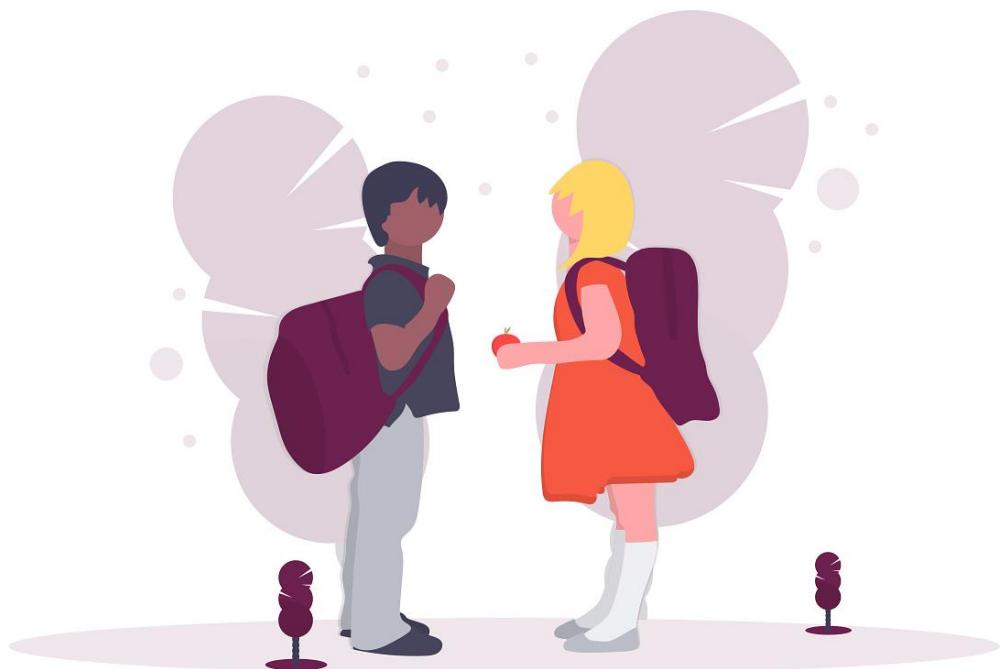


Application de correction de la dysgraphie



Projet tuteuré 2019/2019

ISIS – FIE5

Etudiantes FIE5 :

Marine CRENN
Clothilde VIDAL

Commanditaire : Régis SOPPELSA
Tuteur ISIS : Francis FAUX

Plan

Plan	2
Introduction	4
1. Eléments de contexte et définition du sujet	5
2. Enjeux et objectifs	6
1. Application à visée thérapeutique	6
1. Enjeux	6
2. Objectifs	6
3. Conditions de réussite	6
4. Cibles	6
2. Outil de détection de la dysgraphie	7
1. Enjeux	7
2. Objectifs	7
3. Conditions de réussite	7
4. Cibles	7
3. Eléments de gestion de projet	7
4. Analyse des besoins	7
5. Planification	7
6. Parties prenantes	8
7. Moyens humains et techniques	8
8. Confidentialité	8
9. Contraintes	8
3. Analyse et couverture du besoin	9
1. L'existant	9
2. L'attendu	9
1. Application thérapeutique	10
2. Application de détection de la dysgraphie	11
4. Choix de design et spécifications de la solution	12
1. Design	12
2. Spécifications	12
1. Calculs	12
2. Utilisation	12
5. Choix d'environnement technique et développements	16
1. Environnement technique	16
1. Développement	16
2. Autres logiciels utilisés	16

2. Développements	16
6. Présentation des résultats	17
1. Les rendus	17
2. Etat de l'art de solutions existantes	17
1. Solution existante	17
3. Solutions développées	18
1. Application à visée thérapeutique	18
2. Application de détection de la dysgraphie	21
7. Gestion du projet et de l'équipe	25
1. Planning et charge du projet	25
1. Découpage du projet	25
2. Planning réel du projet	26
2. Organisation du projet	28
1. Organigramme du projet	28
2. Instances	28
3. Gestion des risques et pilotage opérationnel	29
1. Points de vigilance	29
8. Portfolio	31
1. Marine CRENN	31
2. Clothilde VIDAL	32
1. Contexte	32
2. Rôle et responsabilités	32
3. Missions	32
4. Retour d'expérience	33
9. Conclusions et perspectives	34
Sources	35
1. Dysgraphie	35
2. Cinématique	35
3. Bibliothèque POI	35
4. Etat de l'art	35
Annexe 1 : Maquettes	36
Fichiers Excel créés	39

Introduction

La solution “ISIS-Dysgraphie” a été développée dans le cadre du projet tuteuré de cinquième année de l’école d’ingénieurs ISIS (Informatique et Systèmes d’Information pour la Santé), par un groupe de deux personnes : Marine CRENN et Clothilde VIDAL, en collaboration avec l’Institut de Formation en Psychomotricité de Toulouse (IFPM).

Ce projet avait été initié lors d’un projet tuteuré en fin d’année scolaire 2018/2019 par quatre étudiants de troisième année de l’école d’ingénieurs ISIS. Leur travail a été repris, continué, amélioré et adapté aux demandes du client, Monsieur Régis Soppelsa.

Ce document représente le rapport final de ce projet. Plusieurs parties y sont développées, visant à représenter, expliquer et exposer le travail fourni durant les 120 heures allouées à ce projet, d’octobre à décembre 2019.

Afin de bien comprendre le sujet, des éléments de contexte et une définition du sujet sont explicités dans une première partie. Par la suite, les enjeux et objectifs sont développés. La troisième partie de ce rapport rend compte de l’analyse et de la couverture du besoin avec le travail déjà existant et celui qui était attendu. S’ensuivra une explication concernant les choix de design et spécifications de la solution, puis concernant les choix d’environnement technique et développements. Les résultats sont ensuite présentés, ainsi que la gestion du projet et de l’équipe. La huitième partie rendra compte des activités individuelles de chaque membre du groupe grâce à des portfolios des connaissances acquises dans ce projet. Pour terminer, les conclusions et perspectives seront exposées.

1. Eléments de contexte et définition du sujet

Dans le cadre des rééducations de l'écriture chez l'enfant, une possibilité d'amélioration est le travail portant sur la variabilité de la trace graphique. Les enfants **dysgraphiques** présentent une variabilité **cinématique**¹ dans la production de lettres. Les valeurs dynamiques de la trace se dégradent au fur et à mesure de la répétition. L'obtention par le patient de feedback sur la stabilité de la trace permettrait d'améliorer la qualité de l'écriture.

Plusieurs troubles du langage écrit sont à différencier selon les difficultés d'apprentissage chez l'enfant. En effet, ces difficultés peuvent être en rapport avec la lecture, l'enfant pourra alors être touché par la dyslexie. Elles peuvent aussi être en rapport avec l'orthographe et l'expression écrite, auquel cas il s'agira plus probablement d'une dysorthographie. Et dans notre cas, les difficultés concernent l'écriture, c'est alors ce qu'on appelle la dysgraphie. Ils ont, par exemple, des difficultés à reproduire une lettre de façon identique.

D'après l'Assurance Maladie², ces troubles du langage écrit durent dans le temps et ces difficultés sont d'abord visibles chez les enfants ayant une intelligence normale (pas d'atteinte cérébrale, neurologique, psychologique ou psychiatrique). « L'enfant concerné ne présente pas non plus de déficit moteur, mental ou sensoriel (vision et audition correctes). Les troubles du langage écrit sont la conséquence d'anomalies du développement cognitif de l'enfant. La rééducation précoce de ces troubles donne de bons résultats. »

Aussi, d'après l'état de l'art initial réalisé sur ce projet, l'orthophoniste, l'ergothérapeute et le psychomotricien participent à la prise en charge d'un enfant dysgraphique. Le traitement de la dysgraphie consiste en une rééducation de l'écriture adaptée selon le patient. Des séances avec un orthophoniste ou un psychomotricien sont conseillées.

L'orthophoniste exerce l'enfant à écrire. Plusieurs critères sont travaillés comme la posture, la formation des lettres, la décontraction du geste. Tous ces critères constituent la graphomotricité et dont l'analyse permet le traitement de la dysgraphie.

L'ergothérapeute peut aussi participer au traitement de l'enfant. Il évalue les difficultés et troubles que l'enfant rencontre tel qu'une mauvaise posture, une mauvaise coordination des yeux et des mains. Ainsi, l'ergothérapeute évalue la qualité et la rapidité de l'écriture. Selon ces évaluations, un suivi thérapeutique adapté peut donc être mis en place.

C'est pourquoi un projet avec pour objectif des exercices permettant la correction progressive de la dysgraphie a été initié. Les tests et exercices aujourd'hui en place sont effectués sur papier avec des analyses manuelles consistant à évaluer différents paramètres tels que la hauteur des lettres ou l'alignement des mots. La solution doit permettre d'automatiser cette analyse et de prendre en compte de nouveaux facteurs comme la vitesse d'écriture ou l'accélération du mouvement.

¹ « Partie de la mécanique qui étudie les mouvements en fonction du temps, sans se préoccuper de leurs causes »

² <https://www.ameli.fr/>

2. Enjeux et objectifs

Ce projet comporte deux objectifs : le développement d'une application traitant de l'aspect thérapeutique avec un outil d'aide à la correction de la dysgraphie et d'autre part le développement d'une interface web servant d'outil de détection de la pathologie. Le nombre total d'heures allouées à ce projet est de 120, elles ont été réparties sur trois mois.

1. Application à visée thérapeutique

Il s'agit de poursuivre le projet initié l'an dernier par des étudiants de troisième année, et de développer une application en langage Java qui permette à l'enfant, après qu'il ait produit une lettre ou un mot sur une tablette graphique, d'avoir un retour d'information sur les productions futures et les ressemblances de cette même lettre ou mot. Il s'agit donc de compléter et améliorer l'existant, permettant ainsi de répondre aux besoins du client.

1. Enjeux

L'application doit permettre aux enfants dysgraphiques d'améliorer leur écriture grâce à des entraînements à répétition et des feedbacks sur les entraînements. Des tests pourront être faits ultérieurement sur l'hôpital de Rangueil.

2. Objectifs

Si la stabilité présente les mêmes valeurs cinétiques, le patient a un feedback positif, sinon une information sur le niveau de variabilité produit lui est donnée sous une forme pouvant être appréhendée par un enfant.

La variabilité est examinée selon plusieurs paramètres comme la vitesse et l'accélération.

Le développement se fait en plusieurs étapes, l'application doit être fonctionnelle d'abord pour le tracé d'une lettre, ensuite d'un mot, et d'une phrase par la suite. Au fur et à mesure des entraînements de la personne, la marge d'acceptabilité a été réduite.

3. Conditions de réussite

Si l'enfant répète un même tracé (même vitesse, même accélération), cela signifie qu'il arrive à corriger sa dysgraphie. Le tracé est analysé à l'aide de fichiers Excel où sont notées notamment la position des points, la vitesse et l'accélération.

4. Cibles

Cette application est destinée à être utilisée par des enfants dysgraphiques. Elle pourra également venir en aide aux personnels en charge de la prise en charge de troubles tels que la dysgraphie.

2. Outil de détection de la dysgraphie

Cette application a pour ambition de détecter la dysgraphie. Elle se veut accessible en ligne et utilisera donc des technologies WEB.

1. Enjeux

Cet outil doit permettre à ceux qui le souhaitent de faire des tests permettant de savoir s'ils sont dysgraphiques ou non, à l'aide de tracés via une tablette graphique.

2. Objectifs

Cette étude nécessite en premier lieu un état de l'art des solutions existantes de ce type.

Par la suite, un début de développement, permettant d'initier un outil accessible de détection de la dysgraphie a été établi.

3. Conditions de réussite

Cet outil a pour but d'évaluer l'écriture par un tracé via une tablette graphique. Si la personne est incapable d'écrire un mot ou une lettre plusieurs fois de la même façon, et que celle-ci passe beaucoup de temps avec le stylo en l'air, alors elle pourra être détectée comme dysgraphique. Les mesures de vitesse et d'accélération ont aussi été prises en compte.

4. Cibles

Cette application est destinée à être utilisée par des personnes souhaitant être détectées pour de la dysgraphie. Elle pourra également venir en aide aux personnels en charge de la détection de troubles tels que la dysgraphie.

3. Eléments de gestion de projet

Pour ce projet, une méthode agile a été mise en place avec des réunions et/ou retours réguliers entre l'équipe projet et le tuteur pédagogique.

4. Analyse des besoins

L'analyse des besoins de la première partie du projet a été en grande partie réalisée par le premier groupe d'étudiants puis complétée cette année. En effet, le commanditaire, Monsieur Régis Soppelsa, a pu préciser ses besoins et attentes lors d'un premier rendez-vous téléphonique. En revanche, la refonte des maquettes a été revue plus tardivement (12 décembre 2019) lors de la venue à l'école du commanditaire. Celles-ci ont tout de même été implémentées dans le temps imparti.

Pour la seconde partie du projet, l'analyse des besoins a été constituée d'une part lors du premier rendez-vous téléphonique avec le commanditaire et puis mise à jour lors de sa venue. Des échanges réguliers par mails tout au long du projet ont permis d'affiner l'ensemble du périmètre.

5. Planification

La méthodologie agile de gestion du projet a été employée. La durée de chaque sprint définie en début en accord avec le comité de projet, est de une à deux semaines. De plus, des sprint backlogs et sprint reviews hebdomadaires sont planifiés afin de cadencer l'avancée du projet.

6. Parties prenantes

Le comité de pilotage du projet a été constitué de quatre membres. D'une part Monsieur Régis Soppelsa, Formateur IFP (Institut de formation en psychomotricité de Toulouse). D'autre part Monsieur Francis Faux, qui est le tuteur ISIS.

Enfin, il comprend aussi l'équipe projet qui est quant à elle composée de deux étudiantes de FIE5 : Marine Crenn et Clothilde Vidal.

7. Moyens humains et techniques

Concernant la première partie du projet, l'application a été développée avec une tablette graphique Wacom Intuos en JAVA. Pour la phase de tests, l'application a été transmise au commanditaire afin d'être testée en conditions réelles par des enfants à l'IFP de Toulouse, sous la direction de Monsieur Soppelsa.

Pour la seconde partie, l'outil a été développé avec des technologies JAVA qui avaient pour ambition d'être utilisables en WEB par un système d'Applet. Elle utilisera aussi la même tablette graphique Wacom Intuos Pro M fournie. Des tests pourront également être faits ultérieurement à l'hôpital de Rangueil.

8. Confidentialité

Ce projet reste à la discréction des élèves, enseignants et corps administratif de l'école d'ingénieurs ISIS.

9. Contraintes

Ce projet s'est déroulé sur trois mois, en parallèle d'autres enseignements importants pour le groupe projet. Néanmoins, un nombre important d'heures étant alloué à ce projet, une avancée efficace a pu avoir lieu. Les deux objectifs du projet étant distincts, la première partie a été développée en priorité.

3. Analyse et couverture du besoin

1. L'existant

Le projet a débuté en tant que projet tuteuré pour un groupe de FIE3 pour l'année scolaire 2018/2019 composé d'Alexandre ABDO, Camille BASON, Auriane CHELLE et Coralie ROUVERAND. Ils ont initié la première partie du projet sur l'application à visée thérapeutique servant à corriger la dysgraphie.

