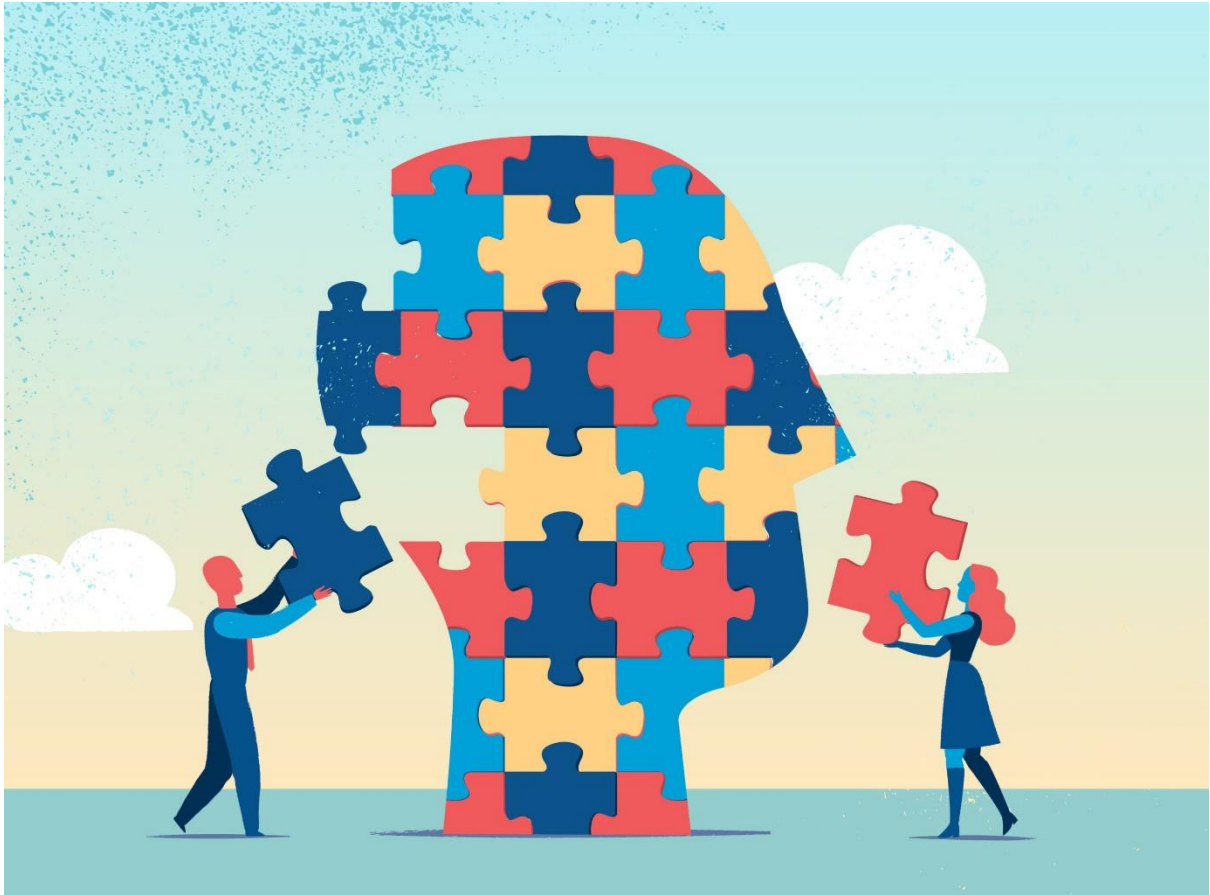


Projet tuteuré FIE3 Semestre1 2020-2021



Suivi de l'évolution des comportements stéréotypés
chez les individus autistes

Benjamin Da Costa

Johana Dahan

Wassim Ait Youcef

Victoria Schwindenhammer

Séraphie Maury

Résumé

Dans le cadre de notre cours de projet tuteuré, de premier semestre de 3ème année à ISIS, nous avons proposé notre propre sujet : le suivi de l'évolution des comportements stéréotypés chez les personnes autistes.

