

Université d'Aix-Marseille
Polytech Marseille
Département Informatique
Marseille, France

RAPPORT FINAL DE PROJET

Cerveau et Émotions



Auteurs :

Maxime GAUTIN
Mathias HADJI
Josaphat SOME

Tuteur :

Mohamed QUAFAROU

Année universitaire 2017/2018

INFO4 2018

Remerciements

Nous tenons à remercier M. Mohamed Quafafou qui nous a proposé de donner suite à ce sujet de projet très intéressant.

Table des matières

1.Introduction	5
2. Cahier des charges	6
2.1 Objectifs	6
2.2 Présentation du sujet	6
2.3 Contexte	6
2.4 Description de l'Existant	6
2.5 Caractéristiques des utilisateurs	7
2.6 Environnement de fonctionnement	7
2.7 Fonction du produit	7
2.8 Contraintes	8
2.9 Exigences non fonctionnelles	9
2.10 Livrables	9
2.11 Planning	9
3. Spécifications	10
3.1 Exigences fonctionnelles	10
3.2 Spécifications détaillées	10
4. Cahier de Conception	14
4.1 Description et analyse de l'environnement	14
4.1.1 Ressources matérielles:	14
4.1.2 Ressources logicielles:	14
4.2 Architecture	14
4.4 Aspect Dynamique	16
5. Organisation autour du Projet	17
6. Rendu Final	19
6.1 Résultats	19
6.1.1 Cas d'utilisation APP	19
6.1.2 Cas d'utilisation PRE	21
6.2 Conclusion	22
6.2.1 Objectifs accomplis	22
6.2.2 Apport du projet	23
6.2.3 Perspectives d'avenir	23
7. Conclusion générale	24

Table des figures

Figure 1: Diagramme des cas d'utilisations	7
Figure 2: Planning	9
Figure 3: Visuel de l'écran d'accueil	11
Figure 4: Visuel de l'écran de connexion	12
Figure 5: Visuel de l'écran principal	13
Figure 6: Schéma du modèle MVC appliqué à notre application	15
Figure 7: Diagramme de séquence	16
Figure 8: Balsamic	17
Figure 9: StarUML	17
Figure 10: Android Studio	18
Figure 11: Écran d'accueil et écran de connexion	19
Figure 12: Écran des permissions	20
Figure 13: Écran principal	21
Figure 14: Différents cas possibles	22

1. Introduction

Le développement de l'Internet des Objets (IoT) conduit à l'émergence de nouveaux dispositifs qui captent les données. Aujourd'hui, les capteurs sont exploités dans des applications réelles telles que la gestion des places de parking des villes, la gestion de véhicules dits intelligents, l'adaptation de la lumière des rues, la gestion des messages d'avertissement sur une autoroute, etc. Une classe importante de ces capteurs concerne le corps humain et ils sont utilisés pour récupérer des informations du corps, par exemple, la température, le rythme cardiaque, etc.

Dans ce projet, nous allons considérer les capteurs qui récupèrent les informations relatives au cerveau. C'est le cas de Muse, un serre-tête qui va permettre de réduire le stress en captant les ondes cérébrales, mais aussi d'améliorer l'efficacité du cerveau à travers différents jeux et exercices.

L'application Cerveau et Émotions sur laquelle porte notre projet a pour objectif de récupérer et donner du sens à ces données cérébrales.. Pour cela, on utilise un algorithme de classification très connu , SMV, qui à partir de données d'apprentissage permettra de déterminer si un utilisateur se trouve dans un état émotif ou de relaxation. Le but étant de lui permettre de s'entraîner à maintenir sur une période relativement longue son niveau de relaxation (méditation).

Pour ce faire, une étude préliminaire des besoins sera réalisée afin de dégager les grandes lignes en tenant compte des contraintes. Ensuite, nous formalisons les résultats de cette étude sous la forme de spécifications puis nous développerons l'application en elle-même.

2. Cahier des charges

2.1 Objectifs

Cette partie présente les spécifications fonctionnelles et non fonctionnelles du projet de développement de l'application Android *Cerveau et Émotions*.

2.2 Présentation du sujet

Le but de ce projet est de proposer une couverture fonctionnelle permettant d'exploiter le dispositif Muse, appareil permettant de récupérer les signaux du cerveau. Il s'agira de mettre en place une application android capable de se connecter à un casque Muse, de récupérer les signaux envoyés par le casque, puis de prédire l'état émotionnel de l'utilisateur à partir de ces signaux.

2.3 Contexte

Ce projet étudiant sera développé dans le cadre des options Ingénierie des Systèmes d'Informations et Réalité Virtuelle et Augmentée de la filière informatique 4A à Polytech Marseille.

Le tuteur de ce projet est : Mohamed QUAFAROU

Les étudiants : Mathias HADJI, Josaphat SOME, Maxime GAUTIN

Ici, le tuteur jouera aussi le rôle du client.

2.4 Description de l'Existant

Il nous a été fourni pour la réalisation du projet, une application mobile IOS AnalytiCeM, un casque Muse permettant de récupérer les signaux du cerveau. AnalytiCeM étant destiné à servir de base pour comprendre comment interagir avec un dispositif Muse à travers le SDK fourni par InteraXon (fabricant des Casque Muse).

2.5 Caractéristiques des utilisateurs

Cerveau et Émotions est destiné aux utilisateurs désireux de mieux connaître leurs cerveaux, ainsi qu'à ceux s'y intéressant dans un but simplement distractif.

L'objectif de ce projet étant de toucher un plus grand nombre de ces utilisateurs, nous avons porté notre choix sur la plateforme Android qui dispose en effet d'une très grande part sur le marché des smartphones. L'utilisateur s'attend à une application intuitive, simple à exploiter.

2.6 Environnement de fonctionnement

Cerveau et Émotions sera accessible à toute plateforme fonctionnant sous environnement Android. La version minimale de support sera Android 7.0 et toute version supérieure pourra exécuter l'application

En outre l'application communiquera avec des services natifs de la plateforme Android tel que le service Bluetooth qui permet de se connecter au casque Muse

2.7 Fonction du produit

Le but principal de l'application est de prédire l'état émotionnel de l'utilisateur à partir des signaux récupérés du cerveau grâce au casque Muse.

On dénombre essentiellement 2 cas d'utilisation :

- gestion appairage avec le dispositif Muse
- Visualisation des résultats de prédiction en temps réel et de l'historique des résultats sous forme de graphe.

En outre, Le système principal interagit avec des fichiers texte contenant les données d'apprentissage utilisés pour la prédiction. La figure ci-après détaille les fonctionnalités en question.

