



Rapport du projet d'IoT : Poubelle connectée Eco3

MASTER 1 INFORMATIQUE 2019/2020

Le groupe *Karadik* est composé des membres suivants :

Nady SADDIK | nady95160@gmail.com

Alexandre KARAKAS | alexandre.karakas@gmail.com

A l'attention de : MM. Aomar OSMANI et Massinissa HAMIDI

13/05/2020 version 2.0

Institut Galilée – Université Paris 13

99 Avenue Jean Baptiste Clément, 93430 Villetaneuse

Table des matières

1. Introduction.....	2
2. Etat de l'art.....	3
2.1. Bin.E.....	3
2.2. Le boitier Eugène	4
2.3. R3D3	4
2.4. BigBelly Solar Compactor.....	5
3. Etude fonctionnelle.....	6
3.1. Diagrammes UML	6
3.2. Liste des composants nécessaires.....	7
3.3. Branchements sur Fritzing.....	7
4. Prototypage	8
4.1. Montage d'un prototype	8
4.2. Branchements et codes	9
4.2.1. <i>Interface</i>	9
4.2.2. <i>Analyse d'image avec Tensorflow</i>	10
4.3. Planning final.....	11
5. Conclusion	12
Bibliographie	13

1. Introduction

L'équipe Karadik est fière de vous présenter son projet de poubelle connectée. Grâce à elle, fini les prises de tête lorsque vous devez jeter un déchet à la poubelle.

L'écologie est une thématique importante en ce début de 21ème siècle : pendant trop longtemps l'Homme a pollué la planète sans trop se soucier des conséquences. Cependant, depuis quelques années, on en constate de plus en plus les effets : disparition prématurée d'espèces animales, fontes des glaces, augmentation du niveau des eaux, catastrophes naturelles de plus en plus fréquentes, et réchauffement climatique, pour en citer quelques-uns.

On constate ainsi une prise de conscience générale des Hommes quant à cette problématique (malheureusement assez tardive), et nous sommes de plus en plus sensibilisé à l'écologie, et notamment au recyclage.

C'est dans ce domaine que Karadik souhaite apporter sa pierre à l'édifice en présentant Eco3, sa poubelle connectée. Le principe de base est simple : une intelligence artificielle se chargera de reconnaître les déchets que vous jetez, et de vous ouvrir le bon bac de recyclage afin qu'ils puissent correctement être recyclés.

De plus, par l'intermédiaire d'un écran placé sur la poubelle, vous pourrez non seulement savoir à quel moment les bacs sont à vider, mais également connaître la quantité de déchets que vous aurez jetés dans chacun d'entre eux.

En plus d'être simple d'utilisation, cela permet aussi d'apprendre aux enfants à recycler dès leur plus jeune âge, et de leur inculquer de bonnes habitudes.

2. Etat de l'art

Les enjeux d'écologie et de développement durable sont devenus si importants que de nombreuses sociétés se sont lancées dans le domaine des « *Smart cities* ». Les villes connectées promettent dans le futur une optimisation du ramassage des déchets, un éclairage optimal ou encore des feux rouges intelligents.

Au fil du temps, l'Homme produit de plus en plus de déchets (en Europe, plus de 400 millions de tonnes par an, et ce chiffre est amené à augmenter). Il devient donc important d'agir, et plusieurs villes commencent déjà à s'équiper de poubelles connectées pour inciter leurs habitants à trier un peu plus leurs déchets. Le marché est récent, mais très grand : il peut être destiné aux particuliers, aux entreprises, et aux collectivités.

Intéressons-nous donc aux solutions existantes.

