



RAPPORT FINAL
PROJET DE FIN D'ÉTUDE
1755
BEDSCALE

AUBERGER Alexandre – DEMESURE Jerry
MUSSARD Jordan – RACHDI Saifeddine
RAHMAN Safi

INTRODUCTION

Ce rapport constitue le résumé de nos travaux de PFE effectués pendant cette année d'ING5. On y retrouve les différentes études menées pour aborder le sujet, nos améliorations successives et les difficultés éventuelles rencontrées. Un axe d'amélioration et de mise en application du projet est aussi proposé.

Bonne lecture.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à adresser nos sincères remerciements à Monsieur SENOUCI, notre mentor et accompagnateur dans ce projet. Son suivi tout au long de l'année nous a permis de bénéficier d'un constant regard extérieur qui a su rester justement critique pour toujours nous permettre d'avancer.

Nous tenons aussi à remercier Monsieur AZZAOUÏ, notre partenaire et directeur de l'EHPAD Maison de Famille Villa Concorde, pour son accueil dans ses locaux, sa disponibilité et sa participation.

Nous tenons aussi à remercier Monsieur HOUELLE pour son aide précieuse en début de PFE sur le traitement du signal en sortie de notre capteur. Ses conseils ont su nous guider dans nos choix de conception Hardware, une des plus grandes difficultés de ce projet.

Sommaire :

Contexte	P3
Notre première approche	P4
Notre capteur de pesée	P4
Communication entre les Raspberry Pi Slaves et la Raspberry Master	P9
Notre application mobile	P11
La mise en place	P11
Un moyen de simuler le fonctionnement	P11
L'application	P12
La communication avec les capteurs	P13
Les problèmes et améliorations à apporter	P14
Le partenariat	P15
Impact sur le projet	P15
Impact post-projet	P15
Futur du projet	P16
Conclusion	P17

CONTEXTE

Le vieillissement de la population dans la majorité des pays développés s'accroît depuis quelques décennies. Ces causes sont cependant connues et multiples telles que l'allongement considérable de l'espérance de vie passant de 47 ans en moyenne en 1900 à 80 ans aujourd'hui grâce aux progrès de la médecine, mais aussi ce fameux "baby-boom" qui est apparu après la Seconde Guerre Mondiale entraînant une importante hausse du taux de natalité.

Tout cela a pour conséquence d'augmenter considérablement le nombre de personnes âgées avec plus d'un tiers de la population qui aura plus de 60 ans en 2050 contre 1 habitant sur 5 en 2005 (En France). On estime aussi qu'en 2050 le nombre de personnes âgées de 85 ans et plus sera 4 fois supérieur à aujourd'hui, passant de 1,3 millions à 5 millions de personnes.

Cette augmentation progressive de l'espérance de vie des personnes âgées a aussi pour conséquence d'augmenter les dépenses publiques de santé liées au vieillissement, à la perte d'autonomie, et au handicap. Pour cela, la loi ASV (loi relative à l'adaptation de la société au vieillissement) a été votée en 2015 et a pour objectif d'anticiper les conséquences du vieillissement de la population et de mettre en place des mesures concrètes pour le quotidien des personnes âgées et de leurs proches. Ainsi, le développement d'une nouvelle économie adaptée aux personnes âgées s'est fait : la Silver economy. Elle prend en compte des secteurs comme l'alimentation, les transports, la santé ou encore les objets connectés.

Aujourd'hui, environ 693 000 personnes âgées résident dans des établissements d'hébergements pour personnes âgées dépendantes, ou EHPAD, avec un âge moyen d'entrée de 85 ans. Ces établissements sont équivalents à des maisons de retraites médicalisées délivrant un ensemble de services tels que la restauration, les soins médicaux et les assistances aux résidents.

Aujourd'hui, les EHPAD accueillent de nombreuses personnes et connaissent de plus en plus de difficultés. En effet, il faut non seulement faire face à la demande importante en perpétuelle augmentation des familles souhaitant loger leur proche, mais aussi s'adapter au peu de moyens disponibles. Ainsi, la modernisation des locaux semble indispensable au bon fonctionnement général de l'établissement, afin de faciliter le travail du personnel et d'améliorer la qualité de vie des résident(e)s. C'est dans ce contexte là que nous avons souhaité tenter d'apporter une solution à l'un des problèmes existants à notre partenaire : la Maison de Famille, Villa Concorde.

1 – Notre première approche

C'est avec toutes ses informations en tête que nous nous sommes rendus plusieurs fois en septembre dernier chez notre partenaire. Il était important pour nous de comprendre l'environnement dans lequel s'implémente ce projet. Nous avons donc parlé avec tous les services présents dans l'EHPAD à propos des différents problèmes qu'ils pouvaient rencontrer au quotidien. S'en est suivi un état de l'art regroupant un grand nombre d'objets connectés pour la médecine adaptable pour un EHPAD nous permettant de prendre conscience de ce qui existe et de ce qui pourrait être réalisé. Si se peser semble être une opération relativement simple pour beaucoup de gens, nous ne pouvons pas en dire autant pour certaines personnes âgées dont la mobilité et la capacité de mouvement sont fortement réduites. Cette étude en immersion dans cet établissement nous a permis de constater notamment que la prise de mesure du poids des patients était un réel problème puisqu'il s'agit de déplacer les personnes âgées une à une jusqu'à la balance, relever leur poids et l'enregistrer dans la base de données. Une solution envisageable était de mettre en place une balance connectée adaptable directement sur les lits médicaux permettant de relever les poids en temps réel sans perte de temps pour le personnel ni désagrément pour les personnes âgées. Notre état de l'art nous a permis de constater que de telles solutions existent déjà mais à des prix très élevés. Il s'agit donc pour nous de concevoir un projet à un prix bien plus abordable pour le partenaire.

2 – Notre capteur de pesée

Afin de répondre à notre problématique de la façon la plus cohérente, nous avons décidé d'utiliser un capteur de pesée à jauge de déformation pouvant mesurer des poids jusqu'à 150kg. Avec un exemplaire sous chaque pied de lit nous pouvons donc traiter jusqu'à 600kg.