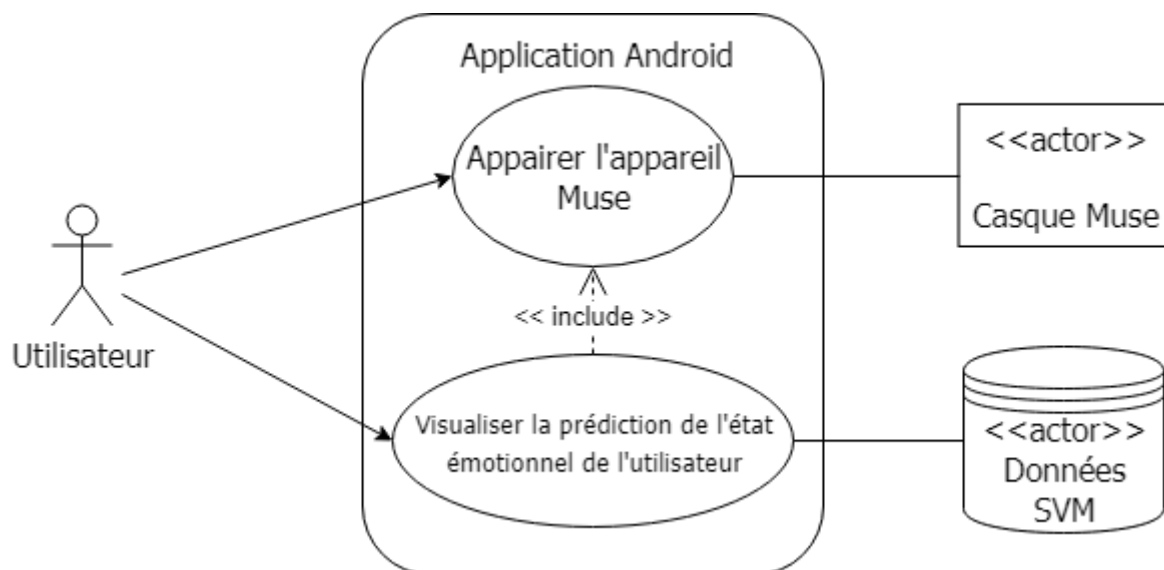


Figure 1: Diagramme des cas d'utilisations

Appareillage avec Muse

L'utilisateur doit avoir la possibilité de gérer l'appairage du dispositif Muse. Ainsi il peut avoir plusieurs casques et utiliser l'un ou l'autre de façon indépendante, comme source de données.

Gestion de la visualisation de la prédiction

L'utilisateur doit disposer d'une interface conviviale et descriptive lui permettant de visualiser et comprendre son état émotionnel de façon claire. On pourra pour cela, utiliser des couleurs représentative (Magenta pour état Émotif et Vert pour état Relaxé).

Zones d'analyse

Les signaux récupérés par le dispositifs Muse sont de 4 types correspondant chacun à une zone spécifique du cerveau.

Il s'agit des différents hémisphères que sont :

- Lobe Frontal
- Lobe Pariétal
- Lobe Temporal
- Lobe Occipital

2.8 Contraintes

L'une des contraintes imposées lors du choix du projet est l'utilisation du casque Muse.

L'application est développée avec l'IDE Android Studio, ce qui impose l'utilisation du langage Java pour le développement.

L'application doit être visuellement identique, quel que soit la résolution de l'appareil cible. Le but est d'arriver à uniformiser au maximum le design de l'application pour qu'il y ait le moins de différences possible lors de l'affichage sur différentes tailles d'écran.

La connexion Bluetooth est aussi une exigence pour l'application. Celle-ci permet d'établir une connexion au dispositif Muse afin de récupérer les signaux du cerveau.

2.9 Exigences non fonctionnelles

Compatibilité

L'application est conçue de façon à être complètement compatible et opérationnelle avec les versions Android ultérieures à la version 7.0. Il n'y a pas d'opération supplémentaire à effectuer pour assurer cette post-compatibilité. Cette version minimale est assujettie aux fonctionnalités utilisées dans l'application

et aux règles de compatibilité en vigueur lors de son développement. Les versions antérieures ne supporteront pas l'application.

Performance

Le système est conçu de manière à utiliser le moins de ressources possible pour accomplir sa tâche. Un système réactif et fluide est plus agréable à utiliser.

Qualité Logicielle

Le système fournit une interface graphique user-friendly avec une prise en main relativement simple des fonctions disponibles. Chaque acteur doit être capable d'utiliser l'application sans connaissance spécifique ou simplement en lisant le manuel d'utilisation.

2.10 Livrables

Les éléments attendus à l'issu du projet sont les suivants :

- **Matériel** : Dispositif Muse
- **Application** : Un exécutable (fichier .apk) de l'application Android Cerveau et Émotions.
- **Documentation** : Dossier de spécifications, Cahiers des charges et de conception, un rapport final d'activités.

2.11 Planning



Figure 2: Planning

3. Spécifications

Le document des spécifications va permettre de définir les spécifications techniques et fonctionnelles de l'application. L'objectif étant d'obtenir une description détaillée des fonctionnalités de l'application. On verra aussi les différents écrans permettant d'afficher ces fonctionnalités. Nous verrons aussi des maquettes de chaque écran afin de donner une première visualisation du projet.

3.1 Exigences fonctionnelles

Vous pouvez voir le diagramme de cas d'utilisation dans l'Introduction de ce rapport.
L'application devra répondre aux exigences fonctionnelles suivantes:

1. Use Case "Appairage" (#Réf: APP): L'utilisateur doit pouvoir appairer un appareil muni d'Android avec plusieurs casques Muse.
2. Use Case "Prédiction" (#Réf: PRE): L'utilisateur doit pouvoir observer à l'écran une prédiction de son état de relaxation.

3.2 Spécifications détaillées

Démarrage de l'application:

Au démarrage on affiche un simple écran avec un bouton "Commencer" situé au centre. Lorsque l'utilisateur appuie sur ce bouton il y a 2 possibilités :

- 1er cas : L'application est déjà installée et a déjà été utilisée. On accède alors à l'écran suivant qui permet de sélectionner un dispositif muse et de se connecter avec lui à l'aide du bluetooth.
- 2ème cas : L'application vient d'être installée et elle n'a jamais été utilisée. On va afficher un message d'alerte disant que l'utilisateur va devoir donner quelques permissions pour que l'application puisse fonctionner. On demande ensuite l'utilisateur d'autoriser ces permissions. Lorsque l'utilisateur sur autoriser on peut passer à l'écran suivant pour se connecter au dispositif Muse.