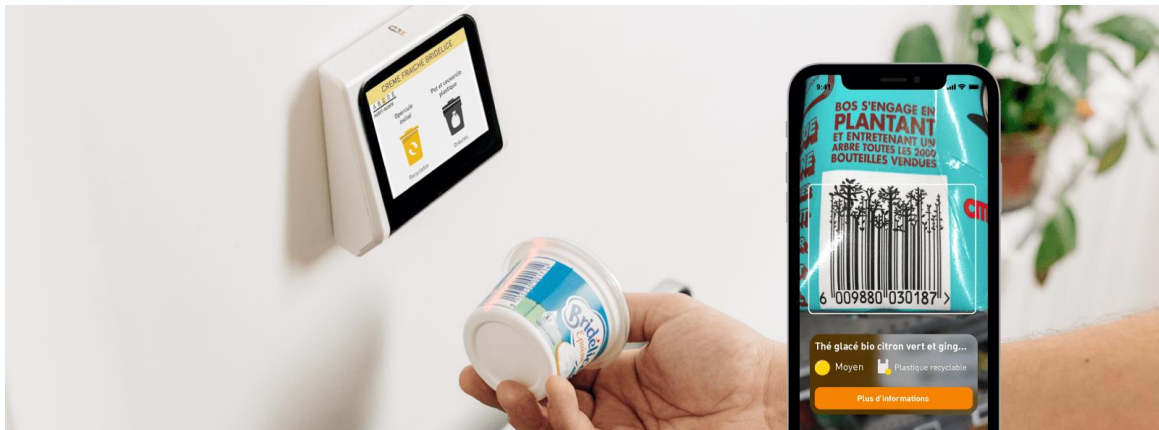
2.1. Bin.E



Conçue par la start-up polonaise *Bin.E*, cette poubelle reconnaît, comprime et trie différents types de déchets (verre, plastique, papier, et métal) grâce à un système placé à l'intérieur de la poubelle qui utilise des capteurs, la reconnaissance d'images et une intelligence artificielle. Un écran tactile, placé sur la poubelle, permet d'informer l'utilisateur de la quantité de déchets présents dans chaque bac.

Sortie en 2018, elle est surtout destinée aux professionnels : elle est vendue autour de 500 euros, et une application d'accompagnement pour smartphone, qui les met en relation avec des services de collecte, est facturée sous forme d'abonnement mensuel à un prix de 120 euros.

2.2. Le boîtier Eugène



Conçue par la start-up française Uzer, Eugène est un boîtier à fixer à proximité d'une poubelle afin de pouvoir scanner les code-barres des produits avant de les jeter, dans le but d'afficher leurs consignes de tri. Ce boîtier ne propose pas d'intelligence artificielle, et ne peut donc pas reconnaître tous les déchets.

Commercialisé en 2017 à destination du grand public, Eugène est vendu à 79€ et une application gratuite est également disponible sur Android et iOS. Depuis cette dernière, il est possible de scanner ses produits directement depuis son téléphone afin de connaître les consignes de tri des déchets scannés.

2.3. R3D3



Conçue en 2018 par l'entreprise française *Green Creative*, la poubelle R3D3 reconnaît, trie et compacte automatiquement les canettes, les gobelets et les bouteilles en plastique. Elle favorise ainsi le recyclage du plastique et de l'aluminium. Les gobelets de café, les bouteilles et canettes sont séparées, compactées et rangées dans des box distincts. Cela permet de faciliter la collecte et surtout le tri.

R3D3 peut ainsi engloutir « l'équivalent de 100 bouteilles, 300 canettes et 400 gobelets »

Grâce à la compression, elle permet aussi d'organiser moins de collectes, et donc de limiter des émissions de CO2. Par ailleurs, R3D3 avertit elle-même les responsables de l'entretien lorsqu'il y a besoin de la vider. Via une interface web dédiée, les entreprises peuvent ensuite suivre des indicateurs concernant leurs déchets.

En raison de ses dimensions et de son poids important (environ 60 kilos), ainsi que de son coût (4 000 euros), la poubelle R3D3 est plus orientée pour les entreprises.

2.4. BigBelly Solar Compactor



Conçue par la société américaine *Bigbelly INC.*, la poubelle BigBelly Solar Compactor est, d'après son constructeur, la seule poubelle intelligente avec un compacteur fonctionnant à l'énergie solaire, qui marche à n'importe quel endroit du monde. Cela lui permet d'avoir une capacité de 600 litres, soit l'équivalent de 10 poubelles classiques en moyenne. Elle indique également en temps réel son taux de remplissage afin de faciliter le travail des agents de propreté.

Pour inciter les usagers à l'utiliser, la société *Bigbelly INC.* a créé un système qui les récompense (par exemple en leur permettant de gagner des billets de spectacle). Un modèle avec tri sélectif devrait être développé bientôt.

Destiné notamment aux collectivités, la poubelle BigBelly Solar Compactor coûte environ 5000 euros.

3. Etude fonctionnelle

3.1. Diagrammes UML

Dans cette partie nous allons spécifier le système qui sera mis en place dans notre projet. Pour cela nous avons commencé par développer des diagrammes UML.

Diagramme d'activité :

