
Rapport final du projet de fin d'étude P33 : Utilisation de Nao avec des enfants autistes

Étudiant : Antoine Arnaudet

Encadrant entreprise : Olivier Dollet

Encadrant école : Thomas Vantroys



Remerciements

Ce projet n'aurait pas existé sans Mme Mahieu, directrice de l'institut médico-éducatif (IME) de Coppenaxfort, c'est pourquoi je souhaite la remercier de m'avoir offert la possibilité de réaliser un projet porteur de sens et d'avoir assuré mon intégration au sein de l'établissement. Je tiens également à remercier chaleureusement M Dollet, chef de service, qui m'a accompagné, soutenu et aiguillé tout au long du projet. Sa connaissance de l'établissement, de l'équipe médico-sociale et des jeunes m'a permis d'avancer rapidement sans rencontrer d'obstacles.

Je souhaite remercier M Vantroys, mon tuteur, qui a su apporté un oeil critique sur le projet, m'a proposé de nombreuses idées et améliorations permettant l'aboutissement de ce projet.

Sans eux la concrétisation du projet n'aurait pas été possible, merci aux membres de l'équipe avec qui j'ai pu discuter de leur quotidien et de leur travail, merci pour le temps que vous m'avez consacré ; plus particulièrement aux quatre membres qui m'ont aidé à définir le projet.

Enfin, merci Pierre pour ces supers dessins qui permettent aux jeunes de l'établissement de s'immerger plus facilement dans l'application !

Remerciements	iii
Sommaire	1
Introduction	2
1 Présentation du projet	3
1.1 L'IME de Coppenaxfort	3
1.2 Le projet initial	4
1.3 Les objectifs généraux	4
2 Démarche adoptée	5
2.1 Définition de la problématique	5
2.2 Cahier des charges	8
3 L'application	10
3.1 Architecture	10
3.2 Fonctionnalités	13
3.3 Contrôle du cahier des charges	15
Conclusion	17
Acronymes	18

Dans le cadre de ma dernière année de formation, dans le département informatique, micro-électronique, automatique (IMA) de l'école universitaire d'ingénieurs Polytech Lille, j'ai eu l'opportunité de réaliser un projet de fin d'étude portant initialement sur l'utilisation d'un robot NAO avec des enfants autistes.

Ayant toujours souhaité que mon travail ait une fin utile, c'est naturellement que j'ai choisi ce projet. Ce dernier a été proposé par Mme Mahieu, directrice de l'institut médico-éducatif (IME) de Coppenaxfort. Son objectif est de mettre les outils du numérique, au service du personnel et des jeunes de l'établissement pour leur offrir de nouveaux moyens de communication, de partage et d'apprentissage.

Je présenterai dans un premier temps l'IME de Coppenaxfort afin que le lecteur ait toutes les clefs pour comprendre le projet. Dans un deuxième temps, je détaillerai la démarche que j'ai adoptée pour définir le projet et les objectifs de celui-ci. Enfin, j'exposerai l'application finale et ses caractéristiques, en confrontant la réalisation au cahier des charges.

1.1 L'IME de Coppenaxfort

L'IME fait parti des Papillons Blancs de Dunkerque, association visant à accompagner dans leur vie quotidienne les jeunes (et leur famille) atteints de déficience intellectuelle, parfois aussi d'handicap physique. L'établissement accueille des adolescents et jeunes adultes, aussi bien des filles que des garçons, âgés de 12 à 20 ans, voire au-delà depuis l'amendement CRETON. 47 jeunes sont en semi-internat, 15 en internat de semaine et 17 d'entre eux dépendent du pôle troubles envahissants du développement (TED).

Les jeunes sont répartis en quatre groupes, par tranche d'âge, dans l'ordre croissant : accueil, section intermédiaire (SI)1, SI2 et sortants. Chaque jeune a ensuite un emploi du temps hebdomadaire qui lui est fourni, semaine durant laquelle il pourra rencontrer l'équipe médicale (médecins, infirmières) pour suivre sa santé, l'équipe thérapeutique (psychologues, psychomotriciennes, ergothérapeutes) pour l'aider dans sa vie quotidienne et l'équipe sociale (principalement des éducateurs spécialisés (ES), techniciens, professeurs des écoles) pour l'aider à développer son autonomie et acquérir de nouvelles compétences. Les plus doués auront la chance d'intégrer un établissement de service et d'aide par le travail (ESAT) pour mettre en pratique ce qu'ils auront appris pendant leurs années à l'IME.

