

-DÉPARTEMENT INFORMATIQUE - IUT 2 GRENOBLE



Année universitaire 2022 - 2023
MÉMOIRE DE STAGE

**DÉVELOPPEMENT DE LOGICIELS POUR LA
COMMUNICATION DES PERSONNES EN SITUATION DE
HANDICAP COGNITIF**

Laboratoire Informatique de Grenoble



Présenté par

Paul Sode

Jury
IUT : Tanguy Giuffrida

IUT : Franck Corset

Société : Didier Schwab

Déclaration de respect des droits d'auteurs

Par la présente, je déclare être le seul auteur de ce rapport et assure qu'aucune autre ressource que celles indiquées n'ont été utilisées pour la réalisation de ce travail. Tout emprunt (citation ou référence) littéral ou non à des documents publiés ou inédits est référencé comme tel.

Je suis informé qu'en cas de flagrant délit de fraude, les sanctions prévues dans le règlement des études en cas de fraude aux examens par application du décret 92-657 du 13 juillet 1992 peuvent s'appliquer. Elles seront décidées par la commission disciplinaire de l'UGA.

A Grenoble,

Le 26/05/2023,

Signature



Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier l'équipe GETALP pour son accueil et sa bienveillance. Je remercie également les membres du Laboratoire Informatique de Grenoble avec qui j'ai pu échanger au cours de ce stage.

Je souhaite également exprimer ma reconnaissance à Didier Schwab ainsi qu'à Jordan Arrigo pour leur accompagnement et leurs conseils tout au long du stage.

Je tiens de plus à remercier Tanguy Giuffrida pour avoir apporté ses conseils lors de la rédaction de ce rapport et pour son accompagnement.

Je souhaite aussi remercier Yanis Girardin ainsi que Noah Boutemeur qui ont réalisé leur stage avec moi pour leur aide et leurs conseils lors de la rédaction de ce rapport.

Résumé long

Mon stage au sein de l'équipe GETALP (Groupe d'Étude pour la Traduction Automatique et le Traitement Automatisé des Langues et de la Parole) du Laboratoire Informatique de Grenoble a été une expérience unique qui m'a donné l'opportunité d'acquérir de nouvelles compétences techniques, notamment en Angular, framework de développement Web que je n'ai jamais eu la possibilité d'apprendre auparavant.

Le développement et l'amélioration des logiciels Web InterAACtion Player et InterAACtion AugCom m'ont permis de développer mes connaissances dans de multiples langages, notamment HTML et CSS, tout en solidifiant mes compétences sur des outils comme GitHub et Visual Studio Code. Il m'a de plus permis d'acquérir de nouvelles connaissances en Angular, qui permet de construire des applications web dynamiques en utilisant le langage de programmation JavaScript, et d'utiliser pour la première fois de manière productive l'intelligence artificielle ChatGPT, un système d'intelligence artificielle qui peut comprendre et générer du texte en réponse à des demandes et questions, en lui posant par exemple des question de code ou comment réaliser une fonction.

Ce développement s'est fait par l'amélioration successive de plusieurs pages et fonctionnalités influant directement sur la qualité des logiciels. Cela a permis d'améliorer l'expérience utilisateur, que ce soit par l'amélioration de l'interface et de la visibilité, l'ajout de protections contre les erreurs ou encore la correction de multiples bugs et problèmes au travers de l'application.

En plus des compétences techniques, ce stage m'a offert la possibilité d'acquérir une nouvelle expérience dans le monde professionnel, et une première insertion dans le secteur de l'informatique. J'ai ainsi pu travailler dans un milieu encadré et me familiariser aux procédures d'un projet informatique.

L'entraide au sein de l'équipe et le soutien apporté par chacun des membres ont été d'une valeur inestimable pour mener à bien les missions qui m'ont été confiées. L'ambiance amicale et ouverte et les multiples événements organisés par l'équipe ont de plus grandement contribué à mon intégration.

Pour conclure, mon stage au Laboratoire Informatique de Grenoble m'a permis d'acquérir de nouvelles compétences en Angular, tout en approfondissant mes connaissances acquises dans le milieu scolaire.

De plus, le développement d'InterAACtion AugCom m'a aussi permis de découvrir de nouvelles méthodes de travail et d'affirmer mes compétences transversales, en m'adaptant, me permettant de communiquer avec une équipe, le tout dans un cadre sérieux et professionnel.

Sommaire

I. Introduction.....	6
I.1. Contexte du projet.....	6
I.2. Objectifs du projet.....	7
II. Analyse de l'existant.....	8
II.1. Suivi oculaire.....	8
II.2. Logiciels utilisés.....	8
II.3. Frameworks utilisés.....	9
Angular CLI.....	9
Karma/Jasmine.....	10
II.4. InterAACtion Player.....	11
II.5. AugCom.....	11
III. Modifications et réalisations techniques.....	12
III.1. InterAACtion Player.....	12
Amélioration de la page de paramètres.....	12
Ajout d'une option permettant de modifier la taille de certains boutons.....	13
III.2. AugCom.....	14
Améliorations de la page de modification d'une case.....	14
Améliorations de la page principale.....	17
Améliorations de la page d'options.....	19
III.3 Tests.....	19
III.4 Gestion de projet.....	20
IV. Conclusion.....	21
IV.1. Bilan.....	21
IV.2. Perspectives d'amélioration.....	21
IV.3. Retour sur expérience.....	21
Glossaire.....	22
Webographie.....	23
Annexes.....	24

Table des figures

Figure 1 : Page d'options initiale	12
Figure 2 : Page d'options finale, dont les options sont masquées (à gauche) ou présentes (à droite)	13
Figure 3: Tailles des icônes 100% (70px)	14
Figure 4: Tailles des icônes 200% (140px)	14
Figure 5: Définition de l'algorithme de Levenshtein, disponible sur Wikipedia	15
Figure 6: Résultat de la recherche “oui” avant filtre	15
Figure 7: Résultat de la recherche “oui” après filtre	16
Figure 8: Message affiché par le garde en cas de modification non sauvegardée	16
Figure 9: Exemple de bug : Sélection par fixation sur un bouton invisible (cercle bleu représentant le curseur oculaire en cours de sélection)	18

I. Introduction

I.I. Contexte du projet¹

Dans le cadre du programme de BUT, les étudiants sont amenés à réaliser un stage en entreprise afin de valider leur année. De ce fait, le stage s'est produit au Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG), un laboratoire de recherche créé le 1er janvier 2007, dirigé aujourd'hui par Noël DE PALMA, Sihem AMER YAHIA, Patrick REIGNIER et Pascale POULET. D'après son livret de 2021^[a], le LIG regroupe environ 450 chercheurs, enseignants-chercheurs, doctorants et personnels en soutien à la recherche. Il est de plus en partenariat avec l'Université Grenoble-Alpes (UGA), l'Institut Polytechnique (INP) de Grenoble, le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA).

Le laboratoire est étendu sur trois sites : un sur le campus, au sein du bâtiment IMAG (Institut d'informatique et mathématiques appliquées de Grenoble), un sur le campus Minatec et un dernier à Montbonnot. Le LIG se veut un acteur actif à la recherche et au développement des différents domaines de l'informatique. Il comporte au total 22 équipes portant différentes recherches et projets selon cinq axes thématiques de recherche, qui sont les suivants : génie des logiciels et des systèmes d'informations ; méthodes formelles, modèles et langages ; système intelligents pour les données, les connaissances et les humains ; systèmes interactifs et cognitifs ; systèmes répartis, calcul parallèle et réseaux.

Plus précisément, le stage s'est déroulé dans le Groupe d'Étude pour la Traduction Automatique et le Traitement Automatisé des Langues et de la Parole (GETALP), menant des recherches sur les Systèmes intelligents pour les données, les connaissances et les humains. Ses recherches sont centrées sur le développement de la communication et du traitement de l'information multilingue.

L'organigramme disponible en annexe 1 permet de voir les liens entre les différents acteurs du LIG.