Ils ont fait le choix d'utiliser la tablette graphique Wacom Intuos qui permet de faire des acquisitions de l'écriture de l'enfant. En effet, ce dernier peut écrire sur la tablette à l'aide d'un stylet. Pour mieux visualiser son écriture, l'enfant peut, s'il le veut, glisser une feuille entre la tablette et son stylet.

Une expérience a été réalisée à l'aide de la tablette Wacom Intuos. Des enfants normo-scripteurs, des enfants dyslexiques et des enfants dysgraphiques doivent écrire le mot « lapin ». Les observations faites à la fin de ces acquisitions sont que les enfants dysgraphiques mettent plus de temps pour écrire le mot, et qu'ils écrivent également plus gros que les autres enfants.

Chaque personne a une écriture propre et une accélération différente. Toutefois, pour une même lettre écrite par une même personne l'accélération sera identique. Ainsi, il a été choisi de développer une application qui permet de calculer une accélération pour une lettre type. Les données sont enregistrées via une tablette graphique. L'enfant peut alors s'entraîner à réécrire la même lettre. L'écriture de l'enfant sera comparée avec sa lettre type.

Les fonctionnalités implémentées dans l'application par le groupe précédent sont :

- Lecture de fichiers en format csv contenant les données de la tablette graphique.
- Détermination de l'accélération du mouvement pour une lettre type.
- Enregistrement des données de la lettre type.
- Détermination d'une "zone de validation" pour l'accélération type (plus ou moins 25% de l'accélération type).
- Implémentation de deux interfaces graphiques (une interface pour définir le modèle, une interface d'entraînement au mouvement). Pour chaque interface :
 - Transmission visuelle du tracé de la lettre de l'enfant à partir d'un fichier chargé.
 - Affichage d'une courbe d'accélération du mouvement sous forme de graphique.
- Pour l'interface d'entraînement :
 - Affichage d'une courbe d'accélération du mouvement type (pour la comparaison).
 - Envoi d'un feedback ludique à l'utilisateur.

Concernant l'application de détection de la dysgraphie, une solution a été présentée au public récemment. Elle sera développée dans la suite du rapport, dans la partie 6.

2. L'attendu

Deux rendez-vous principaux ont eu lieu au cours du projet et ont permis de mieux définir le besoin de Monsieur Soppelsa. Il a ainsi pu préciser ses attentes au regard de l'analyse du besoin effectuée l'année précédente.

En effet, le premier rendez-vous était un rendez-vous téléphonique le 03 Octobre 2019. Il nous a alors précisé qu'il souhaitait deux applications: une application thérapeutique en JAVA et une application de détection en WEB. Le deuxième rendez-vous était une revue des deux parties du projet. Il a été fait lors de la venue à Castres du commanditaire le 12 Décembre 2019. Des tests sur l'application à visée thérapeutique seront faits ultérieurement à Rangueil.

1. Application thérapeutique

Cette application, en qualité d'outil thérapeutique, doit permettre aux enfants dysgraphiques d'améliorer leur écriture et les aider à corriger leur trouble dysgraphique progressivement. Elle sera ensuite testée en conditions réelles avec des enfants. La première étape mise en place est d'améliorer l'existant en ajoutant la fonctionnalité permettant d'écrire directement dans l'application via la tablette graphique. En effet, la première version de l'application nécessitait de charger un fichier contenant les données. Le but est de faire fonctionner l'application avec une lettre d'abord, puis un mot, et éventuellement une phrase. Au fur et à mesure de la pratique la marge d'acceptabilité de l'enfant se réduit.

En effet, il fallait adapter la marge d'acceptabilité pour qu'elle soit de moins en moins grande au fur et à mesure des essais. En effet, comme le montre la figure 1 ci-dessous, la marge d'acceptabilité descend en fonction des entraînements réussis. Au premier essai, la marge d'acceptabilité est de 25%. Elle descend ensuite de 5% à chaque lettre validée : 2ème essai 20%, 3ème essai 15%, 4ème essai 10%. Le 5ème et dernier essai a également une marge d'acceptabilité de 10%.

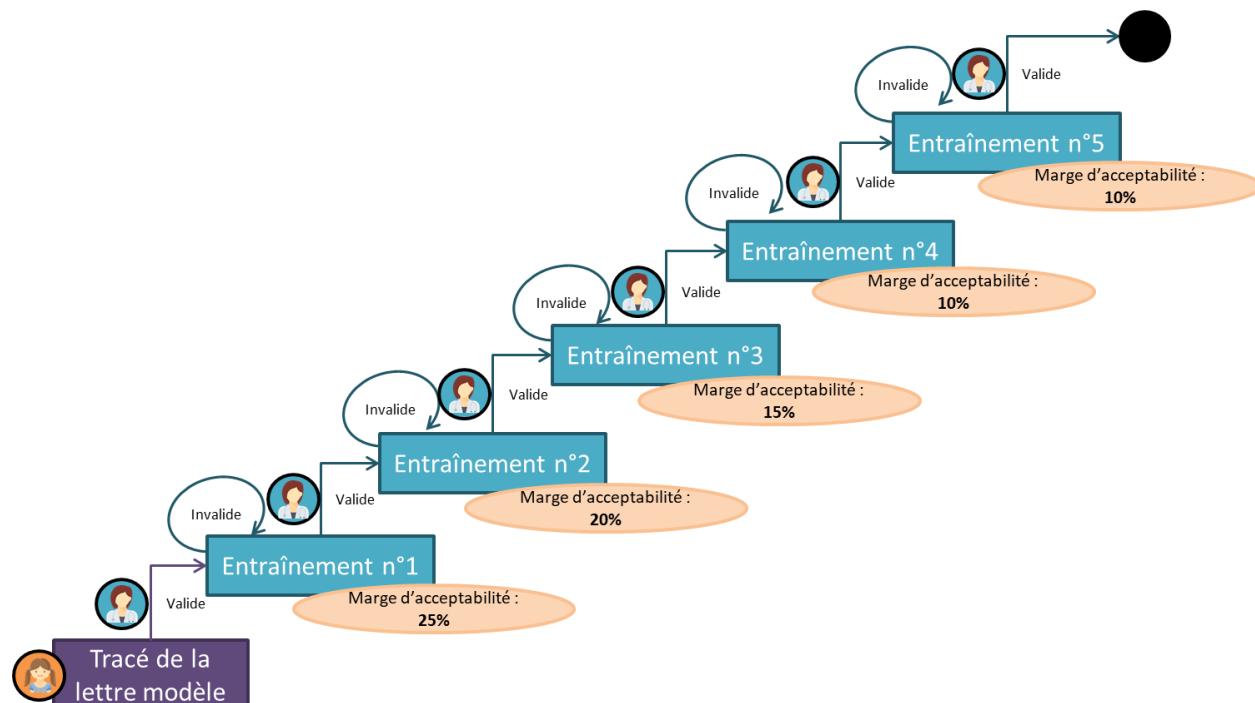


Figure 1 : Schéma de la marge d'acceptabilité.

De plus, afin de vérifier la ressemblance entre les lettres ou mots écrits, un fichier Excel contenant les données du tracé est créé.

Concernant le graphisme de l'application, il a été revu avec le commanditaire lors de sa venue.

2. Application de détection de la dysgraphie

Cette application est un module de thérapie en ligne pour détecter la dysgraphie. La première étape est une étude de l'existant.

L'objectif est d'évaluer l'écriture à l'aide d'un outil informatique puisque l'enfant dysgraphique est incapable d'écrire deux fois un mot de la même façon et passe beaucoup de temps avec le stylo en l'air. Pour la réalisation de cette application, les points suivant doivent être implémentés :

- Mesurer les temps d'écriture et les temps crayon levé.
- Relever les nombreuses accélérations et décélérations dans l'écriture.
- Identifier le nombre de fois où l'enfant lève le crayon.
- Enregistrer toutes les données.
- Analyser les données tirées afin d'obtenir des indicateurs pertinents sur une potentielle dysgraphie de l'enfant.
 - Vitesse du tracé.
 - Taux d'accélération du tracé
 - Dérivée de l'accélération (indicateur sur le nombre d'accélérations).

L'application est destinée à détecter la dysgraphie dans le grand public, il est nécessaire qu'elle soit accessible en WEB.

4. Choix de design et spécifications de la solution

1. Design

Il a été acté avec le commanditaire que le design initial soit conservé durant la phase de développement pour répondre en premier lieu aux besoins fonctionnels. Le design a été réfléchi et amélioré avec le commanditaire du projet, Monsieur Soppelsa. Par exemple, des images d'animaux ont été ajoutées à l'interface, ainsi que des sons témoignant de la réussite ou de l'échec du tracé de l'enfant lors des entraînements afin de rendre l'application plus ludique.

L'ensemble des maquettes réalisées et le design final expliqué sont disponibles en annexe 1.

2. Spécifications

1. Calculs

Afin de répondre aux différents critères d'analyse de l'écriture de l'enfant, il est nécessaire de relever un certain nombre d'indicateurs. Ils sont ensuite comparés les uns aux autres afin d'évaluer la progression de l'enfant au cours des entraînements successifs.

Différents calculs sont nécessaires au fonctionnement de la solution :

- Calcul de la distance entre deux points de la lettre.
- Calcul de la vitesse entre deux points de la lettre.
- Calcul des différentes accélérations et décélération lors du tracé.
- Calcul de l'intervalle de validation de l'accélération correspondant à la marge d'acceptabilité.

2. Utilisation

La figure 2 ci-dessous précise l'utilisation de la solution avec le déroulement des actions. Ainsi, lorsqu'un enfant atteint de dysgraphie consulte un spécialiste, ce dernier peut utiliser l'application pour que l'enfant s'entraîne à l'écriture de la lettre "a" par exemple. Il va alors écrire à l'aide d'un stylo adapté (stylet) sur la tablette graphique la lettre "a". Son tracé apparaît directement sur l'écran et il reçoit en temps réel les données analysées telles que la courbe de l'accélération de son tracé. Par la suite, si le professionnel l'accompagnant valide ce tracé, l'enfant peut s'entraîner à reproduire cette même lettre. A chaque essai, le bouton « Voir » permet de visualiser la courbe d'accélération et d'obtenir le feedback. Le professionnel pourra ensuite valider ou invalider l'essai. A l'issue de la validation de cinq essais, le feedback est différent car l'exercice est validé : une image de feu d'artifice et des applaudissements apparaissent afin que l'enfant se rende compte de sa progression. L'application se fermera alors.

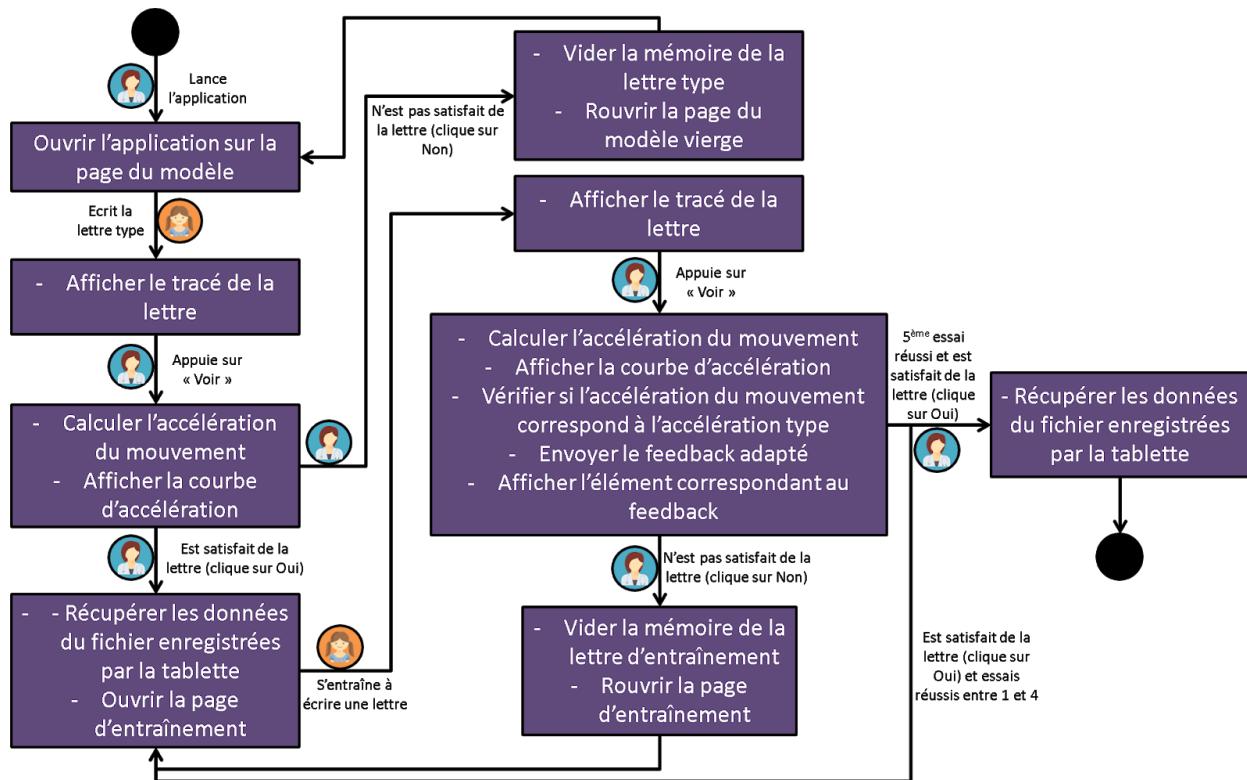


Figure 2 : Utilisation de l'application thérapeutique

La figure 3 ci-dessous représente le diagramme de classe de la solution initiale proposée par le groupe d'étudiants de FIE3. Au cours des développements successifs, ce dernier a été amélioré et enrichi afin de correspondre à l'application. Le diagramme de classe final est représenté en figure 4. Ainsi, il permet de mieux appréhender la complexité de la solution.

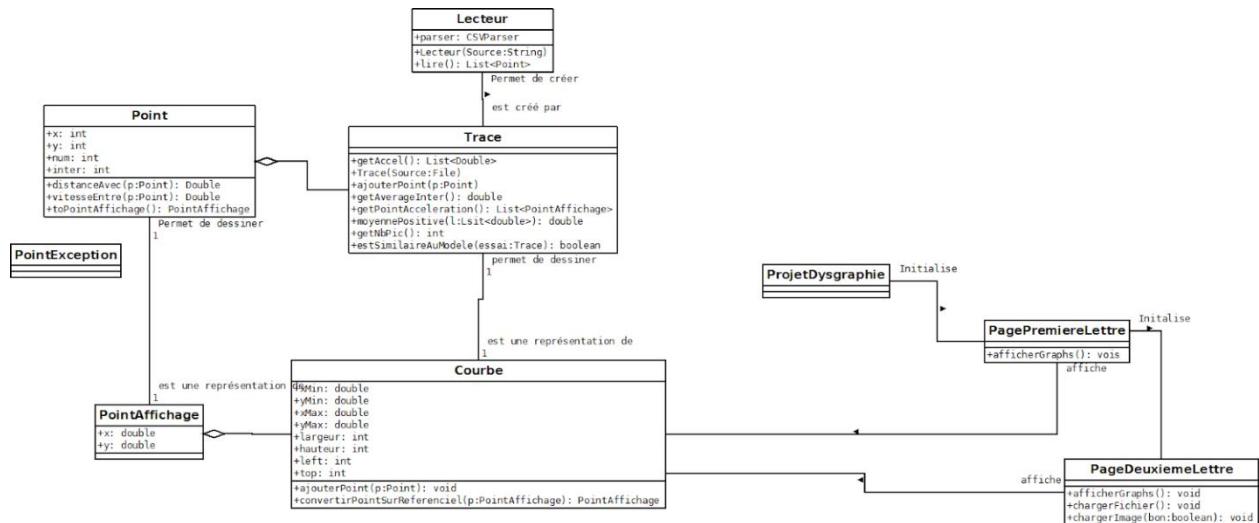


Figure 3 : Diagramme de classe initial de l'application thérapeutique.