Nous avons débuté ce projet sans idées précises sur la marche à suivre pour le mener à bien. Nous avons donc effectué de nombreuses recherches sur l'autisme pour commencer puis plus spécifiquement sur les différentes formes de stéréotypies et leurs traitements mais également sur la partie logiciel et matériel du sujet. Ces recherches étaient primordiales afin de comprendre où nous allions avec ce sujet qui est à la fois passionnant et compliqué car nous n'avons malheureusement pas assez de connaissances pour voir jusqu'où nous pourrions aller sur ce projet mais nous espérons pouvoir continuer ce dernier l'an prochain afin de mettre à profit nos connaissances et d'arriver à un résultat que l'on pourrait proposer à des médecins par la suite.

Mots-clés : Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA), stéréotypies, montre connectée, application, site internet, thérapie, traitement

Table des matières

1. Définition et description de l'autisme	5
2. Comportements stéréotypés	6
a. Fréquence d'apparition en fonction du type	6
b. Thérapies et traitements	8
3. Notre projet	10
a. Description du projet.....	10
b. Limitations (techniques, éthiques...).....	10
4. Mise en œuvre de ce dernier	12
a. Fonctionnalités à intégrer	12
b. Choix des logiciels et raisons.....	13
c. Choix du dispositif.....	14
Tables des figures.....	20
Bibliographie	21

1. Définition et description de l'autisme

L'autisme est un trouble neurodéveloppemental complexe, découvert par Léo Kanner en 1943 et qui fait partie de deux ensembles plus vastes : les troubles envahissants du développement (TED) et les troubles du spectre de l'autisme (TSA).



*Figure 1 : Le
pédopsychiatre Léo Kanner*

Il est causé par un dysfonctionnement neurobiologique qui affecte les compétences de communication et les interactions sociales et se manifeste par des troubles du comportement correspondant à un répertoire d'intérêts et d'activités restreint, stéréotypé et répétitif et des réactions sensorielles inhabituelles. Autant de particularités souvent à l'origine de difficultés d'apprentissage et d'insertion sociale.

2. Comportements stéréotypés

a. Fréquence d'apparition en fonction du type

Une stéréotypie est une tendance à répéter les mêmes gestes, paroles ou comportements.

Les stéréotypies peuvent se manifester à tous les âges, de la période néonatale à l'adolescence. Elles se voient avec une prédominance, une fréquence, une intensité et une symptomatologie très différentes suivant s'il s'agit :

- De stéréotypies primaires, qui se manifestent chez les enfants ayant un développement psychomoteur normal. Ce sont principalement des stéréotypies motrices qui sont rares et peu intenses.
- De stéréotypies secondaires, elles se manifestent chez les enfants présentant un des troubles suivants : déficit neurosensoriel, cécité, surdité, retard mental, pathologies psychiatriques, certaines maladies génétiques, dégénératives ou métaboliques. Dans ce cas, les stéréotypies sont plus sévères et plus fréquentes.

Elles peuvent se caractériser sous plusieurs formes :

- Les stéréotypies motrices : flapping, balancement ou crispement du corps...
- Les stéréotypies liées aux objets : utilisation répétée d'un objet sans forcément être liée à la fonction principale de l'objet.
- Les stéréotypies vocales : reproductions répétées de sons, de vocalises, de mots ou de phrases déjà entendues.
- Les stéréotypies sensorielles : recherche répétée de stimulations particulières, qu'elles soient visuelles, auditives ou tactiles.
- Les rituels : suite de comportements organisés dans le temps et réglés selon un code fixe, un seul changement dans ces rituels peut provoquer des réactions vives.
- Les compulsions et les contrôles de l'environnement : répétition d'actions perfectionnistes et qui visent à attirer de manière répétée l'attention sur soi.
- Les centres d'intérêts restreints,
- Les comportements auto-agressifs et hétéro-agressifs :

- Auto-agressivité : correspond au fait de se ronger les ongles, se caresser, se gratter, se cogner contre les murs, se mordre, etc.
- Hétéro-agressivité : correspond au fait de pousser quelqu'un, le taper, le mordre, jeter des objets par terre, les casser, etc.

