

Zzafety Driving

Le plaisir de conduire en toute sécurité



Réalisé par : Estelle FIKET

Equipe pédagogique encadrante : Franck BROUILLARD, Marine GUILMONT, Martine THOMAS.

Années 2018-2019 – Promo 2020 Institut Villebon – *Georges Charpak*

Remerciements

De nombreuses personnes m'ont aidées tout au long de mon projet, permettant ainsi de faire naître ce prototype.

Je tiens à remercier l'ensemble des responsables et enseignants de l'Unité d'Enseignement Projet libre, à savoir Franck Brouillard, Martine Thomas, ainsi que Marine Guilmont. Sa disponibilité, ses conseils et son dynamisme m'ont permis de croire en ce projet malgré des phases difficiles. Sa passion pour l'enseignement et la recherche m'a amené à m'investir dans ce projet pour un rendu à la hauteur de son dévouement.

Je remercie de même l'IUT d'Orsay d'avoir mis à notre (les étudiants de l'UE Projet libre) disposition des équipements essentiels à la mise en place de nos réalisations personnelles. Un grand merci à Thomas de m'avoir appris à souder.

Je suis très reconnaissante envers Emma Barfety, sénior consultant chez Wavestone pour ses précieux conseils sur la gestion de projet et les outils à utiliser. Sa présentation m'a permis de réfléchir en profondeur à tous les points de mon projet afin de n'oublier aucun détail.

Un grand merci également à toutes les personnes ayant pris un petit moment de leur temps pour répondre au sondage mis en place. Cela a été d'une grande aide lors de la mise en place et la réflexion finale du design de l'objet, lors de la détermination d'une fourchette de prix idéal pour une mise en vente de l'objet mis en place, ainsi que lors de la mise en place de l'application.

Je remercie de plus Marie-Ange Audu, pour sa patience, sa gentillesse et son aide dans l'acquisition de matériels.

Sans l'Institut Villebon - *Georges Charpak*, je n'aurai jamais pu avoir la possibilité de réaliser un projet libre seule ainsi que réaliser ce projet dont j'avais connaissance depuis quelques mois. De plus, l'accessibilité aux matériaux et outils pour le réaliser, à un lieu où entreposer notre matériel et nos productions, et à une aide financière lors de l'acquisition de la matière première essentielle au développement de notre projet fut d'une grande aide. Merci infiniment.

Enfin, je ne pourrais finir ces remerciements sans mentionner mes collègues de l'UE Projet Libre. Nous avons passé un peu plus d'un mois ensemble, et ce fut un plaisir de voir l'implication et l'aide que chacun a pu apporter à d'autres dans la mise en place du produit final. De surcroît, voir l'évolution de tous les projets, partant d'une simple idée et de doutes et aboutissant à un objet ou à une application mobile est quelque chose de très enrichissant.

Table des matières

Remerciements.....	2
Table des matières : Figures	4
Table des matières : Annexes.....	4
Glossaires.....	5
Abstract.....	6
Résumé.....	6
Introduction	6
Les dispositifs mis en place actuellement.....	8
Ellcie Healthy.....	8
Safe Cap de Ford	9
Alertme	9
StopSleep	10
Zsafety Driving	10
Conception	12
Objet mis en place	12
Application mobile.....	14
Réalisation	14
Des améliorations possibles	15
Conclusion	16
Bibliographie	17
Annexes	19

Table des matières : Figures

Figure 1 - Paire de lunettes Ellcie Healthy	8
Figure 2 - Casquette Safe Cap de Ford	9
Figure 3 - Oreillette Alertme	9
Figure 4 – Bague StopSleep	10
Figure 5 - Phase d'activation de l'alarme	11
Figure 6 - Wemos-D1-MINI-ESP8266 (ESP-32)	12
Figure 7 - Accéléromètre MMA8451	12
Figure 8 - Buzzer passif	13
Figure 9 - Coque protectrice du circuit électronique réalisé	13
Figure 10 - Extensions mises en place	13
Figure 11 - Prototypé et page d'accueil de l'application mobile.	14

Table des matières : Annexes

Annexe 1 - Cahier des charges réalisé	19
Annexe 2 - Schéma de la chaîne d'information mise en place	19
Annexe 3 - Schéma électronique du circuit réalisé	19
Annexe 4 - Comparatif des microcontrôleurs utilisables pour le prototype	20
Annexe 5 – Lien Github	20
Annexe 6 – Dimensions de l'objet réalisé	20
Annexe 7 – Récapitulatifs des composants de l'objet	21

Glossaires

UV = UltraViolet

LED = Light-Emitting Diode (ou DEL en français Diode électroluminescente)

RVB = Rouge Vert Bleu

TTC = Toutes Taxes Comprises

BLE = Bluetooth Low Energy

CPU = Central Processing Unit (ou UCT en français Unité Centrale de Traitement)

ADC = Analog to Digital Converter (ou CAN en français Convertisseur A/N)

IDE (Arduino) = Integrated Development Environment (ou EDI en français Environnement de Développement Informatique)

ABS = Acrylonitrile Butadiène Styrène

PLA = PolyLactic Acid (acide polylactique)

RoSH = Restriction of Hazardous Substances

PBB = PolyBromoBiphényles

PBDE = PolyBromoDiphénylEthers

XML = eXtensible Markup Language (langage de balisage extensible)

HTML = HyperText Markup Langage

CSS = Cascading Style Sheets

PHP = PHP Hypertext Preprocessor

PCB = Printed Circuit Board (ou circuit imprimé en français)

Abstract

Nowadays, the number of road accidents related to drowsiness is constantly increasing. At first sight, this seems harmless, but on the road the truth is different: it can reach anyone at any time of the day. Most of the time, drivers who are victims of these drowsiness do not realize their condition, which very often leads to accidents involving other drivers. To overcome this problem, of course, it would be necessary to sleep more, or to use methods to fight fatigue while driving. But this is not always possible, and it only postpones the problem until later.

Zsafety Driving is a connected gadget consisting of a microcontroller, an accelerometer and a buzzer to analyze the inclination of a driver's head when drowsiness occurs, and to warn the driver with a sound effect. In association with a mobile application, the application based on a questionnaire, makes it possible to modify the sensitivity of the object according to the physical/psychological condition of the driver.