1.2 Le projet initial

Au départ, le projet était d'utiliser le robot Nao pour interagir/communiquer avec les jeunes autistes, *id est* que ce robot soit une interface entre les jeunes et l'équipe médico-sociale. La conclusion d'un [projet similaire](#) était que ce robot permettait en effet d'interagir et de provoquer une réaction de la part des enfants autistes, mais que son coup élevé ne permettait pas de l'utiliser dans des conditions optimales et de façon autonome. J'expliquerai par la suite quelle a été ma démarche en partant de ce constat, puis comment le projet a évolué.

1.3 Les objectifs généraux

Les objectifs ayant beaucoup évolués au fil du projet, je vais ici présenter une liste non exhaustive et plutôt générale de ce à quoi un tel projet peut répondre :

- fournir un outil du numérique à l'équipe médico-social pour favoriser les diagnostics, la communication et l'interaction avec les jeunes
- occuper les temps informels, moments de la journée durant lesquels les jeunes ne sont pas liés à une activité spécifique (pauses, changement d'activité, etc)
- fournir un support d'apprentissage en autonomie, sur des thèmes tels que la santé, la mémoire, etc

Lors de mon premier jour à l'IME de Coppenaxfort, je me suis rapidement rendu compte que ce projet était le souhait de l'association des Papillons blancs de Dunkerque d'utiliser les nouveaux outils du numérique pour aider leurs équipes et répondre au mieux aux besoins des jeunes, mais qu'aucune idée concrète n'allait s'offrir à moi. Je devrai alors comprendre les besoins, les définir pour par la suite commencer à réfléchir à une solution concrète. Finalement, ce flou initial m'a laissé une grande liberté d'action dans la réalisation du projet.

2.1 Définition de la problématique

2.1.1 Premiers pas dans l'IME

Le premier jour, j'ai été reçu par Mme Mahieu qui m'a alors présenté le fonctionnement général de l'établissement, les différentes personnes présentes en son sein, leur rôle et les objectifs de l'association. Nous avons évoqué les différents cas possibles d'utilisation du robot Nao et sa vision du projet. Mme Mahieu m'a bien précisé qu'elle n'était pas fermée à l'idée d'utiliser d'autres outils du numérique, ni de réorienter le projet. Ce projet doit créer un terreau fertile et favorable à la réflexion autour de l'utilisation de tels outils dans le domaine du handicap et permettre de sensibiliser l'équipe, parfois réfractaire au changement et à l'immiscion des nouvelles technologies dans leur quotidien. Je devrai donc à l'écoute et faire preuve de pédagogie tout au long des discussions, réunions, ateliers auxquels je participerai.

J'ai ensuite participé à deux réunions avec quatre membres de l'équipe médico-sociale, composé d'une ergothérapeute, d'une infirmière, d'une psychologue et du chef de service. J'ai d'abord du présenter le projet et Nao avec l'aide du chef de service, aux autres membres puisqu'elles n'étaient pas informées sur le sujet. A partir de ce point nous avons entamé une discussion autour des cas possibles d'utilisation du robot Nao. Deux axes ont été envisagés. Premièrement utiliser Nao pour fournir un outil de communication et d'apprentissage aux jeunes, e.g. identifier les parties du corps en se servant de Nao comme miroir du jeune ou encore travailler la compréhension des consignes et la dénomination. Deuxièmement se servir du robot dans un contexte médical, où là aussi Nao serait miroir du jeune, e.g. facilitant les soins en les faisant d'abord sur le robot et lui faire dire que ça ne

fait pas mal. Mais une réserve a été émise quant à l'utilisation du robot dans ce contexte car l'infirmière a précisé qu'elle arrivait déjà très bien à prodiguer les soins et diagnostiquer en s'aidant d'une peluche, réduisant grandement la pertinence de l'utilisation d'un objet peu onéreux (15k euro) et très robuste (attention à la chute!). Une question récurrente lors de ces échanges était : "Mais... il a pas un écran tactile Nao?!" ...Ce robot n'en ayant pas, j'ai alors réfléchi à d'autres pistes et c'est là que l'idée d'orienter le projet sur un autre outil, m'est apparue.

