarques ?

Merci pour votre aide 😊

FIGURE D.4 – Enfant 2 - Image 2

Prénom *TOM* age *13* Trouble *DISLEXIE*

Formulaire Hécatéris

Question 1)
Sur une échelle de 1 à 5, quel est votre niveau de **satisfaction par rapport à la plateforme** ?
Cochez la case qui vous convient.

1	2	3	4	5
😞	😞	😞	😞	😞
			✓	

Question 2)
Sur une échelle de 1 à 5, quel est votre niveau de satisfaction par rapport aux exercices ?

18.000 3000 rouge le lapin brun le chocolat au lait

1	2	3	4	5
😞	😞	😞	😞	😞
				✓

Question 3)
Sur une échelle de 1 à 5, quel est votre niveau de satisfaction par rapport au jeu Falling words ?

bonjour

1	2	3	4	5
😞	😞	😞	😞	😞
				✓

RETIRER ALLENTIR NIV 2 et 3

Question 4)
Sur une échelle de 1 à 5, quel est votre niveau de satisfaction par rapport au jeu Race car typing ?

bonjour

1	2	3	4	5
😞	😞	😞	😞	😞
			✓	

REN PLUS POUR LES PETITS

Merci pour votre aide 😊

FIGURE D.5 – Enfant 3 - Image 1

Prénom

age

Trouble

Question 5)

Sur une echelle de 1 à 5, comment jugez-vous la liste d'éléments ci-dessous ?

Cochez la case qui vous convient.

	1	2	3	4	5
	😞	😐	😐	😊	😄
Le design du site				✓	
La prise en main					✓
L'amusement					✓
L'apprentissage				✓	

Question 6)

Quels sont les points faibles d'Hécatéris par rapport aux autres logiciels d'apprentissage ?

Question 7)

Quels sont les points forts d'Hécatéris par rapport aux autres logiciels d'apprentissage ?

Question 8)

Comment pourrait-on améliorer notre plateforme selon vous ?

VIDEO YOUTUBE POUR L'ÉLÈVE

SUPPLÉMENTAIRE YASMINA

Question 9)

Avez-vous d'autres remarques ?