Résumé

De nos jours, le nombre d'accidents sur les routes liés à la somnolence est en augmentation constante. A première vue, cette dernière paraît inoffensive, mais sur la route la vérité est autre : elle peut atteindre n'importe qui à n'importe quel moment de la journée. La plupart du temps, les conducteurs victimes de ces somnolences ne se rendent pas compte de leur état, ce qui entraîne très souvent des accidents impliquant d'autres automobilistes. Pour pallier ce problème, il faudrait bien sûr dormir plus, ou employer des méthodes permettant de lutter contre la fatigue au volant. Mais cela n'est pas toujours possible, cela ne fait que de repousser le problème à plus tard.

Zsafety Driving est un gadget connecté composé d'un microcontrôleur, d'un accéléromètre et d'un buzzer permettant ainsi d'analyser l'inclinaison de la tête d'un conducteur qui se penche lorsque des somnolences surviennent, et d'avertir le conducteur à partir d'un signal sonore. En association avec une application mobile, cette dernière à partir d'un questionnaire, permet de modifier la sensibilité de l'objet en fonction de l'état physique/psychologique du conducteur.

Mots clés : Somnolence, mortalité sur les routes, microcontrôleur, accéléromètre, buzzer, application mobile.

Introduction

Dans le cadre de l'UE Projet Libre à l'Institut Villebon – Georges Charpak, un projet doit être réalisé en un mois. L'objectif de cette dernière est de mobiliser et de transférer les savoirs théoriques et les savoir-faire académiques de l'étudiant sous la forme d'un projet scientifique individuel. Pour cela, un besoin sociétal ou un enjeu social/sociétal doit être mis en exergue afin de mettre en place une problématique pour laquelle l'étudiant doit mettre en place une production technologique afin de résoudre le problème mentionné.

De nos jours, 1/4 des accidents de la route sont liés à la somnolence au volant. Ces cinq dernières années, ce phénomène est devenu la première cause de mortalité sur les autoroutes, soit environ 1/3 des accidents mortels (d'après le Figaro, l'Association Prévention Routière et Vinci).

La somnolence au volant est majoritairement due au manque de sommeil majeur de la population mondiale actuelle. Plus particulièrement, il a été montré en France d'après un article de l'Inserm, que « les Français dorment en moyenne 1h30 de moins qu'il y a 50ans ». Ainsi, plus d'un tiers des Français dormirait moins de six heures par nuit alors qu'une nuit de sommeil (leur étant recommandée) serait de sept à huit heures de sommeil (d'après le Figaro). Ce manque de sommeil génère de grandes répercussions sur les individus. Une étude sur le manque de sommeil et sa conséquence sur les perceptions (Van Dongen, HPA et al., 2003) montre que cette insuffisance engendre des déficits de performance cognitive, telle qu'une diminution de la concentration, des troubles de la vigilance et un manque d'énergie. De plus, une restriction modérée du sommeil chez des individus peut sérieusement altérer les fonctions neurocomportementales, engendrant notamment de nombreuses somnolences. Ainsi, la somnolence au volant peut être presque impossible à éviter. Il est même possible de faire l'analogie au fait qu'au-delà de 17h d'affilé sans sommeil, il est tout aussi dangereux de conduire en somnolant qu'avec un taux d'alcool dans le sang de 0,5g/L d'après l'Association Prévention Routière, et au-delà de 24h d'affilé sans sommeil, cela peut monter jusqu'entre 0,8 et 1g/L d'après la (Owens, J et al., 2018).

Le manque de sommeil n'est pas la seule cause de somnolence au volant. En effet, plusieurs paramètres rentrent en compte et il est d'ailleurs difficile d'estimer lesquels ont le plus d'impact sur les somnolences. Il peut être mis en avant l'état physique et psychologique du conducteur, les technologies embarquées et le confort d'une voiture, les conditions extérieures et celles de travail, les infrastructures extérieures etc (Annexe 1). Ces somnolences entraînent des « micro-sommeils » (d'après le Figaro) durant quelques secondes (1 à 4 secondes). Elles sont très fréquentes entre 2h et 5h, ainsi qu'entre 13h et 15h et le soir d'après l'Association Prévention Routière. Elle se distingue par des sensations de paupières lourdes, une gêne visuelle, une nécessité de changer de position fréquemment, une difficulté à garder la tête droite, des fourmillements dans les jambes, une passivité dans la conduite, une sensation d'avoir froid. Le risque d'endormissement est alors accru, à savoir que ces somnolences interviennent sur tout type de trajet allant de celui quotidien vers son emploi, au long trajet de vacances. Le risque d'avoir un accident est multiplié par huit sous une conduite d'un conducteur somnolant (d'après le Figaro).

Par conséquent, les accidents dus aux somnolences au volant représentent une problématique importante dans le cadre de la sécurité routière. Ces dernières sont dangereuses pour un conducteur les ayant, mais encore plus pour les usagers de la route autour. Elle est d'ailleurs toujours sous-estimée (d'après Vinci), et c'est pour cette raison que la somnolence représente bel et bien un danger pour les automobilistes. Malheureusement, dans la majeure partie des cas, les individus étant obligés de prendre leur voiture en raison du fait qu'ils sont pressés, ou en raison de la zone géographique où ils se situent (par exemple cette zone ne possède pas un réseau de transport en commun, la distance domicile/lieu de travail) sont obligés de prendre leur véhicule afin de se déplacer malgré un potentiel état physique/psychologique augmentant les risques de somnolences.

Par conséquent, il peut être mis en exergue un besoin de mettre en place un objet permettant de détecter ses somnolences et de prévenir le conducteur avant que ces dernières ne se transforment en endormissement total et en accident.

Les dispositifs mis en place actuellement

De nombreuses campagnes de prévention sur la somnolence au volant ont été mises en place afin de sensibiliser les conducteurs sur les risques que cela peut avoir sur leur personne, mais aussi les risques que cela peut avoir sur les usagers de la route autour d'eux. Avec le progrès technologique actuel, de nombreux constructeurs automobiles ont mis en place des objets, des technologies permettant de réduire et d'éviter des accidents dus à l'endormissement au volant. Mais ces derniers sont souvent très peu mis en avant. De plus, étant en option lors de l'achat d'un véhicule, le prix est assez conséquent, ce qui freine la prise de ces options. Mais depuis quelques années, des entreprises indépendantes se sont lancées contre ce fléau, en produisant des gadgets faciles d'utilisation et ayant un coût beaucoup moins important comparé à celui d'une option sur un véhicule. Voici une présentation de quelques un d'entre eux.