Après réflexion et discussion avec mon tuteur école, M Vantroys, deux solutions s'offraient à moi :

- concevoir et développer un "objet connecté" avec divers capteurs et intégrant un écran tactile
- concevoir et développer une application pour tablette tactile, l'IME en possédant 6

J'ai alors exposé ces deux projets à l'équipe, puis celle-ci a porté son choix sur la tablette tactile. En effet, les jeunes sont déjà familiers quant à l'utilisation de cet outil numérique, et certains d'entre eux en possèdent à leur domicile.

Maintenant que l'objet du projet était défini, je devais continuer mes entretiens au sein de l'établissement pour par la suite réfléchir à la conception d'une application et répondre aux questions suivantes :

- sous quelle forme ?
- dans quel but ? toujours sur la communication/médical ?
- quel contexte d'utilisation ?

2.1.2 Une journée type

Durant cette période d'interviews et de discussions, j'ai eu l'occasion de participer aux ateliers proposés aux jeunes. Cela m'a permis de discuter avec les techniciens du pôle horticulture/entretien des espaces verts, du pôle enseignement ménager général et ceux du pôle bois/menuiserie et de discuter de l'intérêt qu'ils pourraient avoir de disposer d'une application. J'ai aussi passé une journée dans la peau d'un ES :

- matin, groupe de rédaction du journal de l'IME
- midi, mise en place du couvert et repas
- après-midi, atelier de musique et temps de pause

Cette journée a été l'occasion de me rendre compte des difficultés d'élocution, de mémoire, de dénomination et de concentration que peuvent avoir ces jeunes, mais aussi du sens du rythme, du goût de la musique, de l'art et des jeux (vidéos souvent) que certains ont. J'ai aussi découvert la méthode facile à lire et à comprendre (FALC) permettant à tous de comprendre des idées même complexes, et que les pictogrammes étaient un moyen simple de représenter des actions quotidiennes.