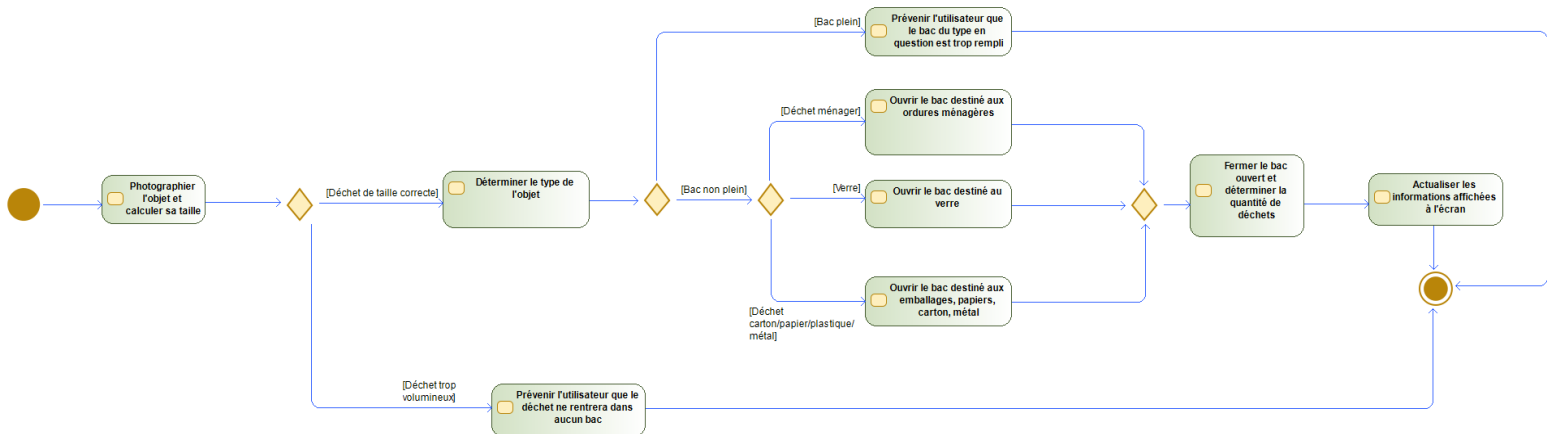
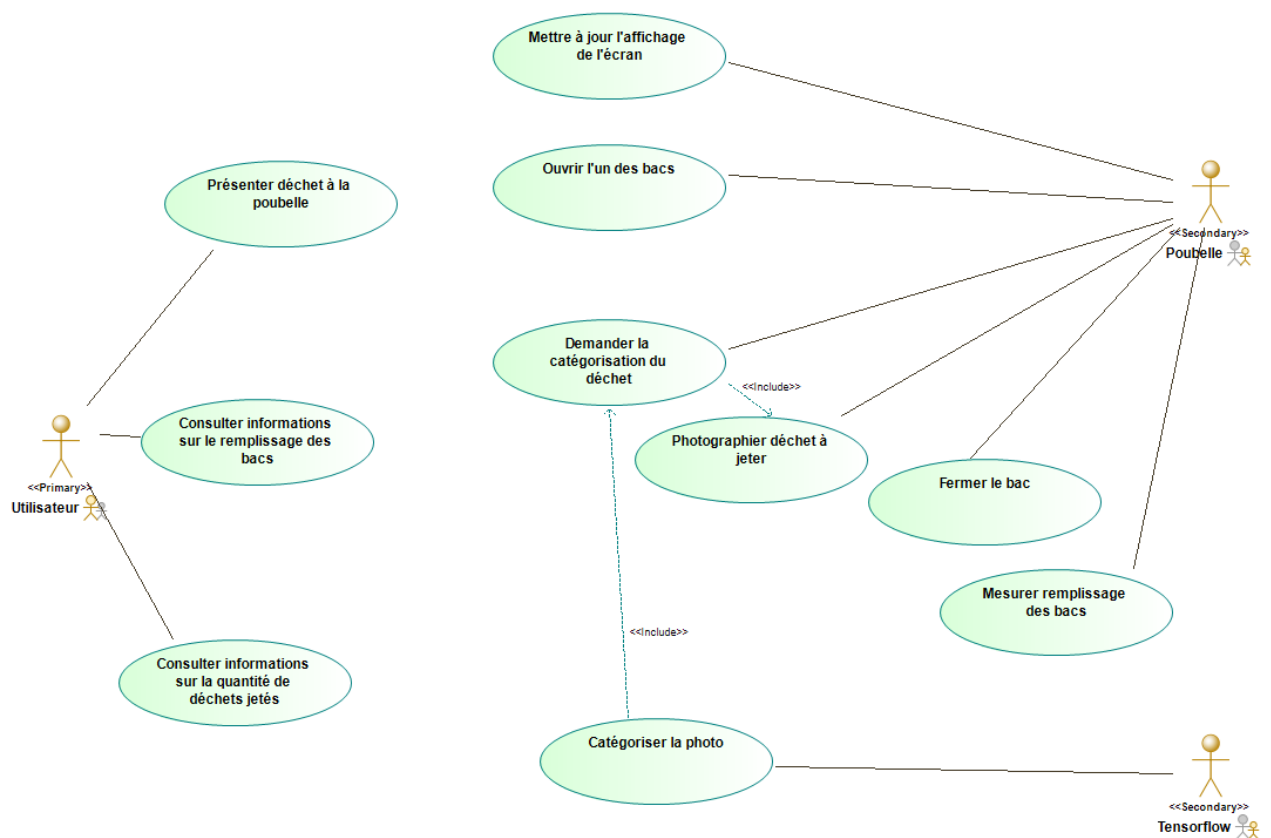