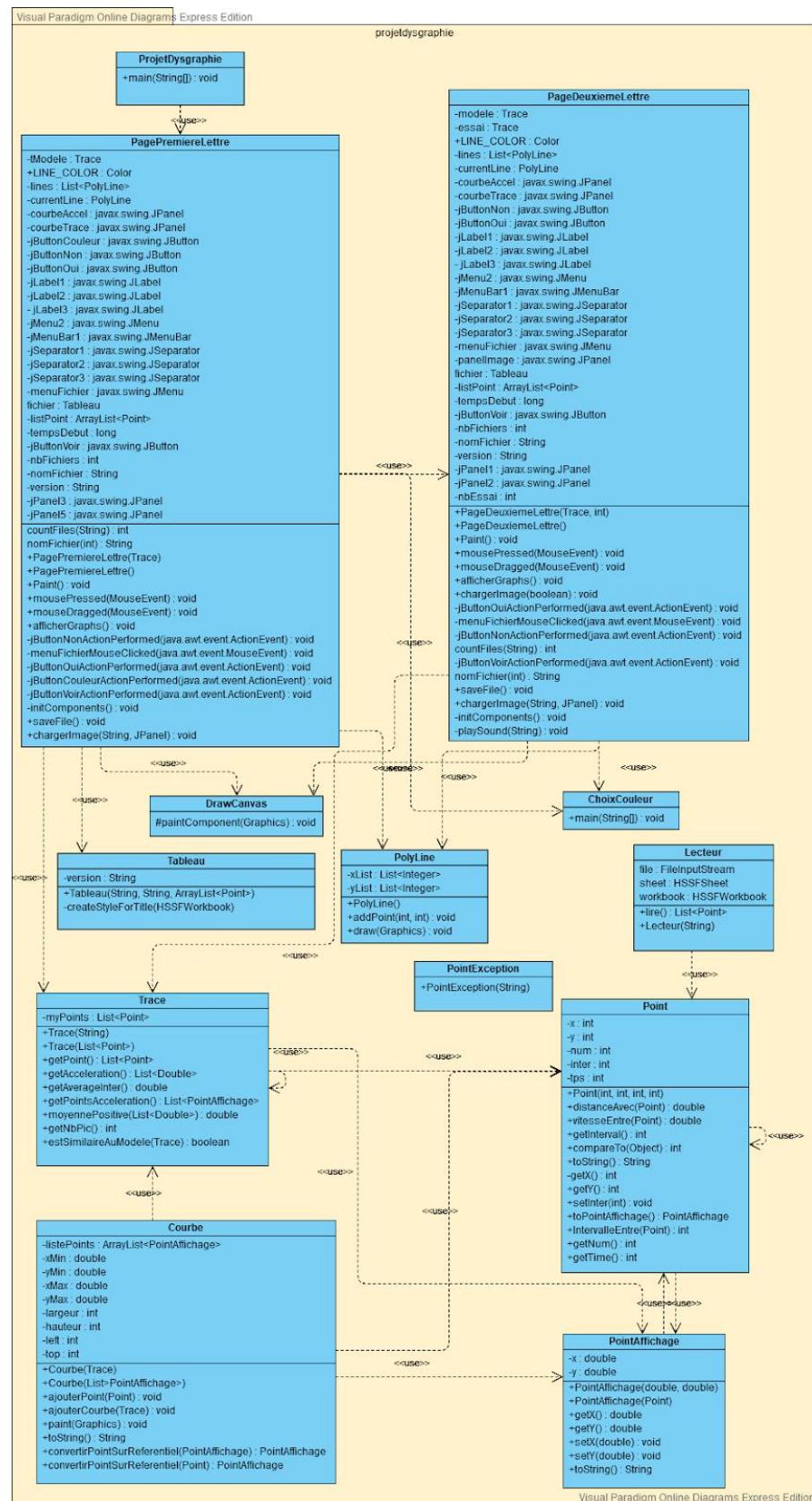


Figure 4 : Diagramme de classe final de l'application thérapeutique.

De plus, le diagramme de classe de l'application de détection de la dysgraphie est relativement proche de celui de l'application thérapeutique car il met en jeu de nombreuses données communes. Il est visible en figure 5.

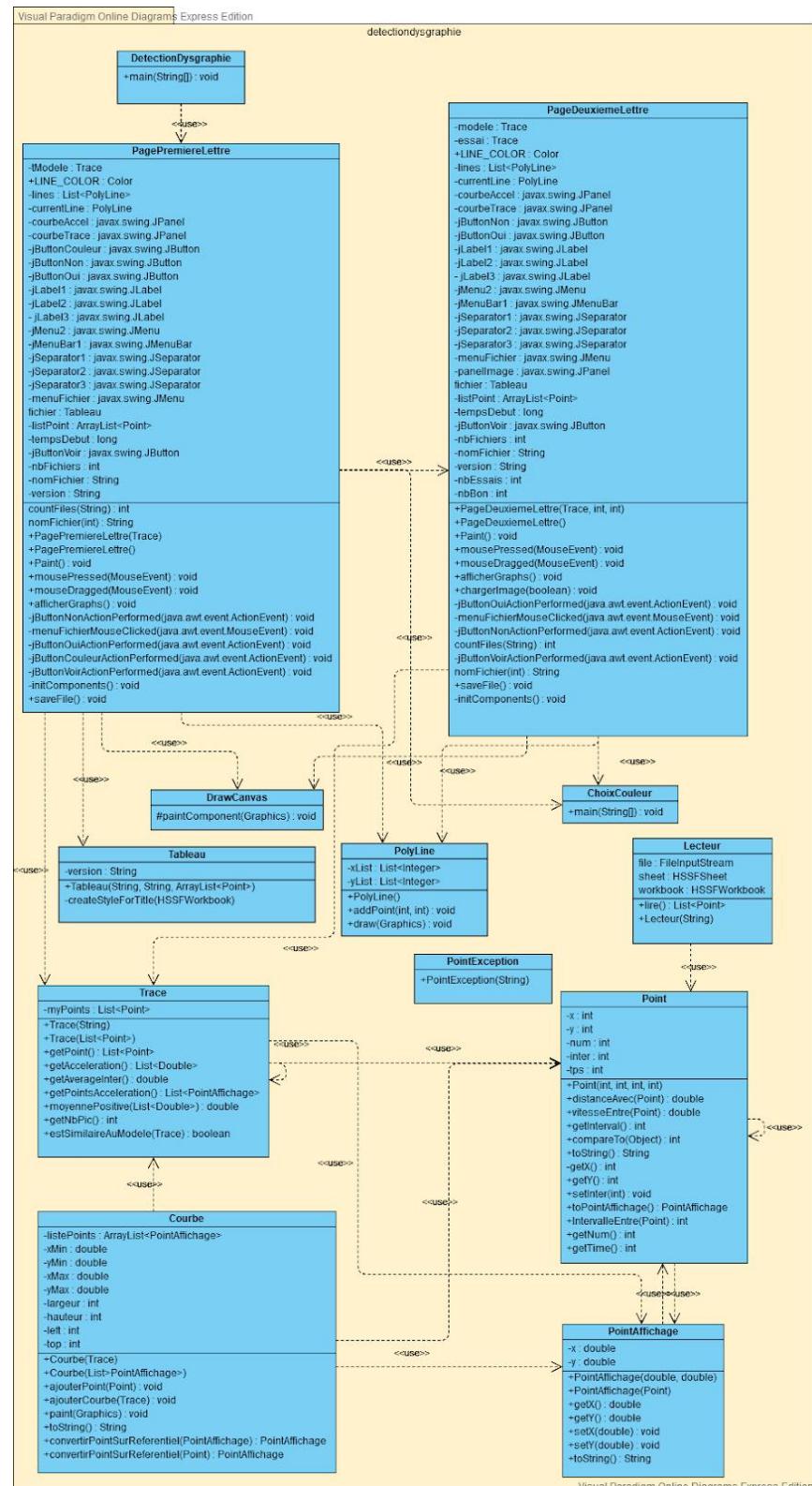


Figure 5 : Diagramme de classe de l'application de détection de la dysgraphie.

5. Choix d'environnement technique et développements

La première version de l'application a été développée en JAVA, l'une des contraintes a donc été de conserver ce même langage de développement pour la suite du projet.

1. Environnement technique

1. Développement

En raison de son intégration au service Maven, ainsi que pour son environnement très complet, l'IDE NetBeans a été choisi pour cette application par le groupe précédent. Le développement a donc été continué dans ce même environnement.

2. Autres logiciels utilisés

Afin de pouvoir suivre les évolutions du code, des diagrammes de classes ont été mis à jour régulièrement, à l'aide du logiciel en ligne Visual Paradigm Online.

Les différents schémas ainsi que la présentation visuelle de la soutenance ont été réalisés avec PowerPoint, tout comme les maquettes.

Un tableau Trello a été utilisé et partagé avec les deux membres du groupe ainsi que le tuteur école.

Le diagramme de Gantt a, quant à lui, été réalisé sur Tom's Planner, un outil de planification accessible en ligne gratuitement.

2. Développements

Le projet nécessite la lecture et l'écriture de fichiers Excel xls. Java SE ne contient pas nativement de bibliothèque permettant la lecture de tels fichiers, ainsi, c'est la bibliothèque Apache POI (Poor Obfuscation Implementation) qui a été utilisée.

D'autres dépendances et bibliothèques ont été consommées tel que Apache Commons Proper qui sert notamment pour les fonctions mathématiques et statistiques.

La version du JDK (Java Development Kit) utilisée pour développer cette application est 1.8.

La solution implémentée contient 12 classes au total. Pour le design des deux différentes fenêtres implémentées, java Swing a été utilisé.

Un graphique de l'accélération du stylo a été tracé en utilisant la formule de l'accélération classique.

Enfin pour analyser le nombre de pic d'accélération un seuil déterminant a été calculé. Ce seuil est variable en fonction de la marge d'acceptabilité. Un pic d'accélération est estimé lorsque ce seuil est dépassé. Une fois ces données collectées, le nombre de pics des lettres dessinées après le tracé de la lettre modèle est compté. La lettre est estimée correcte lorsque le nombre de pics d'accélération se rapproche de celui de la lettre modèle. Ceci permet de calculer le feedback à afficher.

Afin d'avoir une marge d'acceptabilité variable, le nombre d'essais ou d'entraînements réussis est compté et induit le niveau d'acceptabilité.

Un système de version a été mis en place et reste à changer manuellement pour de futures mises à jour dans trois classes particulières (Tableau, PremierePageLettre et DeuxiemePageLettre).

6. Présentation des résultats

1. Les rendus

Ce projet nécessitait plusieurs rendus. En premier lieu, une note de cadrage a été rédigée. Par la suite, des rapports individuels d'activité ont été envoyés régulièrement au tuteur école du projet, Monsieur Francis Faux. Ces rapports contenaient entre autres les mises à jour des diagrammes de classe.

De plus, deux guides ont été rédigés pour accompagner l'application thérapeutique : un guide d'installation de la solution et un guide d'utilisation.

Pour terminer, ce rapport et une vidéo de présentation du projet ont été réalisés.

Le rendu final au commanditaire se compose des deux guides et de deux applications JAVA : l'application à visée thérapeutique et l'application de détection de la dysgraphie. Le rendu prendra donc la forme de deux fichiers zippés, un pour chacune des applications, ainsi que deux documents PDF.

2. Etat de l'art de solutions existantes

Un état de l'art a été effectué pour étudier les solutions déjà existantes de détection de la dysgraphie. Une solution existe aujourd'hui sur le marché. Ses différentes caractéristiques sont présentées dans la suite de ce rapport.

1. Solution existante

Tegami, solution de détection de la dysgraphie, prend en compte l'inclinaison d'un stylet, la pression de sa pointe, la fréquence des tremblements ainsi que la distance parcourue, la vitesse, et l'accélération. Elle enregistre 200 mesures par secondes et permet de distinguer 53 critères de tracés, contre 13 pour le test BHK³. Cette solution intègre du Machine Learning et apprend donc à distinguer la dysgraphie. De ce fait, un patient tracera un modèle prédéfini et la solution diagnostiquera directement si la personne est atteinte ou non de dysgraphie.

Paramètres	Notre solution	Tegami
Distance	Oui	Oui
Vitesse	Oui	Oui
Accélération	Oui	Oui
Pression	Non	Oui
Inclinaison du stylo	Non	Oui
Mesure par seconde	Environ 100	200
Prix	Prix d'une tablette graphique	Pas encore commercialisée

Tableau 1 : Comparaison entre la solution existante et la solution développée

³ « Le test consiste à faire copier un texte aux enfants durant 5 minutes. Les cinq premières phrases sont composées de mots monosyllabiques rencontrés au CP. Puis le texte se complexifie. »

Concernant l'application de détection de la dysgraphie, la solution Tegami trouvée semble plus performante puisqu'elle prend en compte plus de paramètres comme la pression ou l'inclinaison du stylo, comme le montre le tableau 1 ci-dessous. Cependant, n'étant pas encore commercialisée, le prix de cette solution reste inconnu.

3. Solutions développées

1. Application à visée thérapeutique

L'application à visée thérapeutique développée est une application Java permettant de tracer dans l'application et d'afficher en temps réel le tracé d'une lettre ou d'un mot. De plus, il est possible d'afficher une courbe décrivant l'accélération du mouvement. Pour afficher cela nous avons récupéré les données d'un fichier enregistré par l'application grâce aux données récupérées depuis la tablette graphique lorsqu'une lettre est écrite, comme les positions (coordonnées) des points, la distance entre les points, la vitesse et l'accélération. Ce fichier a un nom qui s'incrémente et s'enregistre dans le dossier "Dataset" du projet. C'est un fichier Excel xls.

Dès lors que le premier essai a été réalisé, il est possible de cliquer sur le bouton "Voir" pour visualiser la courbe d'accélération du tracé et avoir la possibilité de valider ou invalider la lettre. Le thérapeute décide alors de cliquer sur "Oui" si la lettre est satisfaisante, ou « Non » dans le cas échéant. La première lettre écrite et validée va être la lettre modèle pour la suite. Une fois cette étape passée, les mêmes données sont récupérées pour les entraînements. Une fois les données récupérées, l'application permet de comparer le nombre de pics (supérieur à la moitié de la moyenne de l'accélération) entre deux courbes d'accélérations (courbes du modèle et courbe des entraînements), tous les tracés devant être sensiblement les mêmes chez les enfants normaux-scripteurs. Une fois la comparaison faite, l'application exécute un feedback qui permet de renvoyer un smiley (vert ou rouge). Si le nombre de pics du modèle (première lettre) est proche du nombre de pics de l'entraînement, alors un smiley vert content apparaîtra. Dans le même principe un smiley rouge triste apparaîtra si les nombres de pics sont très éloignés. Une marge d'acceptabilité variable pour comparer les nombre de pics a été utilisée. En effet, la marge d'acceptabilité descend en fonction des entraînements réussis.

Des captures d'écran de la solution développées sont commentées dans la suite du rapport.