Un des projets de cette équipe nommé InterAACTIONBox^[b] a pour but de favoriser l'apprentissage et la communication des personnes en situation de handicap cognitif^[1]. Plus particulièrement, il intègre un ordinateur ou une tablette permettant des interactions oculaires et tactiles, un système d'exploitation qui gère InterAACTIONBox et plusieurs logiciels de Communication Alternative et Augmentée (CAA). La CAA représente l'ensemble des

¹ La présentation du LIG a été réalisée à l'aide de Yanis Girardin

techniques et outils permettant aux personnes ayant des difficultés pour communiquer de s'exprimer ou de comprendre les autres.

Le sujet du stage portait sur le développement du logiciel AugCom, permettant la création de grilles de communication alliant images et mots. Ces grilles de communication aident les personnes en situation de handicap cognitif à communiquer en sélectionnant les mots souhaités et en les prononçant oralement.

L'organisation générale du travail était divisée en trois parties : 1) l'attribution d'une *issue*^{2} et l'étude de l'existant ; 2) la modification du code et la réalisation de la tâche ; et 3) la mise à jour des tests unitaires en accord avec les modifications réalisées suivie de l'envoi du travail au responsable du logiciel afin qu'il puisse les vérifier.

I.2. Objectifs du projet

Les objectifs temporels du stage ont été définis par un planning prévisionnel disponible en annexe 2. Un planning effectif y est aussi disponible.

La première partie du stage avait pour but la formation aux technologies utilisées sur InterAACtion Player^{[c][d]}, un autre logiciel développé par GETALP mais dont le but était la lecture et la gestion de playlists vidéo et audio pour les personnes en situation de handicap cognitif. Son code étant plus récent et plus simple, Player était la solution idéale pour une initiation à Angular.

La seconde partie du stage se penchait plutôt sur l'implémentation et le test de nouvelles fonctionnalités directement sur InterAACtion AugCom^{[e][f]}.

Ces fonctionnalités peuvent aller de la modification de l'interface à l'ajout de boutons et outils pour l'utilisateur et ont toutes pour objectif l'amélioration de l'expérience utilisateur. De plus, un autre axe du stage était la correction des bugs présents sur l'application.

Ce rapport présente tout d'abord l'étude de l'existant réalisée sur InterAACtion Box, passant par les technologies utilisées, ainsi que les logiciels développés. Il montrera ensuite les différentes solutions aux problèmes rencontrés ainsi que les améliorations apportées aux logiciels.

II. Analyse de l'existant

II.1. *Suivi oculaire*

La sélection par fixation est un élément primordial de tous les projets InterAACTION Box. En effet, les applications s'adressent toutes à des personnes en situation de handicap cognitif ne pouvant pas ou peu utiliser des moyens de communication conventionnels (parole, clavier et souris). Ce problème doit être contourné par l'utilisation d'outils externes, notamment des capteurs oculaires pouvant suivre le regard des utilisateurs sur l'écran.

Ces capteurs, pouvant être branchés directement sur un ordinateur, déplacent le curseur de la souris à l'emplacement du regard. Cependant, le clic n'est pas pris en charge par ces outils, et implique de devoir programmer un moyen pour l'utilisateur de simuler un clic avec le regard.

Cette action est réalisée par l'introduction d'un temps de fixation ; celui-ci demande à l'utilisateur de fixer pendant un certain temps une même position afin de considérer cela comme un clic. Le temps de fixation requis peut être à tout temps modifié par l'utilisateur.

Une photographie d'un oculomètre^{3} est disponible en annexe 3.

II.2. *Logiciels utilisés*

Afin de mener à bien le projet InterAACTION Box, trois logiciels/outils principaux sont utilisés par l'équipe GETALP.

Le premier est le logiciel de communication Discord^[g]. Celui-ci permet de créer des serveurs regroupant les membres du projet, et facilite grandement la communication écrite et le partage de petits documents tels que des images ou des liens. Le projet InterAACTION étant de plus un projet open-source ne traitant pas de données sensibles, l'utilisation de Discord ne pose pas de problème à l'intégrité du projet. Enfin, Discord permet une communication rapide et efficace, adaptée à la résolution de problèmes et à l'entraide entre les membres du projet.

Le deuxième est le logiciel de communication Zoom^[h]. Contrairement à Discord, celui-ci est utilisé pour les réunions visiophoniques et importantes, notamment pour le suivi hebdomadaire de la progression de chacun.

Le dernier logiciel est l'outil d'hébergement de code source et de collaboration GitHub^[i], qui permet aux développeurs de partager, gérer et collaborer sur des projets

logiciels. Plus précisément, GitHub permet à ses utilisateurs d'héberger leurs dépôts de code, suivre les modifications apportées aux fichiers, proposer des modifications via des demandes de tirage (*pull requests* en anglais), signaler des problèmes (*issues* en anglais), gérer des branches et collaborer avec d'autres développeurs. GitHub offre également des fonctionnalités telles que le suivi des problèmes, l'intégration continue, la gestion des projets et la documentation des projets. C'est un outil essentiel pour la communauté des développeurs et favorise le développement collaboratif et le partage des connaissances.

Ces trois logiciels largement démocratisés au sein de la communauté sont les fondements du projet. De plus, leur nature est accessible et leur apprentissage globalement aisés.

II.3. Frameworks utilisés

Angular CLI

Angular CLI^[4] (Command Line Interface)^[4] est un framework^[5] open source développé par Google pour la création d'applications web. Il est basé sur TypeScript, un langage de programmation orienté objet qui étend JavaScript en ajoutant des fonctionnalités supplémentaires. Angular utilise une approche de développement basée sur les composants, ce qui permet de construire des applications en blocs modulaires et réutilisables.

Le principal avantage d'Angular est sa capacité à créer des applications à page unique, dans lesquelles une seule page est chargée initialement et le contenu est mis à jour dynamiquement sans recharger la page entière. Cela permet d'avoir un résultat et une expérience utilisateur plus rapide et fluide.

Angular utilise un modèle de développement basé sur le MVC (Modèle - Vue - Contrôleur)^[6], où les composants servent à la fois de vues et de contrôleurs. Les composants sont des blocs d'une application Angular et sont responsables de l'affichage des données et de la gestion des interactions utilisateur. De plus, Angular propose également un système de liaison de données ambivalent, ce qui signifie que les modifications apportées aux données dans le code sont automatiquement reflétées dans l'interface utilisateur et inversement. Enfin, le framework Angular dispose de multiples fonctionnalités qui simplifient le développement, telles que la gestion des formulaires, la validation des données, la gestion des routes, la communication avec les API backend^[7], la gestion des événements, la mise en place de gardes, etc.

En résumé, Angular est un framework puissant et polyvalent pour le développement d'applications web modernes. Il facilite la création d'applications à page unique réactives et

modulaires, en offrant des fonctionnalités avancées et permettant une productivité accrue pour les développeurs.

La manière la plus simple et rapide d'apprendre les bases du framework Angular CLI est d'effectuer le tutoriel “Tour of Heroes”, disponible sur le site officiel Angular^[k]. Celui-ci permet de créer une application de gestion de héros. Le tutoriel couvre plusieurs étapes, notamment la configuration de l'environnement de développement, la création de composants, la gestion des services, l'utilisation de directives, la navigation entre les vues, et l'ajout de fonctionnalités supplémentaires comme la modification et la suppression de héros. Ce tutoriel a ainsi été la base de ce stage, ayant permis d'acquérir les fondations du framework sans pour autant être chronophage.

Karma/Jasmine

Karma^[l] est un framework de test développé pour faciliter l'exécution de tests unitaires et d'intégration pour des applications web. Il offre un environnement de test en temps réel qui permet aux développeurs d'exécuter leurs tests dans différents navigateurs et environnements.

Jasmine^[l], quant à lui, est un framework de test BDD (Behavior-Driven Development, qui se concentre sur le comportement observable d'un système plutôt que sur les aspects techniques internes) pour JavaScript. Il fournit une syntaxe claire et expressive pour écrire des tests, ce qui les rend plus lisibles et compréhensibles pour les développeurs.

Lorsqu'ils sont utilisés ensemble, Karma et Jasmine offrent une solution puissante pour le développement et l'exécution de tests automatisés dans des environnements web. Karma permet de configurer facilement les différentes plateformes et navigateurs dans lesquels les tests doivent être exécutés, tandis que Jasmine fournit une structure et une syntaxe cohérentes pour écrire les tests.