FIGURE 2.1: Exemple de traduction en FALC

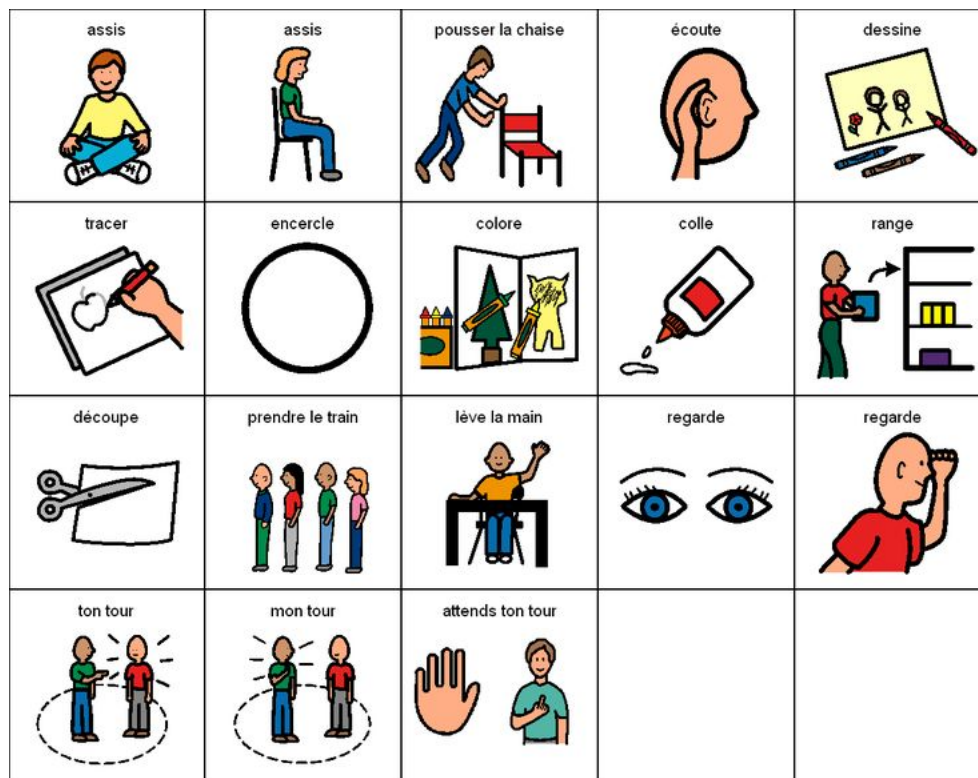


FIGURE 2.2: Exemple de pictogrammes autisme

Après cette journée, j'avais toutes les clefs en main pour animer un groupe de conception de l'application. Avec une psychologue, une éducatrice spécialisée, une ergothérapeute et le chef de service, nous avons alors défini ce que l'application devrait apporter aux jeunes et à l'équipe. Suite à quoi, nous avons imaginé la forme concrète que cela prendrait dans l'application.

2.2 Cahier des charges

Le projet consistera en la réalisation d'une application pour tablette tactile Android. La cible sera les adolescents/jeunes adultes autistes mais aussi les jeunes atteints de déficience mentale de l'IME de Coppenaxfort.

L'application prendra la forme d'un jeu-vidéo, dans lequel l'utilisateur devra aider un personnage, que j'ai choisi de nommer Noa (Not Only for Autism) en référence au sujet du projet initial. Le jeu prendra la forme d'une succession de scénarios (exemple ci-après).

Voici les caractéristiques de l'application accompagnées de la façon dont elles seront implémentées :

- ludique
 - jeu-vidéo
 - personnage sympathique, utilisant un langage "jeune"
- ergonomique
 - FALC
 - pictogrammes
 - interface adaptée à des gestes "grossiers" (taille des boutons)
 - consignes écrites/sonores
- choix du mode de communication/mode de représentation des objets
 - pictogrammes
 - dessins
 - photos
 - schémas
- choix de la difficulté des actions demandées
 - point n click
 - drag n drop
 - association objet/objet
 - association objet/fonctionnalité
- choix d'une thématique de jeu/travail déterminant le scénario
 - hygiène
 - usage de l'extérieur
 - alimentation
 - sécurité
 - intégration des risques quotidiens
 - comportements adaptés en société
- choix d'un lieu où se déroule le scénario
 - domicile
 - ville
 - IME
 - ESAT
 - transports publiques
- gestion de l'échec et système de récompense
 - rendre impossible l'échec
 - féliciter et récompenser chaque bonne réponse
- tutoriel
 - familiariser l'utilisateur avec les interactions qui lui seront demandées

Exemple d'utilisation de l'application :

1. Le jeune/ES choisit le niveau 2 de difficulté.
2. Le jeune/ES choisit de travailler le thème de l'hygiène.
3. Il peut alors choisir entre la cuisine, la salle de bain ou le bus (ces trois lieux permettant d'aborder ce thème). L'utilisateur choisit la salle de bain.
4. La première scène s'affiche. 3 objets sont présentés et le jeune peut interagir avec : brosse à dent, gant de toilette, serviette de bain. Quand on clique sur un objet, il est nommé oralement et écrit, puis un son propre à cet objet est joué.
5. Il est alors demandé au jeune de cliquer sur la brosse à dent.
6. Après réussite, il est félicité et récompensé.
7. Une nouvelle scène s'affiche. Les trois mêmes objets sont affichés. Trois actions sont affichées : brossage de dents, se laver le corps, se sécher. Le jeune doit alors associer l'objet avec l'action qu'il permet de réaliser.
8. Après réussite, il est félicité et récompensé.

Les forces de notre application sont l'utilisation de la langue française, les applis disponibles sur le marché étant majoritairement anglophones, et la cible qu'elle vise, adolescents et jeunes adultes, puisque là aussi les applis du marché sont très infantilisantes et ciblent les enfants.

Le code de l'application est disponible librement sur le [git du projet](#)

Dans un premier temps, je vais présenter l'architecture de l'application, permettant de créer les scénarios en suivant un template. Ensuite je détaillerai la réalisation technique des principales fonctionnalités, puis je confronterai l'application finale au cahier des charges.