Une jauge de déformation est basée sur la propriété qu'ont certains matériaux de voir leur conductivité varier lorsqu'ils sont soumis à des contraintes, pressions ou déformations. Elle permet de fabriquer des capteurs de pression, accélération, etc. Comme les variations de résistance sont trop faibles pour être directement mesurables, il est nécessaire de faire appel à un montage en pont de Wheatstone. Alimenté par une source de tension, le pont a, à l'équilibre, une tension U_{BD} nulle, mais la variation de l'une ou l'autre des résistances fait apparaître une tension non nulle. Dans la pratique, plusieurs de ces résistances sont des jauges. L'intérêt de ce montage est que deux résistances adjacentes agissent en sens opposé et deux résistances opposées agissent dans le même sens. On peut donc réduire les variations parasites (comme la température) et avoir une meilleure précision.

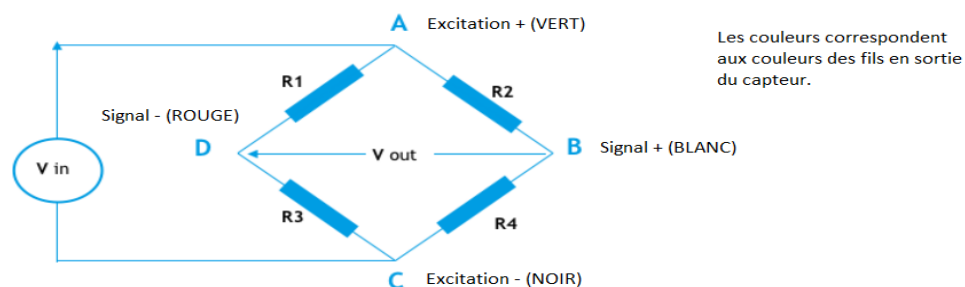


Image 1 : Pont de Wheatstone

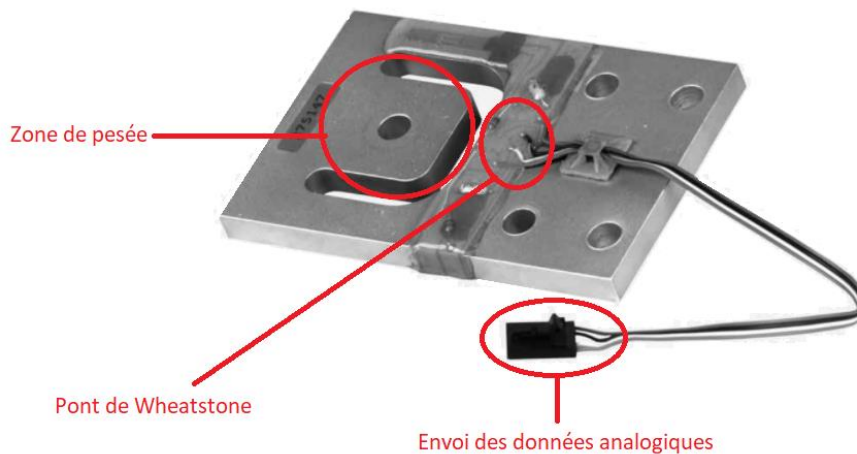


Image 2 : Notre capteur

Ainsi, plus l'objet qui repose sur la zone de pesée est lourd et plus le capteur va se déformer entraînant alors une variation plus importante des résistances du pont et ainsi une tension de sortie U_{DB} de plus en plus grande. Cette sortie analogique ne peut cependant pas être traitée telle quelle.

Tout d'abord le maximum en tension observable avec un poids de 150kg n'est que de 4.5mV soit 0.03mV par kg ! Le capteur garantie une précision de 10g, il nous faut donc une précision de 0.0003mV sur la sortie. Il nous paraît alors évident de devoir **amplifier ce signal** en sortie afin de conserver cette précision.

De plus, ce capteur n'étant pas intelligent, nous devons utiliser une carte électronique avec un microprocesseur afin d'interpréter les données mais surtout de les envoyer sans fil. Nous avons donc décidé que les capteurs seraient interprétés par des Raspberry Pi. Cependant ces dernières sont dépourvues d'entrées analogiques, il est donc essentiel de **convertir ce signal en un signal numérique**.

Après quelques recherches nous avons trouvé l'élément qui a permis de résoudre ces deux problématiques : un convertisseur analogique numérique muni d'un gain suffisant pour conserver notre précision (HX711 de chez Sparkfun).

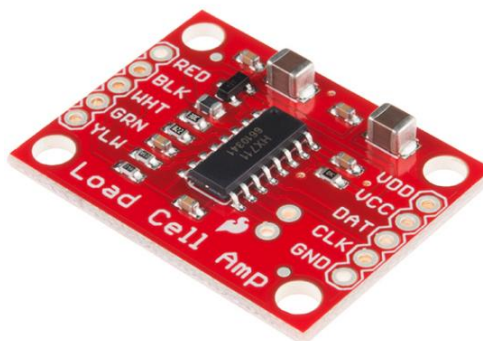


Image 3 : Le Convertisseur Analogique - Numérique

Ce CAN a aussi pour avantage d'être monté sur un PCB avec les résistances et condensateurs nécessaires afin de faire directement le lien entre le capteur et la Raspberry. Sur le côté gauche de la platine on peut observer un code couleur correspondant directement aux couleurs des fils en sortie du capteur. Sur le côté droit nous pouvons directement relier la Raspberry à ce qui correspond au GROUND et VDD pour alimenter le CAN, DATA et CLOCK pour récupérer les données en sortie sur la même synchronisation.