Voici un premier visuel de l'écran d'accueil :

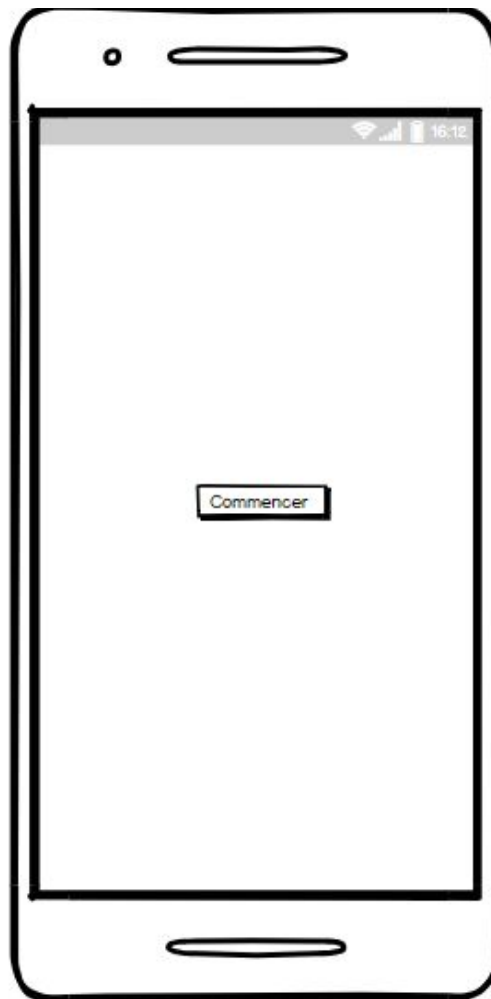


Figure 3: Visuel de l'écran d'accueil

Connexion au casque Muse:

Avant de pouvoir accéder à la page principale l'utilisateur doit se connecter au dispositif Muse. La connexion s'effectue à l'aide du bluetooth intégré sur le casque muse ainsi que sur l'appareil android utilisé. L'écran affiche les dispositifs disponibles sous forme de liste et lorsque l'utilisateur appuie sur un des dispositifs l'application se connecte à l'appareil Muse correspondant. L'utilisateur a aussi la possibilité de rafraichir la page, le système recommencera alors une analyse des dispositifs muse disponibles.

Conditions de connexion:

Pour que le dispositif Muse soit connecté il faut allumé et activer la connexion bluetooth de son téléphone.

Voici un premier visuel de l'écran de connexion de muse :

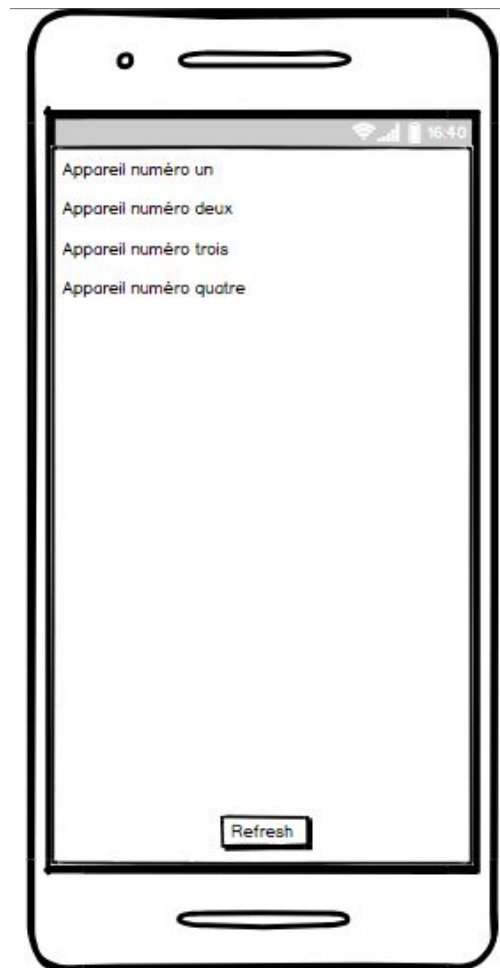


Figure 4: Visuel de l'écran de connexion

Visualisation des prédictions

Cercle

Le système permettra d'afficher les prédictions concernant notre niveau de méditation (probabilité) sous la forme d'un cercle qui se remplit en fonction de cette probabilité qui sera d'ailleurs affiché au milieu du cercle en pourcentage. On donnera une couleur différente pour la partie du cercle qui affiche l'état relaxé et l'autre partie qui affiche l'état émotif. On affichera une légende pour l'utilisateur afin qu'il comprenne à quel état correspond chaque couleur. Les prédictions affichées dans le cercle sont en temps réels. Le SVM traitera les données du cercle afin de les classer et de renvoyer au système la prédiction.

Graphe

En plus du cercle l'application affichera sur le même écran un graphe permettant de visualiser l'évolution des prédictions sur un temps donné. Les prédictions seront donc comprises entre 0 et 1 car ce sont des probabilités. Nous avons choisi d'afficher ces prédictions sur un temps de 45 secondes. Cela permet de bien visualiser les changements d'émotions de l'utilisateur qui peuvent s'opérer très rapidement selon son activité.

Précision des données

On affichera sur le même écran la précision de chacun des 4 capteurs du casque Muse. Les valeurs pourront varier de 1.0 à 4.0. 1.0 étant la meilleur précision et 4.0 la plus mauvaise. Il sera important lors de l'installation du dispositif Muse sur l'utilisateur que ces valeurs soient toutes à 1.0. Dans le cas contraire les prédictions renvoyées par le SVM ont de fortes chances de s'avérer fausses car les données provenant du casque Muse ne seront pas précises.

Voici un premier visuel de l'écran principal

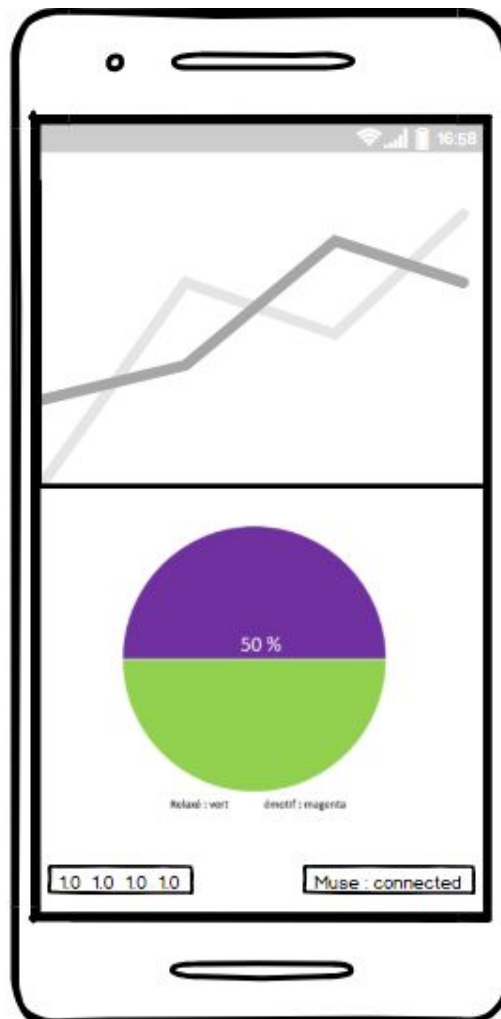


Figure 5: Visuel de l'écran principal

4. Cahier de Conception

Ce document permet de préciser comment vont être réalisées les spécifications déterminées dans le *cahier de spécifications*. Nous y aborderons:

- les technologies :ressources matérielles et logicielles utilisées pour développer l'application
- la structure statique et dynamique de l'application

4.1 Description et analyse de l'environnement

4.1.1 Ressources matérielles:

Pour développer cette application, nous allons utiliser:

- un **ordinateur**: afin d'utiliser le logiciel de développement **Android Studio**
- un **appareil sous Android**: cela nous permet de tester l'application
- un **casque "Muse headband"**: fourni par le tuteur de ce projet: Mr QUAFAROU accompagné d'un chargeur et d'un guide

4.1.2 Ressources logicielles:

Pour ce qui est des logiciels, nous allons utiliser:

- **Android Studio**: l'IDE (Integrated Development Environment) officiel pour le SDK (kit de développement) d'Android, un de ses nombreux avantages est qu'il permet de visualiser la mise en page des écrans. L'inconvénient de ce logiciel est son émulateur, en effet, les seuls appareils virtuels de cet AVD (Android Virtual Device) ayant des performances acceptable sont d'architecture x86, or, la librairie **LibMuse** ne compile pas sur les appareils d'architecture x86.
- **LibMuse**: la librairie contenant toutes les fonctions nécessaires pour interagir avec le casque Muse
- **LibSVM**: une librairie open-source contenant des techniques d'apprentissage supervisé et permettant de créer le classifieur qui sera utilisé afin de prédire l'état de relaxation de l'utilisateur à partir du signal envoyé par le casque et de données d'apprentissage
- **GraphView**: une librairie open-source permettant de créer et afficher des graphes rapidement

4.2 Architecture

Le modèle Modèle Vue Contrôleur (MVC) est un pattern important en programmation et c'est sûrement le design pattern le plus utilisé de tous. Il organise les objets en fonction de leur rôle dans l'application et encourage une séparation claire du code. Les trois rôles sont :

- Le modèle : l'objet qui gère les données de l'application et définit les méthodes qui les manipulent. Dans notre cas il s'agit de tout ce qui permet la manipulation des données du casque Muse notamment les fonctions des librairies SVM et Muse.

- La vue : l'objet en charge de la représentation visuelle du modèle et des contrôles avec lesquels l'utilisateur peut interagir ; Pour notre cas, ce sont tous les fichiers xml associés aux différentes activités de l'application.
- Le contrôleur : c'est le médiateur, celui qui coordonne tout le travail. Il accède aux données grâce au modèle et les affiche grâce à la vue, écoute les événements et manipule si besoin les données. Dans notre cas :
 - **MainActivity** est la classe qui gère l'interface d'entrée de l'application. c'est elle qui instancie place un Listener sur le bouton commencer.
 - **ActivityConnectMuse** qui gère la connection à un casque muse. Elle contient notamment un bouton refresh permettant d'initier la mise à jour de la liste d'appareils Muse détectés
 - **ActivityRealTimeEEGClassifier** permet la gestion de l'interface d'affichage des résultats de prédiction. Elle affiche en temps réels les résultats de classification
 - **MuseConnectionHelper** offre des fonctions manipulant la librairie native Muse.
 - **SVM_Helper** offre des fonctions manipulant la librairie LIBSVM

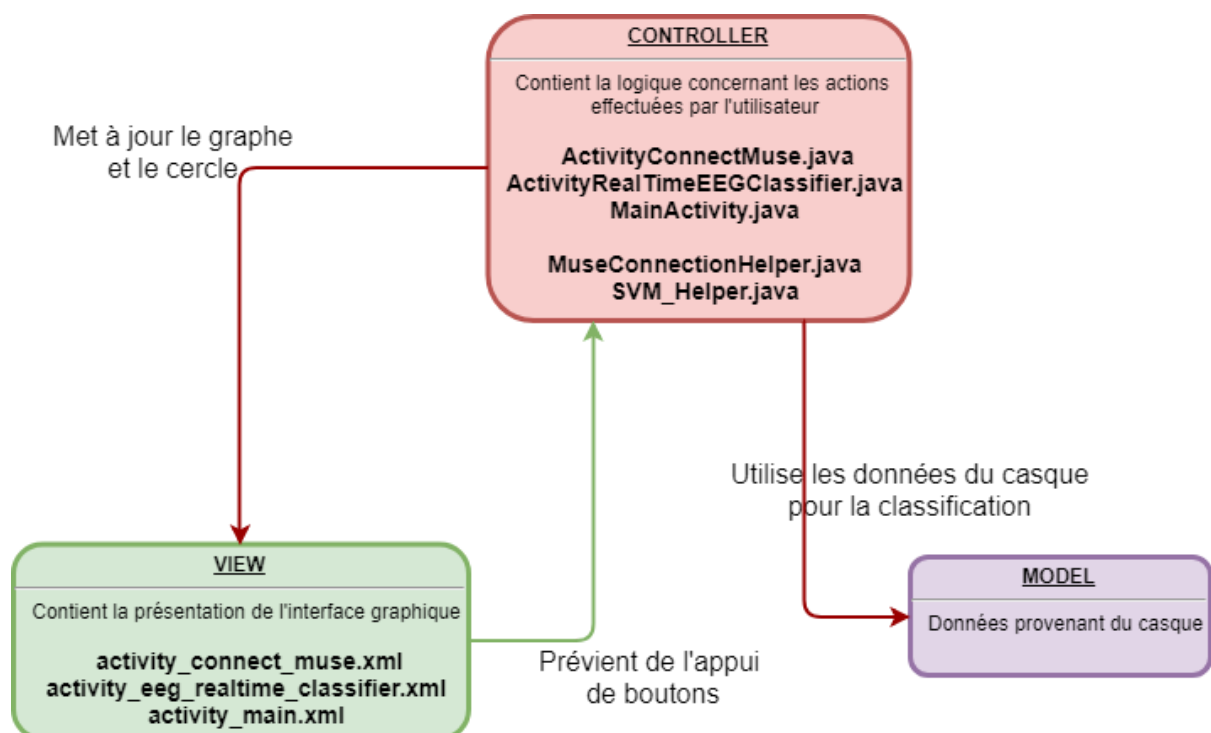


Figure 6: Schéma du modèle MVC appliqué à notre application

4.4 Aspect Dynamique

Le fonctionnement de l'application est expliqué dans le schéma de séquence suivant.