3.1 Architecture

La développement sous Android est réalisable en XML pour la partie graphique statique (layout) et la partie dynamique en Java (activity). Après avoir pris en main le développement sous Android, le fonctionnement général d'une application et le cycle de vie d'une activité, j'ai commencé à réfléchir à l'architecture de mon application. L'idée étant de tirer profit au maximum des propriétés d'héritage du langage Java pour développer au minimum à chaque nouvelle scène, et de réutiliser au maximum les activités existantes. Le fonctionnement de mon application est donc très simple : une scène de jeu, donc une activité dédiée à cette scène, est précédée d'une consigne et suivie d'une récompense. La scène de récompense est invariante, toujours le même texte et la même interface graphique, et seul le texte varie dans la scène de consigne. Les scènes de consigne et de récompense seront donc réutilisables, et lancées depuis la scène de jeu à laquelle elles sont associées. Les scènes de jeu ont des points communs, mais aussi des différences, comme les éléments graphiques qui les composent et les actions à réaliser. J'ai donc implémenté une classe abstraite `MyPlayActivity.java` permettant d'offrir aux scènes les méthodes qui leur sont communes :

- `backHome`, retour menu
- `next`, démarrer la scène suivante
- `lanceConsigne`, au démarrage de la scène, lancer l'activité énonçant la consigne
- `bravoPage`, quand l'action demandée est réalisée, lancer l'activité félicitant le joueur
- `onActivityResult`, si à la suite de la récompense, appeler `next` et détruire la scène en cours, si appel après `lanceConsigne` initialiser les ressources pour la scène concernée
- `enonceConsigne`, énoncer la consigne condensée présente sur la scène de jeu
- `setTts`, initialiser le moteur de synthèse vocale
- `onDestroy`, libérer les ressources détenues par l'activité