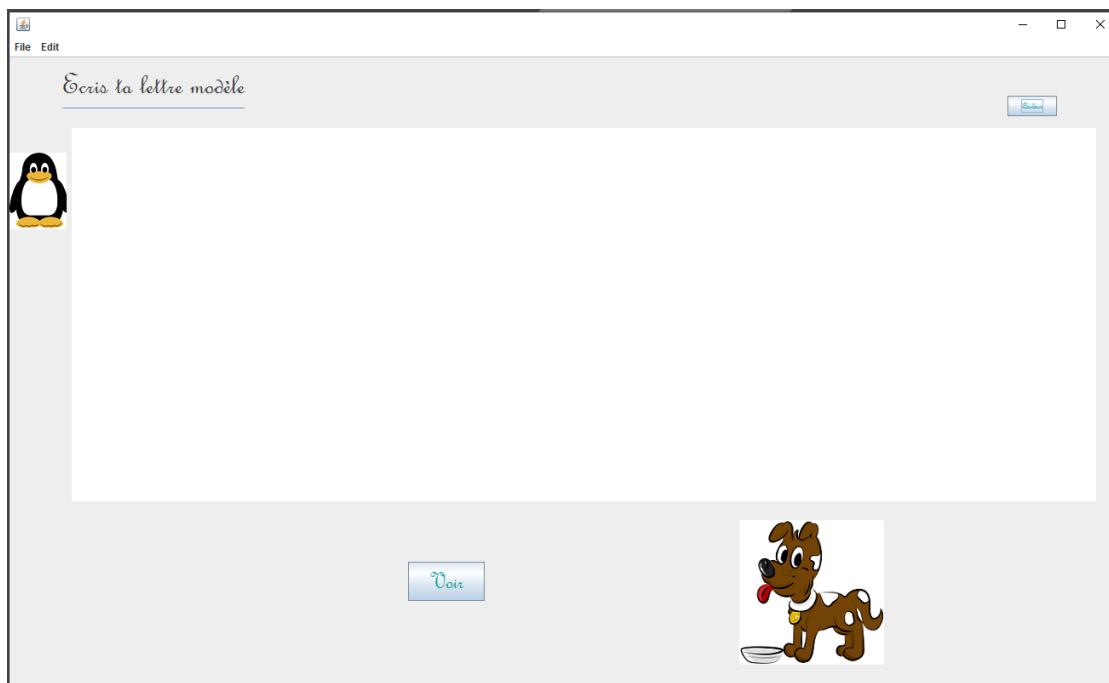


Figure 6 : Page vide de la lettre modèle.

Lorsque l'utilisateur lance l'application, cette fenêtre (figure 6) s'ouvre. L'enfant peut alors, s'il le souhaite, changer la couleur d'écriture à l'aide du bouton "Couleur", puis écrire dans la zone blanche.

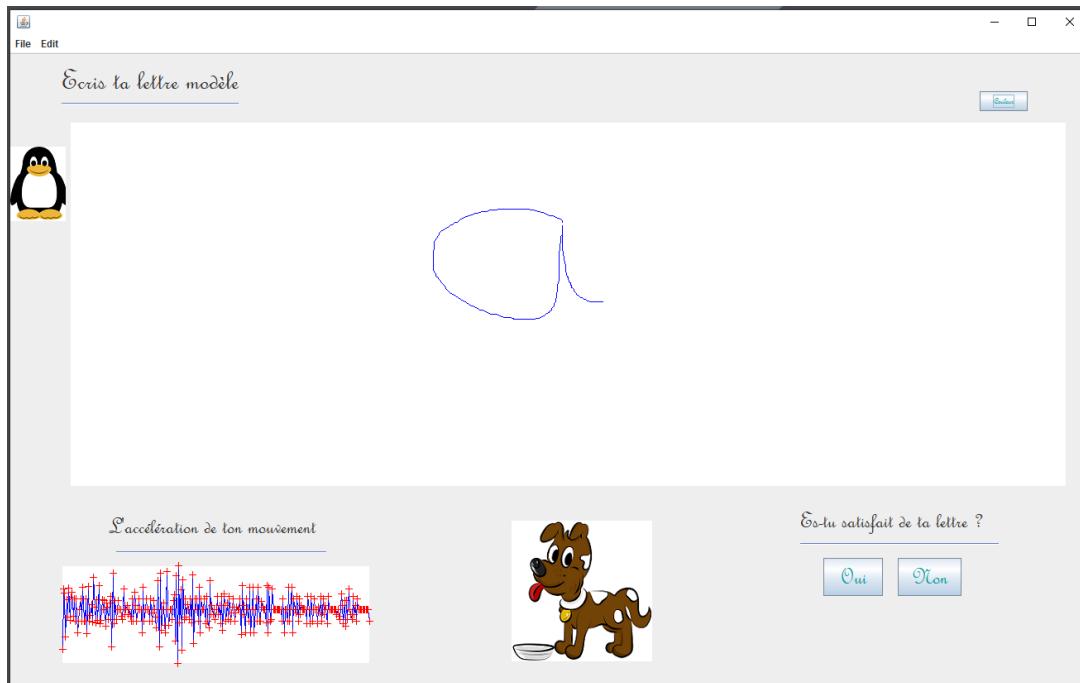


Figure 7 : Page de la lettre modèle après tracé et "Voir".

Quand l'enfant a terminé son tracé, le bouton « Voir » peut être pressé. La fenêtre correspondant à la figure 7 s'ouvre alors. Si la lettre modèle est satisfaisante, le bouton "Oui" pourra être pressé, sinon il faudra appuyer sur le bouton "Non", auquel cas la première fenêtre correspondant à la figure 6 s'ouvrira à nouveau et celle-ci se fermera. Le processus pourra alors être répété jusqu'à réussir l'essai.

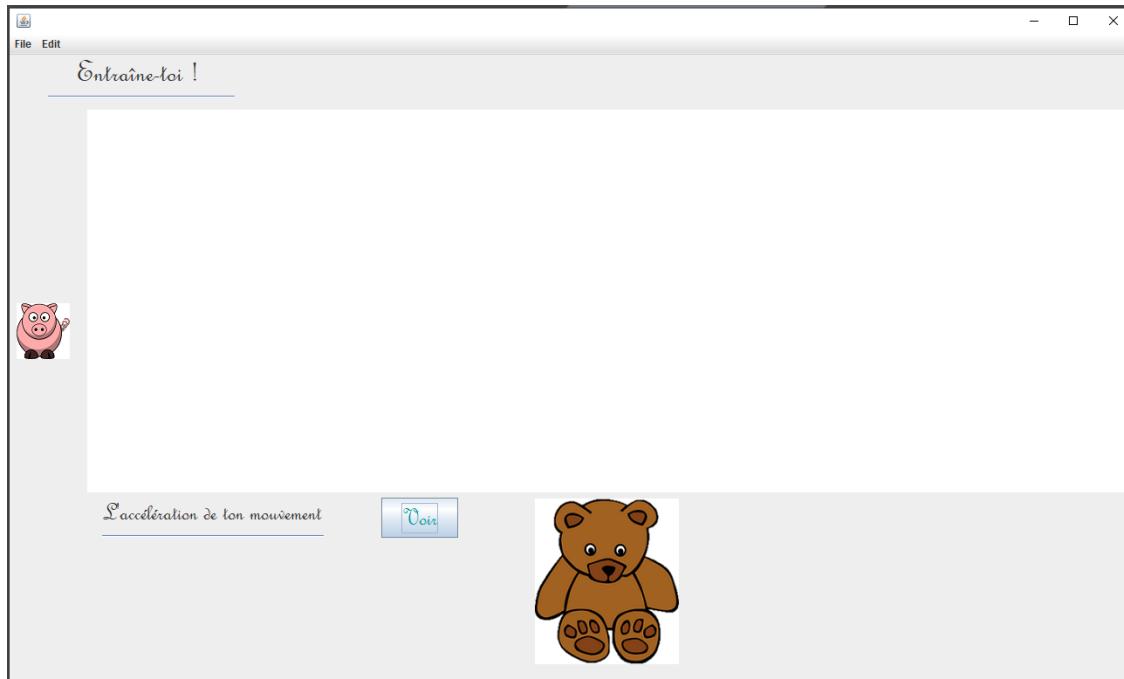


Figure 8 : Page vide d'entraînement.

Si la lettre modèle est satisfaisante, la fenêtre correspondant à la figure 8 s'ouvre et la précédente se ferme. Il est alors possible pour l'enfant de s'entraîner à reproduire le même tracé que celui qui a été effectué en modèle. La marge d'acceptabilité diminue à mesure que les essais se valident, comme expliqué précédemment.

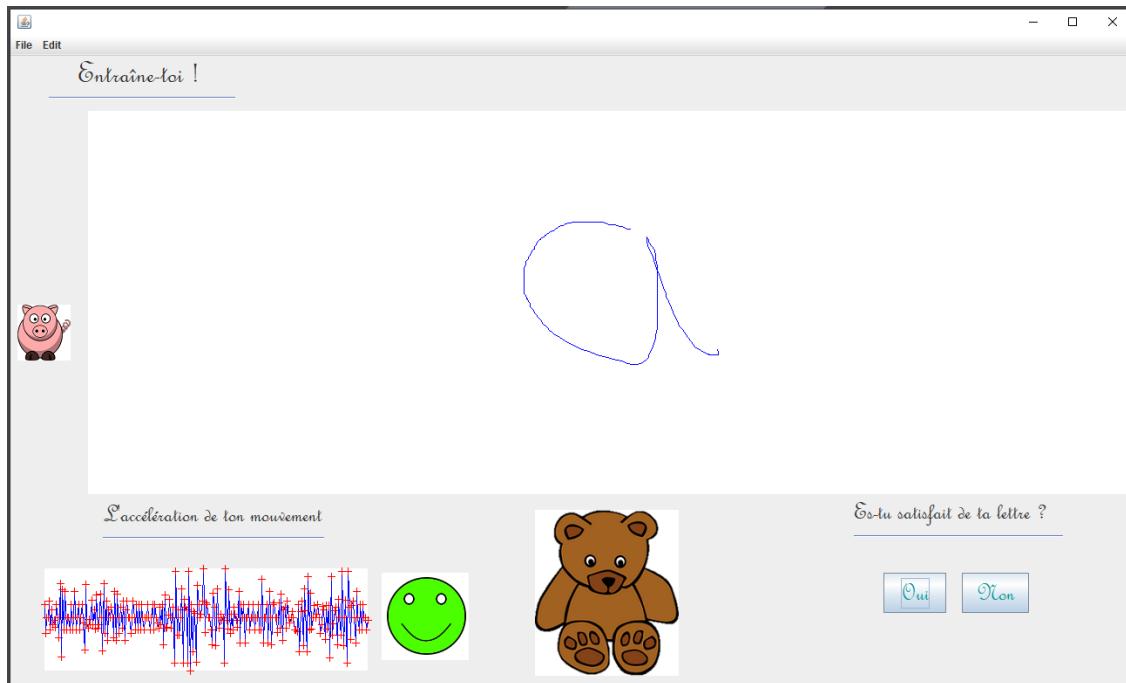


Figure 9 : Page d'entraînement avec feedback positif.

Le bouton “Voir” peut à nouveau être pressé après que l'enfant ait terminé son tracé d'entraînement. Un feedback positif (figure 9) ou négatif (figure 10) apparaît alors, accompagné d'un son. Par la suite, si le bouton “Non” est pressé, la page d'entraînement vide s'ouvre à nouveau et celle-ci se ferme. Sinon, un nouvel entraînement est disponible.

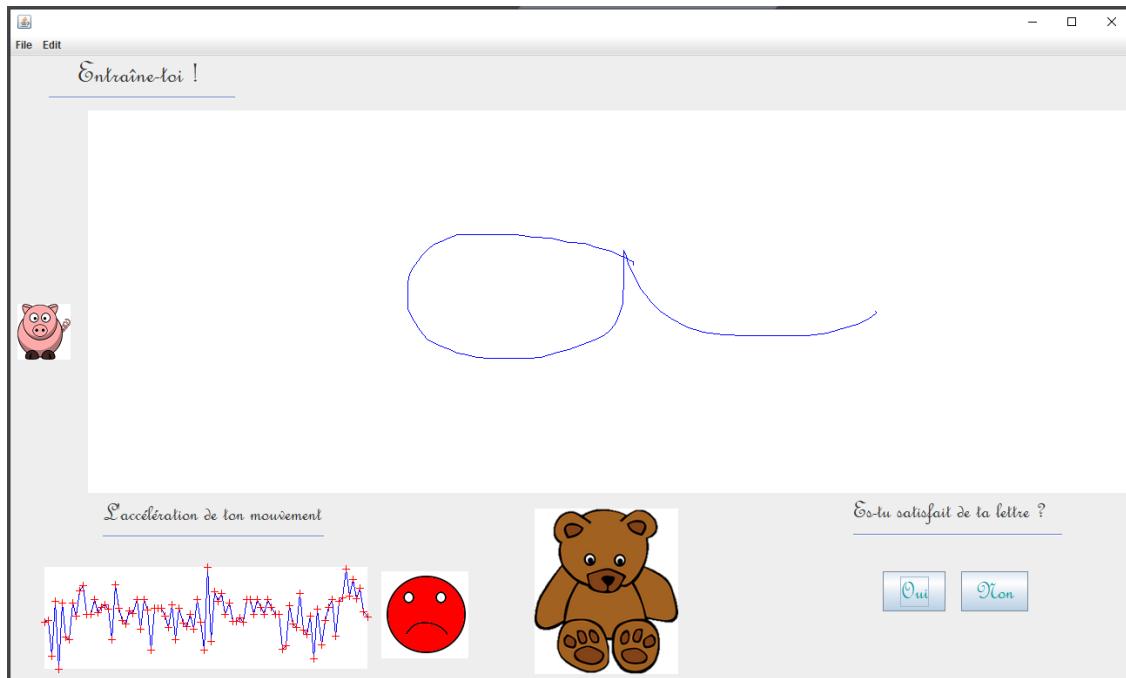


Figure 10 : Page d'entraînement avec feedback négatif.

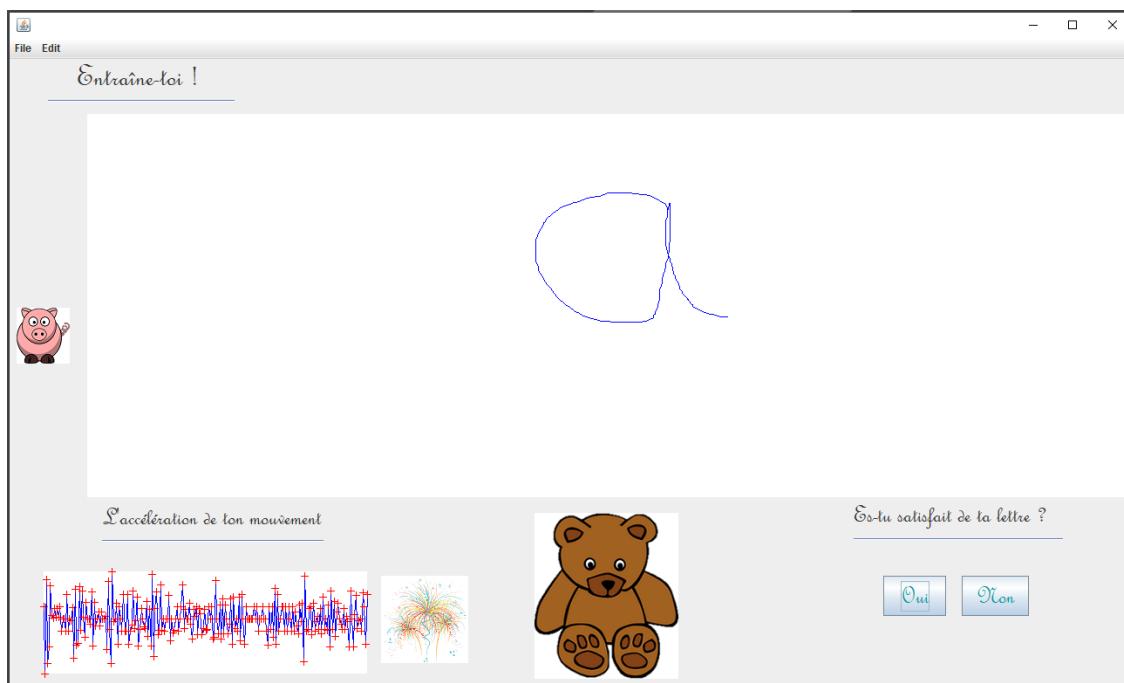


Figure 11 : Page d'entraînement avec feedback positif.