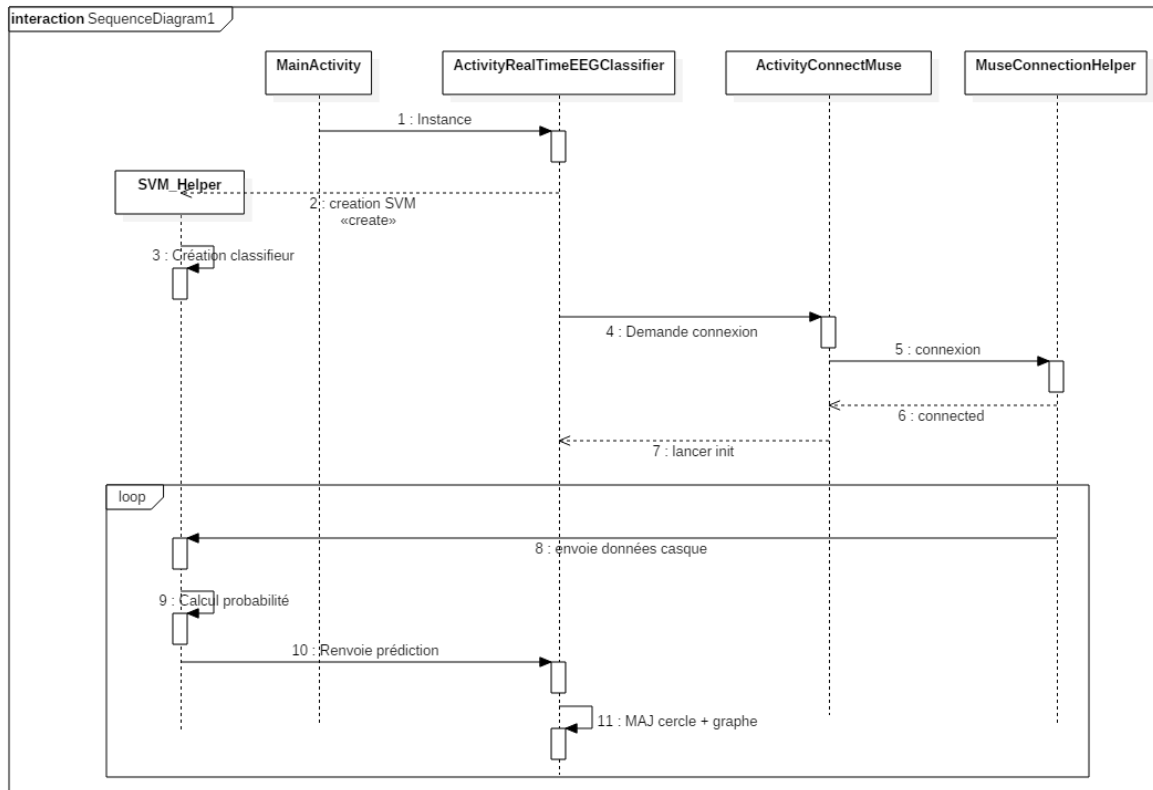


Figure 7:Diagramme de séquence

5. Organisation autour du Projet

Balsamiq : C'est un logiciel permettant de créer des visuels des écrans d'une application mobile android comme iOS. Il est très utilisé par les designers, cela permet d'avoir une première visualisation du projet sans même avoir commencé à coder.

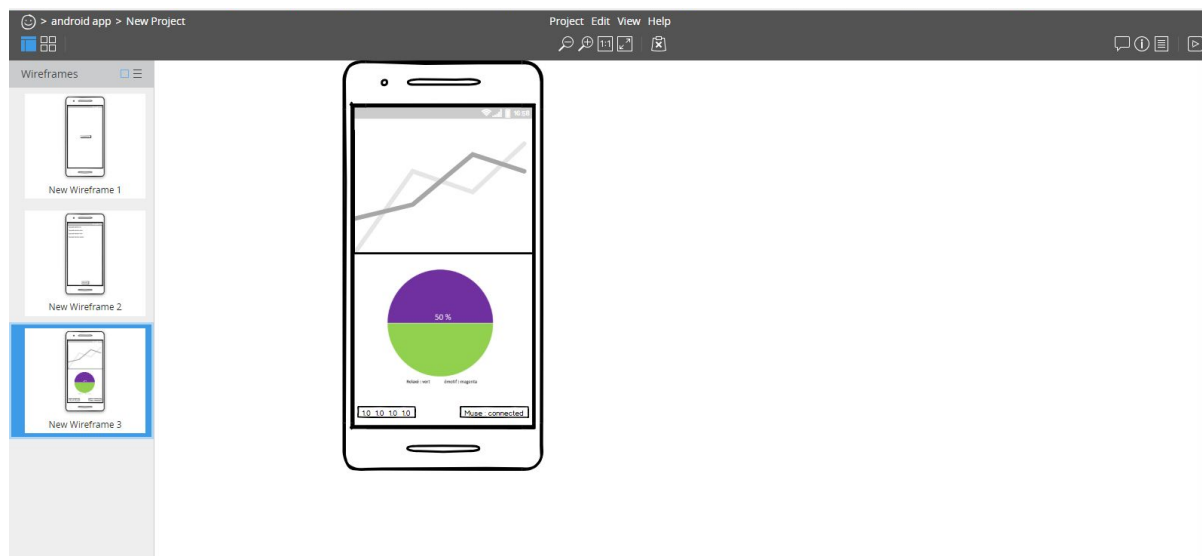


Figure 8: Balsamic

StarUML : C'est un logiciel permettant de créer des diagrammes UML. Ces différents outils facilitent grandement la création de ces diagrammes et sont très simple à utiliser.