Merci pour votre aide 😊

FIGURE D.6 – Enfant 3 - Image 2

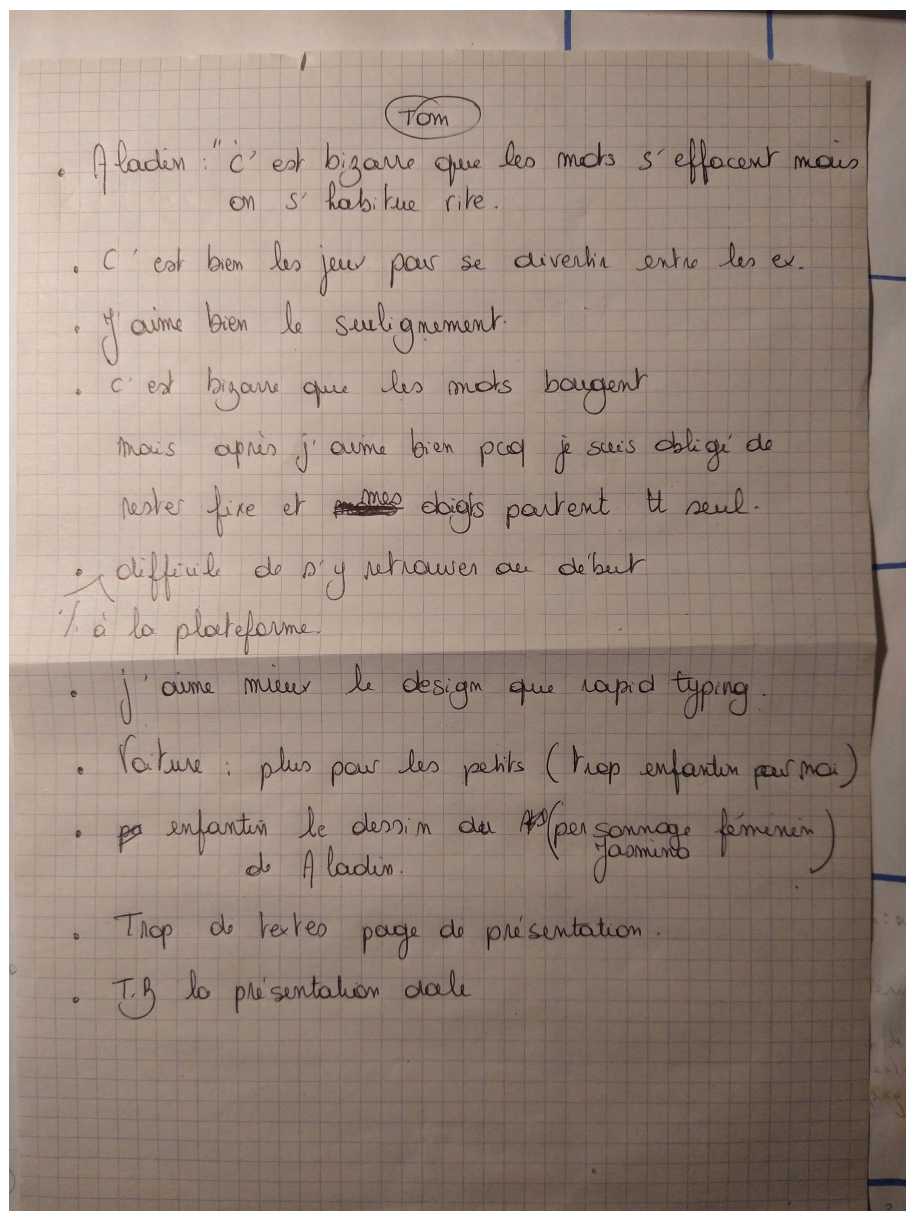


FIGURE D.7 – Enfant 3 - Image 3

Annexe E

Entretiens quantitatifs

E.1 Google Form n°1 : auprès des parents

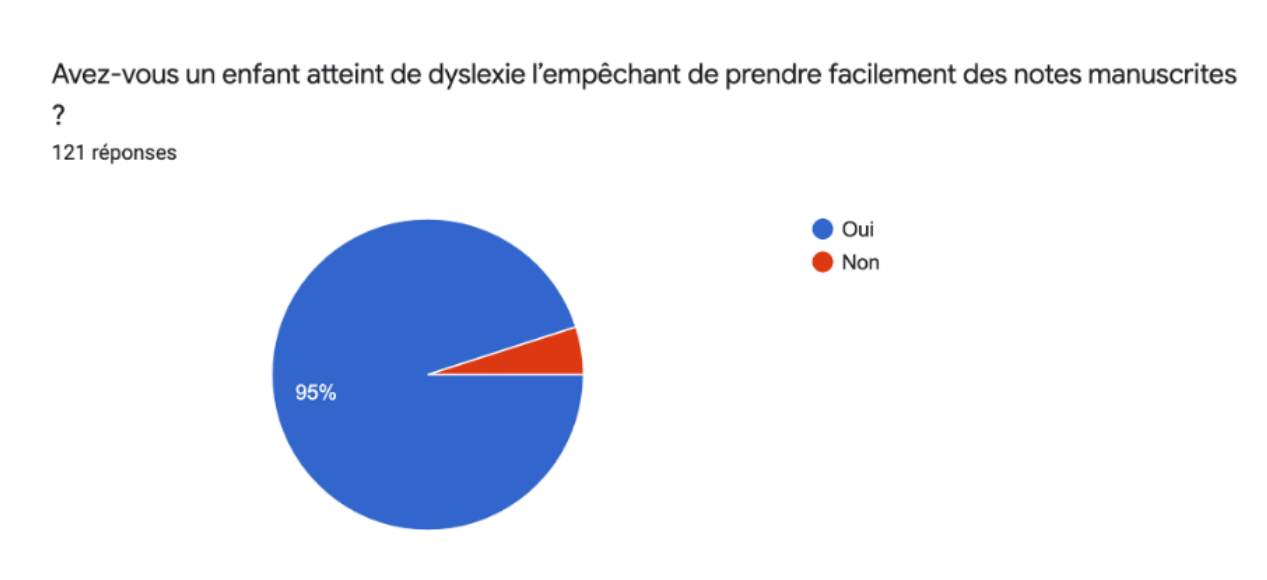


FIGURE E.1 – Question 1

Votre enfant ressent-il le besoin d'apprendre une autre forme d'écriture?
115 réponses