Diagramme de cas d'utilisation :



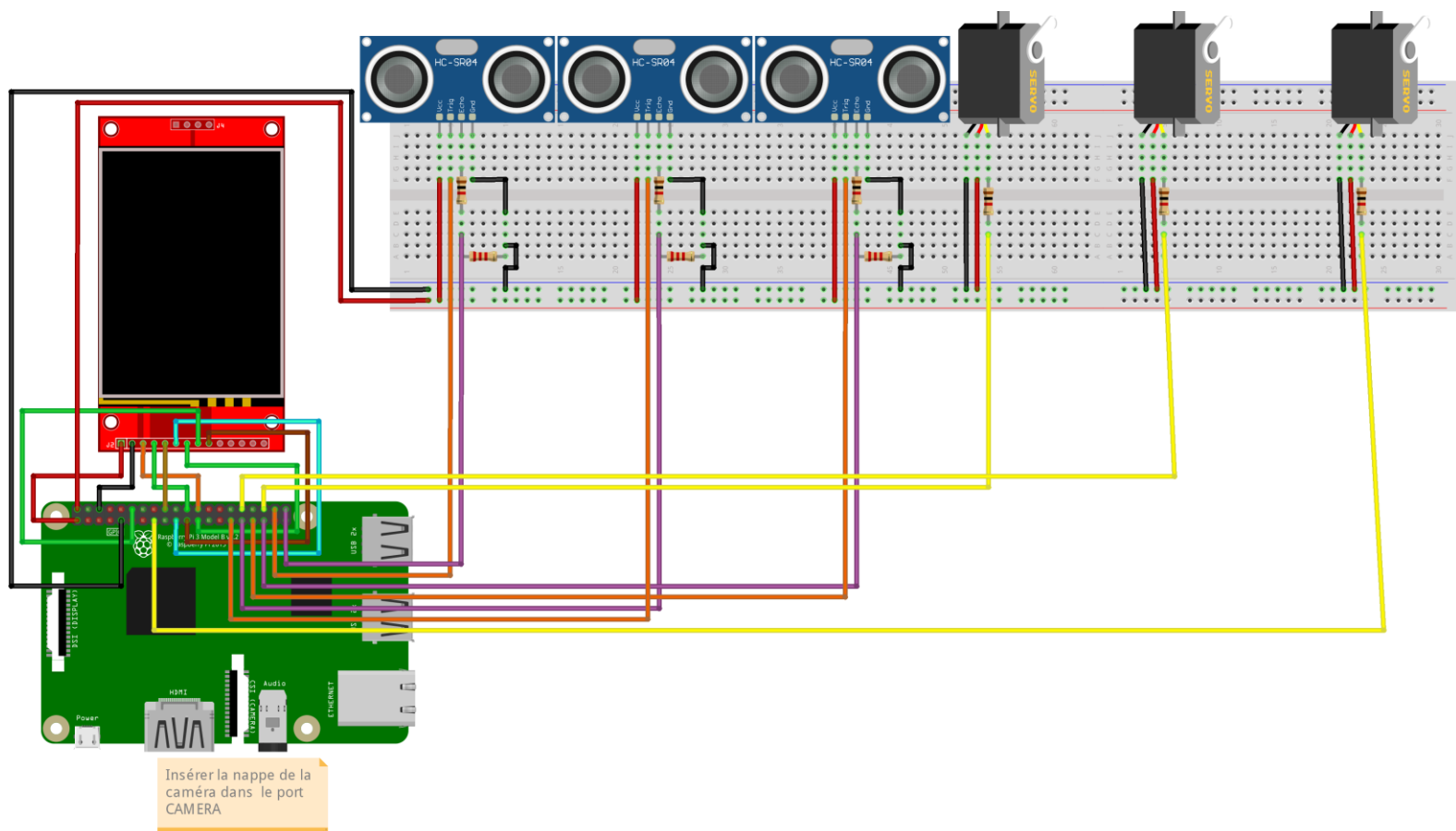
3.2. Liste des composants nécessaires

Avant de concevoir notre poubelle connectée, nous avons fait l'inventaire du matériel nécessaire pour la réaliser. Nous avons donc besoin des composants suivants :

- Une poubelle à 3 bacs - Cdiscount.com
- Raspberry Pi 3 Modèle B+ 1 GB (avec alimentation, ventilateur, et carte microSD)
- 1x module caméra 5 MP - Amazon.fr
- 1x écran - Amazon.fr
- 3x servomoteurs - Amazon.fr
- 3x télémètres à ultrasons (SONAR) - Amazon.fr
- Des résistances et des câbles

3.3. Branchements sur Fritzing

Ce schéma montre à quoi devrait ressembler notre système une fois tous les composants branchés au Raspberry Pi. Actuellement, il n'est que purement théorique et il sera peut-être sujet à des modifications. En effet, dû à la situation sanitaire actuelle, il ne nous est pas possible de nous procurer du matériel manquant.