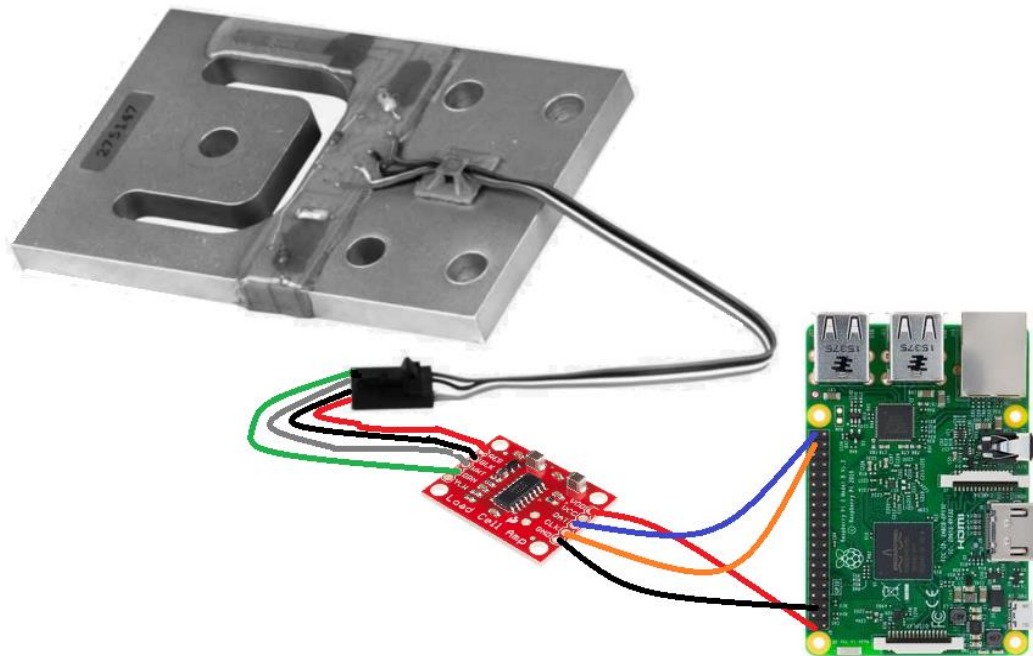


Image 4 : Solution finale pour chaque capteur

Ainsi, le VDD est relié directement à la sortie 5V de la Raspberry, le GND au GND de la Raspberry et CLK et DATA respectivement au GPIO 20 et 21 qui analysent les données numériques en sortie du CAN.

Ce capteur n'est en fait qu'une partie du projet final qui rassemblera au total cinq Raspberry par lit. Chacun des quatre capteurs est relié à une Raspberry qui envoie ses informations par wifi à une Raspberry Master se chargeant ensuite de sommer les mesures afin de renseigner le poids total du lit. Cette dernière envoie ensuite le poids final dans la base de données qui est accessible. C'est une application Android qui récupère les données pour chaque lit mais qui permet aussi d'agir directement sur les Raspberry.

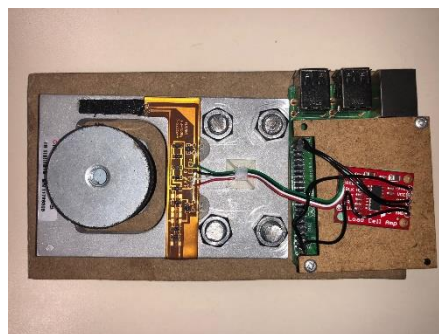


Image 5 : Le prototype final

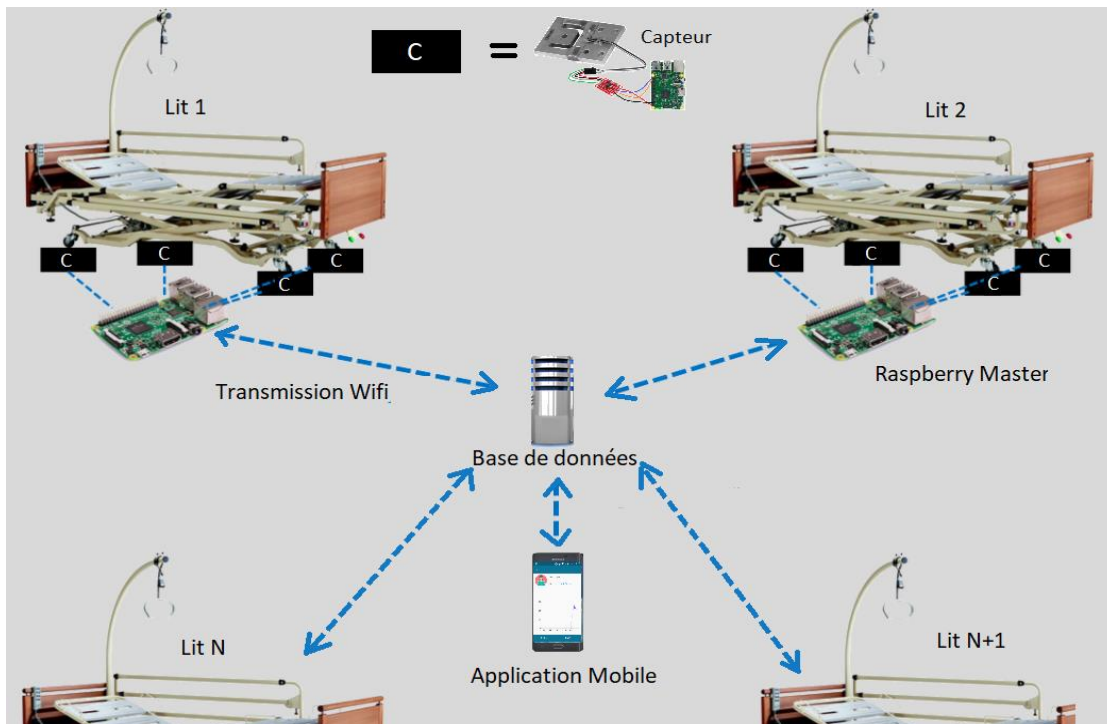
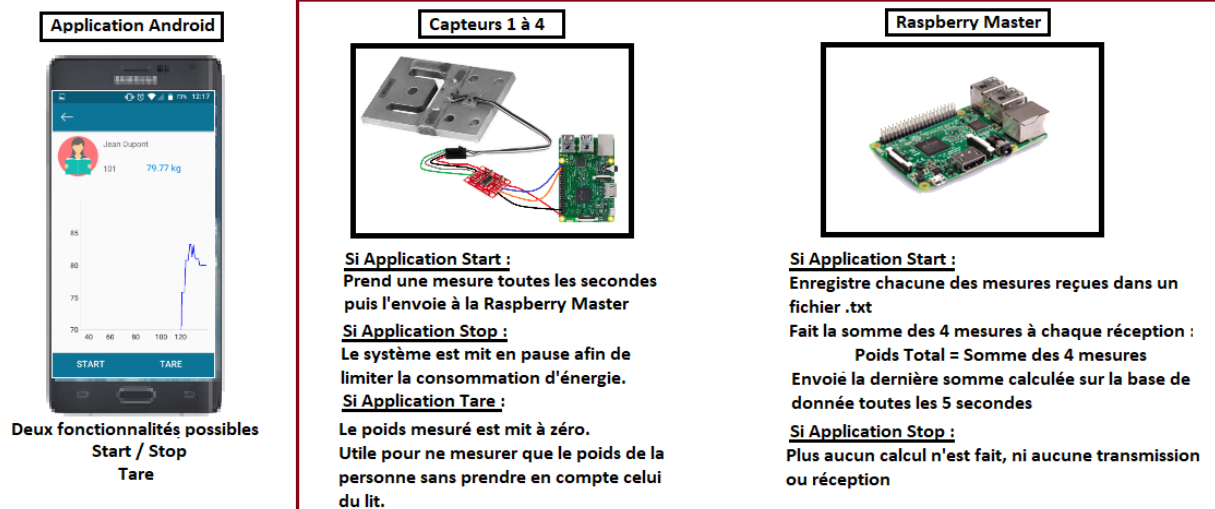