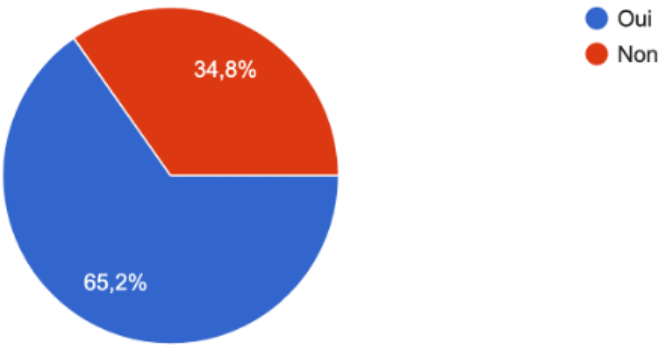


FIGURE E.2 – Question 2

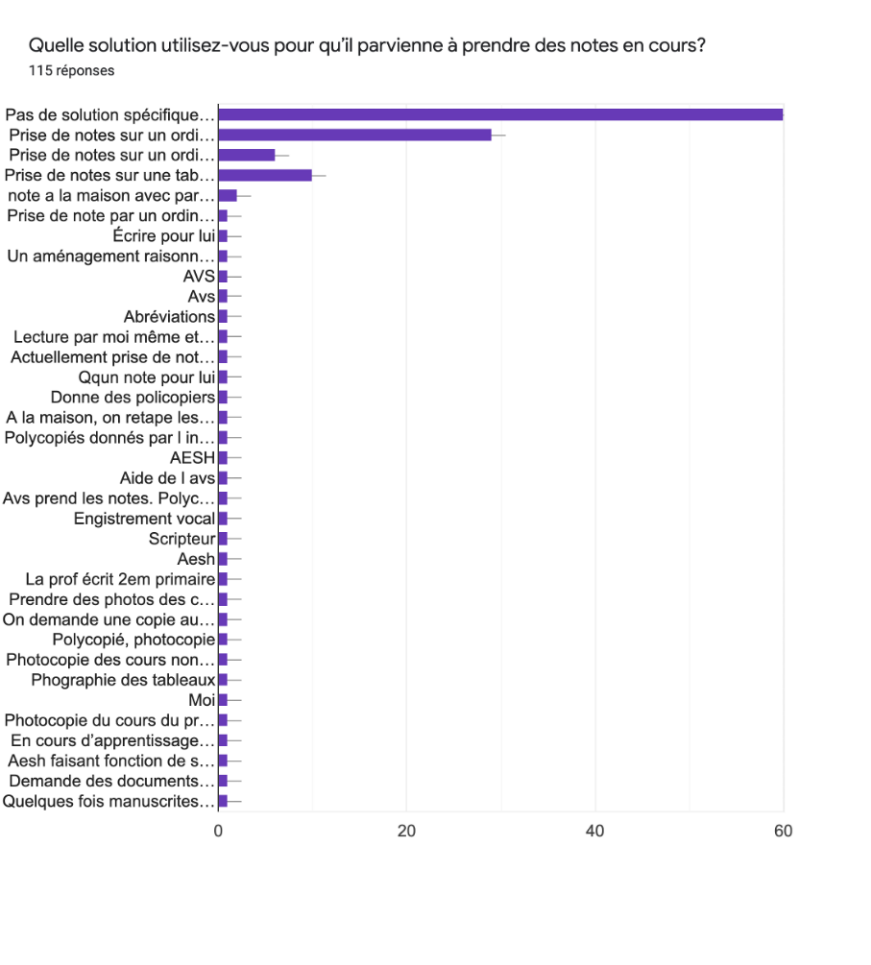


FIGURE E.3 – Question 3

Votre enfant suit-il des cours de dactylographie à l'école/au collège/à la maison ?

115 réponses

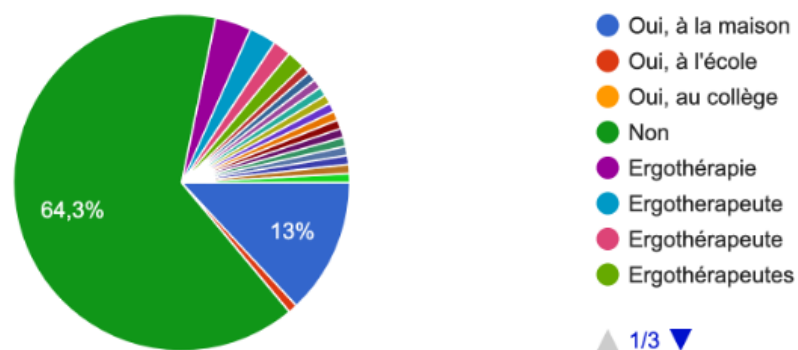


FIGURE E.4 – Question 4

E.2 Google Form n°2 : auprès des parents

Avez-vous un enfant atteint d'un trouble de l'apprentissage l'empêchant de prendre facilement des notes manuscrites?

49 réponses

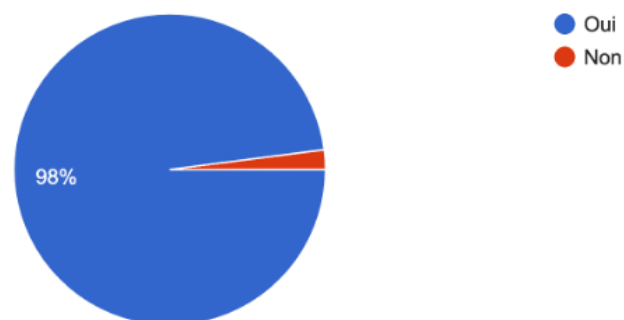


FIGURE E.5 – Question 1

Votre enfant a-t-il un ordinateur qu'il peut utiliser à la maison? Si non, êtes-vous prêt à investir dans un ordinateur pour votre enfant afin qu'il apprenne la dactylographie?

49 réponses

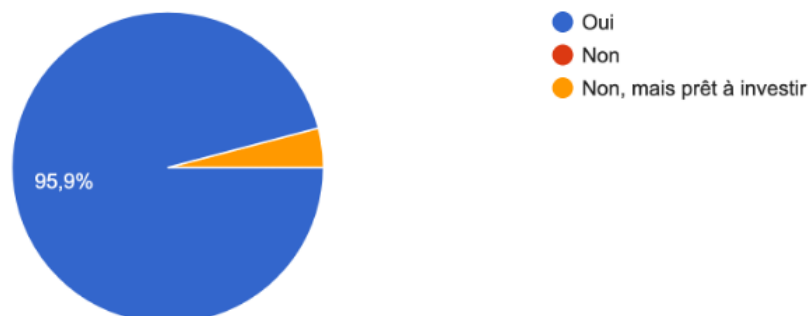


FIGURE E.6 – Question 2

Votre enfant utilise -t-il un outil d'apprentissage de dactylographie?

49 réponses

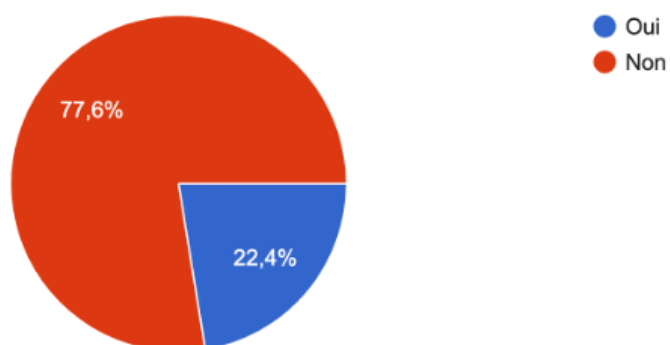


FIGURE E.7 – Question 3

Dites-nous de 1 à 10 où situez-vous le niveau de connaissance que vous pensez avoir sur le sujet des troubles -dys?
49 réponses