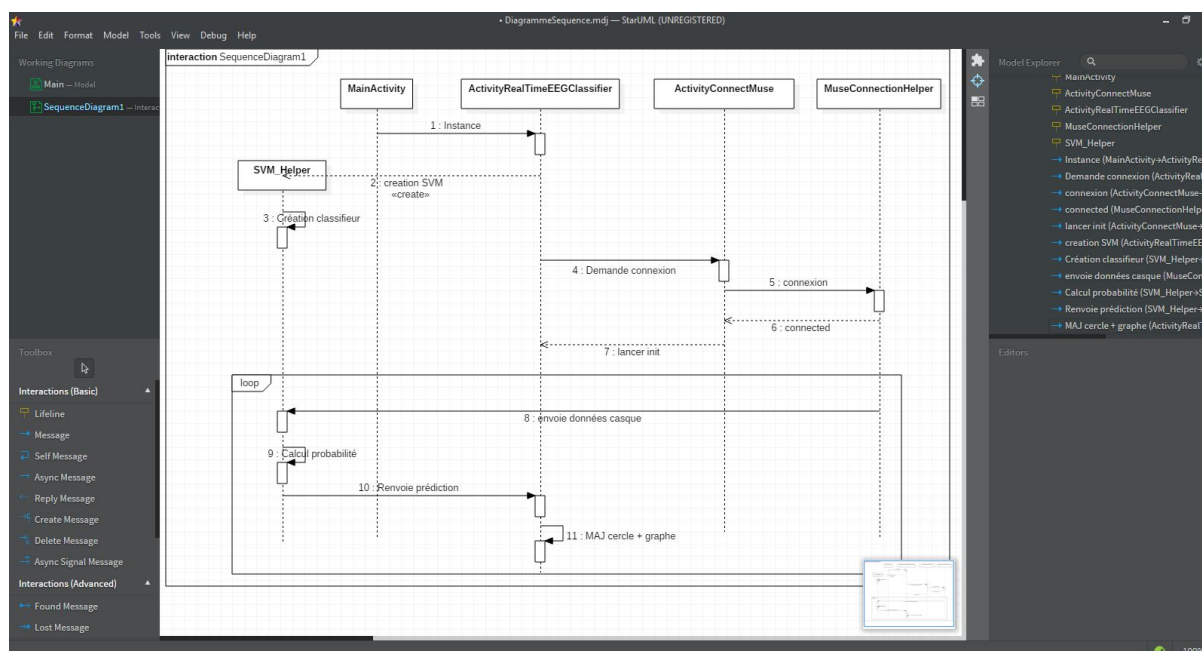


Figure 9: StarUML

Google drive : Cloud nous permettant de stocker le code ainsi que la documentation. Le drive étant partagé à l'ensemble de l'équipe peut apporter ses modifications aux documents en direct.

Android Studio : C'est le logiciel qui nous a permis de coder notre application. Il est spécialement dédié à la conception d'application Android et à leur structure, ce qui a représenté un gros avantage pour nous lors du développement de notre application.

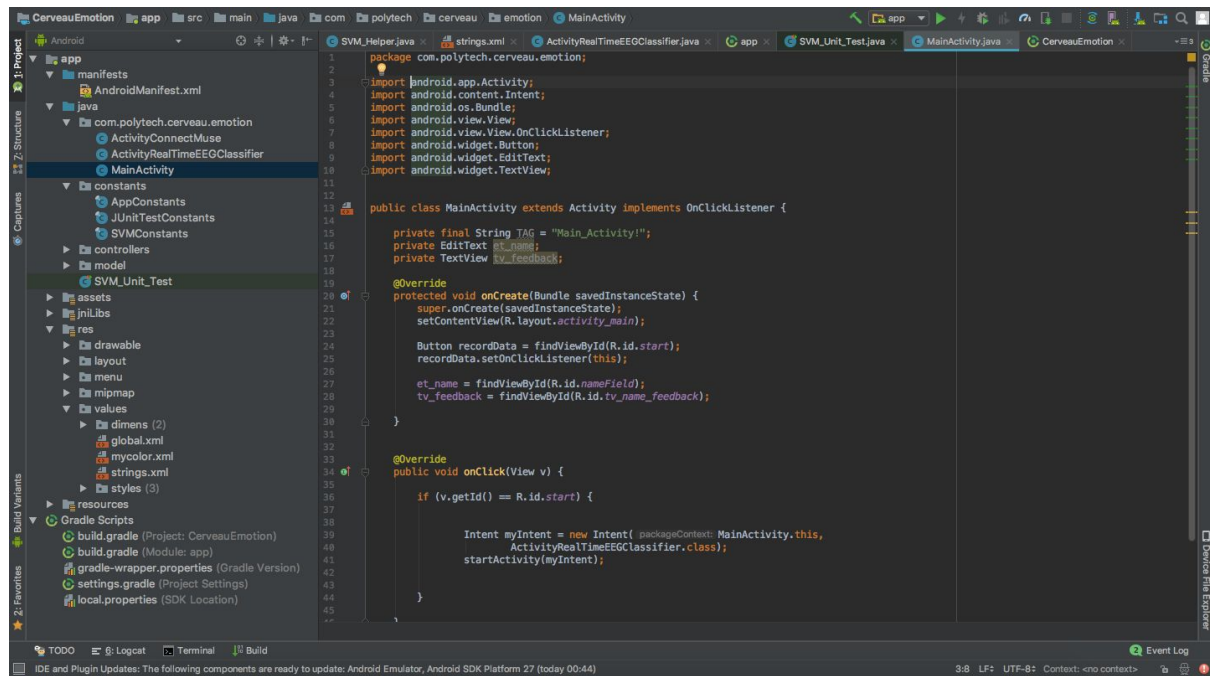


Figure 10: Android Studio

6. Rendu Final

Voici la conclusion de ces un mois et demi de projet, nous allons dans cette partie vous présenter de quelle manière notre application réponds aux demandes des 2 cas d'utilisation présentés dans le dossier de spécification.