Image 6 : La solution globale finale

Actuellement, notre projet ne présente qu'un seul prototype fonctionnel d'un capteur sans fil. Les autres mesures sont donc simulées par les Raspberry qui envoient des données factices à la Master. On peut ainsi simuler un set complet de capteurs pour un lit. Les résultats très concluant, même dans le milieu de l'EHPAD, laissent à penser qu'aucun dysfonctionnement ne devrait apparaître si l'on utilisait quatre capteurs.

Afin de mieux comprendre le fonctionnement de ce projet, intéressons-nous plus particulièrement à ce qui se passe au niveau de chaque lit :

Pour chaque lit :



De plus, le fonctionnement de chacune des Raspberry est assuré par un unique code Python qui se lance dès le démarrage de celle-ci.

Étudions quelques-unes des fonctions principales de ces codes Python.

Tout d'abord la fonction `check_start` qui permet aux Raspberry de vérifier que l'utilisateur a bien appuyé sur le bouton `Start` de l'application afin de déclencher la prise de mesures.

```
def check_start():
    url_value = 'http://192.168.137.1:80/EHPAD/get_get_value_by_room.php?room=%s' %(room)

    data = json.loads(urllib.urlopen(url_value).read())
    if(str(data["rpis"])[0]["get_value"]) == "Yes":
        print('start')
        return True
```

Les mesures sont envoyées par la Raspberry Master grâce à la requête suivante (URL via PHP) :

```
url = 'http://192.168.137.1:80/EHPAD/create_resident.php?room=%s&name=%s&weight=%s' %(room, res_name, valeur_string)
urllib.urlopen(url)
```

Les différents capteurs peuvent vérifier la demande de la fonction `Tare` sur la base de données grâce à la fonction suivante :

```
def check_4_tare():
    url_tare = 'http://192.168.137.1:80/EHPAD/get_tare_by_room.php?room=%s' %(room)

    data = json.loads(urllib.urlopen(url_tare).read())
    if(str(data["rpis"])[0]["tare"]) == "No" and str(data["rpis"])[1]["tare"] == "No" and str(data["rpis"])[2]["tare"] == "No" and str(data["rpis"])[3]["tare"] == "No":
        return True
```

Enfin, c'est dans une boucle infinie que s'effectue la prise des mesures par les différents capteurs, à la condition que l'utilisateur ait pressé le bouton `Start`.

```
while True:
    try:
        check_4_tare()

        while(check_start()):
            check_4_tare()
            #On recupere le poids
            val = hx.get_weight(5)/100.00
            # Prints the weight. Comment if you're debbuging the MSB and LSB issue.
            print val
            string_val = str(val)
            #Ecriture des resultats dans un fichier txt
            fichier_val = open("/home/pi/PFE/mesures2.txt" , "w") #ouverture fichier
            fichier_val.write(str(val)) #ecriture dans txt
            fichier_val.close() #fermeture fichier
            #Envoie de la valeur par la socket python
            sock.sendto(string_val,(UDP_IP, UDP_PORT))
            #Sleep 1 seconde
            time.sleep(1)
            #Reinitialisation du CAN hx711
            hx.power_down()
            hx.power_up()
    except (KeyboardInterrupt, SystemExit):
        cleanAndExit()
```

3 -Communication entre les Raspberry Pi slaves et la Raspberry Pi Master:

La communication entre chaque Raspberry est assurée par Wifi grâce au module Wifi intégré. Nous appelons ici Raspberry Slave celles qui sont directement connectées aux capteurs et récupèrent le poids sous chaque pied de lit. On appelle Raspberry Master celle qui récupère ces quatre valeurs et envoie la somme à la base de données.

Nos premiers essais de communications et envois de fichiers se faisaient grâce aux commandes Linux SSH et SCP (paquet "openssh-client"). SCP permet d'échanger de façon très simple des fichiers et des dossiers entre deux clients par SSH. La création d'une "Keygen" partagée nous a permis d'automatiser ces échanges sans avoir à renseigner les passwords de chaque client. Cependant, l'utilisation de ces commandes dans un code python nous générerait cependant des problèmes de droit d'utilisateur et SCP ne semblait pas fonctionner lorsque le code était exécuté automatiquement au démarrage.

La première approche :

- Création d'une clé SSH automatique pour éviter la demande de mot de passe à chaque fois que l'on souhaite envoyer un fichier
- Sur les Raspberry Pi slaves :
 - On écrit dans un fichier .txt la valeur "value" du poids directement interprétée du capteur :

```
1 file = open ("/file_path/file.txt", "w")
2 file.write(str(value))
3 file.close()
```

On envoie le fichier .txt à la Raspberry Master à l'aide du script suivant:

```
1 #!/bin/bash
2
3 sudo scp -i ~/.ssh/id_rsa pi@192.168.137.12:/file_path/file.txt /destination_folder_path/folder/
```

L'indication -i ~/.ssh/id_rsa dans scp nous permet de signaler le répertoire contenant la clé ssh partagée.