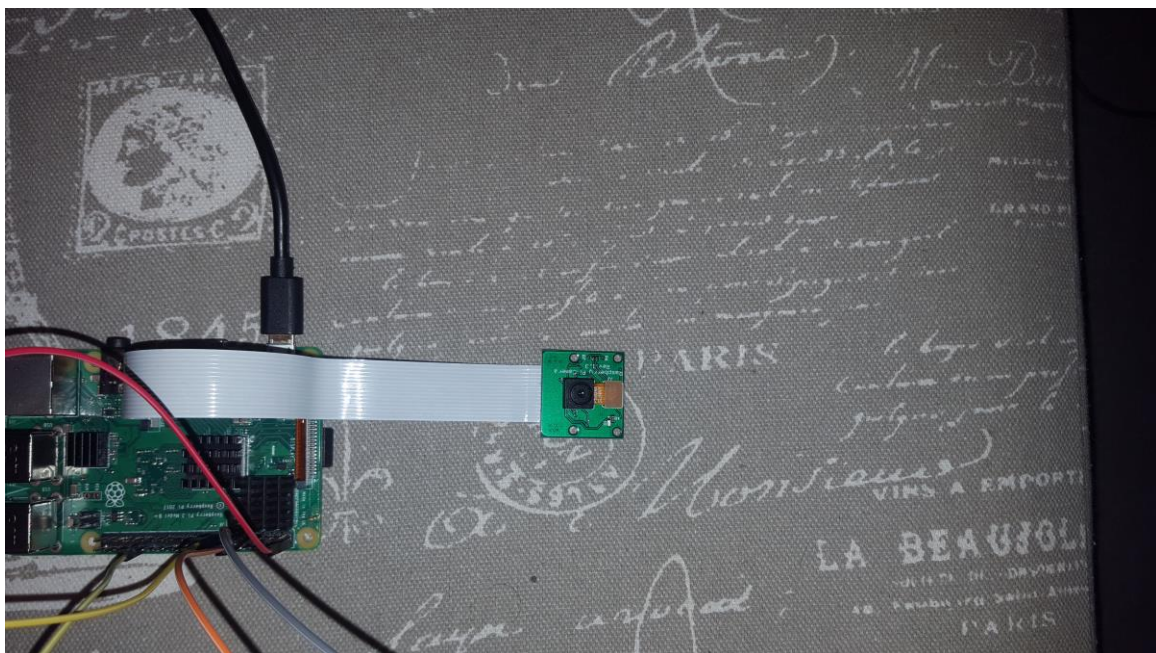
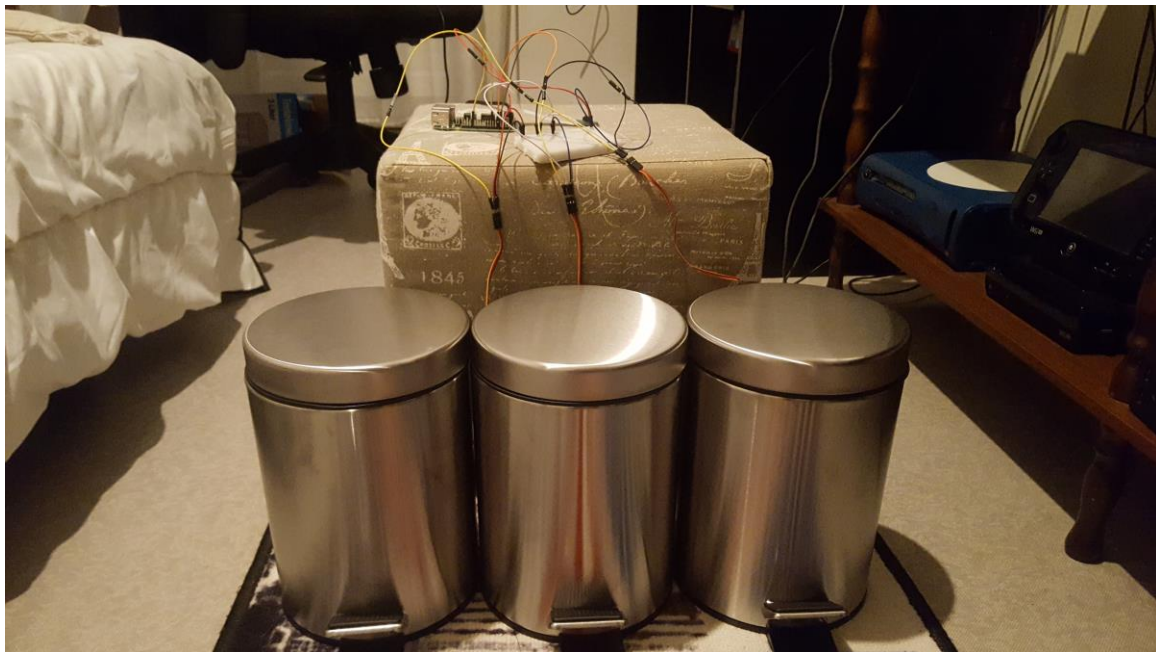