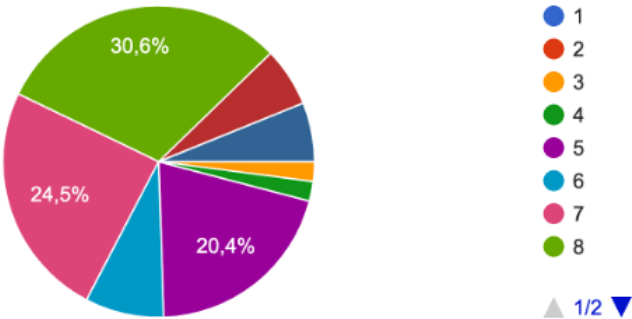


FIGURE E.8 – Question 9

Combien dépensez-vous par an pour l'apprentissage de la dactylographie de votre enfant?
(abonnement logiciel, logopède, prof particulier...)
49 réponses

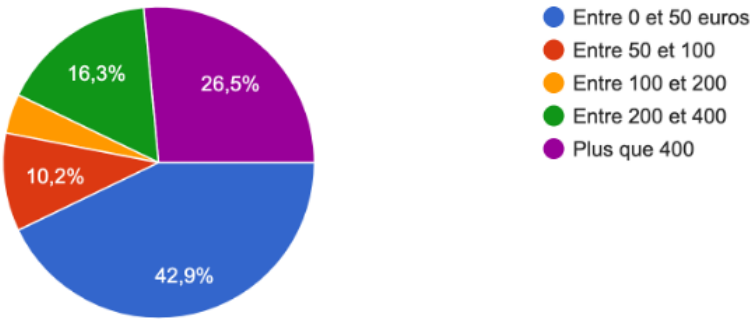


FIGURE E.9 – Question 12

E.3 Google Form n°3 : auprès des parents

Votre enfant :
11 réponses



FIGURE E.10 – Question 1

Quelles difficultés voyez-vous dans le fait d'apprendre à taper avec le clavier?
11 réponses

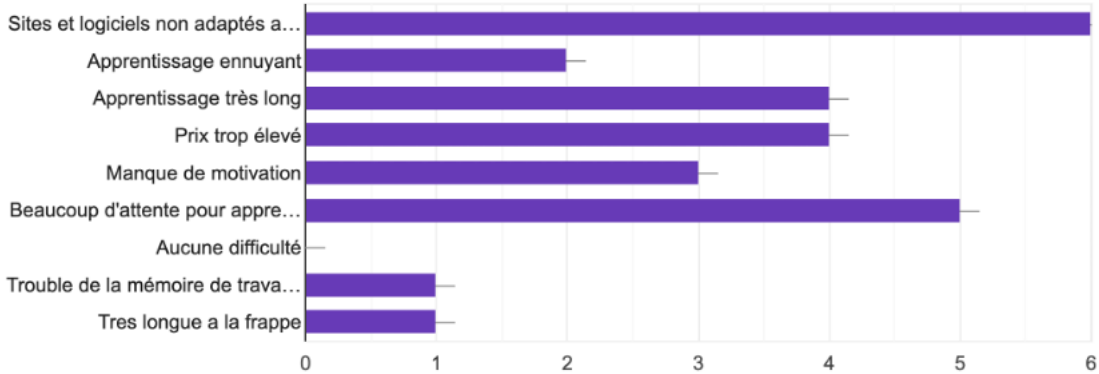


FIGURE E.11 – Question 2

Voici le lien de notre site <https://ancient-ridge-90916.herokuapp.com/>. Ce n'est qu'un prototype pour le moment mais vous pourrez ainsi en appren...ographie. Pensez-vous que c'est une bonne idée?
11 réponses

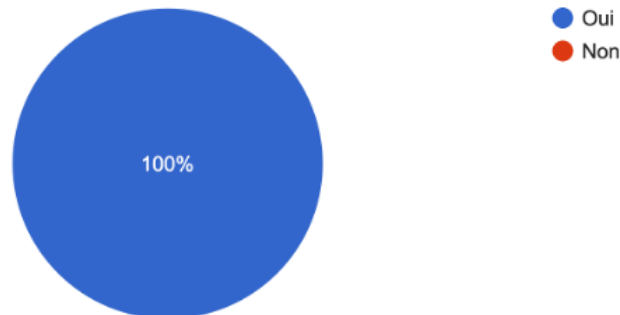


FIGURE E.12 – Question 3

Concernant la partie "exercices" de notre site, voici les paramètres qui seront modifiables : le choix de la police d'écriture et de la taille du texte, le... de l'enfant, chronométré ou non. Qu'en pensez-vous?
11 réponses