- Sur la Raspberry Master:
 - On lit dans le fichier .txt reçu la valeur "value" pour la traiter à l'aide des commandes suivantes:

```
1 file = open ("file_path/file.txt", "r")
2 value = float (file.read(file))
3 file.close()
```

On écrit dans un autre fichier .txt le poids total sommé des 4 capteurs pour que cela soit envoyé ultérieurement sur la base de données.

Nous avons alors configuré une communication par une socket en Python, une solution finalement rapide et bien plus efficace.

Nous avons choisi le protocole **UDP** dit "**sans état**" plutôt que le protocole **TCP** dit "**avec**" pour la socket. En effet, ce choix se justifie par l'utilisation plus simple de l'UDP. Il suffit de préciser l'adresse IP du destinataire et ce qu'il faut envoyer tandis qu'en TCP la connexion doit d'abord être établie et conservée pour pouvoir « dialoguer ».

Sur les Raspberry Slaves on a ces lignes de code en python (envoi):

```
1 import socket
2
3 UDP_IP = "IP_adress_of_master_pi"
4 UDP_PORT = 5005
5 MESSAGE = str(value)
6
7 sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM)
8 sock.sendto(MESSAGE, (UDP_IP, UDP_PORT))
```

On ouvre une socket de la famille AF_INET et on envoie notre message au travers.

Sur les Raspberry Master, la réception se fait de telle sorte :

```
1 import socket
2
3 UDP_IP = "0.0.0.0"
4 UDP_PORT = 5005
5
6 sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM)
7 sock.bind((UDP_IP, UDP_PORT))
8
9 while True:
10     data, addr = sock.recvfrom(1024) # buffer size is 1024 bytes
11     value = float(data)
```

L'adresse IP "0.0.0.0" signifie que notre master peut recevoir des informations de toute provenance.

Enfin, l'ensemble des codes Pythons sur les différentes Raspberry ont été automatisés au démarrage de ces dernières grâce au procédé suivant :

- rendre le script exécutable :
- `sudo chmod +x /home/pi/script_a_executer.py`
- éditer le fichier /etc/rc.local :

```
python /home/pi/script_a_executer.py &
exit 0
```

Le script rc.local se lance automatiquement au démarrage avec les services réseau, notre code se lance donc en même temps. Le signe « & » à la fin permet d'exécuter le code en tant que thread.

4 – Notre Application Mobile

4-1 Mise en place

Outre la mise en place du capteur fonctionnel, il était nécessaire de créer une solution afin de récupérer les données le plus facilement possible afin d'avoir un résultat en direct et de valider ce dernier. L'idée d'une application mobile fut alors assez évidente afin que le personnel puisse à chaque instant contrôler et prendre le poids de n'importe quel résident depuis son smartphone.

Pour se faire et au vu des compétences de notre groupe, l'application fut créée via Android Studio, un logiciel permettant de coder des applications pour Android uniquement. Cela nous permettait de mettre une solution en place rapidement tout en touchant une bonne partie des possesseurs de smartphone. Mais cela n'était pas suffisant. En effet, la transmission de données entre l'application et la Raspberry pi était bien plus compliquée que l'on ne l'imaginait. Cette complication était le premier problème à résoudre, le second était la centralisation des données afin de les stocker quelques parts et ainsi ne pas avoir une base de données par application.

4-2 Un moyen de simuler le fonctionnement

N'ayant pas accès au logiciel utilisé par l'EHPAD à cause des données sensibles et personnelles qui s'y trouvent, la création d'une base de données fut nécessaire pour simuler nos tests. Afin de mettre la solution en place dans les meilleurs délais, l'utilisation de WAMP, une simulation d'un serveur pour la création de site web, ainsi que de la base de données locale sur phpmyadmin fut nécessaire. Ainsi, en rendant cette base de données accessible à tous les possesseurs de l'application connectée sur le même réseau, ces derniers peuvent accéder à une unique base de données sans qu'il n'y ait de conflit sur celle-ci.

Cette base de données nommée "EHPAD" possède deux tables pour fonctionner correctement: "resident" et "rpi".

ID	ROOM	NAME	WEIGHT	DATETIME
1	101	Jean Dupont	72.3	2018-02-02 13:17:06.000000
208	101	Jean Dupont	54.77	2018-02-02 13:28:35.000000
209	101	Jean Dupont	54.77	2018-02-02 13:28:35.000000
210	101	Jean Dupont	54.77	2018-02-02 13:28:37.000000
211	101	Jean Dupont	61.03	2018-02-02 13:28:37.000000
212	101	Jean Dupont	61.03	2018-02-02 13:28:38.000000
213	101	Jean Dupont	61.03	2018-02-02 13:28:39.000000
242	101	Jean Dupont	71.04	2018-02-02 13:29:29.000000
243	101	Jean Dupont	71.04	2018-02-02 13:29:30.000000
244	101	Jean Dupont	71.04	2018-02-02 13:29:31.000000
245	101	Jean Dupont	78.48	2018-02-02 13:29:31.000000
246	101	Jean Dupont	78.48	2018-02-02 13:29:32.000000
247	101	Jean Dupont	78.48	2018-02-02 13:29:33.000000
248	101	Jean Dupont	69.33	2018-02-02 13:29:33.000000

Image 7 : Tableau de données par client vue Web

La table "resident" regroupe les informations des résidents de l'établissement, on y retrouve un id afin de déterminer l'ordre d'entrée des éléments, la chambre du résident, son nom complet ainsi que le poids de ce dernier et enfin la date à laquelle il a été relevé. Ainsi il est possible d'exécuter des requêtes sur cette base de données grâce à ces cinq champs.

Mais il fallait aussi un moyen de faire communiquer la base de données avec au moins l'une des Raspberry pour la nourrir mais aussi avec l'application afin de récupérer ces données.