4. Prototypage

4.1. Montage d'un prototype

Nous avons cependant rencontré quelques soucis pour les branchements. Lors de la commande du matériel, nous nous sommes aperçus qu'il manquait un des servomoteurs. Malheureusement, à cause de la situation sanitaire actuelle, il ne nous a pas été possible de renvoyer le colis pour en recevoir un nouveau.

De plus, un camarade a pu gentiment nous prêter des fils pour notre projet juste avant l'annonce de la fermeture de l'Université et du confinement, mais il nous en manque pour pouvoir réaliser tous les branchements.



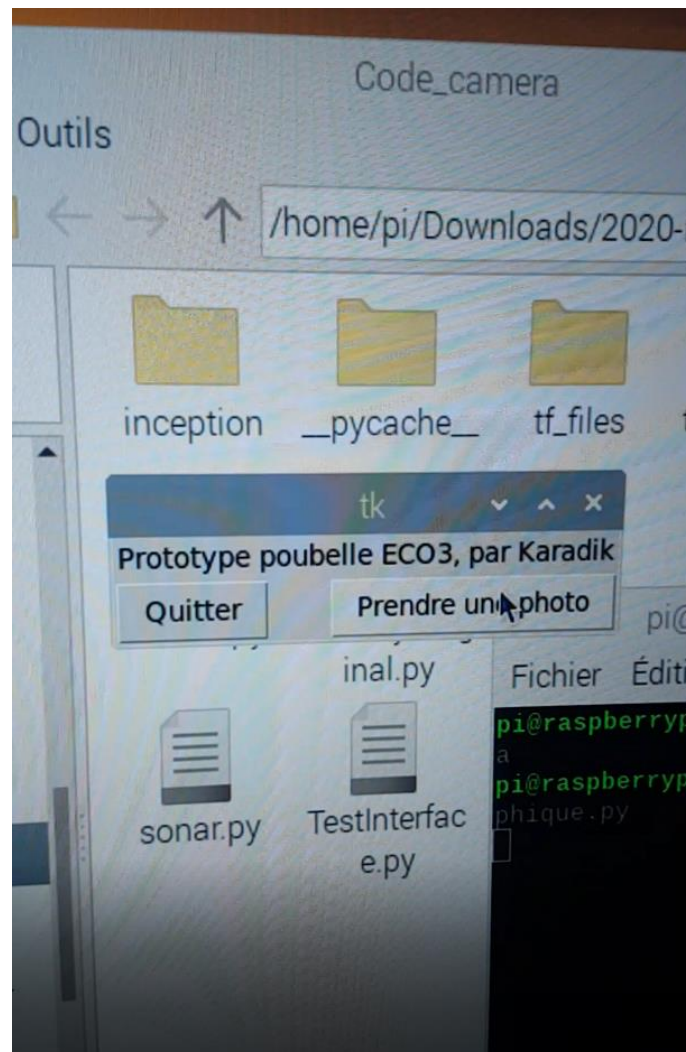
Nous nous référerons donc essentiellement au montage sur Fritzing, et aux lignes de codes présentes sur le dépôt Github de notre équipe.

4.2. Branchements et codes

4.2.1. Interface

Pour développer l'interface graphique et pouvoir communiquer avec les autres composants nous avons choisi de développer l'interface à l'aide de Tkinter, Il s'agit d'un module qui est intégré avec Python. Pour pouvoir l'utiliser il a fallu l'importer dans le dossier du projet et concevoir des widgets. Ces derniers permettent de créer des boutons qui communiqueront avec les composants.