6.1 Résultats

6.1.1 Cas d'utilisation APP

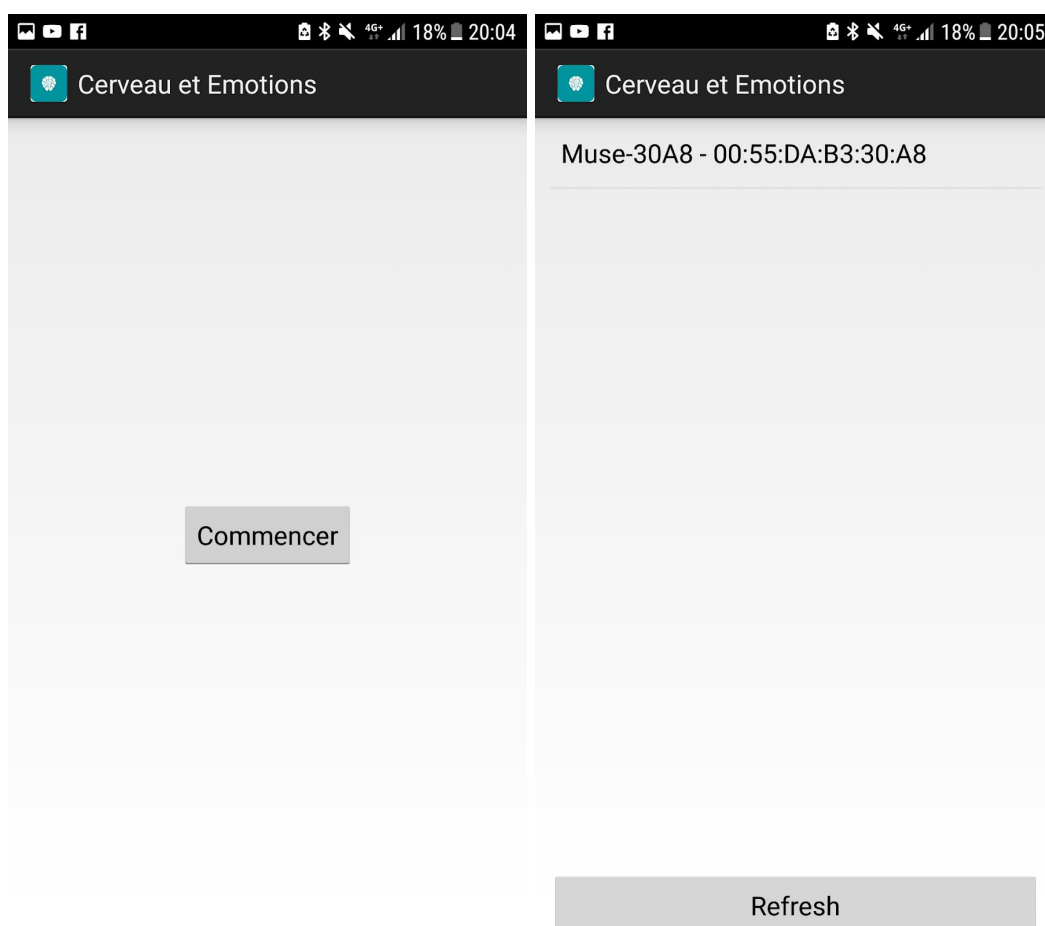


Figure 11: Écran d'accueil et écran de connexion

Ci-dessus nous avons donc les 2 premiers écrans de l'application. Le premier permet à l'utilisateur de démarrer l'application et d'accéder à la demande de permission pour utiliser certains dispositifs de l'appareil.

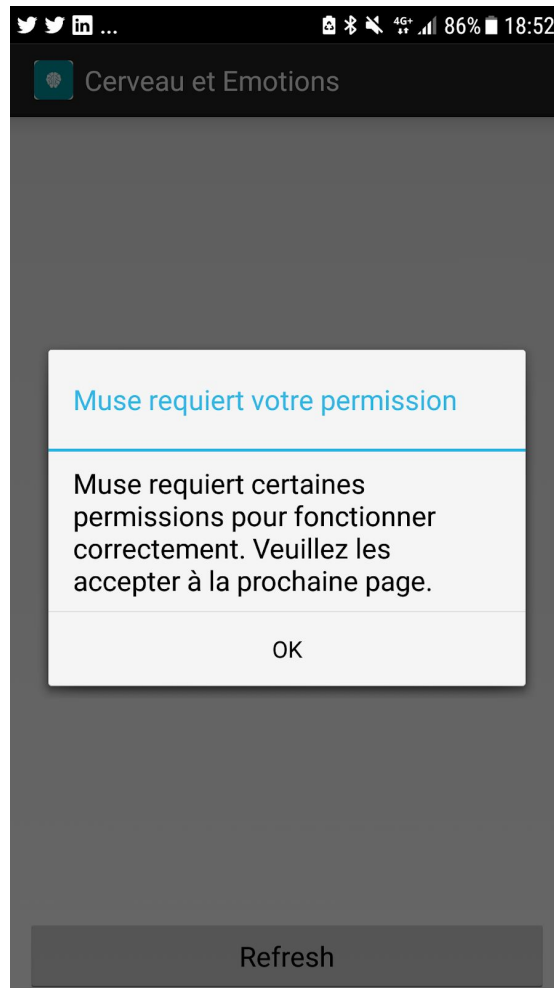


Figure 12: Écran des permissions

Une fois ces permissions accordées on accède au deuxième écran qui nous va afficher sous forme de liste les dispositifs Muse disponible pour appairage bluetooth. L'utilisateur a aussi la possibilité de refresh redémarrer l'analyse bluetooth. Pour se connecter à l'appareil l'utilisateur sur le nom du dispositif correspondant et un nouvel écran apparaît.

6.1.2 Cas d'utilisation PRE

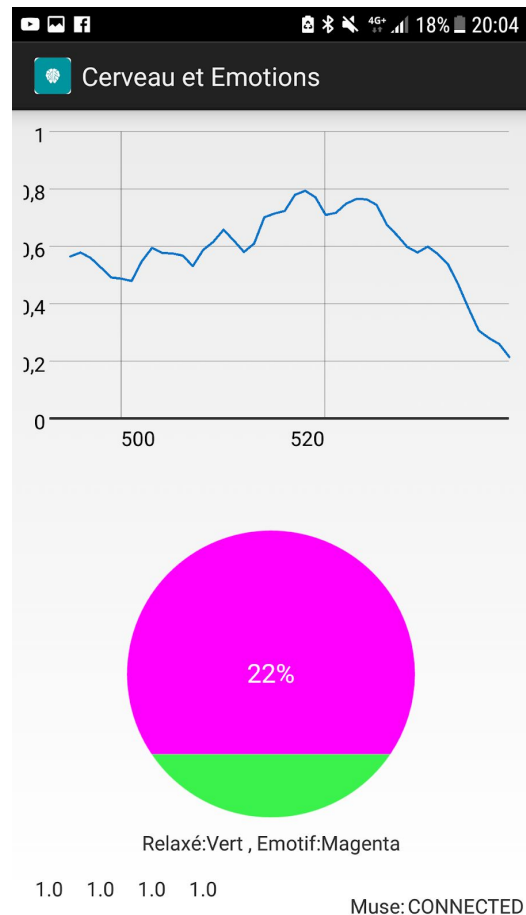


Figure 13: Écran principal

L'écran principale est composé d'un cercle où est affiché à l'intérieur le pourcentage du niveau de relaxation de l'utilisateur. Ce cercle permet aussi d'obtenir un bon rendu visuel du résultat en se remplissant en fonction du pourcentage. En vert est représenté le niveau de relaxation et en magenta le niveau de stress ou d'émotion. Une légende est affichée en dessous du cercle pour indiquer à l'utilisateur la correspondance des couleurs. Au dessus du cercle on affiche un graphe représentant l'historique sur 45s des valeurs du niveau de relaxation de l'utilisateur ce qui permet d'observer les évolutions du taux de relaxation. En bas à gauche de l'écran on affiche la précision des données provenant du casque. La moins bonne valeur est 4 et la valeur optimale est 1. Il est crucial que l'utilisateur attende que la précision des capteurs soient égales à 1 ou 2 car si les données sont imprécises l'analyse du niveau de relaxation pourra être complètement faussée et le résultat indiqué dans le cercle sera inexact.