Après quatre entraînements validés, si le cinquième reçoit un feedback positif, la fenêtre sera telle que présentée sur la figure 11. Si le feedback est négatif, la fenêtre sera celle de l'image X. Par la suite, si le bouton “Oui” est pressé, l’application s’arrêtera.

Il sera alors possible de retrouver un Excel pour chaque tracé validé dans le dossier “Dataset” du projet. Le chemin sera donc le suivant :

█ > Ce PC > Disque local (C:) > ProjetDysgraphie-master-v.1.14 > Dataset

Figure 12 : Chemin du dossier contenant les fichiers Excel rassemblant les données.

2. Application de détection de la dysgraphie

Une première version d'une application a été développée et représente un POC (Proof Of Concept) de ce que devrait être l'application finale. Le manque de temps a fait défaut pour terminer cette application qui n'est actuellement exécutable que depuis un IDE tel que NetBeans.

A ce jour, l'application permet à une personne d'enregistrer une lettre modèle puis de tracer la même chose avec une marge d'acceptabilité toujours égale de 20%. Après 5 validations (clic sur “Oui”, si le nombre d'essais validés résultant à un bon feedback (smiley vert content) est de 3 ou plus (sur les 5), alors l'application s'arrêtera et un message dans la console indique “Vous n'êtes pas dysgraphique”. Si le nombre de feedbacks positifs est de 2 ou moins, le message dans la console affiche “Vous êtes dysgraphique ...”.

L'application a été développée en JAVA car, comme elle reprenait beaucoup de principes de l'application précédente, il a semblé logique de développer dans le même langage. Par la suite, un essai pour passer cette application WEB à l'aide d'Applets a été amorcé et il reste aujourd'hui à aboutir cette partie du projet. De plus, dès le départ, le commanditaire, Monsieur Soppelsa, a fait part de l'intérêt plus important concernant l'application à visée thérapeutique, c'est pourquoi celle-ci a été placée en priorité et finalisée.

L'application se présente comme suit :

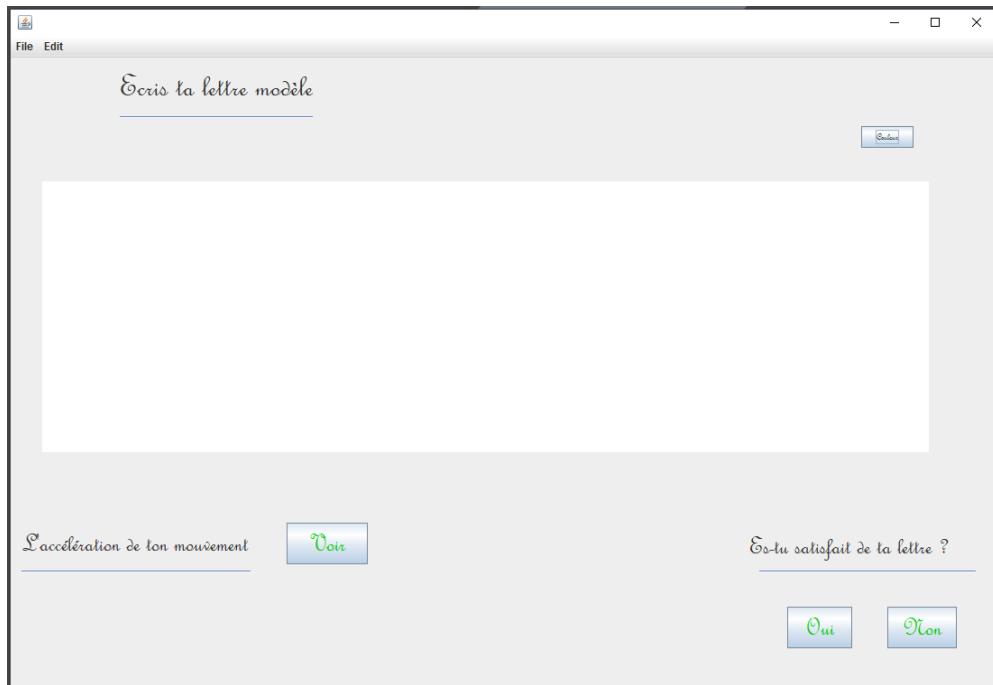


Figure 13 : Page vide de la lettre modèle.

La personne souhaitant être détectée d'une potentielle dysgraphie peut enregistrer une lettre modèle à l'aide de cette fenêtre (figure 13).



Figure 14 : Page de la lettre modèle après tracé et "Voir".

Si la personne est satisfaite de la lettre qu'elle a tracé, elle peut visualiser sa courbe d'accélération puis cliquer sur "Oui" et passer à la fenêtre suivante, d'entraînement. Sinon, elle peut faire un nouvel essai.

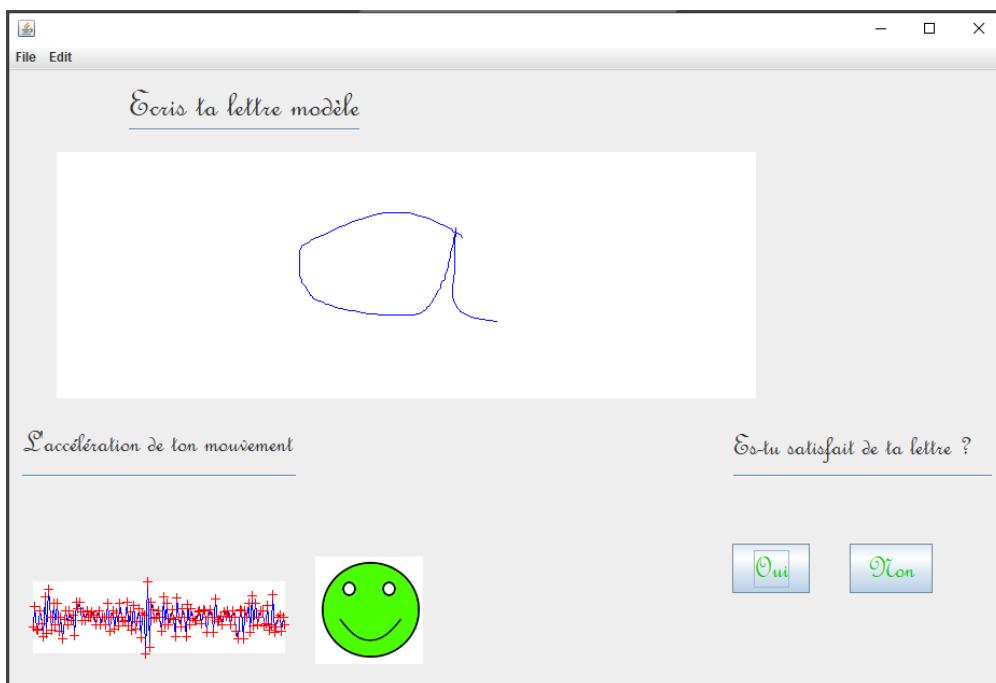


Figure 15 : Page d'entraînement avec feedback positif.

Lors de la répétition de la lettre modèle, si celle-ci a moins de 20% de différence avec celle modèle, le feedback sera positif tel que sur la figure 15. Dans le cas contraire, le feedback sera négatif (figure 16).

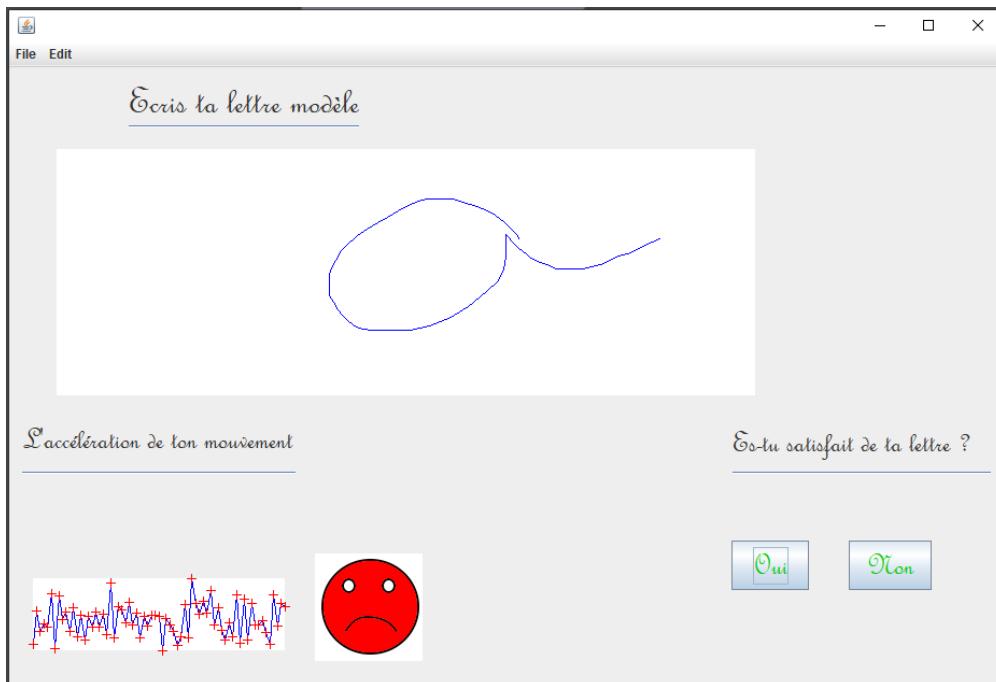
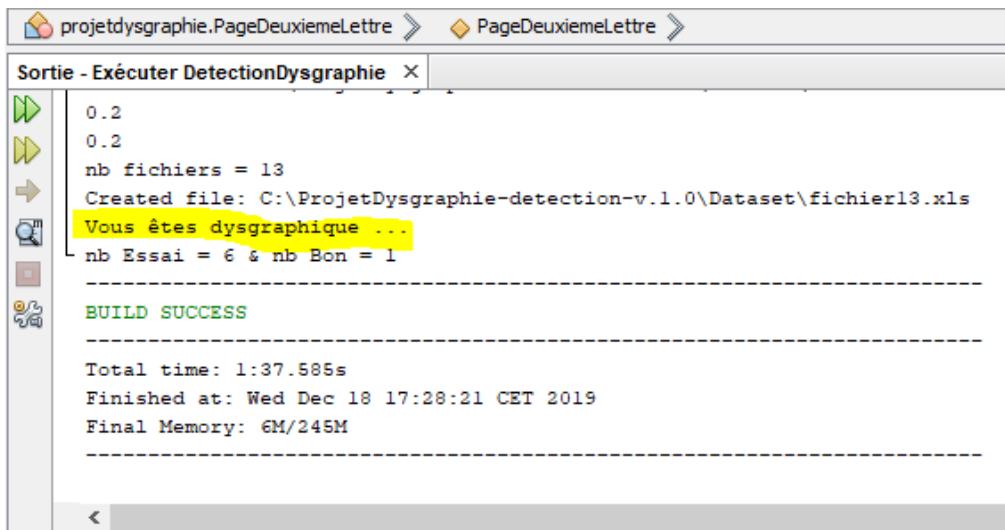


Figure 16 : Page d'entraînement avec feedback négatif.

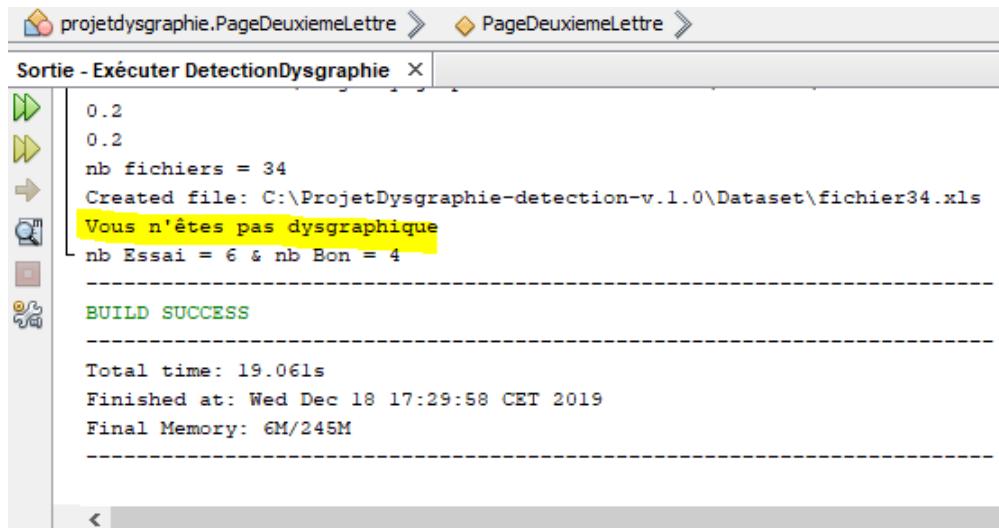


```

projetdysgraphie.PageDeuxiemeLettre > PageDeuxiemeLettre >
Sortie - Exécuter DetectionDysgraphie X
0.2
0.2
nb fichiers = 13
Created file: C:\ProjetDysgraphie-detection-v.1.0\Dataset\fichier13.xls
Vous êtes dysgraphique ...
nb Essai = 6 & nb Bon = 1
-----
BUILD SUCCESS
-----
Total time: 1:37.585s
Finished at: Wed Dec 18 17:28:21 CET 2019
Final Memory: 6M/245M
-----
```

Figure 17 : Console NetBeans avec feedback négatif.

Si 3 ou plus des entraînements validés ont un feedback négatif, le message « Vous êtes dysgraphique ... » s'affiche dans la console comme sur la figure 17, après validation du 5ème entraînement.



```

projetdysgraphie.PageDeuxiemeLettre > PageDeuxiemeLettre >
Sortie - Exécuter DetectionDysgraphie X
0.2
0.2
nb fichiers = 34
Created file: C:\ProjetDysgraphie-detection-v.1.0\Dataset\fichier34.xls
Vous n'êtes pas dysgraphique
nb Essai = 6 & nb Bon = 4
-----
BUILD SUCCESS
-----
Total time: 19.061s
Finished at: Wed Dec 18 17:29:58 CET 2019
Final Memory: 6M/245M
-----
```

Figure 18 : Console NetBeans avec feedback positif.

De même, si 3 ou plus des entraînements validés ont reçu un feedback positif, le message « Vous n'êtes pas dysgraphique » est visible sur la console, tel que sur la figure 18.