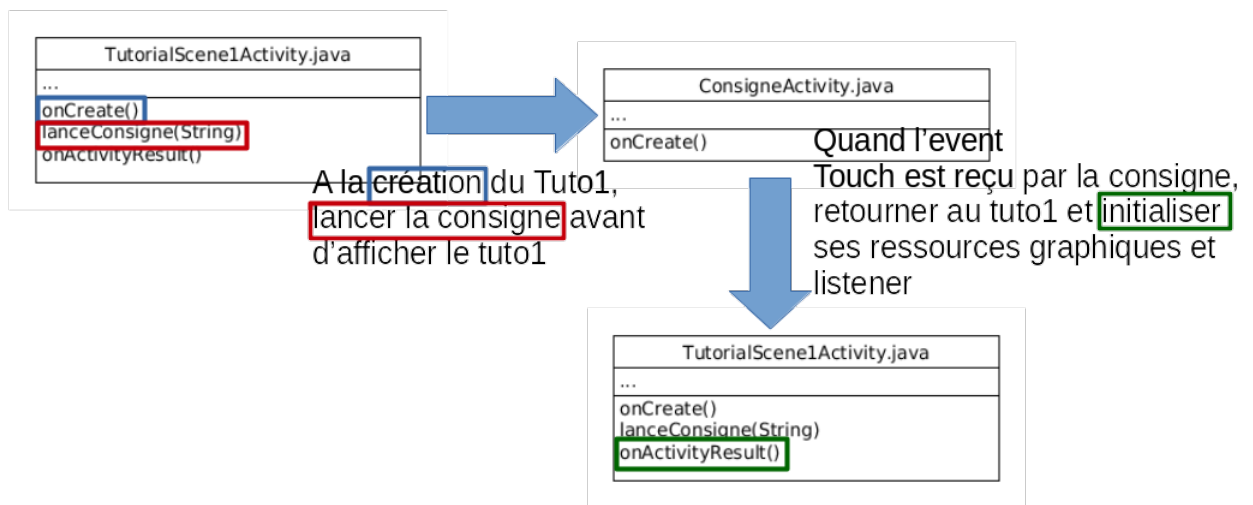


FIGURE 3.1: Dynamique des activités pour afficher la consigne

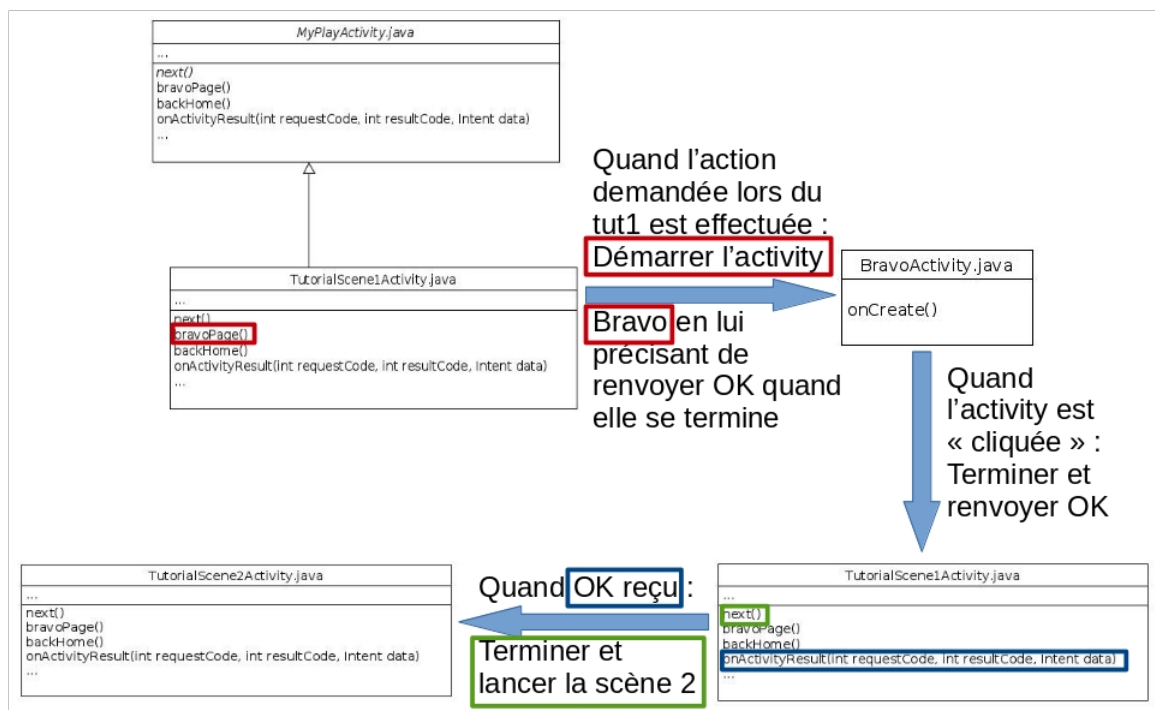


FIGURE 3.2: Dynamique des activités pour afficher la félicitation

En ce qui concerne la partie graphique, je vais présenter les quelques éléments que j'ai utilisé sans entrer dans les détails qui apportent peu, à la compréhension du fonctionnement de l'application. Je préciserai certains éléments au fur et à mesure de la présentation des fonctionnalités essentielles.

A chaque scène est associé un layout (fichier XML) décrivant la composante graphique de celle-ci. J'ai essentiellement utilisé le `RelativeLayout`, qui permet comme son nom l'indique de placer les composants au sein d'une même scène, les uns par rapport aux autres. Cette solution est peu coûteuse en ressources et offre une grande liberté dans la création. En revanche, chaque image est à dimensionner en fonction de l'écran sur lequel elle est amenée à être affichée, même si l'unité DPI (dot per inch) permet de s'affranchir de la résolution des écrans. J'ai quelques fois fait usage de `LinearLayout` au sein d'un `RelativeLayout`, pour rapidement agencer les éléments horizontalement ou verticalement, de sorte qu'il ait les mêmes dimensions.

Ces layouts sont ensuite peuplés par des widgets. Parmi ces widgets, voici les plus intéressants pour l'application :

- `TextView`, permettant d'afficher du texte
- `ImageView`, permettant d'afficher une image
- `Button`, permettant d'afficher d'un bouton

Une fois notre interface graphique conçue, il ne reste plus qu'à la dynamiser !

3.2 Fonctionnalités

Je vais ici détailler les trois principales fonctionnalités implémentées et leur intérêt au regard du cahier des charges.

3.2.1 Touch

Cette fonctionnalité permet à l'utilisateur de sélectionner des objets sur l'écran. La sélection d'un objet requis pour la réussite de la mission, rend l'objet invisible à l'utilisateur. En revanche, une mauvaise sélection grise l'objet et l'interaction est désactivée sur celui-ci. A travers cette fonctionnalité l'utilisateur peut sélectionner un ou plusieurs objets qui lui sont proposés, dans le but d'acquérir du vocabulaire et d'appréhender d'une manière différentes des objets du quotidien.