En résumé, le framework de test Karma/Jasmine offre une combinaison puissante pour développer et exécuter des tests automatisés dans des environnements web, ce qui permet d'améliorer la qualité et la fiabilité des applications.

Contrairement à Angular, l'environnement de test Karma/Jasmine a seulement été appris de façon empirique. Grâce à l'apprentissage préalable de Mocha et Cypress, deux autres frameworks de tests grandement similaires à Jasmine, l'apprentissage de la syntaxe n'a pas été un problème, et l'adaptation aux quelques différences fut aisée.

II.4. InterAACTion Player

InterAACTion Player est un logiciel développé dans le cadre du projet InterAACTion Box. Son objectif est de permettre aux personnes en situation de handicap d'accéder aux plateformes vidéo et musique Youtube, Deezer, et Spotify de manière oculaire. Développé en Angular, l'application web possède une page principale permettant de manipuler les médias ajoutés (jouer, pauser, modifier le volume sonore, mettre en plein écran, etc.), une page permettant d'édition des options (thème, taille des boutons, activation/désactivation de la sélection par fixation), et une dernière page permettant de rechercher d'autres médias à ajouter. Un système d'utilisateurs et la sauvegarde de leurs options et playlists est aussi inclus dans l'application.

InterAACTion Player n'étant pas un logiciel assez complexe et conséquent pour en faire un sujet de stage à part entière, sa fonction principale dans le cadre de mon stage est une formation à Angular plus approfondie que Tour of Heroes ainsi qu'une première introduction aux méthodes de travail employées par l'équipe.

La page principale d'InterAACTion Player est disponible en annexe 4.

II.5. AugCom

AugCom est un deuxième logiciel développé dans le cadre du projet InterAACTion Box. Destiné aux personnes en situation de handicap cognitif qui ne peuvent peu ou pas utiliser la parole, son objectif est de permettre à ces derniers de communiquer grâce à des grilles de communication (disponible en annexe 5) mêlant images et mots afin de formuler des phrases à l'aide d'une voix artificielle. Lui aussi développé en Angular, AugCom est cependant bien plus complexe que Player, comportant plus de 60 composants répartis en une quinzaine de pages.

Ainsi, sa taille plus importante et sa fonction bien plus centrale au sein du projet InterAACTion Box en font un logiciel beaucoup plus intéressant à développer, que ce soit pour la charge de travail à effectuer ou bien les défis variés qui s'y présentent.

La page principale du logiciel AugCom est disponible en annexe 5.

III. Modifications et réalisations techniques

III.1. InterAACTion Player

Le logiciel InterAACTion Player était déjà majoritairement fonctionnel, ainsi seules quelques modifications ont été réalisées. L'objectif principal était donc d'apporter de légères améliorations sans pour autant avoir à modifier en profondeur des éléments préexistants. Cela aurait pour autre avantage un meilleur entraînement pour lorsque les modifications seront concentrées sur AugCom, sans pour autant impliquer un trop grand délai.

Amélioration de la page de paramètres

Le point prédominant à améliorer sur Player était la page des options, qui était rudimentaire. La cible de l'amélioration n'était pas de recréer entièrement la page, mais plutôt de modifier la page existante.

Thème Clair Sombre

Temps de temporisation Activer Désactiver

Durée du Dwell Time 5 sec

Forme du DwellTime Disque Cercle
 Intérieur Extérieur

Désactiver message d'alert Oui Non

Figure 1 : Page d'options initiale

De manière générale, les améliorations à effectuer étaient minimes, cependant certains aspects plus importants pouvaient être embellis :

- Les textes devaient être harmonisés et corrigés avec notamment suppression du franglais qui dans le contexte du handicap cognitif n'est pas une option,
- Les options inactives devaient être cachées (par exemple, lorsque le "temps de temporisation", qui correspond au temps de fixation, est désactivé, les options correspondantes devaient être cachées),

- La création d'un bouton de réinitialisation des paramètres est un ajout pratique.

De ce fait, les textes ont été remaniés, un bouton de réinitialisation ajouté, et l'affichage des boutons inactifs a été placé derrière une vérification. Par exemple, si le clique par focus est désactivé, les options subséquentes ne s'affichent pas. A l'inverse, la page d'options finale, une fois l'option de clique par focus activée, les options subséquentes s'affichent.

Thème <input checked="" type="radio"/> Clair <input type="radio"/> Sombre Clique par focus <input type="radio"/> Activer <input checked="" type="radio"/> Désactiver Désactiver les messages d'alerte <input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Non <input type="button" value="Réinitialiser les paramètres"/>	Thème <input checked="" type="radio"/> Clair <input type="radio"/> Sombre Clique par focus <input checked="" type="radio"/> Activer <input type="radio"/> Désactiver Désactiver les messages d'alerte <input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Non <input type="button" value="Réinitialiser les paramètres"/>
Taille des icônes <input type="text" value="100%"/>	Durée du focus <input type="text" value="5"/> sec Forme du focus <input type="radio"/> Disque <input checked="" type="radio"/> Cercle Taille du cercle <input type="radio"/> Petit <input checked="" type="radio"/> Grand <input type="button" value="Réinitialiser les paramètres"/>
Taille des icônes <input type="text" value="100%"/>	

Figure 2 : Page d'options finale, dont les options sont masquées (à gauche) ou présentes (à droite)

Ajout d'une option permettant de modifier la taille de certains boutons

Un des critères les plus importants des applications du projet InterAACTION est leur accessibilité. Cependant, dans l'état initial, de nombreux éléments de l'affichage qui devaient pouvoir être sélectionnés par fixation oculaire étaient d'une taille trop réduite pour pouvoir être fixés efficacement et précisément. D'un autre côté, avoir des boutons inutilement trop grands lorsque la sélection par fixation est désactivée est aussi un point négatif. De ce fait, il fut décidé d'ajouter une option permettant de modifier la taille de ces boutons.

Cette fonctionnalité devait de plus avoir certaines caractéristiques :

- la taille des boutons devait être facilement modifiable,
- l'affichage préexistant devait être adaptable aux différentes tailles de boutons,
- la taille choisie devait être enregistrée en base de données.



Figure 3: Tailles des icônes 100% (70px)



Figure 4: Tailles des icônes 200% (140px)

Pour cela, un menu déroulant permettant de sélectionner entre plusieurs tailles entre 100% (taille initiale) et 200% a été implanté. De plus, l'espacement entre les boutons a été modifié afin de s'adapter à la taille des boutons pour éviter leur chevauchement. Enfin, un attribut supplémentaire a été ajouté à la base de données pour sauvegarder la taille sélectionnée.

III.2. AugCom

Le logiciel AugCom possédait lui aussi de nombreuses fonctionnalités. Cependant, celles-ci méritaient pour la majorité de multiples améliorations et corrections de bugs. De plus, la AugCom étant un logiciel plus ancien que Player, plusieurs méthodes employées par ce dernier différaient du premier, ce qui nécessita un nouveau temps d'adaptation.

Améliorations de la page de modification d'une case

La page de création/modification d'une case est un aspect primordial du logiciel. Malgré cela, certains aspects majeurs comme la présence d'un garde (une protection contre les erreurs) empêchant la sortie de la page en cas de modification non sauvegardée n'était pas mise en place, et certains éléments n'étaient pas fonctionnels.

Filtre lors de la recherche d'images

Le premier élément à améliorer était le système de recherche d'images pour l'apparence d'une case. Bien que fonctionnel, celui-ci renvoyait des résultats trop larges et souvent hors sujet. Il fallait donc créer un filtre afin de recentrer les résultats autour de la recherche, sans pour autant perdre trop de temps afin de pouvoir se concentrer sur d'autres points du logiciel.

Pour ce faire, il a été décidé d'utiliser la méthode de Levenshtein^[m]. La distance de Levenshtein mesure le nombre minimum d'opérations nécessaires pour transformer une

chaîne en une autre, où une opération peut être une insertion, une suppression ou une substitution d'un caractère.

$$\text{lev}(a, b) = \begin{cases} \max(|a|, |b|) & \text{si } \min(|a|, |b|) = 0, \\ \text{lev}(a - 1, b - 1) & \text{si } a[0] = b[0], \\ 1 + \min \begin{cases} \text{lev}(a - 1, b) \\ \text{lev}(a, b - 1) \\ \text{lev}(a - 1, b - 1) \end{cases} & \text{sinon.} \end{cases}$$

Figure 5: Définition de l'algorithme de Levenshtein, disponible sur Wikipedia

Une fois cet algorithme utilisé, la distance de Levenshtein était obtenue. Cependant, celle-ci était un nombre entier positif, et ne permettait pas la mise en place du filtre tel quel.