7. Gestion du projet et de l'équipe

1. Planning et charge du projet

1. Découpage du projet

Le projet a été découpé en plusieurs parties:

1. Partie 1 : Cadrage du projet

1. Objectifs

Cette partie du projet s'est composée de plusieurs activités telle que :

- Choix du sujet.
- Appropriation du travail des FIE3.
- Prise en main de la tablette graphique.
- Définition du sujet.
- Note de cadrage.
- Etat de l'art.
- Maquettes.

2. Répartition temporelle

La plus grande partie des objectifs de cette partie ont été exécuté dans la première moitié du temps imparti. Ceci est cohérent puisque la phase de cadrage vient en amont du développement.

3. Livrables

Les livrables résultant de cette partie du projet sont constitués notamment de la note de cadrage mais un état de l'art et des maquettes ont également été produits afin d'être utilisés et présentés dans ce rapport.

2. Partie 2 : Développement

1. Objectifs

Cette partie comprend toutes les fonctionnalités développées afin de rendre une application fonctionnelle et conforme aux attentes du client. Toutes les fonctionnalités développées sont notamment visibles dans le diagramme de Gantt présenté dans la suite (figure 20).

2. Méthodologie

Le développement a été réalisé en méthodologie agile puisque des réunions régulières ont été réalisées avec Monsieur Francis Faux afin de voir les avancées du projet et convenir de la marche à suivre. Les objectifs ont donc été affinés et réalisés par sprints entre chaque réunion. Pour suivre les avancées et rester informés des fonctionnalités réalisées et restantes, un outil de suivi de projet par kanbans a été utilisé.

3. Répartition temporelle

Le développement s'est commencé peu après le début du projet, après quelques tâches du cadrage. Il s'est alors étendu jusqu'à la fin du projet.

4. Livrables

Cette partie comporte deux livrables. En effet, deux applications ont été développées ; une application à visée thérapeutique, servant d'exercice pour les enfants dysgraphiques, et une application de détection de la pathologie.

3. Partie 3 : Clôture du projet

1. Objectifs

La partie de clôture est essentielle dans tout projet. Les différents objectifs contenus dans la clôture de ce projet sont :

- Tournage de vidéos.
- Montage vidéo.
- Rédaction d'un guide d'installation.
- Rédaction d'un guide utilisateur.
- Rapport de projet.
- Préparation de la soutenance.

2. Répartition temporelle

La clôture est une phase qui s'est déroulée les deux dernières semaines du projet. Ceci est cohérent puisque la clôture permet de terminer correctement un projet, et se déroule donc à la fin de celui-ci.

3. Livrables

Plusieurs livrables résultent de cette partie comme une vidéo de présentation du projet de 4 minutes et 44 secondes, un guide d'installation et un guide d'utilisation de l'application à visée thérapeutique, le présent rapport et la présentation du projet lors de la soutenance le 20 Décembre 2019.

4. Matrice RACI

Une matrice RACI (Responsible (réalise), Accountable (supervise), Consulted (conseille), Informed (informé)) des trois parties du projet a été réalisée. Il s'agit d'un outil de gestion de projet permettant de visualiser la répartition des rôles au sein des différents acteurs.

Activités	Marine CRENN	Clothilde VIDAL	Francis FAUX	Régis SOPPELSA
Cadrage du projet	R	R, A	I	C
Développement	I	R, A	C	I
Clôture du projet	R	R, A	C, I	C, I

Figure 19 : Matrice RACI.

2. Planning réel du projet

Le projet a duré douze semaines.

Certaines parties ont été parallélisés pour répondre dans les temps aux exigences attendues par le commanditaire.

Plusieurs réunions d'avancement ont été organisées lors du projet avec le tuteur école, avec une fréquence d'une réunion toutes les une à deux semaines en moyenne.

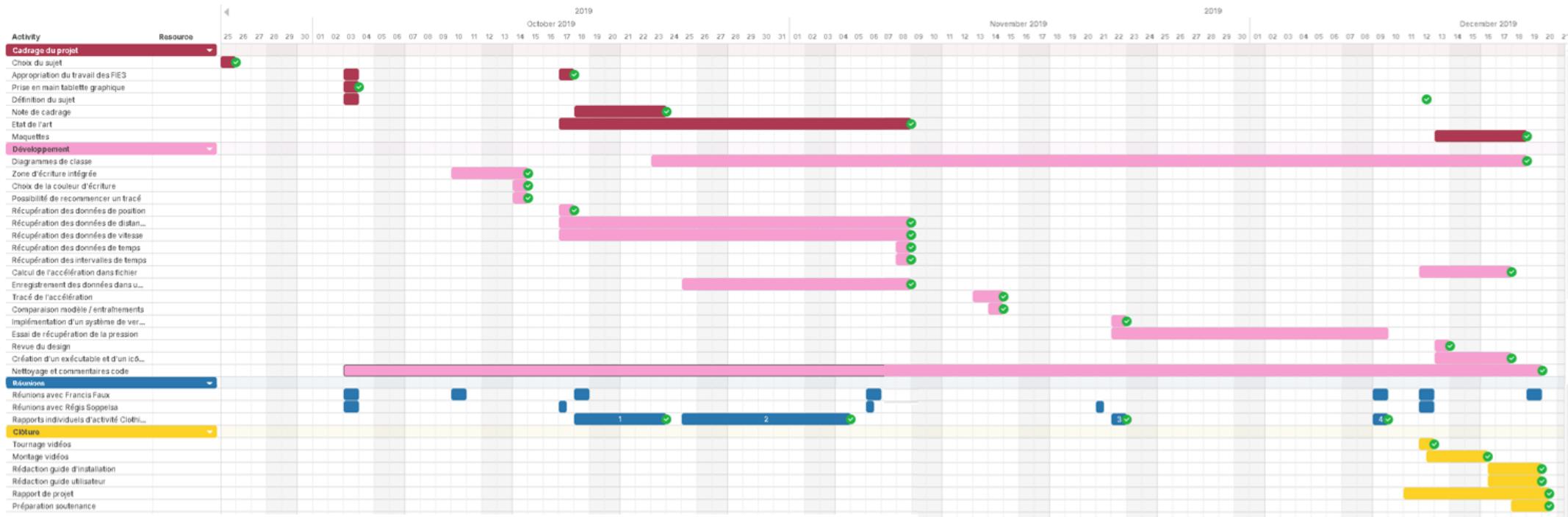


Figure 20 : Diagramme de Gantt réel.

2. Organisation du projet

1. Organigramme du projet

Le commanditaire de ce projet est Monsieur Régis Soppelsa, membre de l'équipe de direction de l'Institut de Formation en Psychomotricité de Toulouse.

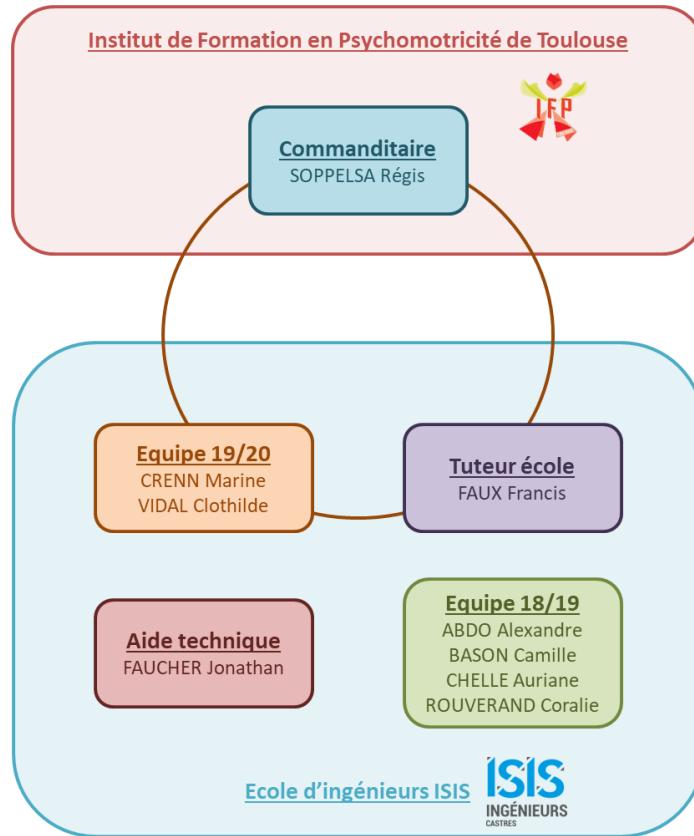


Figure 21 : Organigramme des acteurs du projet.

Quelques contacts avec l'équipe 18/19 en amont ont permis de mieux appréhender le sujet.

L'aide technique de monsieur Jonathan Faucher a été très précieuse. Il a notamment aidé à la création du « .jar » de l'application à visée thérapeutique servant au lancement de l'application via l'icône de raccourci.

2. Instances

Pour pouvoir organiser au mieux la gestion du projet, il a été décidé de rassembler les différents acteurs du projet lors de comités :

- Le **Comité de pilotage** réunissant le groupe projet (étudiants et tuteur école) et le commanditaire a ainsi permis de rendre compte de l'avancement du projet au commanditaire et d'arbitrer les décisions importantes du projet. Il y a eu une réunion en présentiel avec le commanditaire au cours du projet, un appel téléphonique et plusieurs échanges de mails.
- Le **Comité de projet** réunissant le groupe projet et le tuteur universitaire a permis de rendre compte au fil de l'eau de l'avancement du projet au tuteur ISIS pour avoir un avis extérieur et une aide en vue de surmonter nos points de blocage. En règle générale, le comité de projet se réunissait tous les une à deux semaines.

- Enfin, en interne, plusieurs réunions de suivi (ou **comités de suivi**) nous ont permis de faire des points réguliers en vue de répartir le travail à faire et de maintenir un niveau d'information équivalent entre tous les membres de l'équipe projet.

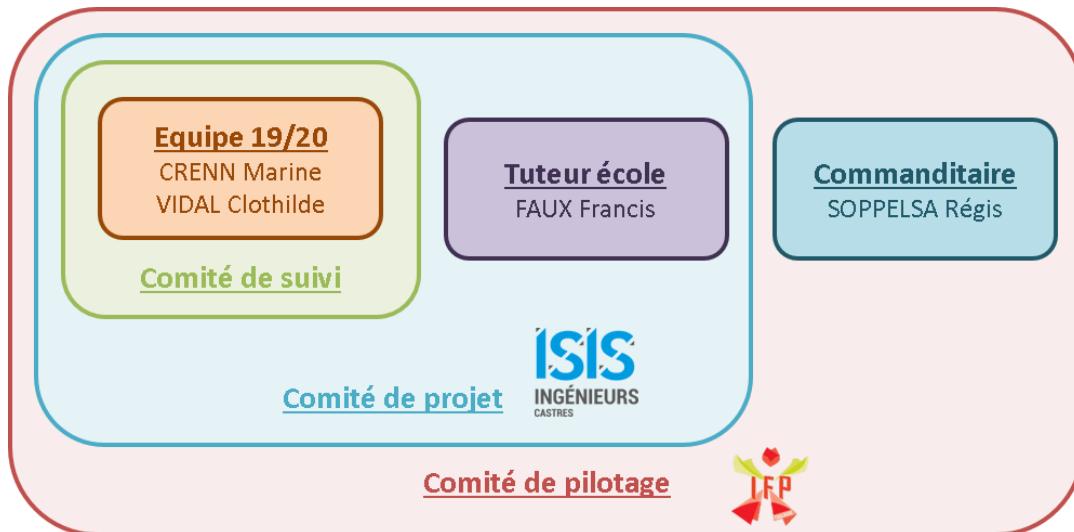


Figure 22 : Acteurs des différents comités.

3. Gestion des risques et pilotage opérationnel

1. Points de vigilance

Pour contrôler les différents risques sous-jacents aux exigences du projet, nous avons effectué une analyse des risques afin d'identifier les risques les plus critiques et déterminer les actions correctives à mettre en œuvre pour les pallier. La matrice des risques suivante nous a permis d'identifier les risques majeurs du projet.

N°	Risque	Impact	Probabilité	Total
R1	Dysfonctionnement de la tablette graphique fournie	3	1	3
R2	Perte totale du code en développement	4	1	4
R3	Manque de connaissances pour la réalisation de vidéo	2	3	6
R4	Manque de connaissances techniques (JAVA)	3	2	6
R5	Mauvaise communication des informations	3	2	6
R6	Mauvaise compréhension de l'utilisation de l'application par le client	3	2	6
R7	Mauvaise compréhension des consignes	3	2	6
R8	Pas d'accès internet	3	2	6
R9	Pas de réponse du commanditaire	3	2	6
R10	Mauvaise définition du sujet	4	2	8
R11	Problème de compatibilité lors de l'installation de l'application chez le client	4	2	8
R12	Impossibilité d'installer le driver de la tablette graphique sur les ordinateurs de l'école	3	3	9
R13	Manque de temps pour combler les attentes	4	3	12

Tableau 2 : Listes des risques identifiés.

La matrice de risque associée au tableau 2 est alors :

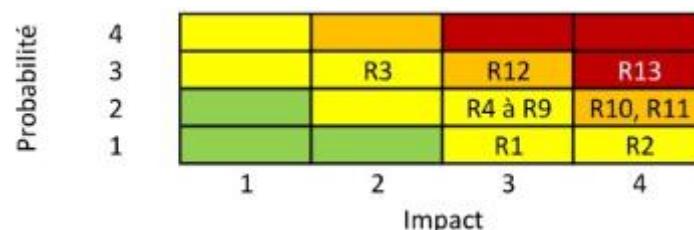


Tableau 3 : Matrice de risque.

Quatre zones sont à distinguer dans cette matrice :

- Zone verte : risque acceptable.
- Zone jaune : risque significatif.
- Zone orange : risque critique.
- Zone rouge : risque inacceptable.

Parmi ces risques majeurs nous avons centré notre vigilance sur trois risques principaux :

- R11 : Problème de compatibilité lors de l'installation de l'application chez le client.
- R6 : Mauvaise compréhension de l'utilisation de l'application par le client.
- R5 : Mauvaise communication des informations.

Pour permettre de contrôler le risque R11, nous avons déterminé qu'il fallait réaliser un guide d'installation contenant des prérequis comme l'installation de JAVA.

Pour permettre de contrôler le risque R6, nous avons déterminé qu'il fallait réaliser un guide d'utilisation afin d'apprendre aux utilisateurs le fonctionnement pas à pas de l'application.

Pour permettre de contrôler le risque R5, nous avons déterminé qu'il fallait mettre des outils en place afin de mieux communiquer les informations, comme un Drive de travail commun et un outil de kanban. Nous avons en effet utilisé l'outil Trello. Notre tableau comportait deux parties distinctes : les parties de développement avec les sprint à faire et faits, mais également les parties permettant de suivre l'avancement des autres parties et livrables du projet.

Le tableau que nous avons utilisé sur Trello se présente comme suit.