Ellcie Healthy

Ellcie Healthy a mis en place des lunettes intelligentes Ellcie Healthy (Figure 1). Ces dernières intègrent un grand nombre de capteurs tels que des capteurs oculaires, d'humidité, de température et de pression atmosphérique, de lumière ambiante et d'UV, un accéléromètre et gyroscope. Ces derniers permettant notamment de prévenir l'endormissement au volant. En effet, ces capteurs intégrés à la monture envoient des informations (physiques, physiologiques ou environnementales) sur un smartphone ou un relai. Un algorithme Artificial Intelligence traite ensuite ses données afin de fournir à l'utilisateur des informations/prédictions relatives à sa santé et sa sécurité. De plus, grâce à un partenariat avec un grand opticien, Optic 2000, il est possible comme n'importe quelles autres montures de les rendre compatibles à la vue de l'utilisateur. Lorsque les lunettes déterminent une somnolence, des LEDs RVB (rouge, verte, bleue) et un buzzer vont s'activer afin de réveiller l'utilisateur. Cependant, il peut être mis en exergue certains inconvénients assez conséquents. Tout d'abord le point le plus important pour le consommateur est le prix. Ici, il est de 289€ TTC pour lequel il faut ajouter le coût des verres correcteurs. De plus, le fait que cela soit des lunettes, et que les individus sans problème de vue ou celles portant des lentilles en raison du fait que le port de lunettes les dérangent soient amener à les porter. En effet, lorsqu'un objet est destiné à être porté au niveau de la tête, il se doit d'être design et miniature, afin de ne pas gêner et déranger l'esthétisme. Ici les lunettes prennent une certaine place au niveau du visage et peuvent représenter une certaine gêne visuelle.

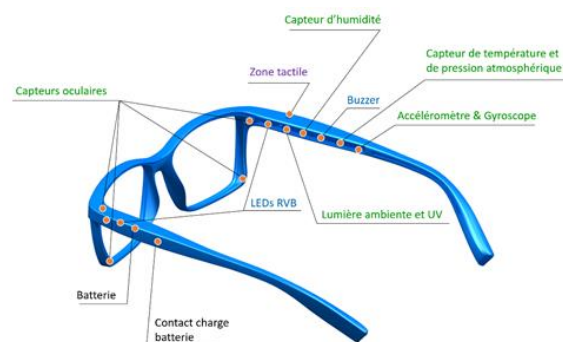


Figure 1 - Paire de lunettes Ellcie Healthy. Source : www.ellcie-healthy.com

Safe Cap de Ford

Ford a mis en place une casquette connectée Safe Cap (Figure 2). Encore en état de prototype, elle intègre un accéléromètre comme capteur, permettant de détecter les signes d'endormissement au volant (les hochements de tête) avant même que le porteur de cette casquette ne ferme les yeux.

D'après l'entreprise, cette casquette n'est pas visuellement handicapante. Mais des points pouvant gêner la conduite de l'utilisateur peuvent être relevés. Equipé d'un système vibratoire, d'une LED envoyant un flash et d'un buzzer, lors d'une alerte ces trois capteurs se déclenchent simultanément pouvant entraîner une gêne du conducteur lors du « réveil » brutal et engendrer potentiellement un accident dû à cette alerte. De plus, la visière de la casquette peut représenter une gêne visuelle, mais aussi tout simplement une gêne d'avoir un équipement englobant une bonne partie du crâne.

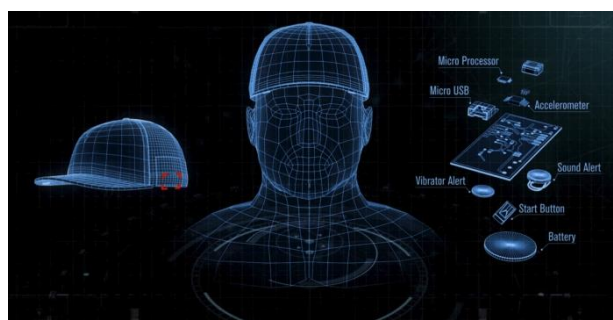


Figure 2 - Casquette Safe Cap de Ford. Source : www.siecldigital.fr/2017/11/06/safe-cap-ford-lance-une-casquette-connectee-bien-utile-aux-conducteurs/

Alertme

Plusieurs entreprises ont mis au point des oreillettes Bluetooth. Ce genre d'appareils est petit, ergonomique et léger (telle que *Alertme* de l'entreprise *Resqme* (Figure 3)). A partir d'un accéléromètre, *Alertme* détecte une inclinaison critique de la tête de l'utilisateur. L'angle d'activation de son alarme est de 15 à 20°, déclenchant ainsi une alarme émettant un son de 90dB, un son équivalent à un sifflet de policier. Son prix est faible comparé à la concurrence actuelle, il est de 9,95\$, soit 8,77€. Cet objet a donc tout pour rendre la conduite plus sûre et prévenir des accidents dû à la somnolence.

Cependant, l'utilisateur aura du mal à l'utiliser avec une paire de lunettes puisque l'oreillette s'accroche autour de l'oreille et entrera donc en conflit avec d'éventuelles branches de lunettes. De plus, le son qu'il émet est assez fort, et peut engendrer une gêne auditive ainsi que réveiller trop brutalement le conducteur.



Figure 3 - Oreillette Alertme. Source : www.resqme.com/product/alertme/

StopSleep

La bague StopSleep (Figure 4) est munie de 8 capteurs cutanés analysant continuellement l'activité électrodermale de l'utilisateur. Cette activité représente notre état de vigilance. StopSleep alerte le conducteur selon deux profils : le premier à partir d'une vibration, lorsque qu'une baisse de la vigilance est observée, et le second lorsque la vigilance est au plus bas et que le risque de somnolence est important à partir d'une vibration et d'une sonnerie. L'objet se porte au niveau de deux doigts que le conducteur choisi. Il est simple d'utilisation, rapide à recharger, ergonomique puisqu'il s'adapte à toutes les tailles de doigts, et il est fait à partir de matériaux anti-allergiques et très légers. En conclusion, cette oreillette a tout pour séduire les conducteurs.

Cependant, il peut représenter une gêne pour ce dernier au niveau du maintien du volant ou tout simplement pour la liberté de mouvements pour la conduite (passage des vitesses notamment). De plus, le prix de ce produit est assez élevé. Il faut déboursier 199€ pour cet objet.