Une dernière opération dans laquelle “longer” est le mot le plus long et “shorter” le mot le plus court devait donc être réalisée :

```
(longer.length - lev(longer, shorter)) / longer.length)
```

Ce calcul transforme la distance de Levenshtein en valeur comprise entre “0” et “1”, “0” étant l'équivalent de deux mots complètement différents, et “1” l'équivalent de deux mots identiques. Finalement, il fut décidé arbitrairement de ne garder que les mots dont la valeur est supérieure ou égale à 0.5, ce qui supprimait les termes trop éloignés tout en laissant une possibilité d'auto-complétion.

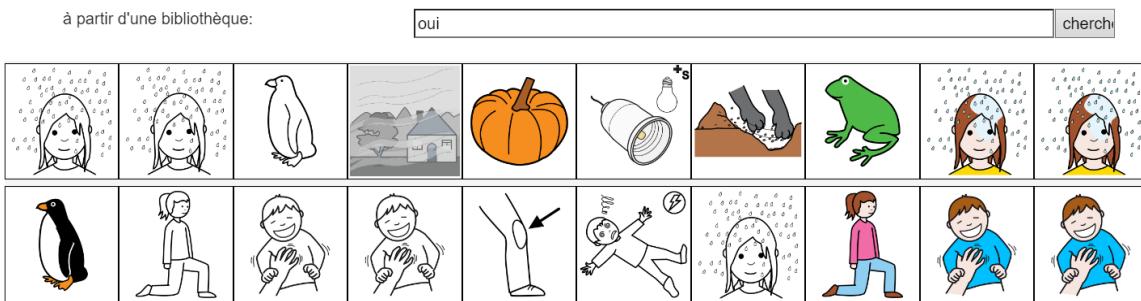


Figure 6: Résultat de la recherche “oui” avant filtre

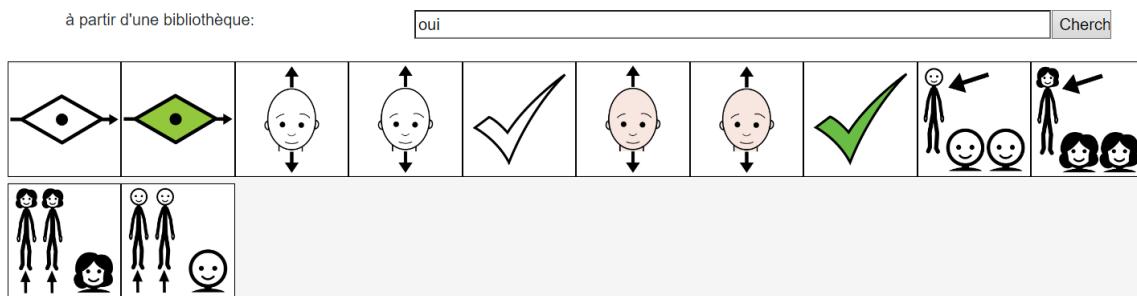


Figure 7: Résultat de la recherche “oui” après filtre

Garde de modifications

Le deuxième élément à améliorer était une protection contre les erreurs. En effet, l'utilisateur pouvait quitter la page de modification alors que des modifications n'étaient pas sauvegardées, entraînant alors une perte de données. Afin d'éviter ce problème, un garde a été ajouté afin de demander une confirmation avant de quitter la page si des modifications n'étaient pas enregistrées. Dans le contexte d'Angular, un garde est une fonctionnalité qui permet de contrôler l'accès à certaines routes ou fonctionnalités d'une application. Les gardes sont utilisés pour protéger les routes en vérifiant si un utilisateur a l'autorisation nécessaire pour y accéder ou la quitter, ou s'il remplit certaines conditions.

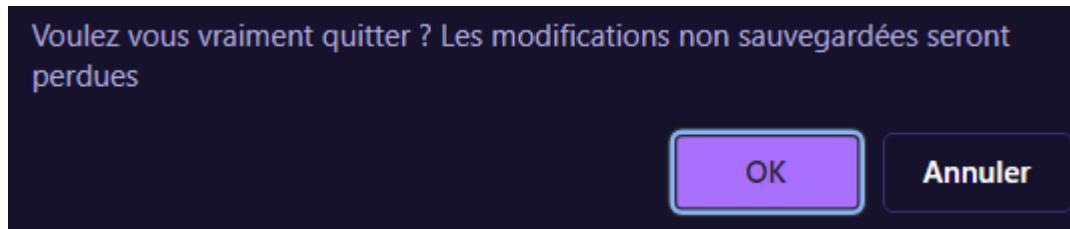


Figure 8: Message affiché par le garde en cas de modification non sauvegardée

Réparation de la recherche d'image pour les formes alternatives

Un troisième changement à réaliser était la réparation du système de recherche d'images pour la partie “formes alternatives” de la page de modifications car celui-ci utilisait une recherche obsolète qui ne proposait qu'une petite partie des images et seulement en anglais. Heureusement, le système de recherche d'image pour l'apparence d'une case pouvait être adapté, permettant de gagner un temps considérable. Cela a aussi permis d'insérer le filtre précédemment créé à cette recherche d'images.

Améliorations de la page principale

La page principale n'avait que très peu d'améliorations concrètes à subir. Cependant elle était jusqu'alors infestée de multiples bugs et problèmes rendant son utilisation sur le long terme inefficace.

Améliorations de la barre d'outil

Plusieurs améliorations graphiques ont ainsi été réalisées, ayant toutes pour but de rendre l'affichage plus compatible avec les valeurs de Bastien et Scapin :

- l'harmonisation des icônes et la réorganisation des icônes de la barre d'outils a rendu l'interface plus agréable,
- afin de pouvoir accéder à la barre de recherche, la barre d'outil et la barre d'édition ont été échangées, permettant d'accéder aux résultats de la barre de recherche jusque là cachés (car en dessous de l'écran),
- un bouton permettant d'activer et de désactiver la sélection par fixation a été ajouté dans la barre d'outil, évitant à l'utilisateur de devoir fouiller les options à chaque fois,
- des info-bulles ont été ajoutées sur chaque bouton des barres d'outils et d'édition afin d'expliciter la fonction de leurs boutons,
- le bouton d'addition de grille a été modifié afin d'inclure aussi le chargement, l'import et la suppression des grilles.

Tous ces changements ont ainsi permis d'améliorer les critères de Bastien et Scapin correspondants à l'expérience utilisateur, en rendant les contrôles plus explicites, en améliorant la signification des codes, la cohérence et l'homogénéité de la page, ainsi qu'en optimisant le guidage de l'utilisateur. Les différences entre la version initiale et la version améliorée de la page principale sont disponibles en annexe 5.

Réparation de la sélection par fixation

De multiples difficultés sur la page principale se situaient une liste de problèmes et bugs liés à la sélection par fixation :

- certains boutons étaient trop petits, ce qui rendait difficile une sélection par fixation efficace. Par exemple, les boutons "Retour en arrière" et "Jouer les sons" étaient difficiles à sélectionner précisément,

- aussi, lorsque l'on changeait de page, le focus ne s'annulait pas sur l'ancienne page, ce qui entraînait un point de fixation figé. Cela pouvait conduire à des ajouts involontaires de cases dans la barre de prononciation, par exemple,
- de plus, en mode édition, la barre de sélection par fixation ne se désactivait pas correctement. Ce problème était similaire à celui de la non-annulation du focus lors du changement de page,
- additionnellement, lorsqu'un bouton était caché, il était toujours sélectionnable par fixation,
- enfin, il n'existe pas de système de sauvegarde automatique directement dans la base de données lors du choix de la sélection par focus. Ainsi, ce choix n'était pas persistant,

La majorité des problèmes cités ci-dessus n'ont pas été difficile à corriger. La modification de la base de données ne nécessite pas d'utiliser de logiciel distinct, et est effectuée automatiquement par le navigateur de l'utilisateur. Cependant, le système permettant l'amélioration de la taille des boutons devait être réalisé non pas sur la page principale mais plutôt sur la page d'options.