Les stéréotypies sont des comportements agréables pour les personnes atteintes d'un TSA. Il faut éviter de les interdire, généralement lorsqu'on supprime une stéréotypie, une autre prend place. En revanche, si elles deviennent envahissantes ou dangereuses, il importe le plus possible de les limiter dans le temps, en fréquence et en durée.

Pratiquées au bon moment, elles peuvent aider à la concentration. Ainsi, permettre à une personne autiste de faire quelques stéréotypies, dans un temps limité, avant une tâche qui va lui demander un effort plus important que d'habitude, va l'aider à mobiliser plus d'attention ensuite. De même, autoriser des stéréotypies à la suite de cette tâche va l'aider à se remettre de cet effort et contribuer à le recentrer pour la tâche suivante.

Les fréquences d'apparition varient donc selon le type de stéréotypie, mais pas seulement, elles peuvent être perçues comme des indicateurs de stress, de fatigue ou d'ennui. En d'autres termes, plus une personne autiste est stressée/fatiguée ou s'ennuie, plus les stéréotypies sont présentes.

Dans les cas de fatigue et de stress, il est nécessaire de faire une pause sensorielle. Pour ça, il faudrait que les personnes atteintes de TSA aient, aux endroits qu'elles fréquentent le plus (école, travail,..) un endroit sans stimuli sonores ni visuels où elles pourraient se ressourcer dès qu'il le faut.

Dans le cas de l'ennui, la solution logique est de lui proposer une activité.

Afin de diminuer les apparitions de ces stéréotypies, des prises en charge par des professionnels sont mises en place.

b. Thérapies et traitements

Pour le moment, il n'existe aucun traitement capable d'améliorer très significativement la qualité de vie des personnes autistes. La prise en charge est uniquement symptomatique et passe par des thérapies éducatives personnalisées. Ces dernières obtiennent un maximum d'efficacité lorsqu'elles sont appliquées à un stade précoce du développement de la personne.

Dans la majorité des cas, les stéréotypies primaires n'ont aucun retentissement psychosocial ni physique, elles ne nécessitent aucun traitement.

Dans le cas des stéréotypies secondaires, des thérapies comportementales et médicamenteuses peuvent être envisagées à condition d'avoir dépisté précocement la pathologie associée, et d'en avoir une bonne connaissance.

Traitements éducatifs : ABA (Applied Behavior Analysis) qui évalue l'importance de l'intervention précoce pour améliorer l'intégration et réduire les problèmes de comportement. Ce traitement permet de développer tout apprentissage : habileté sociale, propreté, autonomie, jeux autonomes ... Il dispose de techniques permettant de faciliter l'apprentissage de nouveaux comportements, en analysant la tâche et en la divisant en sous-objectifs. Chaque étape est enseignée en donnant une « incitation » à l'enfant : verbale (mot, consigne) ou gestuelle (action motrice visant à conduire l'enfant à accomplir les mouvements à acquérir). Une chaîne de comportements est alors formée et on enseigne au patient à enchaîner les étapes dans l'ordre logique. Ensuite, la fréquence d'un comportement va être augmentée par quelque chose de plaisant pour l'enfant (bonbon, jouet...) ou diminuée lorsqu'un comportement est inapproprié ou présente un danger. Pour passer de la maîtrise de la compétence à l'appropriation, les compétences enseignées doivent être répétées et généralisées dans le cadre naturel de vie pour permettre à l'enfant de développer ses capacités. Ainsi, les réponses et comportements de l'enfant sont enregistrés et évalués suivant des critères et des objectifs spécifiques fixés à l'avance.

Des grilles sont réalisées permettant de mettre en évidence les progrès de l'enfant, d'ajuster les programmes en fonction de ses résultats, de ses préférences, de ses capacités, de modifier la procédure en fonction de ses réponses et réactions.