Figure 4 – Bague StopSleep. Source : www.stopsleep.fr/

Zzafety Driving

Les inconvénients cités pour chacun des objets présentés précédemment constituent un frein lors de l'achat éventuel d'un dispositif contre la somnolence au volant. En effet, il serait préférable que l'objet soit économique, esthétique, petit, léger, facile à manipuler et utilisable par tous, et ergonomique. Il ne doit pas cependant devenir un gadget à utiliser occasionnellement. Sous un concept simple, et attractif, il conduirait à une solution d'avenir pour la sécurité routière, afin de réduire drastiquement le nombre de décès et d'accidents liés à la somnolence au volant.

Zzafety Driving est un gadget connecté qui est à même de pallier les inconvénients énoncés précédemment et répondant aux exigences de l'utilisateur.

Lorsqu'une personne somnole, cette dernière aura automatiquement sa tête qui penchera progressivement vers le côté où elle tombera de fatigue. Par conséquent, la détection d'un angle critique d'inclinaison de la tête (qui correspond à un cas de somnolence) est un moyen de détecter facilement les phases potentielles de somnolence d'un conducteur. Zzafety Driving est un gadget connecté permettant de réaliser cela. Il se décompose en deux parties :

- L'objet connecté réalisé à partir d'un microcontrôleur incluant un module Bluetooth, relié à un accéléromètre acquérant des données et à un buzzer émettant une alerte sonore. Il se situe au niveau de la tête (au niveau des tempes).

Une coque protectrice englobe le circuit électronique. Des extensions sont à ajouter à l'objet. En effet, il est destiné à tous, grâce à sa flexibilité et à sa simplicité d'utilisation : il est

utilisable par les individus n'ayant pas le besoin ou ne voulant pas porter des lunettes de vue, sous la forme d'une oreillette grâce à une extension à clipser sur l'objet ; mais aussi par les individus porteurs de lunettes de vue ou de soleil, à partir d'une accroche à une branche de lunettes à intégrer facilement à l'objet connecté. La coque et les extensions sont uniques pour chaque utilisateur (oreillette à la taille de l'oreille, extension lunettes à la forme des branches) et personnalisables (l'utilisateur peut choisir la couleur qu'il souhaite parmi une large gamme mise à disposition).

- Une application mobile permettant de sensibiliser l'objet connecté via une communication Bluetooth, à partir d'un questionnaire déterminant l'état de fatigue du conducteur. Ce questionnaire court est à réaliser juste avant de prendre la route. Des notifications seront envoyées à l'utilisateur afin de lui rappeler de remplir le questionnaire.

En fonction de l'état de fatigue du conducteur, des notifications sonores seront émises afin de prévenir ce dernier qu'il doit faire une pause pour sa sécurité.

De plus, l'application sera composée d'informations de prévention car il a été remarqué que très peu de personnes sont informées des risques que peut engendrer la somnolence au volant.

Une page expliquant le fonctionnement de l'objet sera mise en place.

Les deux éléments associés ensemble (Annexe 2) permettent donc d'alerter le conducteur lorsqu'il somnole. De surcroît, lorsque l'objet détectera un angle d'inclinaison de la tête d'un utilisateur à partir des données recueillies par l'accéléromètre, et que cet angle est maintenu ou dépassé pendant plus de 3 secondes, le buzzer émettra une alerte sonore. L'angle d'activation de l'alarme se situe entre 15 à 20° (Figure 5).

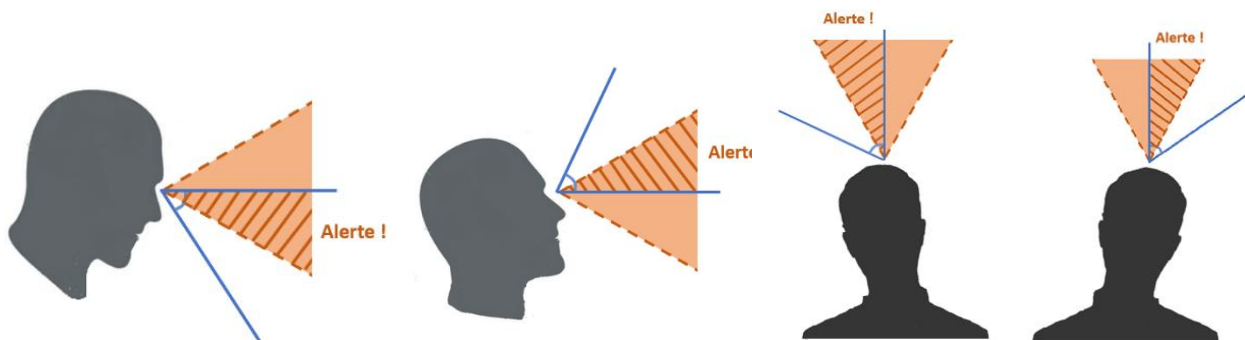


Figure 5 - Phase d'activation de l'alarme

Cet angle est successible de varier en fonction des réponses qu'apportent l'utilisateur au questionnaire hébergé par l'application mobile. En effet, à la suite de ce questionnaire, l'application va déterminer le profil du conducteur : ce dernier aura soit un profil normal avec aucune modification de la sensibilité de l'objet connecté, soit un profil intermédiaire où le conducteur peut potentiellement être victime de phases de somnolence durant son trajet ce qui engendre par conséquent une sensibilité accrue de l'objet connecté, ou soit un profil dangereux où le conducteur sera sujet à coup sûr à des phases de somnolence durant son trajet ce qui engendra une sensibilité maximale de l'objet connecté.

Conception

Objet mis en place

Le prototype mis en place est composé d'un Wemos-D1-Mini-ESP8266 (ESP-32) (Figure 6) alimentant un accéléromètre MMA8451 et un buzzer passif (Annexe 3). Ce dernier avertira l'utilisateur lors de somnolences.

D'après les documentations du développeur de la carte Wemos-D1-Mini-ESP8266 (ESP-32), cette dernière est basée sur le ESP-WROOM-32, un puissant module WIFI et Bluetooth/Bluetooth LE (BLE). Une grande variété d'applications peut être mise en place avec cette dernière, allant notamment de l'utilisation de simples capteurs aux codages vocaux, le décodage MP3 et tant d'autres. Composée de 2 cœurs CPU, ils peuvent être contrôlés individuellement. L'utilisation du WIFI permet une connexion à internet, à longue portée, via un routeur WIFI. Pour l'utilisation du Bluetooth, ce dernier permet de se connecter très facilement à un téléphone. Ainsi, en raison de la petite taille de la carte Wemos-D1-Mini-ESP8266 (ESP-32), de son léger poids, de sa polyvalence, de sa simplicité d'utilisation, et de sa capacité à développer des objets connectés (IoT) à l'aide de l'IDE Arduino (Annexe 4), elle a été choisie pour la fabrication du prototype Zzafety Driving.