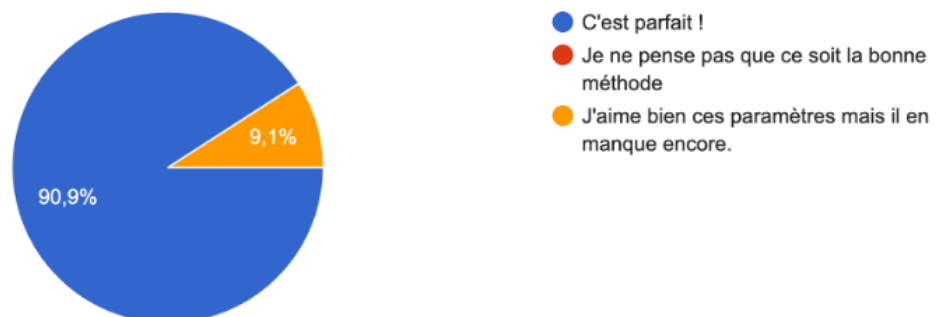


FIGURE E.13 – Question 4

Selon vous, ces paramètres doivent être modifiables
11 réponses

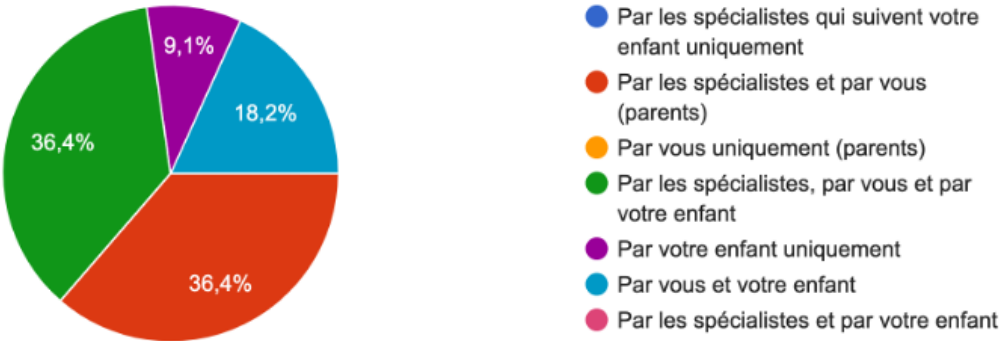


FIGURE E.14 – Question 5

Concernant la partie "jeux", il y aura un avatar que l'enfant fera évoluer au fur et à mesure qu'il réussit les exercices. L'avatar pourra avoir l'appar...vous que ce dispositif pourra motiver votre enfant?
11 réponses



FIGURE E.15 – Question 6



FIGURE E.16 – Question 7

E.4 Google Form n°4 : auprès des thérapeutes

Enseignez-vous la frappe au clavier à des enfants dyspraxiques ?

32 réponses

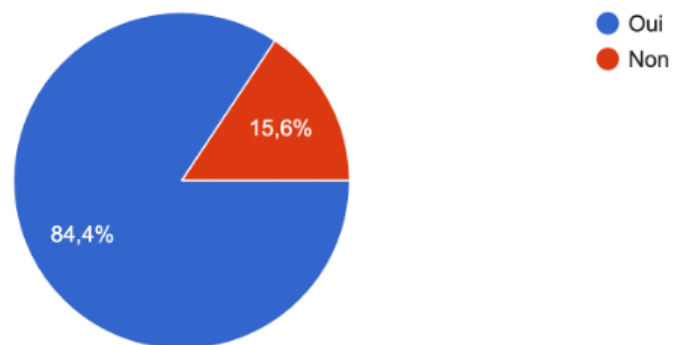


FIGURE E.17 – Question 1

Dans quel cadre enseignez-vous la frappe au clavier à des enfants dyspraxiques ?
32 réponses



FIGURE E.18 – Question 2

Depuis combien de temps enseignez-vous la frappe au clavier ?
32 réponses

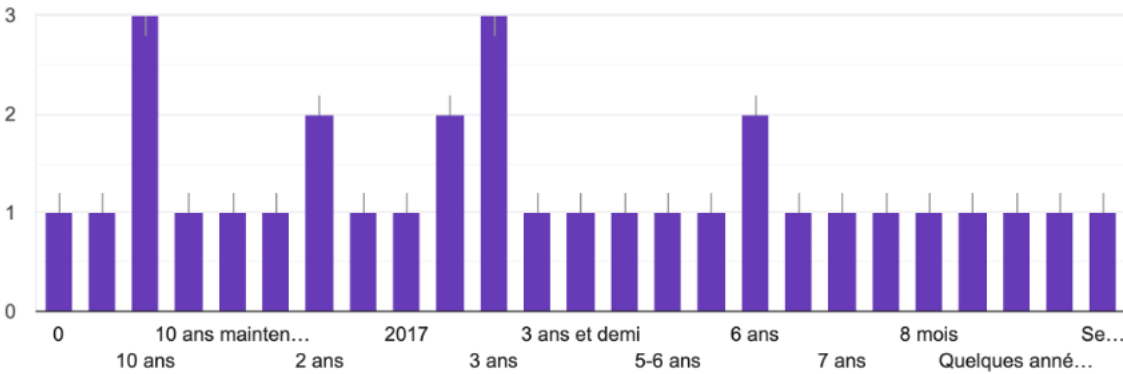


FIGURE E.19 – Question 3

À combien d'enfants enseignez-vous la frappe au clavier par an ?

27 réponses

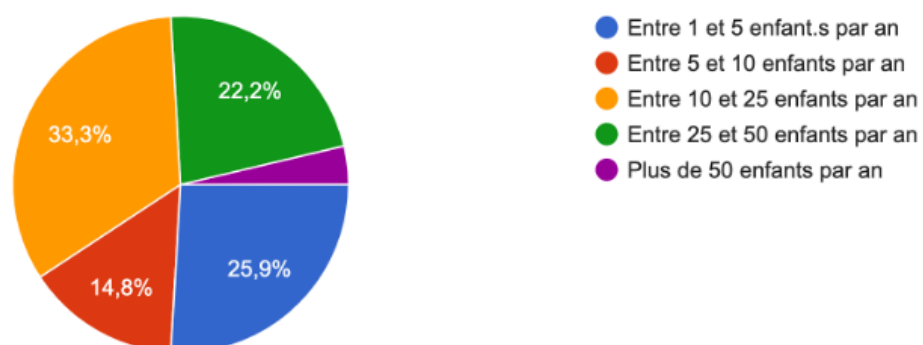


FIGURE E.20 – Question 4

En moyenne, combien de temps aidez-vous ces enfants ?