Approche cognitive : TEACCH (Treatment and Education of Autistic and related Communication handicapped Children) consiste à adapter le milieu d'apprentissage à l'enfant autiste. L'organisation physique permet de faciliter la compréhension de l'environnement : des zones spatiales sont dévolues à des activités spécifiques : zone de jeux, de déjeuner etc. Ces zones sont dotées de repères visuels qui les aident à traiter l'information plus efficacement car les personnes autistes sont submergées par les informations sensorielles et n'ont pas la capacité de les traiter ou de les organiser en les maîtrisant. En classe, l'enseignant crée aussi des routines car les élèves autistes sont contraints à lutter pour comprendre ce que la situation nécessite et peuvent être incapables de s'organiser facilement et efficacement ; ils tirent donc bénéfice des comportements systématiques.

Compréhension des TSA : interventions comportementales, le soutien familial et l'orthophonie.

Interventions portant sur des symptômes spécifiques : La communication assistée, des écrans tactiles interactifs reliés à des ordinateurs, des programmes sur tablettes informatiques.

Ergothérapie : L'ergothérapeute utilise des méthodes diversifiées d'évaluation telles que l'observation de l'enfant dans son milieu (scolaire, familial) et le recours au jeu et à des outils normalisés. Ce processus vise à diminuer la fréquence et l'intensité des comportements stéréotypés.

3. Notre projet

a. Description du projet

Dans le cadre de leur thérapie, les personnes autistes apprennent à gérer leurs crises de stress qui se manifestent par les différentes stéréotypies évoquées précédemment. Nous nous sommes alors attardés sur la signification que pourraient avoir ces stéréotypies, ainsi que leur fréquence et leur durée sur l'état du patient et la potentielle évolution et efficacité de la thérapie suivie. Nous souhaitons donc trouver un moyen d'avoir un suivi des stéréotypies du patient et permettre au psychiatre chargé de la thérapie de voir si le patient arrive à mieux les gérer. Notre projet viserait en fait à être un indicateur pour le médecin, le patient (et son tuteur si le patient est un enfant) de l'avancée du traitement, de son bon fonctionnement et le cas échéant il permettrait en amont de le réajuster pour l'adapter aux besoins du patient.

En clair, ce projet est donc destiné à des spécialistes, s'occupant d'enfants ou d'adultes autistes, qui souhaiteraient effectuer un suivi de l'évolution de la fréquence des stéréotypies de leurs patients dans leur vie de tous les jours. Pour coller au mieux à ces contraintes, nous avons envisagé un bracelet connecté qui pourrait détecter les mouvements des différentes stéréotypies possibles et qui les transfèreraient sur un site que nous aurons créé. Sur ce site, le psychiatre pourra ainsi consulter en temps réel l'état de son patient et voir l'évolution de la fréquence et de la durée des stéréotypies afin d'adapter les solutions pour son patient.

b. Limitations (techniques, éthiques...)

Cependant au cours de notre projet nous serons confrontés à certaines limitations. Tout d'abord d'ordre technique, en effet le bracelet récupérerait des données telle que la fréquence cardiaque au niveau du poignet du patient, or une mesure à ce niveau s'avère moins précise qu'une mesure prise au bout des doigts ou directement sur la poitrine, les données récoltées pourraient donc être erronées ce qui poserait un problème pour les analyser par la suite. De plus, notre dispositif nécessiterait un

accès à internet et bien qu'actuellement ce soit le cas pour une majorité de la population, cela exclurait son utilisation pour une minorité.

D'autre part, des limitations éthiques se poseront également, notamment au niveau de la gestion des données. En effet, les différentes données récoltées sur le patient seront des données médicales sensibles et personnelles dont il faudra s'assurer de préserver la sécurité et la confidentialité en les préservant de toute fuite ou hacking. Sachant qu'actuellement toute connexion laisse des traces il faudra protéger les données notamment des gros groupes qui pourraient les recueillir pour en faire des statistiques et s'en servir à des fins publicitaires.