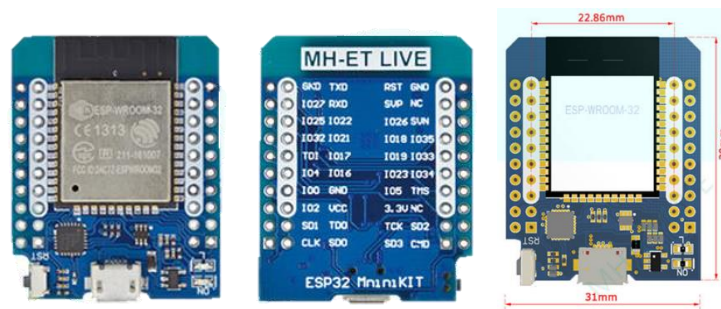


Figure 6 - Wemos-D1-MINI-ESP8266 (ESP-32). Source : <http://mh.nodebb.com/topic/8/mh-et-live-minikit-for-esp32/9>

L'accéléromètre MMA8451 (Figure 7) est composé d'une puce MMA8451 permettant de détecter des mouvements, des inclinaisons et des orientations. Ce dernier est un peu coûteux, mais il dispose d'une grande précision grâce en partie à l'ADC 14 bits¹, ce qui fait de lui le plus précis expliquant ainsi son utilisation dans les téléphones, les tablettes, les montres connectées et plus encore. Il est utilisable de $\pm 2g$ à $\pm 8g$, à partir d'un Arduino ou d'un autre microcontrôleur. Enfin, l'accéléromètre intègre un régulateur de tension, permettant ainsi de l'utiliser en toute sécurité grâce à une alimentation 3V ou 5V.



Figure 7 - Accéléromètre MMA8451. Il est composé de broches puissances (Vin, une broche d'alimentation – GND, la masse – 3Vo, la sortie 3.3V du régulateur de tension), de broches I2C (SCL, broche horloge – SDA, une broche data), et d'autres broches (A, broche de sélection de l'adresse I2C – I1 et I2, des broches de signal).

Source : <https://learn.adafruit.com/adafruit-mma8451-accelerometer-breakout/overview>.

¹ Convertisseur Analogique-Numérique (ADC) de 14bits, à faible puissance mais à grande vitesse (d'après la documentation du développeur).

Le buzzer passif (Figure 8) sélectionné pour la mise en place du prototype est un buzzer simple d'utilisation, ayant besoin d'un code pour émettre un son et d'une alimentation de 5V.



Figure 8 - Buzzer passif. Il est composé d'une broche alimentation Vcc, d'une broche masse GND, et d'une broche sortie OUT.

Afin de mettre en place le code permettant de détecter l'inclinaison critique déclenchant l'alarme sonore, ce dernier a été réalisé sur l'IDE Arduino à partir du langage Arduino se rapprochant très fortement des langages C et C++ (Annexe 5).

Pour ce prototype, une coque en plastique a été réalisée (Figure 9), imprimée à l'imprimante 3D à partir d'un plastique ABS.

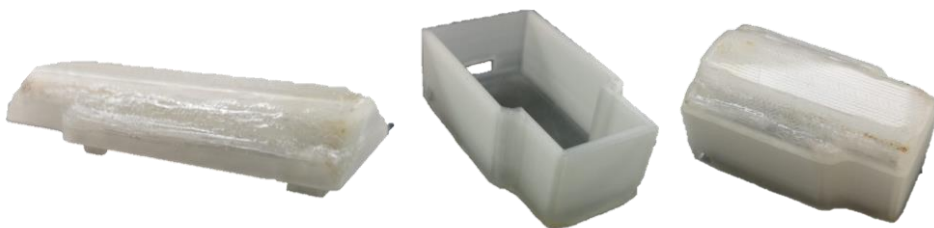


Figure 9 - Coque protectrice du circuit électronique réalisé. La photo de gauche représente le couvercle, celle du milieu la structure, et celle de droite la coque assemblée.

De plus, une extension « oreillette » et une autre clipsable à une branche de lunettes ont été réalisées (Figure 10) en plastique ABS.



Figure 10 - Extensions mises en place. L'image de gauche représente l'extension "oreillette", celle de droite représente l'extension pour branche de lunettes.

L'ABS a été choisi pour ces très bonnes propriétés. En effet, ce plastique est résistant, élastique (peut prendre des chocs sans casser net) et supporte des températures très basses (-20°C) et très élevées (80°C). Cependant il est non biodégradable donc polluant, et non biocompatible. L'ABS a été préféré au PLA, en raison du fait que ce plastique est moins résistant, s'abîme dans la durée, et se détériore en contact prolongé avec de l'eau ce qui très dommageable pour ce dernier point puisqu'en contact avec la peau il peut se retrouver en contact avec de la sueur.

Pour l'impression des pièces, une imprimante Ultimaker 2+ Extended a été utilisée. La température du plateau a été réglé à 110°C afin que les pièces ne se décollent pas de ce dernier, et celle du

nozzle² a été réglée à 260°C. Le logiciel utilisé lors de la conception de la maquette 3D est Autodesk Fusion 360°, et celui utilisé afin de convertir le fichier .stl de la maquette 3D en format .gcode lisible par l'imprimante 3D est Ultimaker Cura.

Tous les composants et matériaux choisis répondent à la directive RoHS, visant à limiter l'utilisation de 6 substances dangereuses : le plomb, le mercure, le cadmium, le chrome hexavalent, les PBB, et les PBDE. Par conséquent, le prototype mis en place veille à une bonne santé de l'utilisateur et un respect de l'environnement.

Application mobile

L'application mobile mise en place a été réalisée à partir d'un logiciel Android Studio (Annexe 5), permettant ainsi de réaliser une application mobile pour tout type d'appareil Android (appareil possédant la version Android minimum Android 4.0.3 (IceCreamSandwich) à la version Android la plus récente Android 9 (Pie)). Pour cela, le code a été mis en place à partir de deux langages informatiques. D'un côté, un langage de balisage, le XML, permettant d'enregistrer des données textuelles à partir de balises. Ici ce langage sert à mettre en place le design de l'application mobile, réalisant ainsi des pages statiques. D'un autre côté, le Java, un langage de programmation orienté objet. Pour la mise en place de l'application, ce dernier permet de créer l'interaction avec l'utilisateur, et de rendre les pages dynamiques. Cela peut être comparé à la réalisation d'un site internet, où les pages statiques sont réalisées en HTML pour la structure et en CSS pour le style, et où les pages dynamiques sont réalisées en Javascript, PHP, etc.