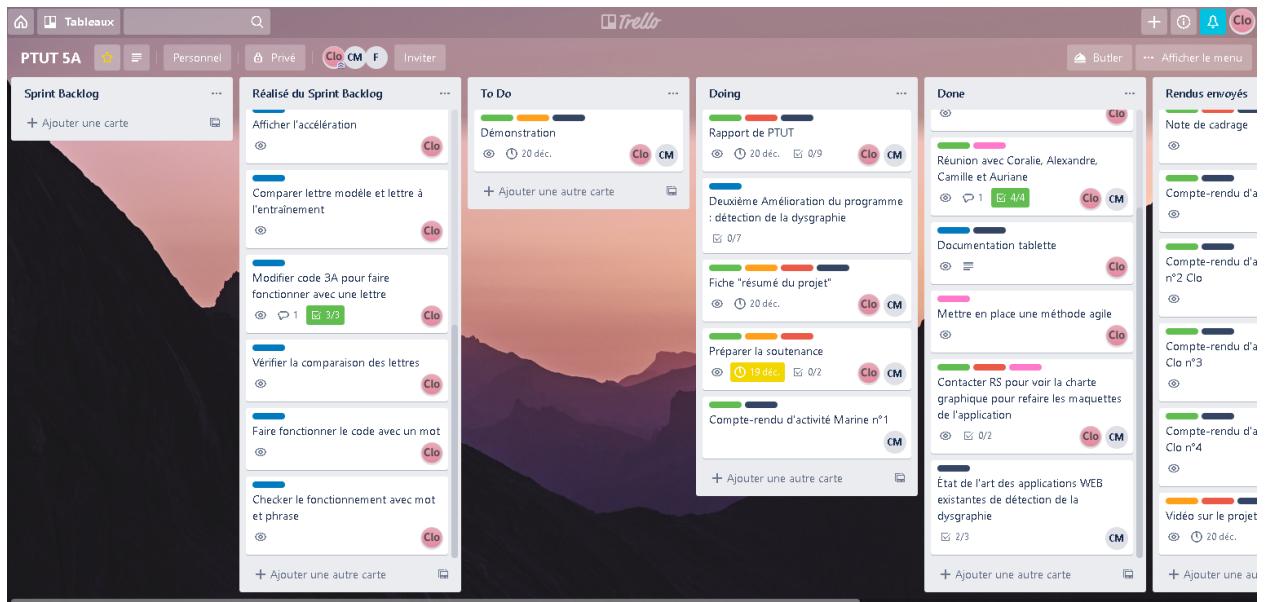


Figure 23 : Capture d'écran de notre Trello.

Ce tableau a été partagé entre Marine Crenn, Francis Faux et Clothilde Vidal.

8. Portfolio

L'équipe projet se compose de deux étudiantes : Marine Crenn et Clothilde Vidal.

1. Marine CRENN

Ce projet tuteuré a commencé l'année scolaire dernière (2018-2019) avec des étudiants de troisième année de l'école d'ingénieur ISIS. De ce fait, nous avons pu partir sur une base solide qui nous a permis de mieux comprendre et de mieux définir les enjeux et les objectifs.

Clothilde ayant plus de compétences que moi en développement JAVA, je me suis occupée des recherches pouvant l'aider. J'ai participé à la revue des maquettes et au tournage de la vidéo en étant force de proposition.

J'ai fait l'état de l'art des solutions existantes de détection de la dysgraphie. Ce qui m'a permis de remarquer qu'une pauvre communication est autour de ce trouble. Les recherches étaient périlleuses car la solution existante trouvée (Tegami) est connue depuis peu, 1 an. A cela on ajoute le faible partage d'informations autour de ce trouble. Ainsi, j'ai eu des difficultés à trouver un dispositif étant de détection. N'étant pas encore commercialisé, les informations concernant le dispositif existant sont moindres.

J'ai réalisé le support de présentation de la soutenance.

Ce projet a été enrichissant. La dysgraphie étant méconnue au grand public, un projet concernant ce trouble ne pouvait qu'améliorer mes connaissances. De plus, un projet ayant pour finalité un test sur des patients atteints de ce trouble est un accomplissement, autant pour moi que pour Clothilde. Cependant, ce projet aurait sans-doute nécessité un étudiant de plus compte tenu de la charge de travail et du peu de temps libéré pour sa réalisation.

2. Clothilde VIDAL

1. Contexte

Ce projet avait pour ambition le développement d'une application à visée thérapeutique afin d'avoir un outil informatique permettant aux enfants dysgraphiques de progresser dans leur apprentissage de l'écriture et la correction de leur trouble. Un module de détection de la dysgraphie était aussi à implémenter, sous forme d'une application WEB.

Ce projet s'est déroulé dans le cadre du module de projet tuteuré pour l'année scolaire 2019/2020. Plusieurs sujets étaient proposés cependant celui-ci, touchant plus particulièrement des enfants en difficulté, est celui qui m'a le plus intéressée.

Les compétences acquises lors de mes précédentes expériences, tant sur le plan humain que technique (stages, projets, cours, échange universitaire), ont pu être mises en pratique dans ce projet.

Ce portfolio présente alors les différentes missions auxquelles j'ai pu contribuer ainsi qu'un retour d'expérience sur l'ensemble du projet.

2. Rôle et responsabilités

Les deux étudiantes travaillant sur ce sujet ont des profils très différents. Notre équipe étant restreinte, j'ai occupé différents rôles.

Le groupe projet, composé de Marine CRENN et moi-même, était composé de deux étudiantes aux profils hétéroclites.

Notre équipe étant restreinte, j'ai occupé différents rôles. Du fait de mes compétences techniques, j'ai endossé le rôle de développeur sur ce projet. Ce rôle m'a donné la charge de l'ensemble du développement de l'application. Cependant, au-delà du développement, j'ai également assuré le rôle de Product Owner en vue d'être le point de contact entre toutes les parties du projet : le commanditaire, le tuteur école et l'équipe projet.

Au commencement du projet, je me suis chargée de la rédaction et la revue de la note de cadrage du projet.

Pas la suite, étant plus impliquée dans le développement, j'ai rédigé les guides d'installation et d'utilisation, mais également les différents diagrammes de classe. Le tournage des vidéos a été réalisé en collaboration avec Marine mais j'ai monté la vidéo seule.

La plupart du présent rapport a été rédigé par moi-même, tout comme les figures, schémas, tableaux, images et planning.

3. Missions

1. Développement

Le développement de l'application s'est fait principalement dans l'enceinte de l'école, sur les ordinateurs à disposition possédant NetBeans, pendant les heures allouées au projet tuteuré, mais également en dehors. Les modifications de l'application à visée thérapeutique se sont accompagnées de mises à jour du diagramme de classe. Les maquettes ont également été revues. Le détail des fonctionnalités implémentées a déjà été décrit dans ce rapport.

J'ai développé l'application en langage Java, en utilisant l'outil de construction de projets Maven et plusieurs bibliothèques comme par exemple la bibliothèque graphique pour java Swing.

2. Livraison des différents livrables

La note de cadrage du départ a entièrement été rédigée par moi-même et des points d'amélioration ont été annoncés par notre tuteur école, que je me suis chargée de prendre en compte.

En plus des réunions régulières entre l'équipe projet et le tuteur école, des rapports individuels d'activités ont été envoyés à Francis Faux. J'en ai rédigé quatre.

Des guides d'installation et d'utilisation ont été évoqués avec le commanditaire, je me suis donc chargée de les rédiger.

Par la suite, le rapport du projet a été majoritairement fait par moi-même, tout comme les illustrations à l'intérieur.

La vidéo de présentation du projet à rendre a commencé par des tournages vidéo réalisés en collaboration avec Marine. En revanche, j'ai réalisé le montage vidéo seule.

3. Organisation des réunions

Le tuteur école a été moteur dans la demande de points réguliers sur l'avancée du projet. Nous avons cependant su nous rendre disponibles et animer les réunions de projet.

4. Gestion de projet

Pour permettre un suivi des fonctionnalités implémentées, j'ai utilisé le tableau Trello mis en place au sein du groupe. Il a également été utile dans le suivi des avancées des sprints. Pour le projet, j'ai réalisé le planning de Gantt réel avec Tom's planner. Ce planning donne à voir une vision à grande échelle de l'avancée des tâches pendant des douze semaines de projet. Pour la réalisation du diagramme de Gantt, une fiche de suivi des actions du projet a été créée et tenue à jour à chaque séance de travail.

De plus, j'ai effectué une rapide analyse des principaux risques et mis en place quelques actions correctrices, comme la rédaction de guides pour le client.

4. Retour d'expérience

Ce projet m'a permis d'appréhender un trouble que je ne connaissais pas : la dysgraphie. Il m'a également fait monter en compétences dans le langage JAVA et le développement d'application. De plus, j'ai pu mettre en pratique des techniques de gestion de projet vues en cours ou en entreprise. Réaliser une application à destination d'enfants dans le but de les aider à améliorer leur écriture a été très enrichissant. La charge de travail demandée par ce projet aurait peut-être nécessité une ressource humaine supplémentaire ou plus d'heures de travail. Il dommage que nous n'ayons pas eu l'occasion d'aller sur Toulouse tester l'application avec quelques enfants et professionnels mais ceci sera fait ultérieurement par Monsieur Régis Soppelsa.

Même si des améliorations peuvent toujours être faites comme la finalisation de l'application de détection de la dysgraphie ou la prise en compte d'autres mesures comme la pression du stylet sur la tablette graphique, les attentes de ce projet tuteuré ont globalement été remplies. En effet, la principale application, qui est celle à visée thérapeutique, est fonctionnelle et va passer en phase de tests.

Des remerciements particuliers à Monsieur Faucher et Monsieur Faux sont à prendre en compte puisqu'ils ont su apporter une aide technique précieuse pour l'un et un suivi et cadre appréciables pour l'autre.

9. Conclusions et perspectives

L'application thérapeutique a grandement évolué depuis sa version précédente réalisée par le groupe de FIE3. En effet, elle peut maintenant être utilisée par des enfants qui peuvent directement écrire dans celle-ci. Par ailleurs, d'autres fonctionnalités ajoutées la rendent suffisamment complète pour pouvoir passer en phase de tests. Monsieur Régis Soppelsa nous a en effet assuré que l'application à visée thérapeutique développée allait être testée par des praticiens en charge du traitement de la dysgraphie.

Les enfants auront alors face à eux une application présentée de façon ludique puisqu'il y a des dessins d'animaux présents sur l'interface, et les feedbacks reçus sont sous forme de smileys et de sons enfantins.

L'application de détection ne représente quant à elle qu'une ébauche et devra continuer à être développée par la suite pour être entièrement fonctionnelle et être éventuellement transformée en WEB.

Ce projet comporte beaucoup d'avancées et de réussites mais des perspectives d'amélioration sont tout de même présentes. Concernant l'application à visée thérapeutique, il serait par exemple intéressant de pouvoir prendre en compte la pression du stylet sur la tablette. Il serait également pertinent d'envisager un développement de cette application en vue d'une utilisation sur tablette ou mobile, à partir desquels les tracés pourront être faits directement sur l'interface de l'application avec un doigt ou un stylet. De plus, l'application gagnerait en efficience à être responsive, adaptable à différents formats d'affichage.

En ce qui concerne l'application de détection, les perspectives d'évolution sont plus nombreuses puisque le développement est moins abouti. Il serait par exemple intéressant de commencer par faire un cahier des charges précis des attentes du client au sujet des fonctionnalités de cette application. A partir d'un cahier des charges précis, un développement cadré et structuré pourra être fait. L'application gagnera aussi en efficience à être développée en langage WEB.

Le développement de cette application pourra faire l'objet d'un futur projet tuteuré pour d'autres élèves de l'école d'ingénieurs ISIS ou même être réalisé par des professionnels. Pour être réalisé à moindre coût, le développement pourrait par exemple être confié à la Junior-Entreprise de l'école d'ingénieurs ISIS : Horus HealthCare Systems.

Sources

1. Dysgraphie

1. « ameli, le site de l'Assurance Maladie en ligne | ameli.fr | Assuré ». Disponible sur : < <https://www.ameli.fr/assure> > (consulté le 11 décembre 2019)
2. Asselborn T., Gargot T., Kidziński Ł., Johal W., Cohen D., Jolly C., Dillenbourg P. « Automated human-level diagnosis of dysgraphia using a consumer tablet ». *npj Digital Medicine* [En ligne]. décembre 2018. Vol. 1, n°1,. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1038/s41746-018-0049-x> > (consulté le 19 décembre 2019)
3. « Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition - Tegami, une tablette contre les dysgraphies ». [s.l.] : [s.n.], [s.d.]. Disponible sur : < <https://lpnc.univ-grenoble-alpes.fr/Tegami-une-tablette-contre-les> > (consulté le 19 décembre 2019)
4. *Leledy2016.pdf* [En ligne]. Disponible sur : < <http://www.psychomot.ups-tlse.fr/Leledy2016.pdf> > (consulté le 19 décembre 2019)

2. Cinématique

5. Larousse É. « Définitions : cinématique - Dictionnaire de français Larousse ». Disponible sur : < <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/cin%C3%A9matique/16043> > (consulté le 11 décembre 2019)

3. Bibliothèque POI

6. « Cours Java et Eclipse de J.M. Doudoux ». [s.l.] : [s.n.], [s.d.]. Disponible sur : < <https://imdoudoux.developpez.com/cours/developpons/java/chap-generation-documents.php> > (consulté le 19 octobre 2019)

4. Etat de l'art

7. « BHK - Échelle d'évaluation rapide de l'écriture chez l'enfant ». In : *Pearson Clinical & Talent Assessment* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], [s.d.]. Disponible sur : < <https://www.pearsonclinical.fr/bhk-echelle-devaluation-rapide-de-lecriture-chez-l enfant> > (consulté le 23 octobre 2019)
8. *Diagnostiquer la dysgraphie* [En ligne]. Disponible sur : < <http://www.sos-ecriture.fr/2012/02/diagnostiquer-la-dysgraphie.html> > (consulté le 19 octobre 2019)
9. *Dysgraphie de l'enfant, dysgraphie de l'adolescent* [En ligne]. Disponible sur : < <http://www.sos-ecriture.fr/2011/09/dysgraphie.html> > (consulté le 19 octobre 2019)
10. « Tegami : le nouvel outil numérique pour diagnostiquer les dysgraphies ». In : *Santé sur le net* [En ligne]. 2018. Disponible sur : < <https://www.sante-sur-le-net.com/dysgraphie/> > (consulté le 19 octobre 2019)
11. Perrin S. « Un outil pour analyser les problèmes d'écriture ». 28 septembre 2018. Disponible sur : < <https://actu.epfl.ch/news/un-outil-pour-analyser-les-problemes-d-ecriture/> > (consulté le 19 octobre 2019)
12. « Dysgraphies ». Disponible sur : < <http://www.tousalecole.fr/content/dysgraphies#simple-table-of-contents-4> > (consulté le 19 octobre 2019)

Annexe 1 : Maquettes

Lors du lancement de l'application, la fenêtre représentée dans l'image 1 apparaît.

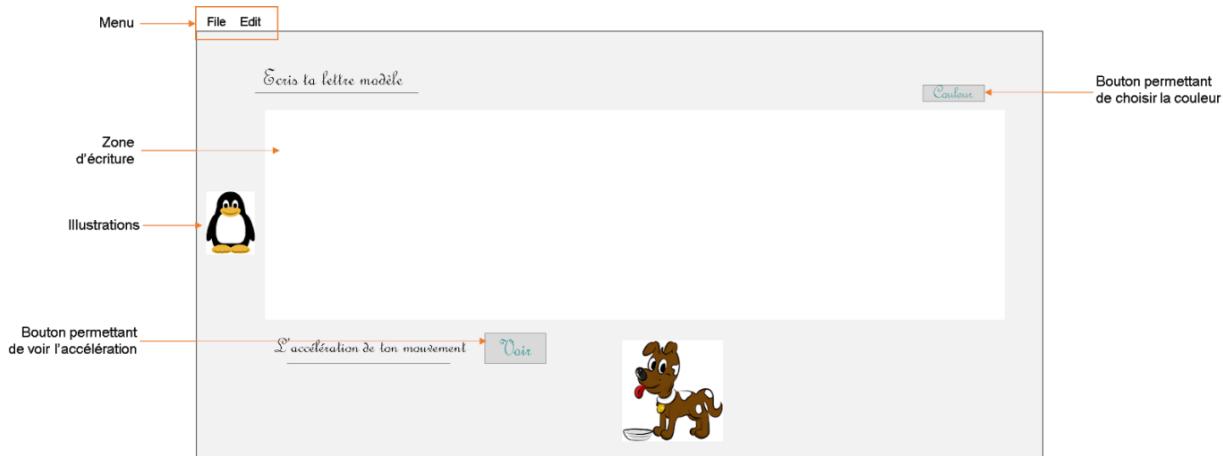


Image 1 : Page de la lettre modèle.