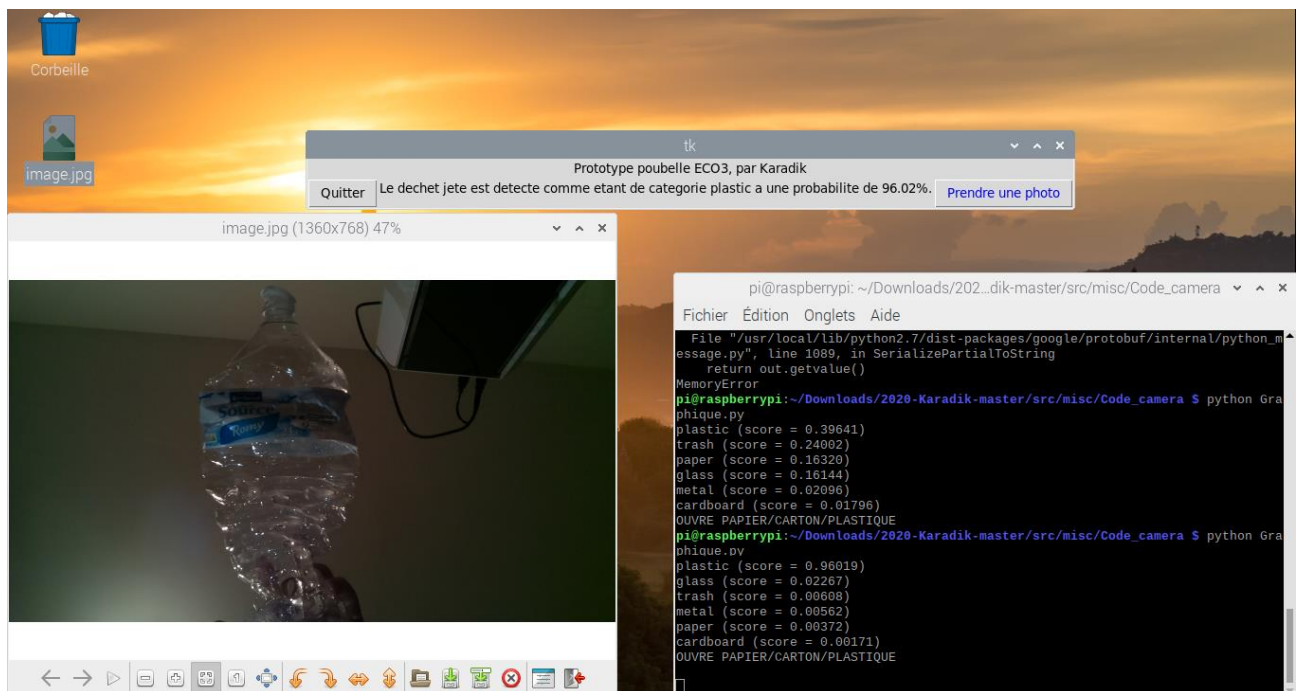
L'interface est très sommaire, mais permet aisément d'actionner la caméra pour lancer une analyse. Cette interface était censée être affichée sur l'écran de la poubelle – qui est tactile – mais nous n'avons pas pu le faire sans empêcher la suite de la conception du projet. C'est pourquoi nous avons choisi, afin de tester la fonctionnalité, d'afficher cette interface sur un écran d'ordinateur via un câble HDMI.



4.2.2. Analyse d'image avec Tensorflow

La plus grosse partie de notre projet, et celle qui nous a probablement pris le plus de temps, est la partie d'analyse d'image via Google Tensorflow. Il s'agit d'un outil open source d'apprentissage automatique.

Doté d'un réseau de neurones, Tensorflow nous a permis d'analyser les photos prises par la caméra de la Raspberry, afin d'en déterminer le type. Pour ce faire, nous nous sommes servis d'un projet sur Github nommé « Plastic-Detection-Model ». Du code était déjà conçu pour permettre la détection de plastique, carton, papier, métal, verre, et déchets sur une image. Ce projet utilise également un modèle pré-entraîné appelé Inception.