Réalisation

Un prototype de l'objet connecté a été réalisé (Figure 11).



Figure 11 - Prototype et page d'accueil de l'application mobile.

Ce dernier se trouve sous la forme décidée initialement. Les objectifs ici ont été atteints. Ce prototype permet donc de détecter un angle critique d'inclinaison à partir d'un accéléromètre, et si cet angle est maintenu ou dépassé pendant plus de 3 secondes, un effet sonore généré par un buzzer est alors émis. Il est obtenu un objet léger (Annexe 7) et ses dimensions sont la norme actuelle (Annexe 6). Le montant dépensé pour la mise en place de ce prototype est inférieur à 25€ (Annexe 7). Le

² Le nozzle (buse/extrudeuse) est la tête d'impression par laquelle sort le plastique lors de l'impression.

prototype peut être fourni sous différentes couleurs, en fonction des préférences de l'utilisateur. Ces couleurs sont le noir, le blanc, le rouge, le bleu, l'argent, l'or perle, le vert, l'orange, le jaune et le gris (d'après la fiche technique de l'imprimante 3D).

Au niveau de l'application mobile, à l'heure actuelle, seulement l'interface graphique a été mise en place (Figure 11 et Annexe 5). Il est prévu le vendredi 14 juin 2019 que l'application mobile soit finie et fonctionnelle en association avec l'objet connecté. La partie dynamique de l'application mobile a changé et se trouvera sous la forme de 3 profils d'individus (les 3 profils présentés précédemment). Le conducteur pourra en choisir un, celui le plus proche de son état de fatigue actuel, et en fonction du profil sélectionné, l'objet aura plus ou moins une meilleure sensibilité.

Des améliorations possibles

De nombreuses améliorations peuvent être apportées afin d'obtenir le produit final Zzafety Driving.

La toute première à noter serait le design de l'objet. L'imprimante 3D mise à disposition ne peut fournir une précision permettant de réaliser un design intéressant. Par conséquent, le prototype actuel possède un design neutre et simple.

De plus, à l'échelle actuelle, le prototype est miniaturisé au maximum. En revanche, à l'échelle d'une entreprise/startup, ce dernier peut très vite devenir miniature et arriver aux alentours des 3cm de longueur, et réduire considérablement son poids. L'utilisation de l'imprimante 3D pour la coque protectrice ainsi que les extensions (oreillette et lunettes) permettent une réduction du coût de production. L'objet final associé à l'application peut être vendu à bas coût à partir de composants électroniques moins chers, ainsi qu'en utilisant seulement les puces et microcontrôleur utiles sur un circuit imprimé (ou PCB). En fabricant ce dernier en grande quantité, il serait possible de le vendre aux alentours des 5€, ce qui permettrait de toucher un large public et de promouvoir l'objet afin de réduire le taux de mortalité sur les routes lié à la somnolence. De plus, le prototype actuel est alimenté à partir d'un allume-cigare (5V) à brancher dans son véhicule. Par conséquent, cela est handicapant lors du port de l'objet. Dans le futur, il faudrait utiliser une batterie afin que l'objet puisse être autonome et qu'aucun branchement ne gêne le conducteur. L'allume-cigare permettrait ensuite de charger l'objet.

Il était question initialement à une pochette de transport pour se déplacer avec l'objet n'importe où (Annexe 1). Il serait intéressant de réaliser des pochettes de transport telles que celles utilisées pour les très connus AirPods d'Apple. En effet, le fait d'avoir une pochette de transport petite et permettant de recharger l'objet serait très appréciée dans le cadre de ce projet. Cela permettrait à l'utilisateur d'avoir constamment un objet chargé, et de ne pas l'oublier à tout jamais, décharger, dans la boîte à gants du véhicule.

Enfin, par rapport à l'application mobile, il peut être utiliser du Maching Learning. En effet, à partir du questionnaire qui ici serait mis en place, les informations que le conducteur donnerait sur son état de fatigue seraient enregistrées et analysées sur plusieurs jours afin de sensibiliser plus précisément l'objet connecté.

Conclusion

Durant ce projet, un prototype Zsafety Driving a été mis en œuvre afin de pallier la problématique du taux de mortalité élevé sur les routes en raison de la somnolence au volant. Il s'est avéré qu'un mois de projet passe très vite, avec de surcroît la fatigue du semestre vécu précédemment et des nombreux jours fériés ayant joué le rôle d'obstacle dans l'avancée du projet. Néanmoins, en cette fin de projet, un objet fonctionnel est fourni, malgré le fait que l'application mobile associée ne soit prête seulement pour le vendredi 14 juin 2019. L'objectif au début de ce projet était de réaliser un prototype fonctionnel et fini. En effet, il était tout bonnement impossible de fournir à la fin de ce projet un objet non fini et ne répondant pas aux attentes de la problématique et au besoin de l'utilisateur.

Par rapport à l'idée du projet en elle-même, j'ai pu travailler sur un projet touchant au domaine de l'automobile. Cependant, je pense être restée dans ma zone de confort en réalisant un projet qu'on pourrait qualifier d'assez simple, en raison de mon manque de confiance en moi et de ma difficulté à prendre des risques. Mais étant seule, j'ai dû prendre des décisions seule ce qui m'a poussé à avoir un minimum confiance en moi.

Je pense que le seul risque pris durant ce projet est l'utilisation d'Android Studio et des langages XML et Java ainsi que la programmation Bluetooth qui étaient des nouveautés pour moi. Par ailleurs, quelques difficultés par rapport au Java sont à noter puisque je n'avais jamais travaillé avec ce dernier. De plus, j'ai eu des soucis d'informations sur la carte microcontrôleur achetée, ce qui a engendré une paralysie du projet pendant quelques jours avant que le problème ne soit résolu. Je pense malgré tout que j'aurai pu prendre plus de risque sur le sujet du projet en lui-même, ce qui aurait été plus intéressant. En effet, j'aurais pu notamment reprendre le concept de la bague StopSleep et de la rendre moins coûteuse et plus ergonomique (sans gêne pour la conduite). Travailler sur le design, la miniaturisation du système et l'activité endodermale auraient été très enrichissants.