27 réponses

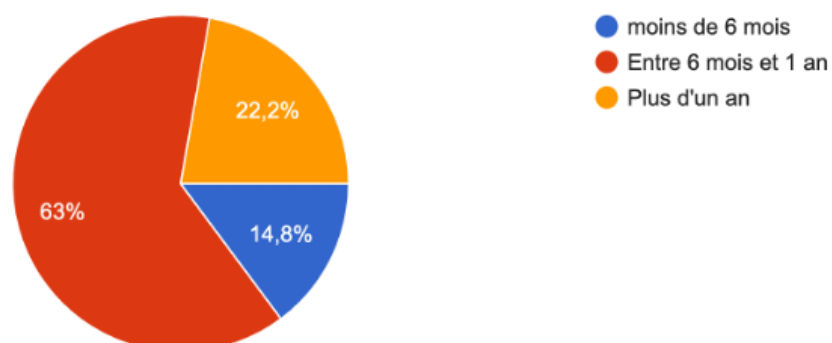


FIGURE E.21 – Question 5

En moyenne, combien de séances faites-vous avec ces enfants ?

27 réponses

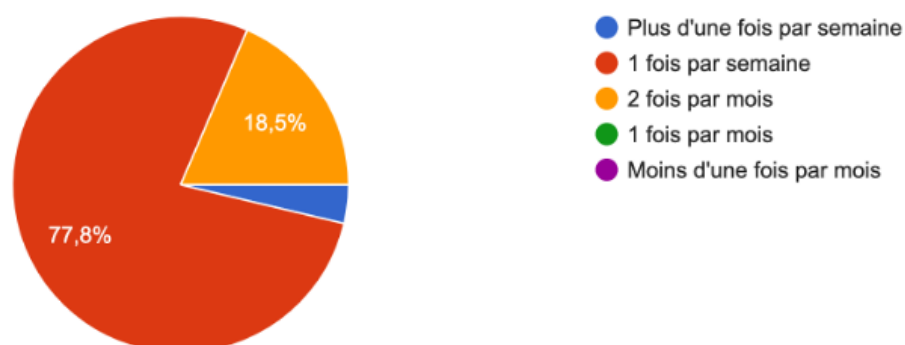


FIGURE E.22 – Question 6

Combien d'outils différents utilisez-vous dans votre pratique de l'enseignement de la frappe au clavier ? (logiciel pour apprendre le clavier, ...)

27 réponses

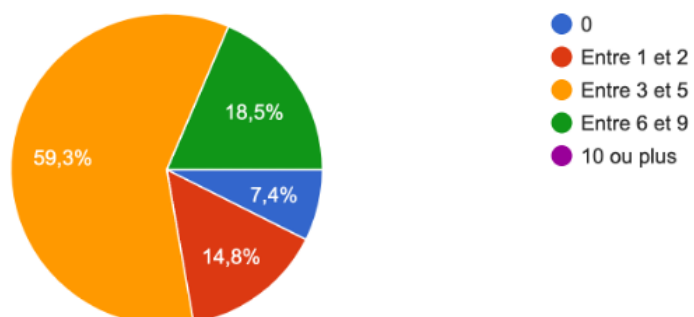


FIGURE E.23 – Question 7

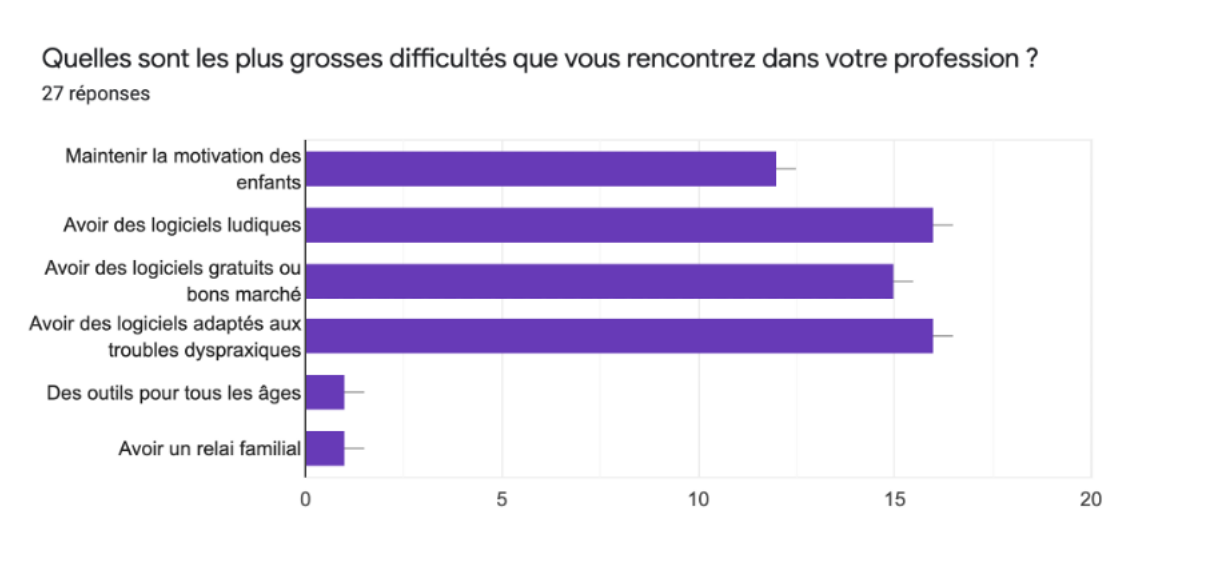


FIGURE E.24 – Question 10

Annexe F

Entretiens qualitatifs

F.1 Résumé de l'entretien du 25 novembre 2020 avec Hélène de *APEDA*

Informations clés à la suite de l'échange :

- Attention à ne pas frustrer les enfants dans les termes que l'on utilise. Cela implique de ne pas avoir un langage trop «scolaire».
- Les enfants dys- n'ont pas les capacités de suivre des cours de dactylographie en groupe.
- Les thérapeutes/logopèdes ne sont pas assez formés au numérique. Les instituteurs et enseignants ne sont pas assez formés aux troubles dys-.
- Le choix de l'*iPad* et de l'ordinateur est fait au cas par cas. Intérêt pour une application web et pas une application native.
- Difficulté de la double tâche pour les enfants dys-.
- Manque d'aménagements dans les écoles.
- Cela serait intéressant de fournir des tutoriels pour les enfants pour maîtriser l'ordinateur.
- Création de capsules vidéos pour les parents.
- Vérifier avec des thérapeutes si notre proposition de solution peut fonctionner.
- Difficultés des parents à comprendre les troubles dys-.