Une lettre ou un mot peut alors être écrit dans la zone d'écriture, à l'aide de la tablette graphique.

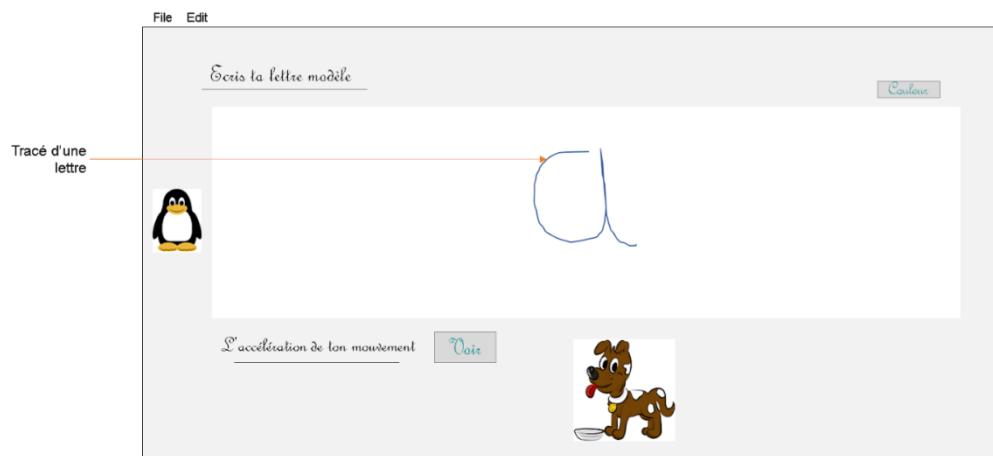


Image 2 : Tracé de la lettre modèle.

Une fois le tracé terminé, le bouton "Voir" doit alors être pressé afin de visualiser l'accélération et de valider ou invalider le tracé.

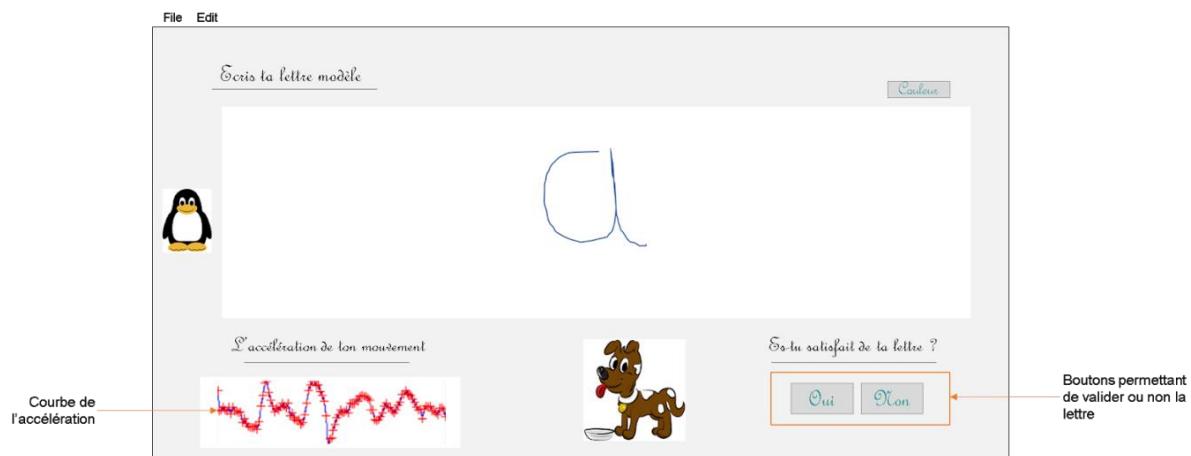


Image 3 : Page de la lettre modèle après avoir cliqué sur "Voir".

Si la lettre modèle est satisfaisante, “Oui” pourra être pressé et la fenêtre correspondant à l'image 4 s'ouvrira. Si la lettre modèle ne convient pas, alors “Non” pourra être pressé et il faudra recommencer le processus avec la fenêtre correspondant à l'image 1 qui s'ouvrira à nouveau.

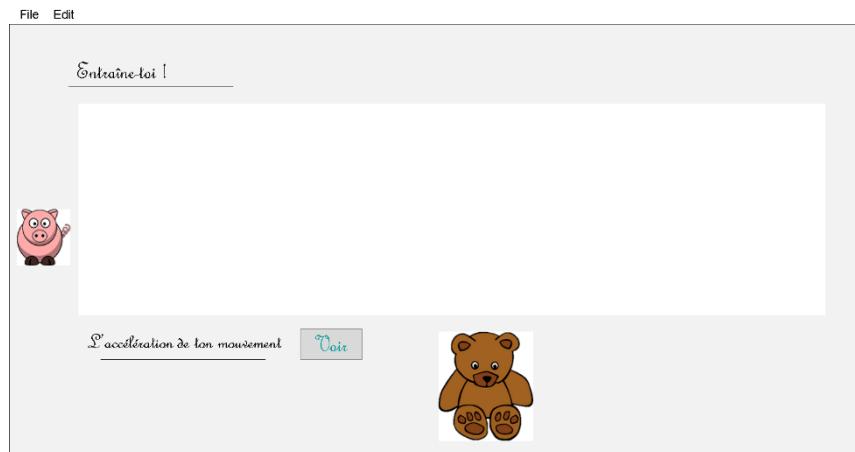


Image 4 : Page d'entraînement.

Après avoir validé la lettre modèle, la page d'entraînement s'ouvre.



Image 5 : Tracé d'entraînement.

Le tracé peut alors être réalisé dans la zone prévue à cet effet.

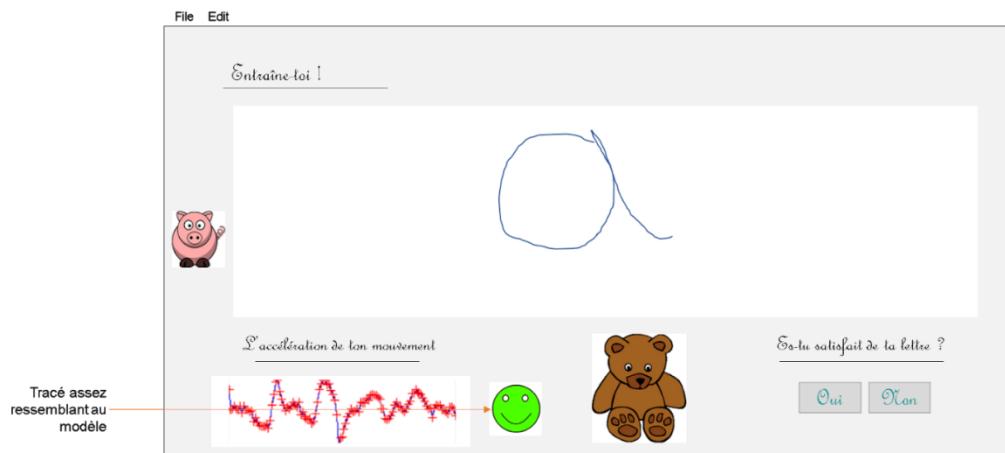


Image 6 : Page d'entraînement après avoir cliqué sur "Voir" pour une lettre assez ressemblante.

Après avoir cliqué sur “Voir”, un smiley vert content apparaît si la lettre est assez ressemblante à la lettre modèle. La marge d’acceptabilité descend en fonction des entraînements réussis. Au premier essai, la marge d’acceptabilité est de 25%. Elle descend ensuite de 5% à chaque lettre validée : 2ème essai 20%, 3ème essai 15%, 4ème essai 10%. Le 5ème et dernier essai a également une marge d’acceptabilité de 10%.

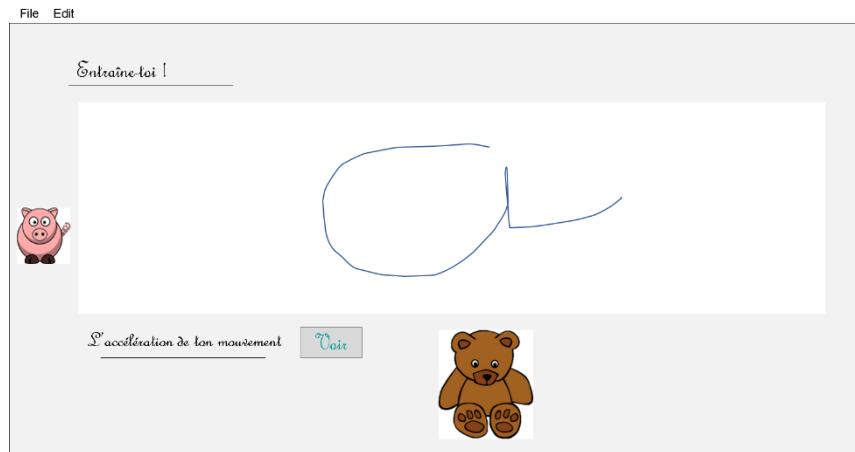


Image 7 : Tracé d’entraînement n°2.

Un autre exemple de tracé sur la page d’entraînement.

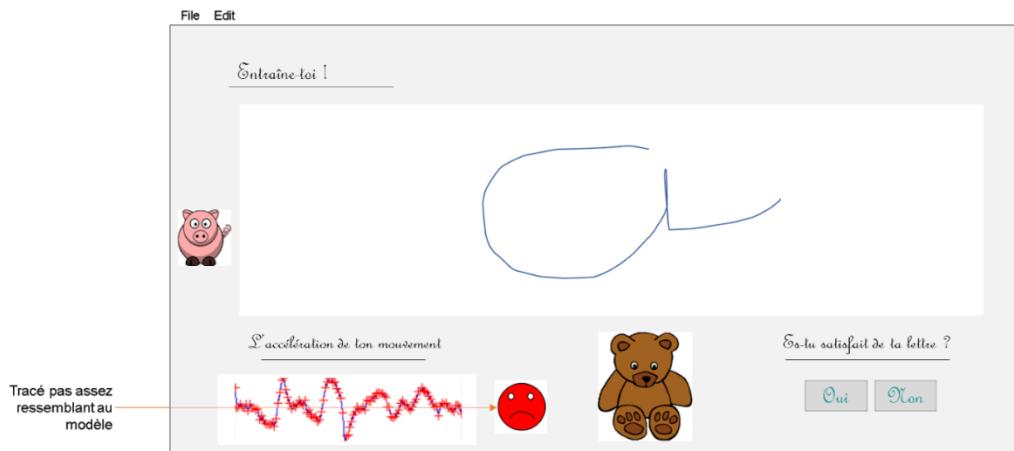


Image 8 : Page d’entraînement après avoir cliqué sur “Voir” pour une lettre pas assez ressemblante.

Ce tracé n'est pas assez ressemblant à la lettre modèle, un smiley rouge triste apparaît alors. Si le bouton “Non” est pressé, la page d’entraînement se rouvrira et cet essai ne sera pas comptabilisé. La marge d’acceptabilité restera donc la même.

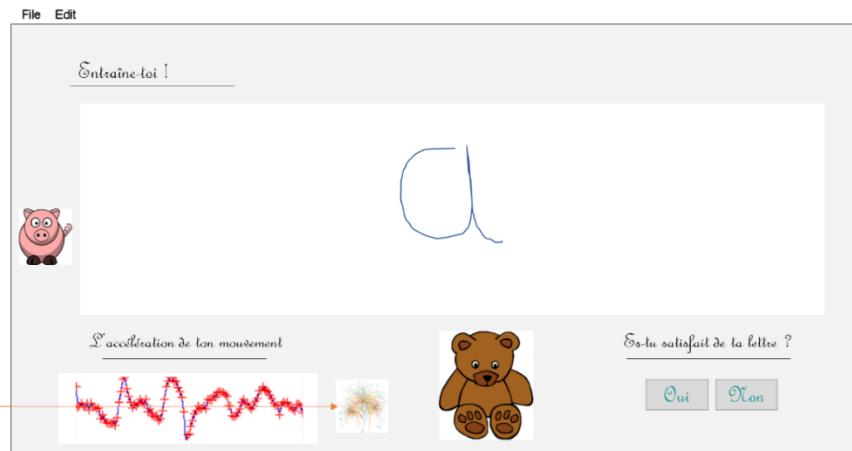


Image 9 : Page d'entraînement après avoir cliqué sur "Voir" pour le 5ème essai d'une lettre assez ressemblante.

Lors du 5ème tracé d'entraînement réussi, un feu d'artifice apparaît. Si “Oui” est pressé, l’application se fermera.

Fichiers Excel créés

Les fichiers Excel xls contenant les informations sur les tracés sont enregistrés dans le dossier “Dataset” à l’intérieur du dossier de l’application.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Seg	Num	X	Y	Interv ms	Time ms	Tip	P	Distance	Vitesse (10-3)	Accélération (10-3)	Pics d'accélération
2	0	0	610	130	2011	2011	1	2				
3	0	1	604	128	8	2019	1	2	6,32455532	790,569415		
4	0	2	598	126	8	2027	1	2	6,32455532	790,569415	49,21402717	1
5	0	3	594	124	8	2035	1	2	4,472135955	559,0168944	-14,47202629	0
6	0	4	587	123	8	2043	1	2	7,071067812	883,8834765	20,30415513	1
7	0	5	578	121	9	2052	1	2	9,219544457	1024,393829	15,79762239	1

Image 10 : Tableau Excel contenant les données d’acquisition.

Les colonnes “Seg”, “Tip” et “P” ne sont pas encore utilisables. En effet, la colonne Seg ne contient que des “0”, la colonne “P” devrait récupérer la pression du stylet sur la tablette graphique mais affiche “2” pour le moment. Et la colonne “Tip” affiche “0” si la pression est de “0” et “1” sinon.

La colonne “Num” s’incrémente et compte les points d’acquisition. Les colonnes “X” et “Y” contiennent les positions des points tracés sur la tablette graphique à l’intérieur de la zone de tracé. “Interv ms” est une colonne qui contient le temps en millisecondes entre les données acquises. De même, la colonne “Time ms” contient le temps en millisecondes auquel les points ont été tracés à partir de l’ouverture de la fenêtre. La colonne “Distance” affiche la distance entre les points acquis en millimètres. La vitesse entre 2 points est dans la colonne “Vitesse (10-3)” et est en millimètres par seconde. De même, la colonne “Accélération (10-3)” affiche l’accélération d’après les données de 3 points. Elle est en millimètres par seconde².

La colonne “Pics d’accélération” affiche “0” si l’accélération est comprise entre “-15” et “15”. “1” sera affiché si l’accélération est supérieure à “15” et “-1” si elle est inférieure à “-15”.