4. Mise en œuvre de ce dernier

a. Fonctionnalités à intégrer

Afin de mettre en œuvre notre projet, il va nous falloir acquérir certaines compétences, notamment l'apprentissage et la connaissance des technologies qui vont nous permettre de conceptualiser et de réaliser notre projet. Nous avons besoin de plusieurs modules afin de réaliser notre projet.

Dans un premier temps, nous devons réaliser un site, une interface web avec laquelle le professionnel va devoir se connecter afin de suivre l'évolution du patient en temps réel. Cette interface pourra éventuellement se décliner dans le futur sous la forme d'une application mobile. Ce dernier doit pouvoir rassembler toutes les informations nécessaires au suivi du/des patients. Il faut donc que l'application contienne un système de Login/Password.

Pour un patient avec un dispositif connecté, il doit y être associé deux comptes. Le premier, un compte patient sur lequel le patient lui-même ou un proche pourra suivre une certaine quantité de données. Ce compte est créé lors de l'achat du dispositif. Le second compte est le compte docteur, ce compte permet de suivre en temps réel toutes les données collectées par le dispositif. Ce compte est créé via une demande à effectuer auprès des concepteurs. Ces deux comptes auront des droits de gestion différents. Les deux auront accès à la messagerie instantanée. Ils peuvent s'envoyer des messages, et ont accès à une fonction appel d'urgence qui lance un appel important. La fonction « notification d'urgence » se lance également si une des valeurs se trouve à un seuil critique.

La question des valeurs à afficher est pertinente, l'interface web se doit d'être lisible et de donner des informations claires et précises. Dans un premier temps, le rythme cardiaque est la première chose à afficher. On peut accompagner cette information par le taux de saturation en oxygène du sang. En effet, le stress étant une raison de l'augmentation de stéréotypies, il est primordial d'obtenir ces données. On pourrait également mettre en place une valeur critique de battements par minutes à 100. Si cette dernière est dépassée une notification est alors envoyée au patient (ou à son tuteur) lui demandant si ce dernier pratique une activité sportive. Si c'est le cas, la

valeur est alors normale mais sinon, une alerte est envoyée, cette valeur étant bien trop au-dessus du BPM moyen (entre 60 et 80). Également, un graphique sera disponible afin de suivre la quantité de crises par jour, et son évolution. Le dispositif sera équipé d'un micro, capable d'enregistrer et d'être activé à distance par le superviseur. Un capteur de mouvement et une balise GPS seront également sur le dispositif afin de pouvoir connaître la position du malade à tout moment.

Nous réfléchissons encore et toujours à de nouvelles possibilités, mais nous voulons que le dispositif soit évolutif avec le temps. Qu'une première version du dispositif et du software associé soit disponible puis que ce dernier évolue dans le temps en fonction des avancées technologiques. Par exemple, utiliser le micro pour enregistrer les spectres de la voix du patient (à isoler des autres bruits environnant), puis de comparer ces derniers sur un court laps de temps afin de détecter une éventuelle stéréotypie vocale.

b. Choix des logiciels et raisons

Le choix du langage de programmation est une question importante à se poser. En effet, il existe plusieurs possibilités qui permettent de réaliser une application web. La première question qu'on devrait se poser, ce sont les contraintes qu'il faut respecter.

Il faut pouvoir créer une interface web (qui pourra être décliné dans une version mobile dans le futur) qui puisse afficher les données et les graphiques de manière dynamique. Il faut que l'interface soit simple pour un utilisateur lambda (notamment un parent qui n'est peut-être pas forcément adepte des nouvelles technologies).

Pour toute la partie front-end nous nous fions aux grands classiques de l'informatique et des technologies web. HTML couplé à CSS forme une paire difficilement détrônable de nos jours. Le côté dynamique sera apporté par Javascript qui nous permettra d'implanter énormément de menus et de contenu dynamique rendant le tout plus lisible et plus agréable pour l'utilisateur.