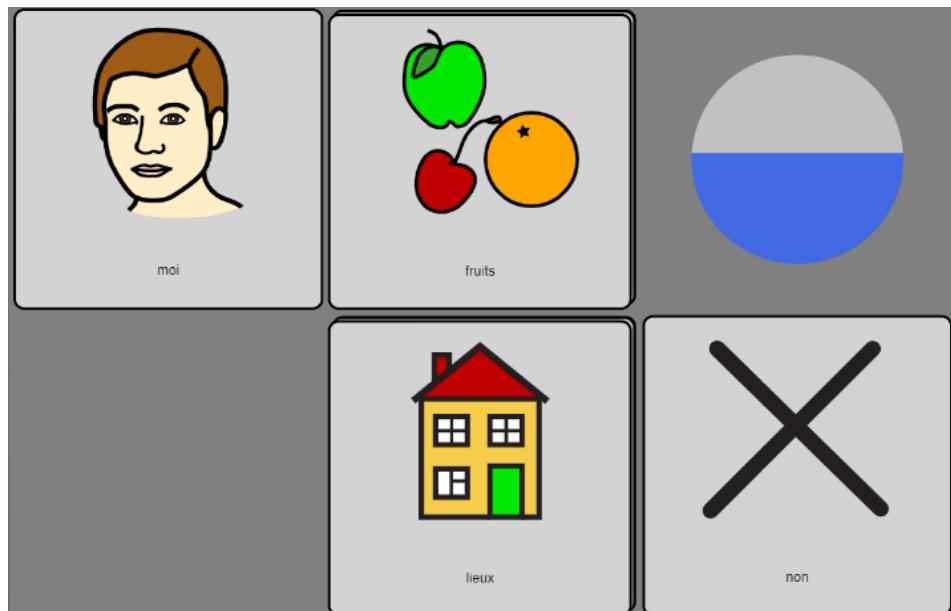


Figure 9: Exemple de bug : Sélection par fixation sur un bouton invisible (cercle bleu représentant le curseur oculaire en cours de sélection)

Améliorations de la page d'options

Contrairement à la page principale, la page d'options ne présentait visiblement aucun bug, et l'interface était le point majeur à améliorer. Ainsi, la page "Partager" qui contenait les options d'import et d'export a été divisée en deux pages distinctes, tandis que la page d'impression a été fusionnée avec la nouvelle page d'export. De même, les options d'export et d'impression ont été fusionnées afin d'éviter toute confusion. Aussi, la barre de sélection principale de la page d'option a été réparée et modifiée afin de prendre en compte les changements réalisés.

Enfin, un menu déroulant permettant de modifier la taille de certains boutons sélectionnables par fixation a été ajouté. Le principe était le même que celui utilisé pour Player, cependant le code gérant l'interface des deux applications n'étant que très peu similaire il n'était pas possible de simplement copier/coller le code déjà réalisé, et le système a dû être conçu de nouveau en partant sur de nouvelles bases. Du fait de la différence entre les méthodes des deux logiciels (Player ayant été créé en 2021 et AugCom en 2019 implique des différences dans les choix de conception, Player ayant été basé sur des librairies et modèles plus récents et efficaces), l'option fut beaucoup plus complexe à implémenter sur AugCom que sur Player, mais le résultat reste tout de même similaire.

Les différences entre la version initiale et la version améliorée de la page d'options sont disponibles en annexe 6.

III.3 Tests

La maintenance des tests unitaires existants a été un aspect chronophage de ce stage. En effet, de nombreuses modifications apportées au logiciel rendaient les tests préexistants invalides en raison de leur nature inadaptable. Cela signifie que chaque fois qu'une partie du code était modifiée, il fallait également mettre à jour les tests associés pour s'assurer de leur validité. Par exemple, certains tests vérifiaient seulement le nombre de boutons qui apparaissent sur la barre d'outils de la page principale, impliquant que l'ajout d'un bouton rendait le test invalide.

Par exemple, un test unitaire qui **sélectionne puis clique** sur le bouton avec l'identifiant **lockUnlockButton** d'un **composant** peut ressembler à :

```
compiled.querySelector('#lockUnlockButton').click();
```

La complexité des tests venait principalement des messages d'erreur fournis par Jasmine, et qui étaient dans la très grande majorité des cas d'une aide extrêmement limitée dans la recherche de l'origine de l'erreur. En effet, une erreur typique, rencontrée à plusieurs occasions, était :

```
ERROR:      'ERROR',      Error:      Found      the      synthetic      listener
@dialogContainer.start. Please include either "BrowserAnimationsModule" or
"NoopAnimationsModule" in your application.
```

Ainsi, alors que la nature du problème était souvent connue, son origine était ce qui posait le plus grand problème, car cela ne venait que d'un composant précis.

La maintenance des tests unitaires était essentielle pour garantir la fiabilité du logiciel, mais elle était également un défi lorsqu'il s'agissait de maintenir l'alignement entre les tests et le code en évolution. Cependant, cette tâche a permis d'identifier les faiblesses des tests existants et d'améliorer la robustesse globale du système.

III.4 Gestion de projet

Durant la majorité du stage, la gestion de projet s'est organisée en trois périodes clés :

Le premier temps fut dédié à l'attribution d'une tâche suivie de l'étude de l'existant. Cette étude de l'existant avait pour but premier de faciliter les modifications du code grâce à une meilleure appréhension de ce qui avait déjà été créé. Un exemple de cela serait l'étude du fonctionnement de la page d'édition de case afin de créer le système de vérification de la présence d'une modification pour le garde. Cette étude de l'existant devait se faire de plus sur les réalisations possibles de la tâche. Ainsi, en contrepartie d'un temps de recherche en amont, le temps de développement réel pouvait être réduit.

Le deuxième temps était consacré à la réalisation de la tâche. Celle-ci comprend l'écriture du code ainsi que la recherche plus approfondie de solutions si la première ne s'avère pas adaptée à la situation réelle. C'est lors de cette phase de production que l'utilisation d'outils tels que StackOverflow^[n] ou ChatGPT^[o] était la plus commune, mais aussi la plus chronophage car l'analyse de l'existant n'était souvent pas suffisante pour comprendre l'ampleur réelles des tâches.

La troisième et dernière phase était consacrée à la réalisation et la maintenance des tests unitaires, ainsi que le rendu du travail fourni. Ce dernier est réalisé sur la plateforme GitHub, et permet aux responsables des équipes de vérifier le code rendu avant de le concaténer avec le code officiel.

Une fois le rendu effectué, une période de retour sur le code créé permettait de confirmer une dernière fois auprès des responsables la qualité du code, et de réaliser des derniers changements en cas de besoin. Cette période servait en plus de temps de discussion et de retour sur expérience.

IV. Conclusion

IV.1. Bilan

Les différentes modifications apportées aux logiciels Player et AugCom ont permis de grandement améliorer leur utilisabilité. Les difficultés principales rencontrées pouvaient pour la plupart se rapporter à la complexité de rejoindre un projet déjà en cours depuis plusieurs années, ainsi que l'apprentissage d'un nouveau langage de programmation, Angular, qui, bien que similaire à des langages connus, possède sa propre syntaxe et ses différences. En dépit des défis auxquels j'ai été confronté au cours du projet, je suis confiant dans le fait que j'ai réussi à atteindre mes objectifs en matière d'amélioration de l'expérience utilisateur et des fonctionnalités.

IV.2. Perspectives d'amélioration

Je suis globalement satisfait des résultats obtenus. Cependant, je pense que le système de gestion des grilles de communication (import, export, chargement, sauvegarde, ...) pourrait recevoir plus d'attention pour être plus intuitif et simple d'utilisation, car dans la situation actuelle, seul un bouton d'ajout de grille existe sur la page principale, la suppression, l'import ou le chargement demande d'aller dans les options et ne proposent pas de feedback immédiat, et l'utilisabilité de ce système de gestion des grilles est plutôt mauvaise.