F.2 Résumé de l'entretien du 2 décembre 2020 avec Kristel Notelaers de l'ASBL *Ballon Vert*

Informations clés à la suite de l'échange :

- Les écoles sont d'accord pour que l'enfant ait un ordinateur en classe mais il doit être autonome avec.
- L'apprentissage de la frappe au clavier est principalement pour les enfants dyspraxiques et dysgraphiques.
- C'est intéressant de cacher les touches du clavier avec des pastilles de couleur.
- Commencer à taper que avec la main gauche et pas avec les deux mains. L'objectif est d'avoir rapidement des voyelles et consonnes à taper pour créer des syllabes.
- C'est plus motivant si les mots tapés signifient quelque chose (contre exemple : jdkfd).
- Avantage de l'outil *Ticken* : il y a des exercices entre les leçons.
- Avantage de l'outil *Rapid Typing* : l'écran est aéré sans éléments perturbateurs.
- L'apprentissage prend 1 à 2 ans.
- C'est difficile de les motiver tout le temps.
- C'est important d'avoir un entraînement régulier (10 minutes tous les jours).
- L'outil *Dactylo run* est un jeu de dactylographie mais il ne permet pas la paramétrisation.
- Les parents sont surchargés, il faut arriver à rendre l'enfant autonome.

F.3 Résumé de l'entretien du 18 avril avec Maïté et Virginie du *Centre Alternatives*

Cet entretien nous a permis de découvrir une série de paramètres à mettre dans notre site pour que la plateforme réponde aux besoins des enfants dys- :

- Type et taille de la police de caractère.
- Choix du nombre de doigts pour l'apprentissage.

- Vérifier le «niveau» de l'enfant avec un test d'introduction.
- Clavier virtuel avec plusieurs couleurs en fonction du nombre de doigts.
- Déroulement du texte vs texte immobile pour les exercices.
- Visibilité du chronomètre.
- Visibilité du clavier virtuel.
- Longueur d'un exercice en nombre de caractères ou en nombre de secondes.
- Lettres énoncées ou non.
- Créer une histoire avec différents mondes pour immerger l'enfant.
- Générateur de mot ou de phrase avec les lettres que l'enfant connaît.

F.4 Résumé de l'entretien du 14 juin 2020 avec Maïté et Virginie du *Centre Alternatives*

Informations clés à la suite de l'échange :

- Faire des exercices avec des mots en fonction de la fréquence d'apparition dans la langue française.
- Virginie fait des formations pour les personnes qui enseignent l'apprentissage du clavier aux enfants atteints de troubles dys-. Elle veut bien nous y donner accès.
- Permettre aux thérapeutes de créer leurs propres cours.
- Manque d'étude sur l'apprentissage de la frappe aux claviers pour chez les enfants atteints de troubles dys-.
- Attention à ne pas mettre trop d'effets spéciaux, cela risque de déconcentrer l'enfant.
- Attention à ne pas créer un environnement où les enfants se comparent entre eux, les mettre en concurrence en décourageraient plus d'un.

F.5 Résumé de l'entretien du 21 décembre 2021 avec Hélène de *APEDA*

Informations clés à la suite de l'échange :

- Construire la plateforme selon 2 AXES : le premier est l'accès de la plateforme via les ergothérapeutes, ces derniers s'occuperont de créer, partager et paramétrer les cours pour les enfants. Le deuxième axe concerne les enfants travaillant à domicile, sans soutien de professionnels. La plateforme disposera d'un volet de cours par défaut avec différents niveaux de difficultés. Les parents se chargeront de paramétrer le profil. Cette solution est intéressante pour des familles défavorisées n'ayant pas les moyens de payer une thérapie, en effet les séances chez les ergo ne sont pas remboursées par la mutuelle.
- Différentes vitesses de jeu dans les options (tortue, renard, lièvre) et différentes longueurs de mot, ces paramètres pourront être associés à des niveaux de difficultés.
- Garder un *design* épuré et non perturbateur.
- Ce qui manque pour se lancer demain : le marketing et la communication. La majorité des utilisateurs des communautés sur *Facebook* proviennent de milieux peu favorisés, il faut donc avoir une communication adaptée à ces gens. Bien réfléchir à quels canaux utiliser pour notre communauté. Un exemple de canal : le JDE.

F.6 Résumé de l'entretien du 13 février 2021 avec Kristel Notelaers du *Ballon Vert*

Informations clés à la suite de l'échange :

- Au *Ballon Vert*, ils commencent par des exercices de ± 70 caractères et finissent sur ± 150 caractères.
- Ils ont une règle, il faut 96% de précision pour passer à l'exercice suivant, cette règle n'est pas restrictive, si l'objectif n'est pas réussi, ils peuvent quand même continuer s'ils le veulent.