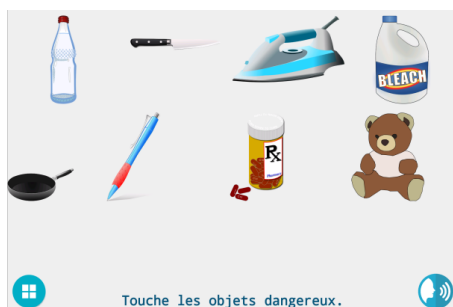


FIGURE 3.3: Exemple de scène de sélection d'items



FIGURE 3.4: Le couteau est un élément dangereux, mais pas l'ours en peluche

3.2.2 Drag'n'drop

Cette fonctionnalité permet de glisser/déposer les éléments inscrits à un listener de cet événement. Si l'utilisateur dépose un élément au mauvais endroit, il est remis à sa position initiale. Si il est déposé au bon endroit, l'objet est rendu invisible. J'ai distingué deux type de target sur laquelle déposer un objet, un type fixe (ancree) sur laquelle on peut seulement déposer un objet, et une mobile qui peut aussi être déposée sur un élément. Le type ancre permet de réaliser l'action de tri, et le type mobile permet de réaliser l'action d'association (idées/images/etc).

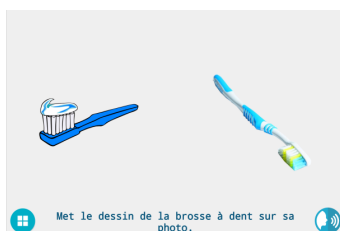


FIGURE 3.5: Exemple de scène d'association image/objet

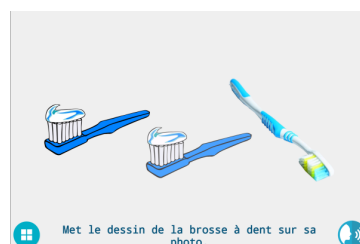


FIGURE 3.6: Image en plein drag'n'drop



FIGURE 3.7: Image déposée au bon endroit, donc rendue invisible

3.2.3 Synthèse vocale

Cette fonctionnalité fournit la lecture à voix haute des consignes par l'application. C'est un élément essentiel de l'application puisque la majorité des jeunes ne savent pas/peu lire. La consigne et la félicitation sont lues automatiquement lors de l'appel à ces activités. De plus, j'ai ajouté un bouton sur chaque scène permettant de lire le condensat de consigne. Un touché long sur un bouton permet aussi d'énoncer le contenu textuel de celui-ci. Le moteur de voix synthétique utilisé est celui présent sur la tablette et fourni par Google.



FIGURE 3.8: En bas à gauche le retour menu, en bas à droite le bouton d'énonciation consigne

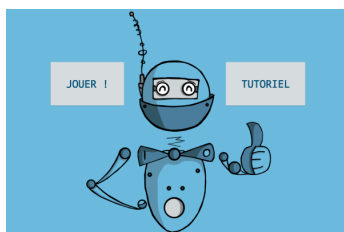


FIGURE 3.9: La scène d'accueil de l'application

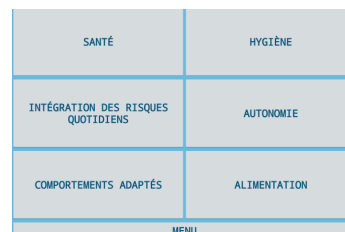


FIGURE 3.10: La scène des thèmes

3.3 Contrôle du cahier des charges

3.3.1 Conformités

Sans reprendre tout le cahier des charges en détail je vais ici suivre les grandes lignes de l'application et les confronter au rendu attendu. Pour plus de détails merci de vous référer à la section dédiée au cahier des charges 2.2.