Une deuxième amélioration beaucoup plus complexe et chronophage serait l'optimisation de l'application AugCom, qui subit régulièrement des délais lors de son utilisation, et qui prend une longue durée pour se compiler. Cependant, cette optimisation me semble trop délicate à réaliser personnellement.

IV.3. Retour sur expérience

Ce stage a été une expérience extrêmement enrichissante qui m'a permis d'élargir mes compétences et d'obtenir une meilleure perception du monde professionnel dans le domaine de l'informatique. J'ai ainsi pu saisir l'occasion d'approfondir mes connaissances en Angular et en développement Web. Durant cette période de stage, j'ai ainsi pu renforcer mes aptitudes en gestion de projet informatique.

Dans l'ensemble, ce stage m'a apporté une précieuse expérience pratique, me permettant de développer de nouvelles compétences, d'améliorer ma compréhension du monde professionnel de l'informatique, et de renforcer ma confiance en tant que professionnel en devenir.

Glossaire

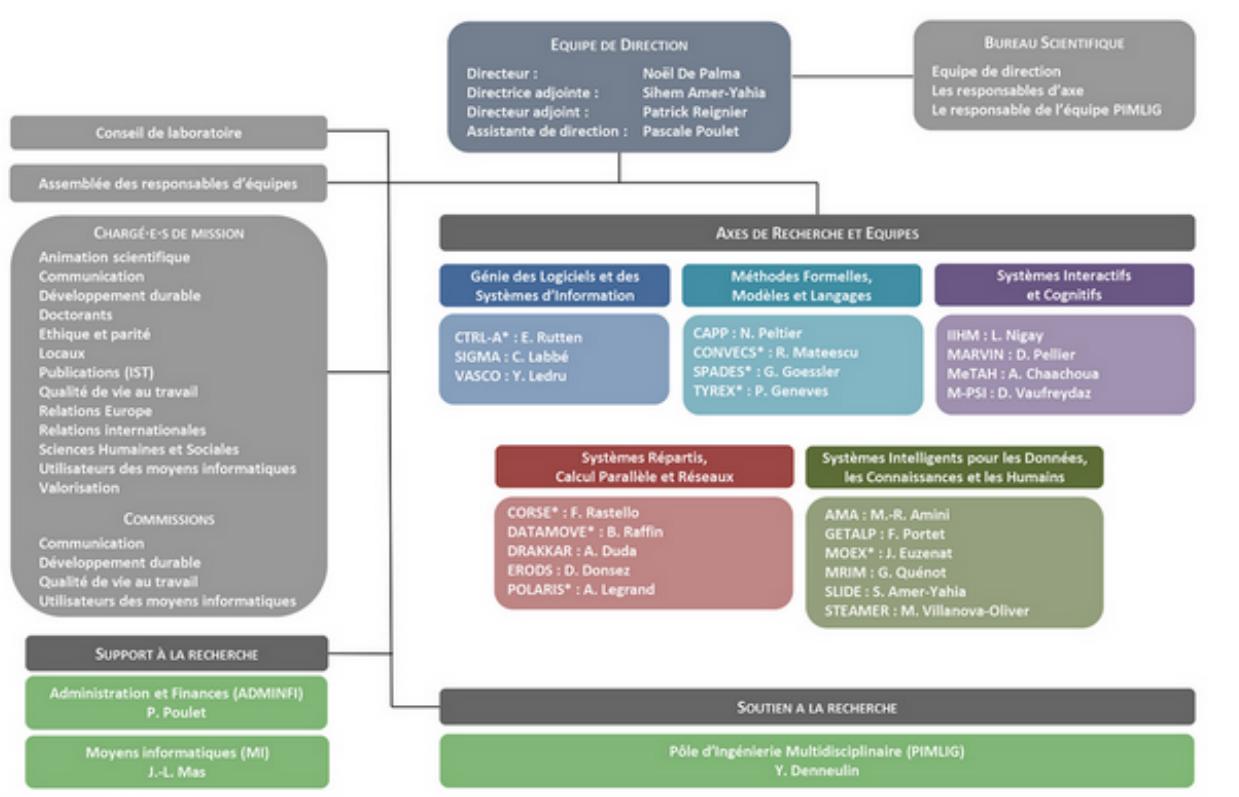
{1} Handicap cognitif	Définit tout comportement conséquence d'un dysfonctionnement cognitif : troubles de l'attention, de la mémoire, de l'adaptation au changement, du langage, des identifications perceptives (gnosies) et des gestes (praxies).
{2} Issue	Une <i>issue</i> peut être un problème, un bug ou une proposition d'ajout/modification dans un projet informatique. Ce terme est communément employé dans le cadre de l'utilisation de GitHub.
{3} Oculomètre	Capteur permettant d'enregistrer les mouvements oculaires de l'utilisateur
{4} Command-Line Interface	Une interface en ligne de commande est une interface graphique dans laquelle la communication entre l'utilisateur et l'ordinateur s'effectue grâce à un terminal textuel.
{5} Framework	En programmation, un framework est un groupe de composants qui permet de faciliter le développement d'une application en répondant aux problèmes rencontrés communément par les développeurs
{6} Modèle MVC	Le modèle MVC est une méthode de conception logicielle visant à faire le lien entre l'interface utilisateur et les modèles de données de l'application en séparant les différents aspects de l'application.
{7} API Backend	Une API backend est une interface qui aide les développeurs à interagir avec des services backend.

Webographie

- [a] LIG : Page de présentation - Disponible sur : <https://www.liglab.fr/fr/presentation>,
LIG : Livret 2021- Disponible sur :
https://www.liglab.fr/sites/lig/files/Mediatheque/livret_small-2021_compressed.pdf (consultés le 28/04/2023)
- [b] InterAACTION Box : A propos - Disponible sur : <https://interaactionbox.afsr.fr> (consulté le 04/06/2023)
- [c] InterAACTION Player : Page GitHub - Disponible sur :
<https://GitHub.com/AFSR/InteraactionPlayer-AFSR> (consulté le 04/06/2023)
- [d] InterAACTION Player - Page tutoriel - Disponible sur :
<https://interaactiongroup.GitHub.io/InterAACTIONPlayer/> (consulté le 04/06/2023)
- [e] InterAACTION AugCom - Page GitHub - Disponible sur :
<https://GitHub.com/AFSR/AugCom-AFSR> (consulté le 04/06/2023)
- [f] InterAACTION AugCom : Page Tutoriel - Disponible sur :
<https://interaactiongroup.GitHub.io/AugCom/> (consulté le 04/06/2023)
- [g] Discord - Page d'accueil - Disponible sur : <https://discord.com> (consulté le 04/06/2023)
- [h] Zoom : Page d'accueil - Disponible sur : <https://zoom.us/fr> (consulté le 04/06/2023)
- [i] GitHub : Page Wikipedia - Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/GitHub> (consulté le 04/06/2023)
- [j] Angular : Page d'accueil - Disponible sur : <https://angular.io> (consulté le 04/06/2023)
- [k] Angular : Page tutoriel - Disponible sur : <https://angular.io/docs> (consulté le 04/06/2023)
- [l] Karma/Jasmine : Page Angular - Disponible sur : <https://angular.io/guide/testing> (consulté le 04/06/2023)
- [m] Distance de Levenshtein : Page Wikipedia - Disponible sur :
https://fr.wikipedia.org/wiki/Distance_de_Levenshtein (consulté le 04/06/2023)
- [n] Stack Overflow : Page d'accueil - Disponible sur : <https://stackoverflow.com> (consulté le 04/06/2023)
- [o] ChatGPT : Page d'accueil - Disponible sur : <https://openai.com/blog/chatgpt> (consulté le 04/06/2023)

Annexes

Annexe 1 : Organigramme du Laboratoire Informatique de Grenoble



* Equipe projet commune INRIA

Annexe 2 : Plannings du stage

Période	Travail à réaliser
17/04 - 21/04	Mise en place, entraînement à Angular, tests Karma Tutoriel "Tower of Heroes", InterAACtion Player
24/04 - 05/05	Découverte et premières issues sur AugCom Amélioration du système d'ajout de cases
08/05 - 19/05	Amélioration de l'interface principale Conjugaison automatique lors de la recherche
22/05 - 27/05	Système d'export de grille vers LibreOffice et Word
29/05 - 03/06	Préparation du rapport préliminaire
05/06 - 09/06	Préparation du mémoire de stage
12/06 - 16/06	Ajout d'options pour l'utilisateur
19/06 - 23/06	Soutenance de stage Amélioration de l'interface des options
26/06 - 07/07	Amélioration de l'interface des options Design, placement, ...
17/04 - 07/07	Révisions de Pull Request Github jusqu'à validation Merge