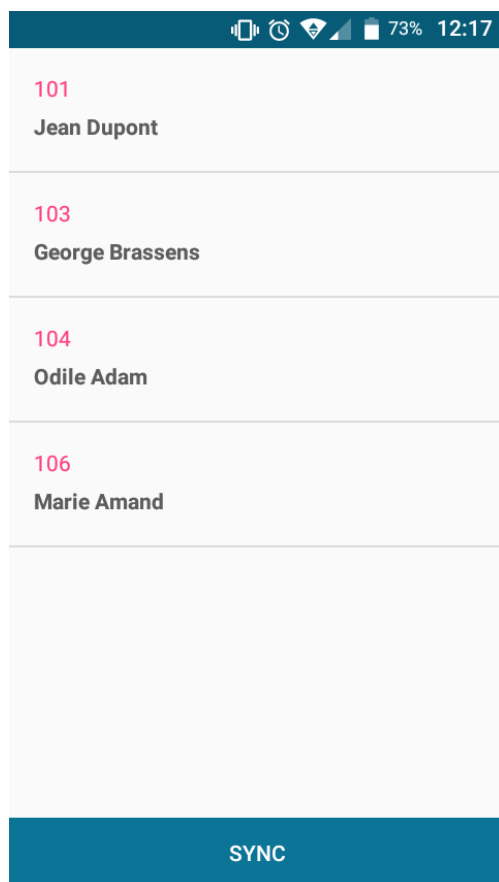
L'idée naît alors de créer des pages en PHP qui serviront de passerelles pour la communication. En effet, grâce aux requêtes de la base de données, il est assez simple d'afficher les données qu'elle contient sur un site internet. Afin que ces dernières soient lisibles pour l'application ou les Raspberry, on encode ces données sous un format appelé JSON (JavaScript Object Notation) qui permet l'échange de ces données pour divers langages de programmation grâce à la fonction `json_encode()`. Une fois les données encodées dans la base de données, on peut récupérer les éléments dans un tableau pour faciliter la lecture de celles-ci.

Il est alors possible de créer et de récupérer des informations par le biais de requêtes url tel que:

`"localhost/EHPAD/create_resident.php?room=101&name=JeanDupont&weight=72.3"`.

Dans cet exemple, une nouvelle ligne sera créée dans la table "resident" avec le numéro de chambre, le nom du patient ainsi que son poids, l'id et la date de relevé étant créés automatiquement.

4-3 L'application



101	Jean Dupont
103	George Brassens
104	Odile Adam
106	Marie Amand
SYNC	

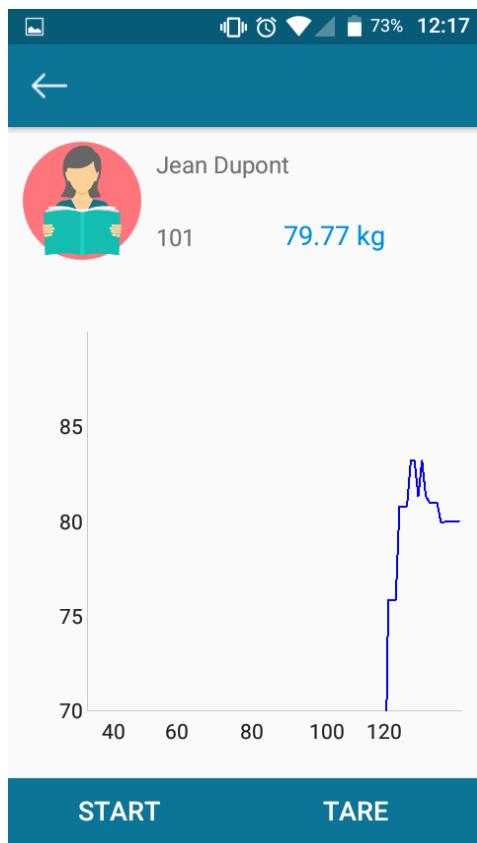
Image 8 : Liste des résidents (vue App)

Ainsi, nous avons pu par exemple établir la liste des résidents par numéro de chambre comme page d'accueil afin de pouvoir agir uniquement sur l'une de ces chambres. La requête envoyée par l'application à la base de données passe par la page PHP qui récupère tous les résidents de la base données et les classe ensuite par numéro de chambre.

Le bouton "SYNC" permet de synchroniser l'application à la base de données en cas de nouvelle entrée après l'ouverture de l'application.

Cette synchronisation se fait à chaque ouverture de l'application permettant ainsi de toujours être à jour, en imaginant qu'une nouvelle chambre est occupée ou que le résident d'une certaine chambre n'est plus le même.

En cliquant sur l'un des éléments de la liste, nous nous retrouvons ensuite sur la page dédiée au résident sélectionné. On y retrouve son nom, son numéro de chambre, le dernier poids relevé ainsi qu'un graphe qui permettra de suivre l'avancement du poids de la personne.



*Image 9 : Graphe des relevés de poids
(vue App)*

L'icône est une option supplémentaire qui pourrait être remplacée par la photo du résident afin d'humaniser sa page et non d'en faire un simple produit dont on relève les informations. Cette option n'est pas encore mise en place.

Enfin, trois boutons sont disponibles sur cet écran :

un bouton "retour en arrière" permettant de revenir à tout instant sur la page d'accueil, un bouton "start" afin de contrôler le début et la fin de la prise de poids ainsi qu'un bouton "tare" afin de remettre à zéro la "balance" avant que la personne ne se pose sur le lit.

Le bouton "start" est accessible à tout moment, il dépend de l'utilisateur uniquement qui décide du début et de la fin de la prise de poids. Au contraire, le bouton "tare" est disponible mais une fois activé celui-ci reste bloqué avec un fond plus sombre, tant que les Raspberry ne se seront pas remis à zéro et n'ont pas renvoyé l'information du succès de ce "tare", il restera inaccessible. Il est possible de "tare" autant de fois que l'on veut.

L'application a donc un contrôle quasi-direct sur les Raspberry. Ce contrôle était nécessaire afin que les Raspberry ne récoltent pas des données infiniment tant qu'elles sont alimentées et ne consomment donc pas plus d'énergie qu'elles ne devraient. C'est pour cela que la création d'une table "rpi" fut nécessaire.