Pour la partie back-end, on pourrait par exemple utiliser un environnement existant. Mais le projet est bien trop précis et tourné vers une cible spécifique. Si notre projet se veut pertinent, il faudra utiliser un back-end propre à notre projet.

Lorsque l'on regarde les coûts d'hébergement des serveurs, des différents langages, il est alors évident que coder le back-end nous même à l'aide de PHP sera la solution la plus intéressante.

Pour la partie login ainsi que la conservation des différentes variables, une base de données SQL sera nécessaire.

Enfin, les technologies utiles à la programmation de l'intelligence artificielle ainsi qu'à la récupération des différentes données ne nous intéressent que plus tard dans le processus de développement du projet. Nous nous focalisons sur la partie du développement web dans un premier temps. Nous irons nous concentrer sur la partie récupération de données et IA en 4ème année, voire en 5ème année.

c. Choix du dispositif

a. Qu'est-ce qu'un accéléromètre ?

Un accéléromètre est composé d'une partie mécanique, composée d'un système masse-ressort qui détecte les accélérations de cette masse et d'une puce électronique qui interprète ce signal et va le transmettre aux logiciels gérant l'interface avec l'utilisateur.

Un accéléromètre ne détecte les mouvements que dans une seule dimension, il en faut donc trois dans un bracelet (ou autre système de détection de mouvements).

Ceux-ci sont parfois intégrés dans une centrale inertielle, qui capte la rotation et la vitesse angulaire.

Dans certains dispositifs (montres connectées, smartphones, traqueurs d'activités), il s'agit d'accéléromètres tridimensionnels qui comprennent un système électromécanique et un morceau de silicium (qui suit le mouvement) installé dans une cavité.

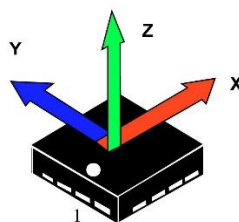


Figure 2 : Schéma d'un accéléromètre tridimensionnel

Les informations qu'un accéléromètre recueille sont l'intensité de l'activité physique (en coups/minutes) ainsi que la date et l'heure correspondante à cette activité.

Ce déplacement est alors mesuré : les informations sont transmises au smartphone et transformées, via des algorithmes ou des applications, en diverses données : nombre de pas, phase de réveil ou de sommeil.

Les accéléromètres dans la santé peuvent être utilisés dans les suivis des maladies telles que l'obésité, les pathologies cardiovasculaires et la réhabilitation afin de fournir un retour de leur niveau d'activité physique.

Parmi les dispositifs électro-médicaux déjà existants capables de récolter les données nécessaires à notre projet on trouve les coques de smartphones, les bracelets, les montres, les patches connectés ou encore les puces implantées directement sous la peau.

b. Différents dispositifs possibles

Il n'existe à l'heure actuelle aucun dispositif médical capable de détecter les stéréotypies. Cependant les dispositifs électro-médicaux cités ci-dessus peuvent être utilisés pour répondre aux besoins de notre projet. Nous les avons donc comparés afin de savoir ce qui serait le mieux adapté en fonction des fonctionnalités disponibles, du pragmatisme et également de l'accessibilité (prix, produit facile à trouver).

Premièrement, nous avons la coque intelligente Wello, elle est capable de capter des informations telles que le rythme cardiaque, la pression sanguine, la température et le niveau de stress ainsi que les fonctions respiratoires.



Figure 3 : La coque intelligente Wello

Elle est composée de deux capteurs et d'une puce électronique et enregistre en temps réel les données sur le smartphone en passant par une application mobile. Ce qui est intéressant dans cette solution c'est qu'une application mobile existe déjà ce qui faciliterait la récupération des données cependant, il faudrait modifier cette application afin qu'elle soit adaptée à nos besoins. Malheureusement, le problème majeur de cette coque est qu'il faut prendre son téléphone en main pour que les capteurs fonctionnent or les personnes autistes ne vont pas prendre leur téléphone dès qu'ils ont une crise. Ce dispositif n'est donc pas adapté à nos besoins mais nous pourrions nous en inspirer.