Planning préliminaire

Période	Travail à réaliser
17/04 - 21/04	Mise en place, entraînement à Angular, tests Karma Tutoriel "Tower of Heroes", InterAACtion Player
24/04 - 05/05	Découverte et premières issues sur AugCom Amélioration du système d'ajout de cases
08/05 - 19/05	Amélioration de l'interface principale Correction de bugs concernant la sélection par fixation
22/05 - 27/05	Amélioration de la page d'options
29/05 - 03/06	Préparation du rapport préliminaire
05/06 - 09/06	Préparation du mémoire de stage
12/06 - 16/06	Ajout d'options pour l'utilisateur Amélioration de la page d'options
19/06 - 23/06	Soutenance de stage
26/06 - 07/07	Amélioration du système de gestion des grilles (Sauvegarde, chargement, import, suppression, ...)
17/04 - 07/07	Révisions de Pull Request Github jusqu'à validation Merge, commentaires, documentation

12 juin 2023 au plus tard : envoi du mémoire de stage
Semaine du 19 juin 2023 : soutenances de stages

Panning effectif (en date du 5 juin)

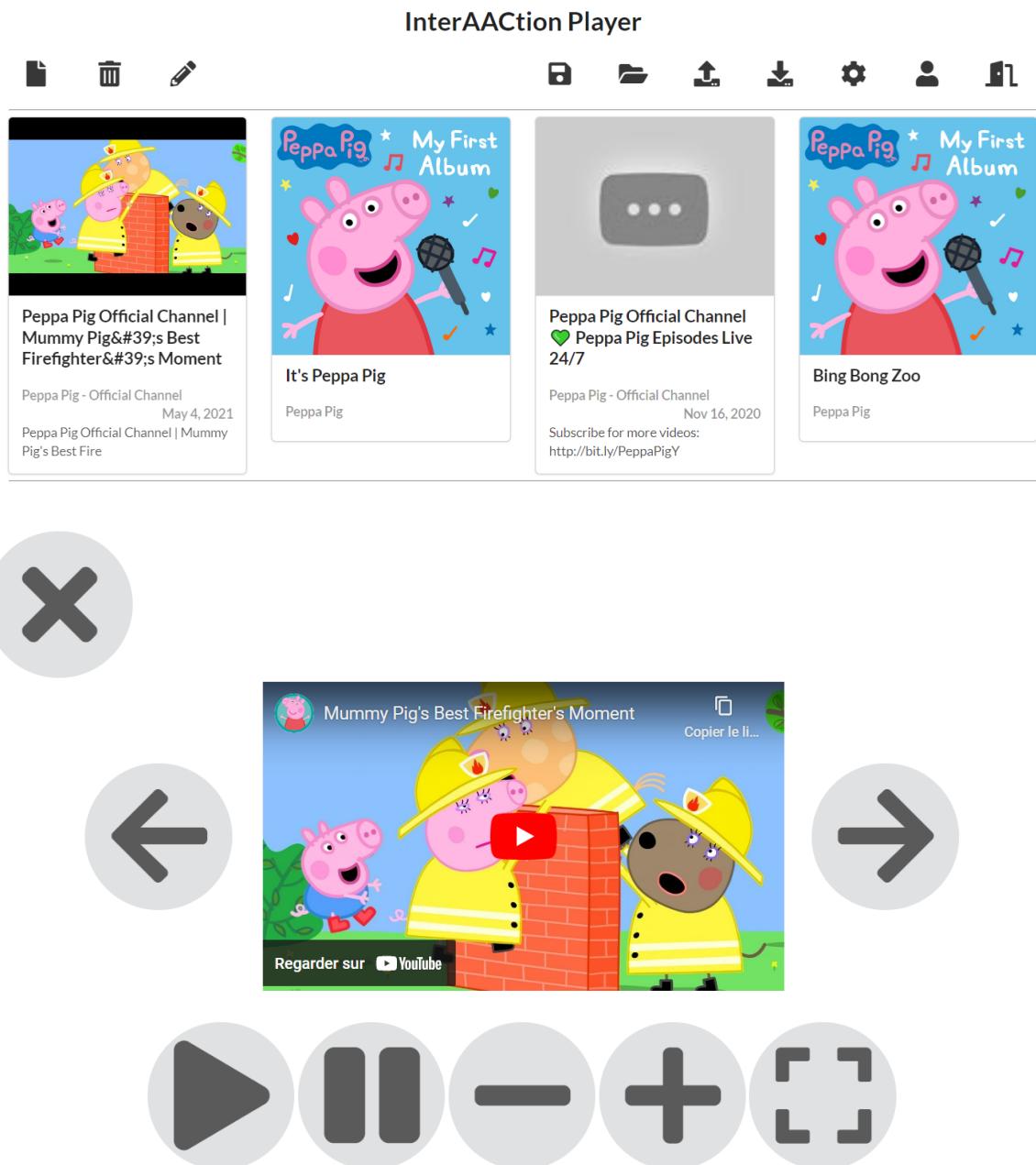
Annexe 3 : Oculomètre



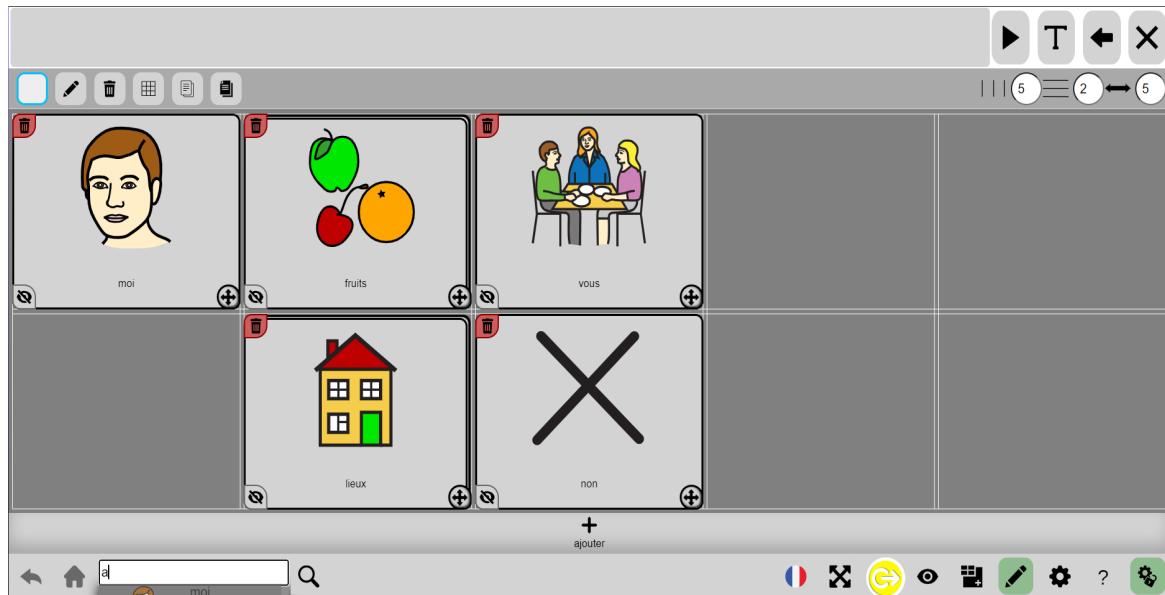
Fonctionnement de l'oculomètre :

L'oculomètre envoie une lumière proche de l'infrarouge. La lumière se reflète dans les yeux de l'utilisateur. Ces reflets sont captés par les caméras de l'oculomètre et, grâce au filtrage et aux calculs, ce dernier infère où l'utilisateur regarde.