4-4 La communication avec les capteurs

+ Options




























  				id	room	name	tare	get_value
<input type="checkbox"/>	 Modifier	 Copier	 Effacer	1	404	4040	No	No
<input type="checkbox"/>	 Modifier	 Copier	 Effacer	2	404	4041	No	No
<input type="checkbox"/>	 Modifier	 Copier	 Effacer	3	404	4042	No	No
<input type="checkbox"/>	 Modifier	 Copier	 Effacer	4	404	4043	No	No
<input type="checkbox"/>	 Modifier	 Copier	 Effacer	5	101	1010	No	No
<input type="checkbox"/>	 Modifier	 Copier	 Effacer	6	101	1011	No	No
<input type="checkbox"/>	 Modifier	 Copier	 Effacer	7	101	1012	No	No
<input type="checkbox"/>	 Modifier	 Copier	 Effacer	8	101	1013	No	No

Image 10 : Table Raspberry

Cette table est composée de cinq champs: id, numéro de chambre, nom de la Raspberry, nécessité du "tare" ainsi que celle de "prise de valeur". On regroupe ici les Raspberry associées à une chambre ainsi qu'un nom afin de pouvoir agir sur elles en fonctions de ces deux informations. Par exemple, quand l'utilisateur appuie sur le bouton "tare" de la chambre 101, les quatre Raspberry de la chambre 101 verront leur valeur "tare" passer de "No" à "Yes". Grâce à une fonction dans le script de chaque Raspberry, celles-ci vont regarder la valeur associé au champ "tare", si elle est à "Yes", les Raspberry vont remettre le capteur à zéro et passeront la valeur ensuite à "No" pour notifier que l'opération est un succès.

La prise de valeur fonctionne autrement mais garde le même principe. Une fois alimentée, chaque Raspberry va continuellement vérifier sa valeur "get_value". Tant qu'elle reste à "No", le capteur ne prendra pas de données. Une fois que l'utilisateur appuie sur le bouton "start" de l'application, chaque Raspberry liée à la chambre verra sa valeur passer à "Yes", tant que celle-ci reste à "Yes" les capteurs relèveront le poids tout en continuant de regarder la valeur dans la base de données. Chaque prise de poids sera une nouvelle ligne dans la base de données. Une fois le bouton "start" exécuté une seconde fois, la valeur de "get_value" repassera à "No" et la prise de poids s'arrêtera. L'exécution et la prise d'information sont suffisamment efficaces pour que les Raspberry reçoivent et transmettent les informations sans que l'une d'entre elles n'ait pu le faire. L'utilisateur a donc le contrôle quasiment total sur la prise de données des capteurs.

4-5 Les problèmes et les améliorations à apporter

Le plus gros problème de cette solution créée dans le but de tester notre capteur en un premier temps est la sécurité. Problème redondant dans plusieurs projets liés aux "connecté", il est encore plus important dans le cadre de notre projet. Ici, étant donné que la base de données est simulée sur un ordinateur en local, il suffit de trouver l'adresse IP de l'ordinateur qui héberge cette base de données pour avoir accès à celle-ci par le biais de l'url. Pour pallier à cela, la solution serait d'héberger celle-ci sur un vrai serveur sécurisé afin que les données ne soit pas accessible à tous et ne dépendent pas d'un unique ordinateur. Ce problème devrait ne plus en être un si nous relierions directement l'application au logiciel utilisé par notre partenaire.

Toujours d'un point de vue sécurité, l'application reste accessible à n'importe qui l'ayant sur son téléphone. Même si les données n'apparaîtront pas tant que l'appareil n'est pas connecté sur le même réseau que l'établissement, il reste tout de même problématique que l'application soit ouverte à tous. La solution ici serait tout simplement de créer des comptes pour le personnel en ajoutant un nouvel écran de connexion à l'ouverture de l'application. Pour cela, il faudrait créer une nouvelle table dans la base de données que l'on pourrait appeler "users" où l'on aurait un nom d'utilisateur ou un e-mail ainsi qu'un mot de passe sécurisé afin de ne pas se faire pirater son compte.

Pour finir, dans un souci de réalisation dans les meilleurs délais, nous avons choisi des technologies qui étaient à notre portée, ce n'est pas pour autant définitif. Par exemple, l'utilisation d'Android Studio permet de créer des applications en Android, il n'est donc pas possible de créer d'application ios qui représente une partie importante d'utilisateur de smartphone, l'application pourrait donc être développée en React Native permettant de concevoir une application qui fonctionne sur android et ios ou alors de la création de l'application en parallèle sur Swift pour une application ios bien plus adapté.

D'autres améliorations pourraient être apportées à l'application comme la mise en place d'un écran dédiée à la création d'un nouveau résident ou bien de la mise à jour d'une chambre. Il serait aussi possible de créer un écran pour la configuration de Raspberry afin d'associer celle-ci à une chambre ou à un nouveau réseau si ce dernier devait être modifié. La création d'une IP fixe permet une connexion assurée à la base de données mais d'un point de vue sécurité, cela reste un point d'accès facile pour n'importe qui possédant cette adresse.

Pour finir, les technologies et méthodes utilisées ne cessent de se développer, il est important de garder une certaine veille technologique afin que cette application reste performante et ne devienne pas un poids supplémentaire pour le personnel, nous désirons avant tout alléger leur charge de travail.

5 - Partenariat

Dans le cadre de notre PFE, et comme précisé auparavant, nous sommes en partenariat avec la Maison de Famille Villa Concorde et en lien direct avec son directeur M.AZZAOUI. Ce partenariat nous a donc permis d'échanger des informations, de partager l'avancement du projet mais aussi de pouvoir s'adapter rapidement suivant les modifications qui devaient être apportée. Nous remercions encore l'établissement ainsi que son directeur pour le temps qu'ils nous ont accordé.

5-1 Impact sur le projet

Comme énoncé précédemment, ce partenariat nous a permis d'échanger sur les besoins de l'établissement, du personnel et de ses résidents. Nous avons pu visiter plusieurs fois l'EHPAD afin de nous rendre compte des problèmes que le personnel ou les résidents rencontraient. Pour cela nous avons suivi et écouté les employés afin de comprendre ce qu'était une journée typique. Cela passait par plusieurs services à visiter mais comme déjà présenté nous nous sommes focalisés sur la pesée des résidents qui était devenu une tâche compliquée à exécuter. Sans ces visites, nous n'aurions sûrement pas réussi à comprendre les enjeux de notre projet pour cet établissement.