- ludique : 100%
- ergonomique : 70% malheureusement pas de pictos (non sauvegardés par l'IME) et les consignes demanderaient à être relues par une personne ayant suivi une formation FALC
- choix du mode de communication : 50% seulement des dessins et quelques photos. L'utilisateur ne peut pas choisir entre les deux puisque très peu de contenu graphique est disponible
- choix de la difficulté : 80% l'utilisateur peut retourner au menu quand les actions demandées lui paraissent irréalisables.
- choix d'un thème : 90% 4 scénarios conçus en collaboration avec toute l'équipe médico-sociale
- choix d'un lieu : 0% manque de composants graphiques pour permettre une telle variété dans les scénarios
- gestion de l'échec et récompense : 100%
- tutoriel : 100%

L'équipe avec qui j'ai conçu l'application s'attendait à ce résultat et tout correspond à ce que nous avons imaginé ensemble. Cependant, un énorme potentiel encore inexploité demeure dans ce projet.

3.3.2 Améliorations et perspectives

La facteur limitant de ce projet fut l'accès à un nombre suffisant de ressources graphiques pour implémenter les scénarios imaginés. Un travail en collaboration avec une personne compétente en la matière aurait permis au projet d'exprimer son plein potentiel. La solution technique pour gérer la difficulté est très simple : un marqueur (nombre) pour chaque difficulté, passé à chaque scène et comparé à la difficulté intrinsèque de la scène.

Lors de l'implémentation des scénarios conçus avec l'équipe, je me suis rapidement rendu compte que cela allait se limiter à un copier/coller du code que j'avais déjà produit. Après réflexion avec M Vantroys, l'idée nous est venue de concevoir un outil d'édition de scénarios afin de m'affranchir de la difficulté à trouver des images, et de permettre à l'équipe de l'IME de continuer à faire vivre l'application a posteriori. La partie stockage

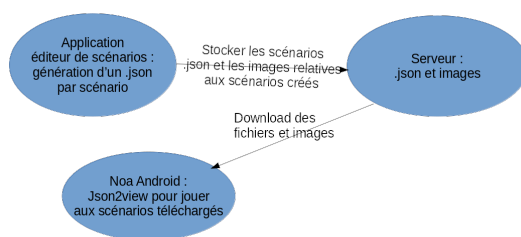


FIGURE 3.11: Architecture générale du fonctionnement de l'application d'édition de scénarios

et la partie génération du code de configuration des scénarios, dépendant de la technologie employée pour générer les activités, j'ai décidé de me focaliser en priorité sur comment

créer dynamiquement des activités/vues à partir d'un fichier extérieur à l'application. Une technologie s'est rapidement offerte à moi, le format de fichier JSON, largement employé dans le développement Android et de nombreux outils étant disponibles librement. J'ai étudié deux librairies : proteus et json2view. Mais un problème s'est alors posé ; il est impossible de générer de nouvelles activités non déclarées a priori dans le manifeste de l'application ! Ces outils permettent en revanche de mettre à jour un layout existant. Cette fonctionnalité mériterait qu'un projet entier lui soit dédiée, et je n'ai malheureusement pas pu approfondir le sujet en 2 semaines.

Conclusion

Ce projet aura été une véritable réussite pour moi. En effet, j'aurais pu définir le projet en discutant et en observant au maximum, ce qui aura été l'occasion de transformer en compétences les outils que j'ai pu étudier en module de gestion de projet et de management. La dimension humaine et la portée de ce projet ont contribué à l'intérêt que je lui ai porté tout au long de cette année scolaire. Une entière autonomie m'a été laissée, m'obligeant à me responsabiliser et à fournir des livrables afin de montrer l'avancée du projet. Apprendre le développement sous Android n'aura pas été aisé, même si j'ai eu l'occasion de pratiquer brièvement le Java, le développement purement logiciel n'est pas ce qui m'a le plus stimulé. Le manque de ressources graphiques ne m'aura pas permis d'aller aussi loin qu'escompté, mais j'ai la certitude que mon travail de pédagogie et de sensibilisation auprès de l'équipe de l'IME leur permettra de rapidement mettre en place d'autres outils du numérique. Avoir mené un projet de bout en bout, en autonomie et avec peu de moyen, me permettra d'avancer plus rapidement et sans embûches lors de futurs projets.

ES éducateur spécialisé. 3, 6

ESAT établissement de service et d'aide par le travail. 3, 8

FALC facile à lire et à comprendre. 6, 8, 15

IMA informatique, micro-électronique, automatique. 2

IME institut médico-éducatif. iii, 2, 3, 5, 6, 8

SI section intermédiaire. 3

TED troubles envahissants du développement. 3