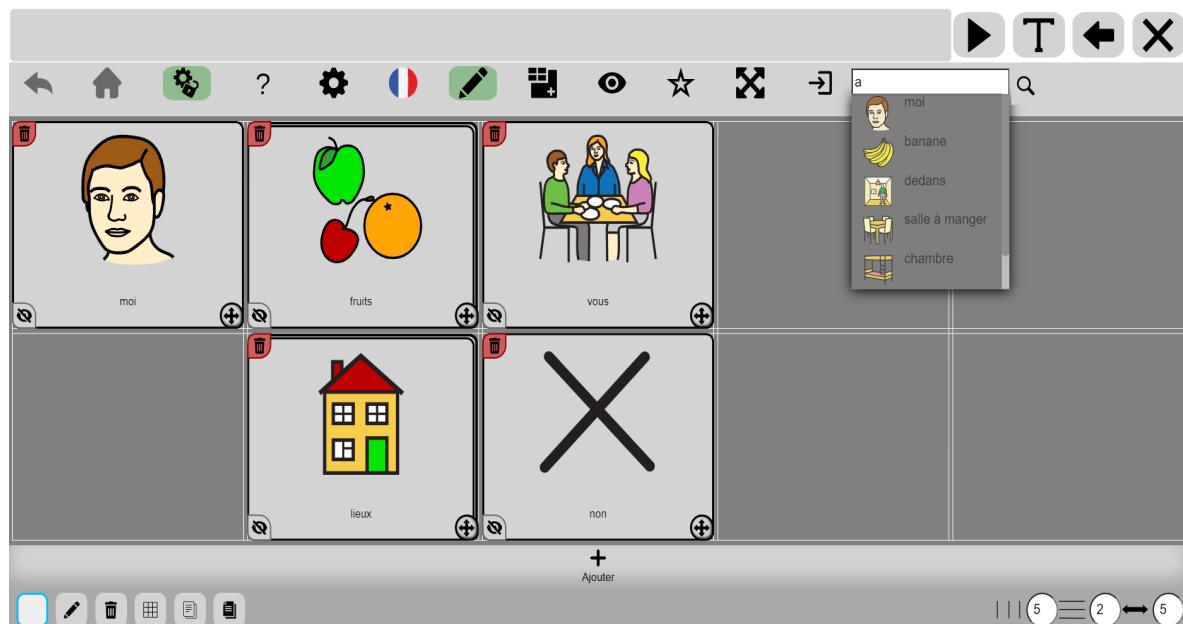
Annexe 4 : Page principale d'InterAACTION Player (exemple Playlist Peppa Pig)



Annexe 5 : Page principale d'AugCom

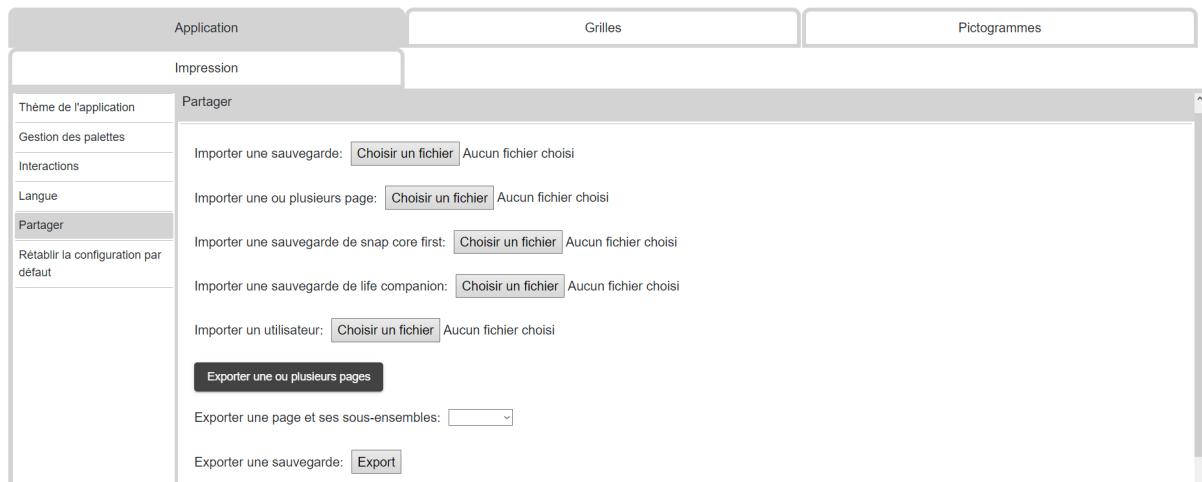


Ancienne version page principale

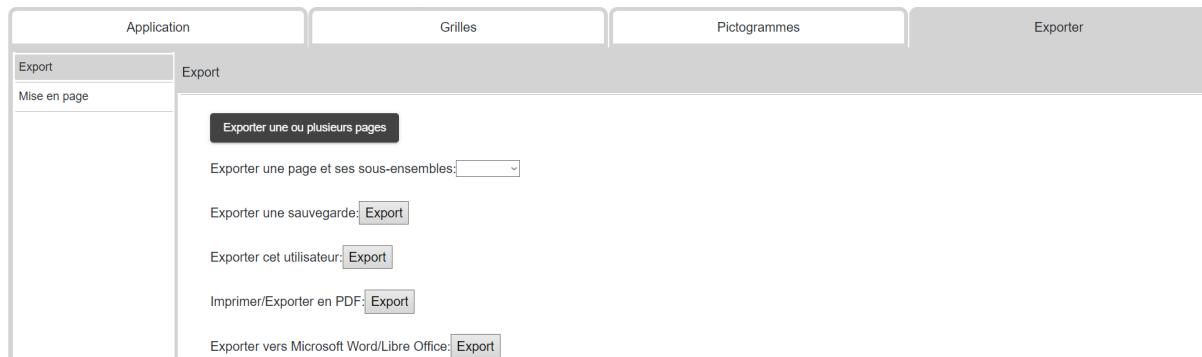


Nouvelle version page principale

Annexe 6 : Page d'options d'AugCom



Ancienne version page d'options (page “Partager”)



Nouvelle version page d'options (page “Export”)

Résumé court :

Mon stage au sein de l'équipe GETALP du LIG a été une expérience unique qui m'a permis d'acquérir de nouvelles compétences en Angular, un framework de développement web. J'ai ainsi pu améliorer les logiciels Web InterAACTion Player et InterAACTion AugCom, deux logiciels ayant pour objectif de faciliter l'utilisation d'outils informatiques pour les personnes en situation de handicap cognitif. Par la même occasion, cela m'a offert la possibilité d'améliorer mes connaissances en HTML, CSS, GitHub et Visual Studio Code.

J'ai eu l'opportunité d'améliorer des interfaces, d'ajouter des protections contre les erreurs et de corriger des bugs, améliorant l'expérience utilisateur ainsi que la qualité des logiciels. J'ai également gagné une expérience professionnelle précieuse grâce au soutien de l'équipe. De plus, le stage m'a permis de développer mes compétences transversales et de m'intégrer dans un environnement sérieux et professionnel.

En résumé, ce stage m'a permis d'acquérir de nouvelles compétences en Angular, d'approfondir mes connaissances et de développer des compétences transversales dans un cadre professionnel.

Mots-clé : stage, Laboratoire d'Informatique de Grenoble, InterAACTion Box, développement, interfaces web, correction de bugs, Angular, Karma/Jasmine

Abstract : InterAACTion Box : Enhancing Web Applications's user experience

Paul Sode

The GETALP team is working on the enhancement of two softwares from InterAACTion Box, a suite of Angular CLI programs designed to give access to informatics to kids with cognitive disability through ocular navigation by eye tracking. The primary objective of the internship was to enhance InterAACTion AugCom's user experience by upgrading its graphical interface and correcting multiple bugs and problems the software faced. These upgrades included adding new features to ease navigation, correcting bugs involving the ocular navigation, and remodeling multiple components. While the Angular CLI framework was the basis of the project, testing was done through the Karma/Jasmine framework, allowing for a fast and efficient testing phase.

The internship was approached using a methodical approach formed by three separate parts; selecting an issue and studying its nature; solving the issue by correcting the software's code; maintaining the tests and sending the result for verification. Every task was also finished within the allotted time, showing an efficient planning and execution.

Keywords : internship, software enhancement, InterAACTion Box, Angular CLI, cognitive disability, eye tracking, AugCom, graphical interface, Karma/Jasmine, user experience