Une fois le sujet décidé, plusieurs informations étaient nécessaires pour le bon déroulement de notre projet. Par exemple, nous avons pu demander aux directeurs de nous renseigner sur les modèles de lits utilisés au sein de son établissement, en demandant la fiche technique qui les accompagnait. Nous avons donc pu trouver le poids d'un lit et le type de pieds qu'il possédait l'idée étant de placer un capteur à chaque pied qui soit suffisamment résistant pour supporter le poids du lit. Outre cela, nous avons aussi pu nous renseigner sur l'utilisation de la Wi-Fi pour la transmission de données afin d'être sûrs de ne pas rencontrer de difficultés sur ce point. Ainsi notre projet a pu suivre sa progression tout en restant adapté à l'établissement afin de répondre au mieux à leurs besoins.

5-2 Impact post-projet

Mais ce partenariat était avant tout réalisé afin de concevoir une solution viable pour ce dernier. Ainsi, la réalisation de notre projet devait être une solution facile d'utilisation pour le personnel et ne devienne pas une charge de travail supplémentaire pour les employés. En effet, nous avons pu tester directement l'un de nos capteurs sur le pied d'un lit médicalisé. Même si le design de l'objet reste à revoir, l'essai fut concluant.

Ainsi, si la solution est bien mise en place, le personnel ne sera plus obligé d'emmener une personne âgée au troisième étage pour effectuer sa pesée, celle-ci pourra être effectuée de manière efficace directement dans la chambre du résident. L'employé pourra démarrer son application afin de sélectionner la chambre où il se trouve, remettre les capteurs à zéro avant que le résident ne se pose dans son lit et ensuite effectuer le relevé automatiquement avec le poids enregistré sur l'écran du smartphone. L'employé pourra revenir à chaque instant sur cet écran afin de relever le poids. Nous allégeons ainsi une partie de la charge de travail engrangée par la pesée d'une personne et remplissons notre objectif de rendre le travail du personnel plus agréable.

6 - Futur du projet

Dans l'état actuel de notre avancement, nous n'avions qu'un seul capteur pour nous permettre de faire nos tests et d'avancer tout au long de notre projet. L'idée serait alors de configurer trois autres capteurs de la même manière afin de pouvoir tester une première fois notre solution sur un lit. Au vu de nos tests, il n'y a aucune raison que cela soit un échec. La suite du projet serait alors d'équiper chaque lit de l'établissement de notre partenaire afin de faire un test à plus grande échelle et adapter la solution si besoin est.

Une amélioration Hardware du prototype est aussi envisageable. Actuellement le projet repose sur des Raspberry Pi 3 mais cette carte présente de très nombreuses fonctionnalités qui ne sont pas exploitées. On pourrait avoir une exigence plus poussée sur la conception Hardware en concevant une carte électronique qui ne possède que les fonctionnalités nécessaires. Cela permettrait de réduire considérablement la consommation énergétique, de minimiser la taille du capteur et d'en réduire le coût. Par exemple, l'environnement Linux n'est pas nécessaire et pourrait être remplacé par du code de bas niveau.

La conception mécanique du capteur est un autre axe d'amélioration à suivre. Il serait préférable de fabriquer un boîtier qui puisse protéger le capteur et ses composants sensibles.

Hormis cela, d'autres améliorations déjà citées auparavant pourraient renforcer notre solution, notamment au point de vue de la sécurité. Le plus intéressant serait de pouvoir associer notre projet au logiciel utilisé par l'EHPAD afin que le relevé se déroule automatiquement et quotidiennement tout en communiquant avec ce logiciel. Cela permettrait d'enlever quasi complètement la charge de travail allouée à la pesée des résidents. Il sera toujours nécessaire de vérifier si les données transmises sont correctes et qu'il n'y a pas d'interférences extérieures pouvant agir sur le relevé.

Dans une autre mesure, nous pourrions imaginer un projet bien plus vaste lié à l'application afin de centraliser plus d'action pouvant permettre d'alléger la charge de travail du personnel sur celle-ci. On peut notamment penser à un planning intégré pour le personnel ou un outil permettant d'améliorer la transmission d'information aux personnes âgées qui résident au sein de l'établissement. L'important est de créer un outil peu coûteux et à la fois très avantageux pour améliorer les conditions de travail du personnel mais aussi la vie des résidents en EHPAD.

7 – Conclusion

Dans ce contexte de vieillissement de la population poussant à un accroissement parallèle du nombre de résident dans les EHPAD peut devenir un problème dans les années futures. Dans le cadre de notre projet PFE, nous nous sommes intéressés à ce problème afin de comprendre les besoins de ces établissements pour continuer de pouvoir accueillir et traiter ces résidents sans allouer de charges supplémentaires de travail pour le personnel. Grâce à notre partenariat avec la Maison de Famille Villa Concorde et de son directeur M.AZZAOUI, nous avons pu nous rendre compte par nous-même des difficultés que peuvent rencontrer le personnel dans leur quotidien. Nous nous sommes alors axés sur un des problèmes récurrents dans l'établissement qui est la pesée de personnes âgées.

Il nous a d'abord fallu faire des recherches pour connaître les solutions existantes, mais le coût du matériel était un frein à la mise en place de ces systèmes au sein de l'établissement. Nous avons donc concentré nos efforts sur la recherche de capteurs moins coûteux pouvant être mis en place facilement. Une fois celui-ci trouvé, nous avons pu commencer l'élaboration de notre projet en comprenant son fonctionnement et en sélectionnant les outils que nous allions utiliser pour son utilisation. En développant en annexe une application mobile qui nous permettrait de récupérer et d'afficher les données du capteur mais aussi de le contrôler, nous avons mis au point une solution qui pouvait être facilement prise en main par le personnel sans leur ajouter une charge de travail supplémentaire.

Malgré les problèmes rencontrés, nous avons conçu un prototype fonctionnel avec un capteur. L'aboutissement de notre projet serait alors la configuration de quatre autres capteurs afin de créer notre première balance connectée. Le personnel de l'établissement n'aura donc plus à déplacer ces résidents d'un étage à l'autre et pourra ainsi revenir à un relevé quotidien et donc à un suivi amélioré des résidents.

C'est un premier pas pour venir en aide aux établissements de type EHPAD et aider à améliorer les conditions de travail du personnel mais aussi les conditions de suivi des résidents. Il ne faut pas oublier que nous pourrions être à leur place dans le futur et qu'il est important de s'investir pour que la technologie puisse pallier aux problèmes liés au vieillissement de la population.