Deuxièmement, le bracelet connecté. Ce dernier est composé d'un accéléromètre et permet, dans la plupart des cas, de récupérer les données de la fréquence cardiaque et de l'activité physique en les partageant en temps réel sur une application ou un site internet. De plus, on peut en trouver à moins de 30€ et à peu près partout. Ce dispositif correspond donc tout à fait à nos critères mais il manque deux critères essentiels, l'accès direct à l'application et pouvoir appeler le thérapeute choses qu'on ne pourra pas avoir sur un bracelet connecté simple.



Figure 4 : Exemple d'un bracelet connecté

Nous avons donc choisi une troisième alternative qui est la montre connectée. Elle est dotée d'un accéléromètre intégré et est donc capable de détecter les mouvements répétés, d'un écran qui pourra permettre à l'utilisateur de voir en temps réel ses informations et d'avoir accès à l'application. On peut également implémenter un code à l'intérieur afin d'avoir une interface plus simple pour l'utilisateur (épurer le design avec seulement les icônes importantes) et de modifier l'utilisation de l'accéléromètre pour qu'il détecte les stéréotypies. Cependant cette montre a un coût mais nous pensons que c'est la meilleure alternative qu'on pourrait trouver.



Figure 5 : Exemple d'un modèle de montre connectée

Il y a une autre alternative qui est la puce implantée directement sous la peau. Mais ce dispositif pourrait poser des problèmes éthiques et avoir des autorisations pour l'utiliser serait beaucoup plus compliqué que d'utiliser une montre connectée déjà existante sur le marché.

c. Choix de la montre connectée

Après avoir décidé que nous allons utiliser une montre connectée, il faut choisir le modèle de cette montre. De nombreux modèles sont présents sur le marché, de différents prix, de différentes tailles, simples ou non d'utilisation. Il faut une montre la plus simple possible à utiliser pour le patient mais également à implémenter pour le code que nous voulons mettre à l'intérieur et l'installation de notre application. De plus, les montres sont bloquées pour que nous ne puissions pas modifier le code à l'intérieur il nous faut donc une montre pour laquelle les licences nous sont accessibles pour que nous puissions mener à bien notre projet sans trop de difficultés.

Comme l'une d'entre nous a déjà travaillé sur des montres connectées l'an dernier, les recherches ont été plutôt rapides quant au choix de la montre. Nous avons donc décidé de choisir une montre connectée Samsung (la Galaxy Watch Active 2) malgré son prix plutôt élevé (299€) elle est parfaite pour l'utilisation que nous allons en faire.



Figure 6 : Samsung Galaxy Watch Active 2

En effet, elle est équipée d'un accéléromètre puisqu'elle est capable de récupérer les données lorsque l'utilisateur fait du sport par exemple de la course à pied. De plus, nous pouvons utiliser le logiciel Tizen SDK qui est un kit de développement logiciel créé par Samsung pour permettre aux développeurs de créer des applications à utiliser sur Samsung et codées en HTML. Ce SDK regroupe un environnement de développement intégré (IDE), un émulateur, une chaîne de compilation (toolchain), des échantillons de code et de la documentation. Tizen SDK offre une solution multi plateforme et comprend toutes les API nécessaires à l'utilisation des périphériques comme le Bluetooth et le NFC. Enfin, il fournit un environnement de développement amélioré et intègre un inspecteur de code JavaScript de Chrome ainsi qu'un visualiseur de log JS. Cela nous permettra de créer notre propre application et de l'envoyer directement sur la montre. Enfin, grâce à Tizen nous pourrions également modifier l'affichage sur l'écran de la montre afin que l'écran principal soit le plus épuré et le plus simple d'utilisation possible pour le patient. Avec un accès direct à l'application ainsi qu'un bouton pour appeler son médecin par exemple ou encore l'affichage de son rythme cardiaque. Cependant, l'accès à la montre est "bloqué" on ne peut pas modifier comme on le souhaite le code de la montre. Pour cela, il faut faire une demande de brevet auprès de Samsung afin qu'il nous donne accès à ce code.