Globalement, ce mois de projet s'est avéré enrichissant puisqu'il m'a permis d'apprendre à gérer mon temps seule, à réaliser un cahier des charges et diverses diagrammes (Annexe 1). De plus, il a façonné certains traits de ma personnalité mais aussi fait ressortir quelques autres. Il m'a de plus permis d'appliquer mes connaissances en ingénierie et en informatique tout en travaillant la théorie et la pratique. J'ai pu réaliser un projet de A à Z seule, ce qui m'a montré que ce n'est pas facile de se retrouver seule face à soi-même. Ma détermination a été mise à rude épreuve, et c'est grâce à ce projet que cette dernière c'est révélé tenace.

Ce projet fut un agréable travail dans l'ensemble, et le fait d'avoir un objet fini est très satisfaisant.

Bibliographie

Le Figaro. Somnolence : quels risques au volant ? [en ligne] (page consultée le 13/05/2019)

Lien : www.sante.lefigaro.fr/mieux-etre/accident/fatigue-conduite/somnolence-quels-risques-volant

Association Prévention Routière. Somnolence au volant [en ligne] (page consultée le 13/05/2019)

Lien : www.preventionroutiere.asso.fr/2016/03/30/somnolence-au-volant/

Vinci. Communiqué de presse - Objets connectés, incivilités, somnolence au volant : alors que les Européens peinent à faire de leurs routes un espace sûr et apaisé, le passager peut-il jouer un rôle actif en faveur d'une conduite responsable ? [en ligne] (page consultée le 13/05/2019)

Lien : www.fondation.vinci-autoroutes.com/fr/system/files/pdf/2018/06/2018-06-21-cp_barometre_europeen_de_la_conduite_responsable_fondation_vinci_autoroutes_europe_fr.pdf

Inserm. Sommeil [en ligne] (page consultée le 14/05/2019)

Lien : www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/sommeil

Van Dongen, HPA et al. (2003). The Cumulative Cost of Additional Wakefulness: Dose-Response Effects on Neurobehavioral Functions and Sleep Physiology From Chronic Sleep Restriction and Total Sleep Deprivation. *Sleep*, (26), 117–126.

Owens, J et al. (2018). Estimating the prevalence and crash risk of drowsy driving using data from a large-scale naturalistic driving study. 97th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C

Lien : www.publicaffairsresources.aaa.biz/wp-content/uploads/dlm_uploads/2018/01/FINAL_AAAFTS-Drowsy-Driving-Research-Brief.pdf

Ellcie Healthy. Ellcie Healthy [en ligne] (page consultée le 13/05/2019)

Lien : www.ellcie-healthy.com/

Resqme. Alertme [en ligne] (page consultée le 14/05/2019)

Lien : www.resqme.com/product/alertme/

StopSleep. StopSleep [en ligne] (page consultée le 14/05/2019)

Lien : www.stopsleep.fr/ et www.stopsleep.fr/somnolence.au.volant.php/

MH-ET LIVE. ESP32 Products in MH-ET LIVE (Devkit & MiniKit for ESP32) / MH-ET LIVE MiniKit for ESP32 [en ligne] (page consultée le 05/06/2019)

Lien : www.mh.nodebb.com/topic/8/mh-et-live-minikit-for-esp32

Github. MHEtLive [en ligne] (page consultée le 05/06/2019)

Lien : www.github.com/MHEtLive/ESP32-MINI-KIT

Projetsdiy. Wemos [en ligne] (page consultée le 04/06/2019)

Lien : www.projetsdiy.fr/category/esp8266/esp8266-wemos-d1-mini/

Espressif. ESP32-WROOM-32 Datasheet [en ligne] (page consultée le 05/06/2019)

Lien : www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf

Learn Adafruit. Adafruit MMA8451 Accelerometer [en ligne] (page consultée le 04/06/2019)

Lien : www.learn.adafruit.com/adafruit-mma8451-accelerometer-breakout/

RS. Analog Devices – Datasheet AD7946 [en ligne] (page consultée le 05/06/2019)

Lien : www.docs-emea.rs-online.com/webdocs/1498/0900766b81498ac1.pdf

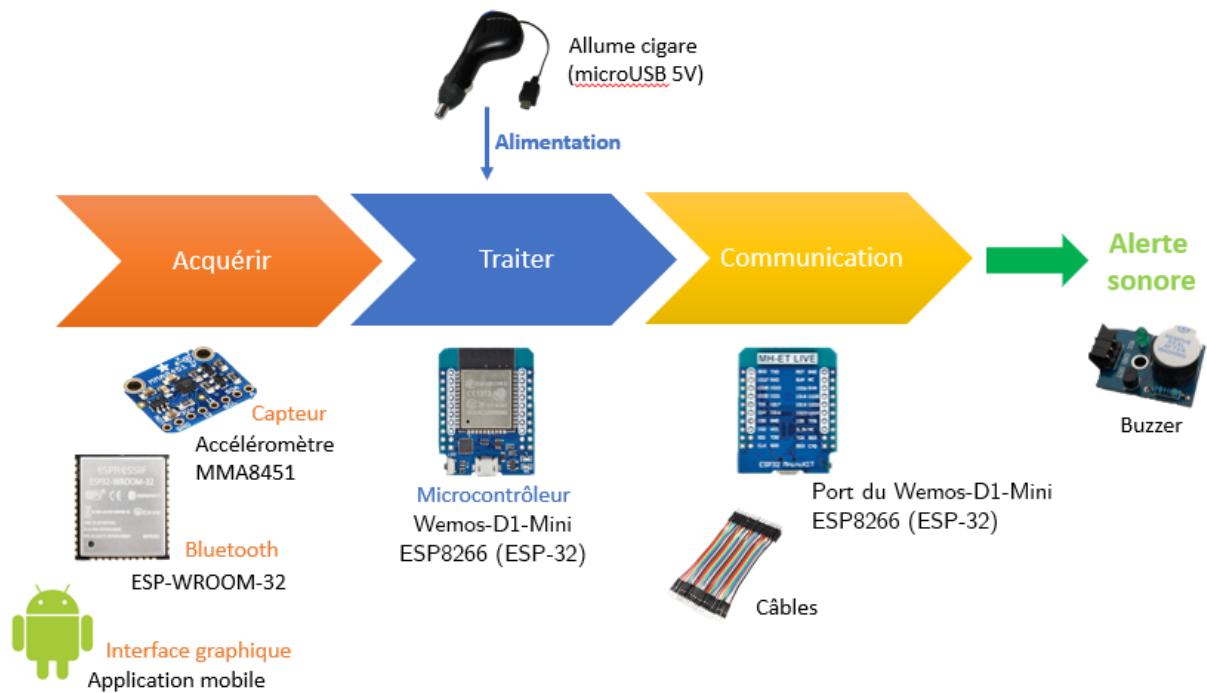
Ultimaker. Fiche technique ABS [en ligne] (page consultée le 27/05/2019)