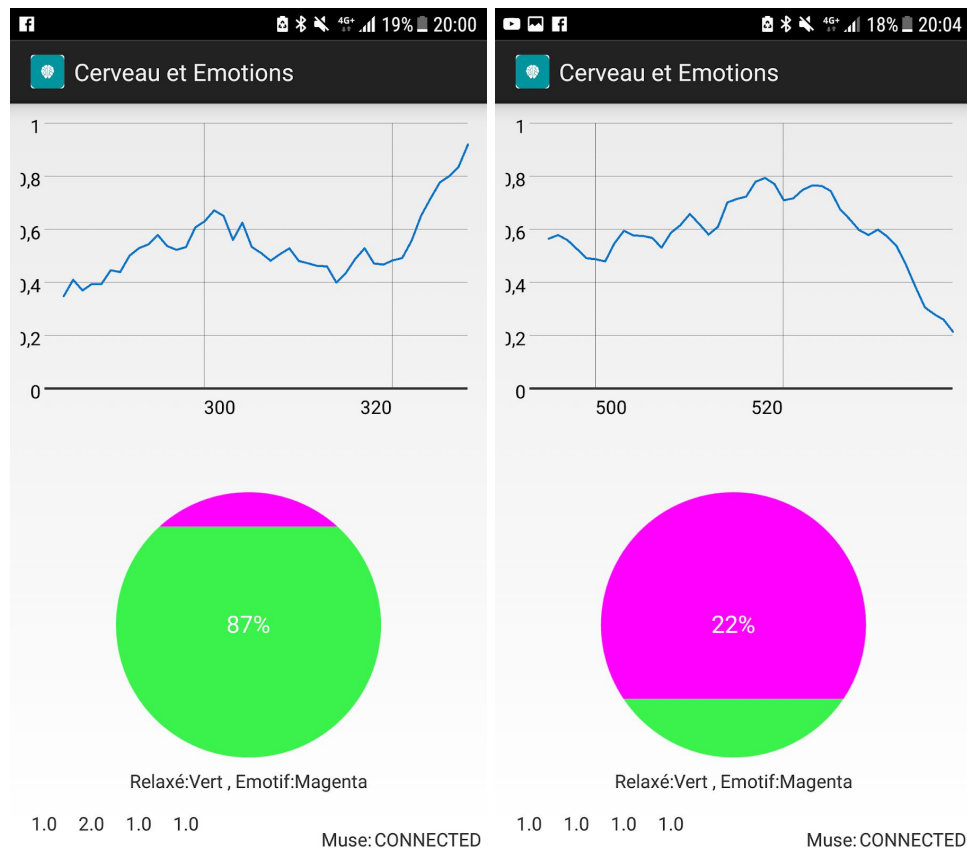


Figure 14: Différents cas possibles

Ces deux images ci dessus représentent deux cas possibles lors de l'utilisation. Dans la première image on observe que l'utilisateur est très détendu avec un niveau de relaxation de 87% et on remarque que le graphique affiche une forte hausse de la relaxation car le sujet devaient être stressé avant cela. la deuxième image représente exactement le cas inverse. C'est à dire que le sujet est plutôt émotif son niveau de relaxation est de 22% mais on constate qu'il était plus détendu juste avant car sur le graphe on observe une grosse baisse du niveau de relaxation.

6.2 Conclusion

6.2.1 Objectifs accomplis

Les principaux objectifs de ce projet étaient de créer une application android, utiliser le SDK de Muse et analyser les données récupérés pour prédire le taux de relaxation de l'utilisateur. Ces objectifs ont été accomplis en respectant le cahier des charges et en utilisant les cahiers de spécifications et de conceptions vu précédemment.

6.2.2 Apport du projet

Le projet nous a premièrement apporté beaucoup de compétences techniques notamment avec la programmation en Java qui était un langage que nous avons déjà abordé mais que nous avons pu approfondir. Nous avons dû étudier l'architecture android que nous n'avions jamais vu. Nous avons aussi utiliser dans ce projet une architecture MVC que nous avons étudié dans d'autres cours mais que nous n'avions jamais mis en pratique pour un tel projet.

Le projet nous a aussi beaucoup apporté au niveau de l'organisation. Nous avons dû respecter un planning serré. Pour cela il a fallu avoir une bonne répartition des tâches ainsi qu'un bon travail d'équipe. Nous avons appris à utiliser des outils de gestion de projet, nous avons rédigé une documentation pour rendre compte du travail d'ingénieur autour de ce projet.

6.2.3 Perspectives d'avenir

Cerveau et Émotions est un projet vaste dont nous avons réussi à réaliser la fonctionnalité principale. c'est une réalisation qui pourrait donc servir de base pour une application plus étendue. Comme extensions, on peut citer entre autres :

- ❖ Gestion de comptes d'utilisateurs :

Cela permettrait aux utilisateurs de disposer chacun d'un accès personnalisé à leurs données.

- ❖ Mise en place d'une base de donnée en vue d'exploiter les données utilisateurs :

Une base de donnée pourrait permettre de stocker puis exploiter les données des utilisateurs. D'un point de vue commercial par exemple il sera possible, à travers la base de donnée, d'identifier les utilisateurs ayant des difficultés à maintenir un niveau de relaxation durant leurs séances de méditation pour ensuite proposer leurs contacts à des entreprises qui donnent des cours de Yoga.

- ❖ Enrichissement des données d'apprentissage :

L'application pourrait offrir une interface permettant de recueillir des données d'apprentissage (signaux du cerveau en état de stress et signaux en état de relaxation). Cela permettra d'accroître les performance de l'algorithme de classification.

7. Conclusion générale

Nous arrivons au terme de ce projet avec un produit fini. En effet, l'application Cerveau et Émotions est fonctionnelle dans son état actuel et répond à l'exigence principale du cahier des charges, que le client, nous imposait. C'est donc un premier objectif brut qui est atteint.

Cependant, ce n'est pas le seul objectif qui a été atteint lors de ce projet. Nous avons au cours de ce projet adopté une démarche professionnelle, c'était une volonté de notre part. Cela nous a permis de considérer une nouvelle approche d'un projet et de considérer ce travail de plusieurs semaines par un biais beaucoup plus adulte comme nous pourrions avoir à le faire dans le futur professionnel qui nous attend. Autant par la gestion de projet et le cadre de suivi régissant le projet que par la rigueur quant aux différents outils spécifiques utilisés, ce projet fut enrichissant pour nous trois.

En tout point, ce projet est donc abouti, autant sur le plan production que sur le plan personnel pour chacun de nous. L'enrichissement et l'expérience que nous en retirons sont à la fois techniques et humains.

Et comme nous le disions plus haut, un premier objectif est atteint avec la production d'une première version de Cerveau et Émotions. Nous considérons toutefois que ce n'est ici qu'une première étape et que ce projet peut être la base d'un travail bien plus large et bien plus approfondi. L'application en elle-même possède une marge de progression extrêmement conséquente, un grand nombre d'améliorations et d'ajouts peuvent être faits.