Figure 7 : Exemple de modification de l'interface d'une montre connectée à l'aide de Tizen SDK

Conclusion

Après avoir effectué des recherches sur l'autisme, ses symptômes et ses traitements nous nous sommes vite rendu compte de deux points importants. Le premier étant que l'état d'un patient autiste et l'évolution de son trouble sont grandement liés aux stéréotypies qu'il présente et à leurs fréquences. La deuxième information majeure que nous avons récoltée est qu'il n'existe à ce jour aucun traitement médicamenteux pour améliorer significativement la vie d'un patient autiste et que la recherche en matière de thérapie est toujours d'actualité. En ayant en tête ces deux éléments il nous a paru intéressant de travailler sur ce projet de montre connectée mêlant les domaines de l'informatique et de la santé. Selon nous cette montre, accompagnée du site web et de la potentielle application mobile, représentent une méthode accessible, simple et efficace de suivi des patients autistes pour eux-même, leurs proches et leurs médecins en s'appuyant justement sur l'évolution significative des comportements stéréotypés. Le dispositif ainsi que les langages utiles à la programmation du site et de l'application ayant été précédemment fixés il restera à coder le tout, tout en réfléchissant de manière plus poussée aux problèmes éthiques que pourraient soulever notre système. Enfin, la poursuite de notre projet en 4ème année voire en 5ème année viserait à intégrer à notre projet une intelligence artificielle capable de distinguer un comportement stéréotypé d'un comportement agité usuel afin de rendre notre équipement le plus précis possible.

Tables des figures

<i>Figure 1 : Le pédopsychiatre Léo Kanner</i>	5
<i>Figure 2 : Schéma d'un accéléromètre tridimensionnel</i>	14
<i>Figure 3 : La coque intelligente Wello</i>	15
<i>Figure 4 : Exemple d'un bracelet connecté</i>	16
<i>Figure 5 : Exemple d'un modèle de montre connectée</i>	16
<i>Figure 6 : Samsung Galaxy Watch Active 2</i>	17
<i>Figure 7 : Exemple de modification de l'interface d'une montre connectée à l'aide de Tizen SDK</i>	18

Bibliographie

Voici les liens de tous les sites sur lesquels nous sommes allés pour écrire ce rapport :

1. Définition et description de l'autisme

<https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/autisme>

<https://spectredelautisme.com/trouble-du-spectre-de-l-autisme-tsa/>

2. Comportements stéréotypés

<https://spectredelautisme.com/particularites-autisme-tsa/stereotypes/>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1071909117301535?via%3Dihub>

<http://isabellesamyn.e->

<monsite.com/medias/files/descriptionautismeautismeeurope.pdf>

3. Notre projet

<http://thesesante.ups-tlse.fr/2282/1/2018TOU31105.pdf>

<http://ibracelet.weebly.com/inconveacutenients.html>

4. Mise en œuvre de ce dernier

<https://www.amenschool.fr/langage-de-programmation-pour-site-web/>

<https://blog.openclassrooms.com/2018/12/13/meilleur-langage-de-programmation-web/>

<https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/smartphone-accelerometre-16344/>

<https://www.revmed.ch/RMS/2004/RMS-2491/23948>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3513682/pdf/DialoguesClinNeurosci-14-281.pdf>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3848246/pdf/nihms-428984.pdf>

<https://sci-hub.do/10.1111/jar.12021>

<https://www.digitalcorner-wavestone.com/2014/09/revolution-objets-connectes-cest-maintenant/>

<https://www.samsung.com/fr/watches/compare/?product1=sm-r820nskaxef&product2=sm-r855fzdaeub&product3=sm-r850nzdaeub>

Sites avec des articles intéressants : <https://scholar.google.com/>,

<https://scihub.wikicn.top/> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>