Lien : www.ultimaker.com/download/67623/TDS%20ABS%20v3.011-fre-FR.pdf

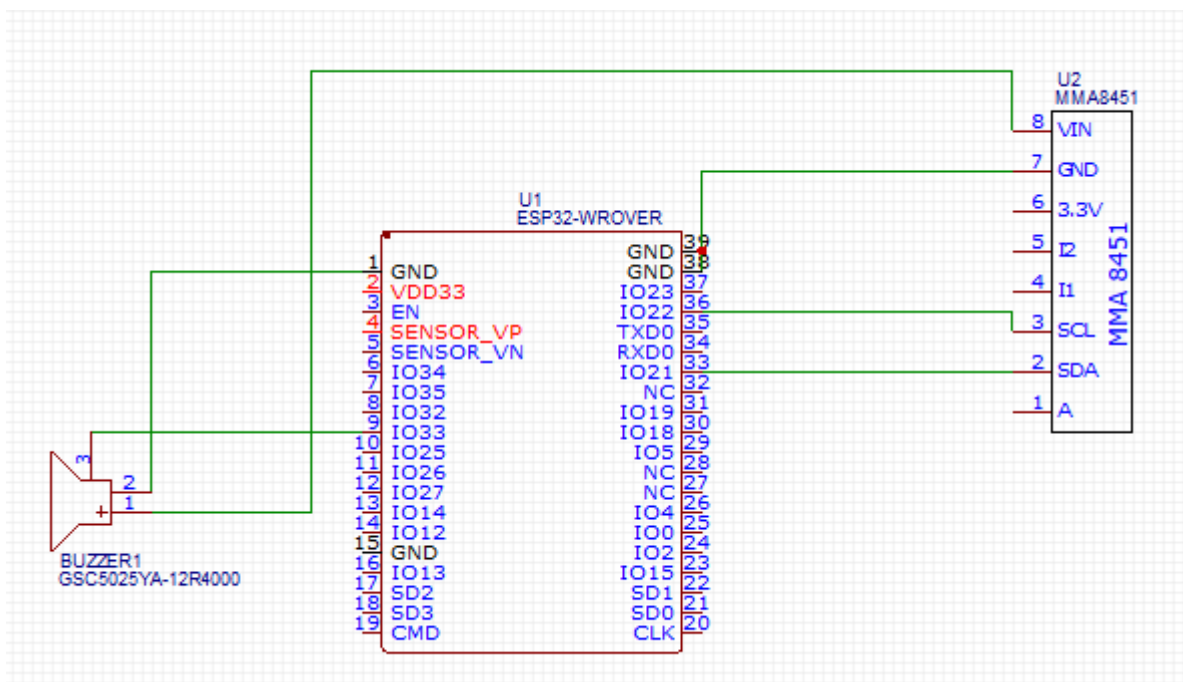
Annexes

<https://github.com/tinou99/Zzafety-Driving>





Annexe 1 – Cahier des charges réalisé préalablement



Annexe 2 - Schéma de la chaîne d'information mise en place



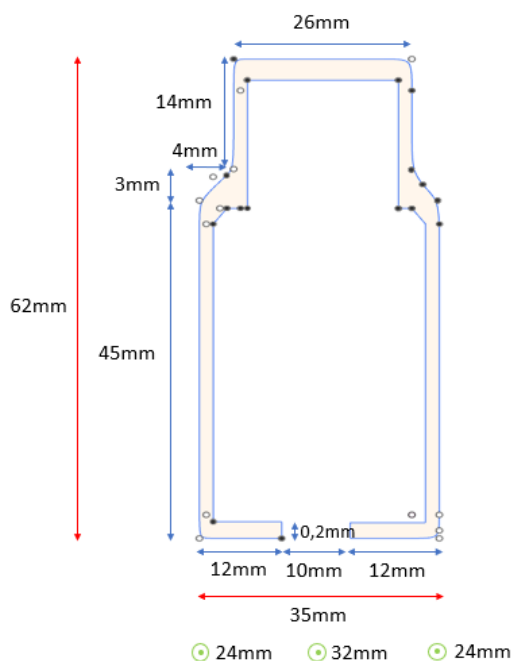
Annexe 3 - Schéma électronique du circuit réalisé

	Wemos-D1-Mini-ESP8266 (ESP-32) 	ESP32 Bluetooth 	Arduino NANO 	Arduino UNO R3 
Dimensions	39 x 31 x 10mm	58,7 x 27,8 x 10mm	45 x 18 x 18mm	74 x 53 x 15mm
Poids	2,5g	8g	5g	25g
Nombre de pins	++	++	++	+++
Câble d'alimentation	MicroUSB	MicroUSB	MicroUSB	Câble USB spécifique
Ajout d'un module Bluetooth	Non	Non	Oui	Oui
IDE à utiliser	IDE Arduino	IDE Arduino	IDE Arduino	IDE Arduino
Simplicité d'utilisation	++	++	+++	+++
Prix unitaire (TTC)	~16€	~20€	~20€	Entre 20 et 25€

Annexe 4 - Comparatif des microcontrôleurs utilisables pour le prototype

<https://github.com/tinou99/Zzafety-Driving>

Annexe 5 – Lien Github



Annexe 6 - Dimensions de l'objet réalisé

	Quantité	Masse (en g)	Prix Unitaire TTC (en €)	Prix total
Wemos-D1-MINI-ESP8266 (ESP-32)	1	2,5	16,80	16,80
Accéléromètre MMA8451	1	Inférieur à 2	8,34	8,34
Buzzer	1	2	/	/
Câbles	7	Inférieur à 1	/	/
Coque protectrice de l'objet	1 (couvercle + socle)	24	1,20	1,20
Extension oreillette	2	Inférieur à 2	0,10	0,20
Extension lunettes	1	6	0,30	0,30
		~37,5		26,84

Annexe 7 - Récapitulatif des composants de l'objet