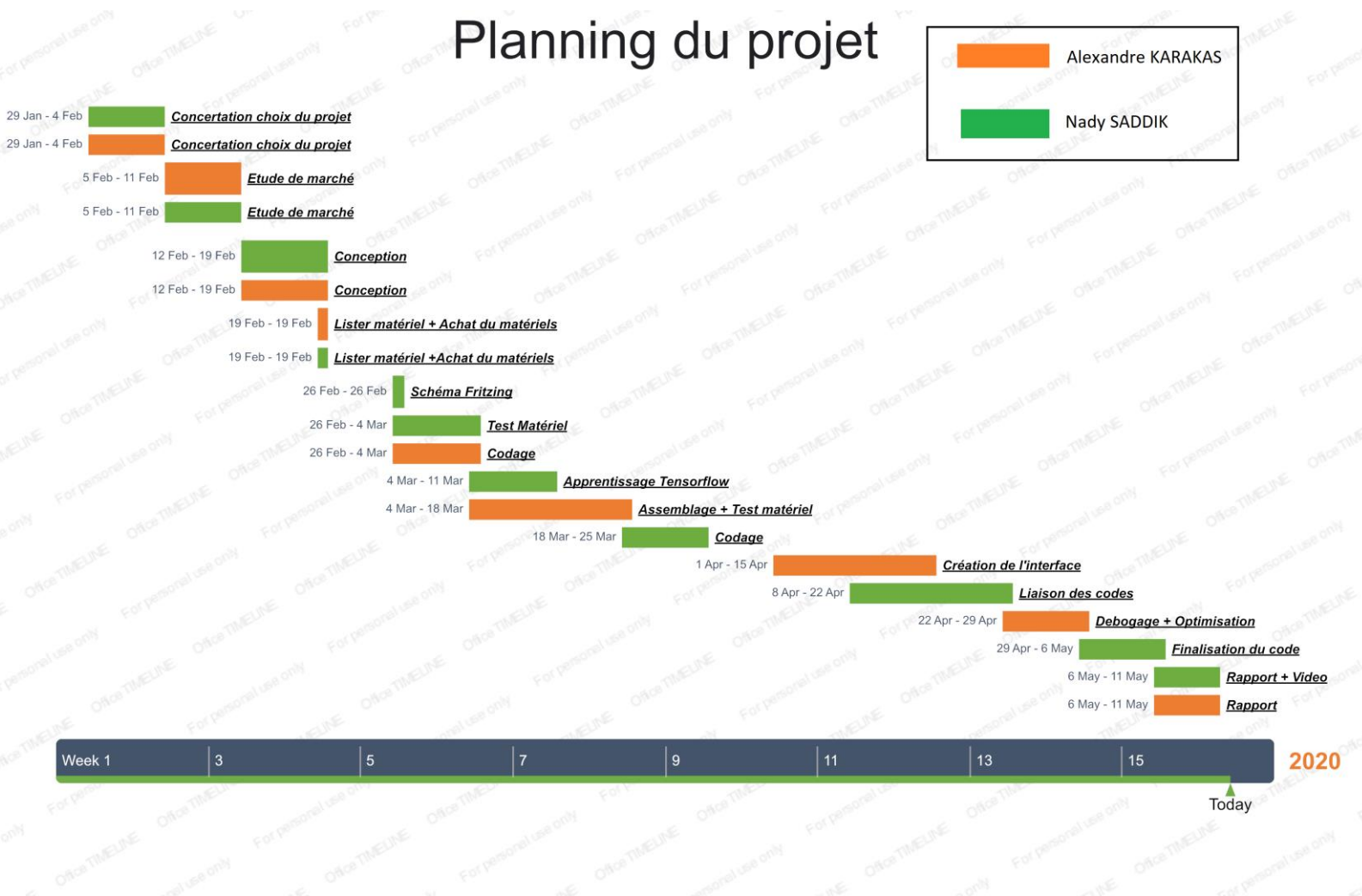
Sans même rajouter d'images pour réentraîner le modèle et avoir des résultats plus précis, nous obtenions déjà des résultats très satisfaisants dans la grande majorité des cas.

Nous avons ensuite développé des fonctions, que nous n'avons pas pu tester dans des conditions satisfaisantes, permettant d'ouvrir le bon bac en fonction du résultat. Afin de pouvoir déboguer, nous avons affiché le nom du bac devant s'ouvrir sur l'invité de commandes.

4.3. Planning final

Afin de réaliser ce projet, surtout au vu de la situation actuelle, il nous aura été nécessaire de bien nous organiser. Nous nous sommes répartis les tâches comme suit :

Planning du projet



5. Conclusion

Ce projet était pour nous une occasion incroyable de concevoir pour la première fois de notre vie un objet connecté concret. L'expérience fut très enrichissante, bien que tâchée par des imprévus regrettables.

Nous espérons tout de même pouvoir finaliser notre prototype dans le futur, une fois que la situation sanitaire se sera calmée, car nous sommes tout de même fiers de l'idée et du travail accompli.

Bibliographie

- Site officiel de Bin.E : <http://www.bine.world/>
- Site officiel de Uzer : <https://www.uzer.eu/>
- Site officiel de Green Creative : <https://www.green-creative.com/>
- Site officiel de Bigbelly INC. : <https://bigbelly.com/>
- Article de La Tribune sur les poubelles connectées :
<https://www.latribune.fr/regions/ile-de-france/green-creative-les-poubelles-connectees-qui-simplifient-le-recyclage-762550.html>
- GitHub du projet Plastic-Detection-Model :
<https://github.com/antiplasti/Plastic-Detection-Model>
- Google Tensorflow : <https://www.tensorflow.org/>
- Datasets utilisés :
<https://drive.google.com/drive/folders/0B3P9oO5A3RvSUW9qTG11U183TEE>