- Le *design* «camembert» n'est pas très compréhensible, avoir qu'une couleur serait plus compréhensible.
- Quand il y a une faute de frappe, le mécanisme de correction qu'ils utilisent est : devoir saisir à nouveau le bon caractère ou corriger (avec la touche retour arrière), rien faire et laisser le choix à l'utilisateur mais sa précision sera impactée s'il ne corrige pas son erreur.

F.7 Résumé de l'entretien du 18 février 2021 avec Maïté et Virginie du *Centre Alternatives*

Informations clés à la suite de l'échange :

- Nos paramètres n'influencent pas assez les jeux.
- Avoir des statistiques sur les erreurs et sur les lettres travaillées.
- Faire des badges de récompenses.
- Faire une analyse des frappes lorsque l'enfant tape dans un navigateur. C'est possible en créant une extension *Chrome*.
- Information : dans les écoles, le *Chrome book* est souvent utilisé.
- Faire une version de groupe pour les écoles.

Annexe G

Concurrents

G.1 Tux Typing

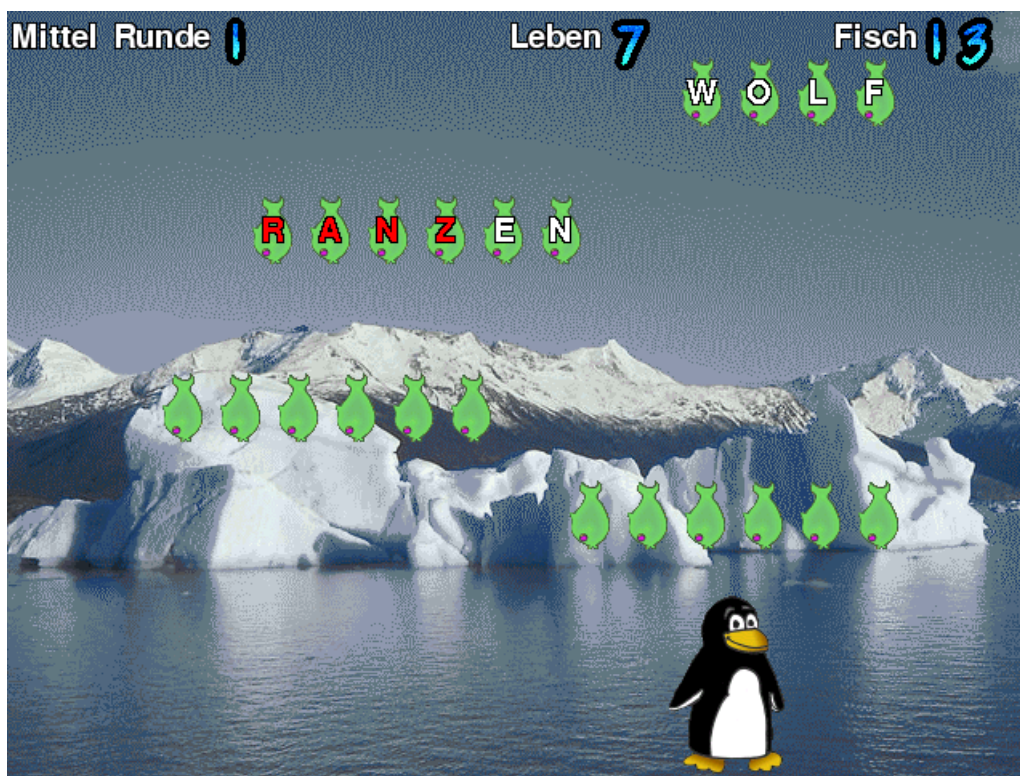


FIGURE G.1 – Écran de jeu dans Tux Typing, source : google.com

G.2 Dactylo Zoo

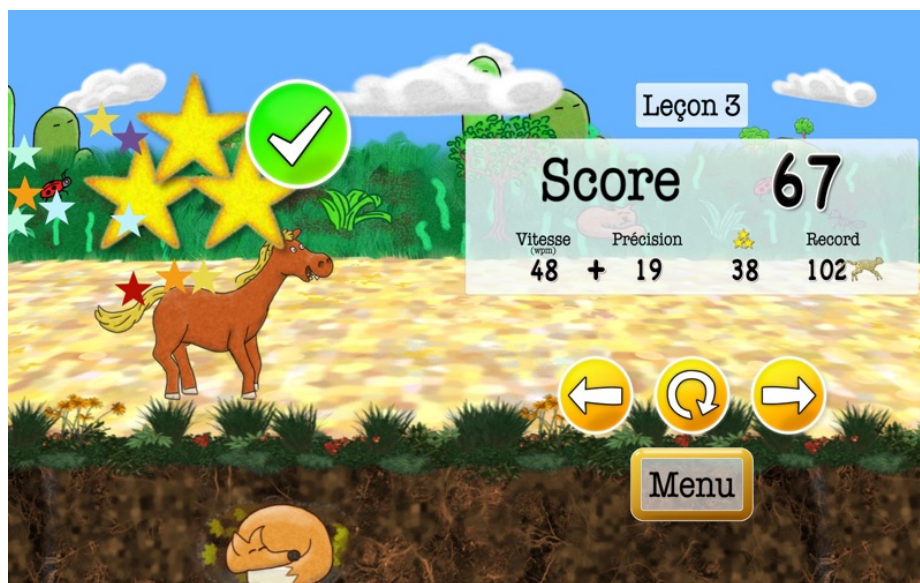


FIGURE G.2 – Écran de jeu dans Dactylo Zoo, source : google.com

UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN
CPME - Collège des Doyens

Place des Doyens, 1 bte L2.01.02, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique | www.uclouvain.be/cpme