

903

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université 8Mai 1945 – Guelma
Faculté des sciences et de la Technologie
Département d'Electronique et Télécommunications



Mémoire de fin d'étude
Pour l'obtention du diplôme de Master Académique
Domaine : Sciences et Technologie
Filière : Electronique
Spécialité : Instrumentation

THEME DE MEMOIRE FIN D'ETUDE
RECONNAISSANCE FACIALE AVEC LA CARTE
RASPBEERY PI

Présenté par :
ATI OUSSAMA

Sous la direction de :
TABA MOHAMED TAHAR

Juin 2018



10/3802



Remerciements

*Mes remerciements et ma profonde gratitude vont à
Mon promoteur Monsieur TABA MOHAMED TAHAR*

Pour son encadrement, son suivi

Et ses conseils tout au long de cette période.

Mes remerciements et ma gratitude vont aux

Professeurs et enseignants du département

D'ELECTRONIQUE et TELECOMMUNICATIONS

Ainsi que ses étudiants et son personnel

Qui m'ont côtoyés tout au long de mon cursus universitaire.

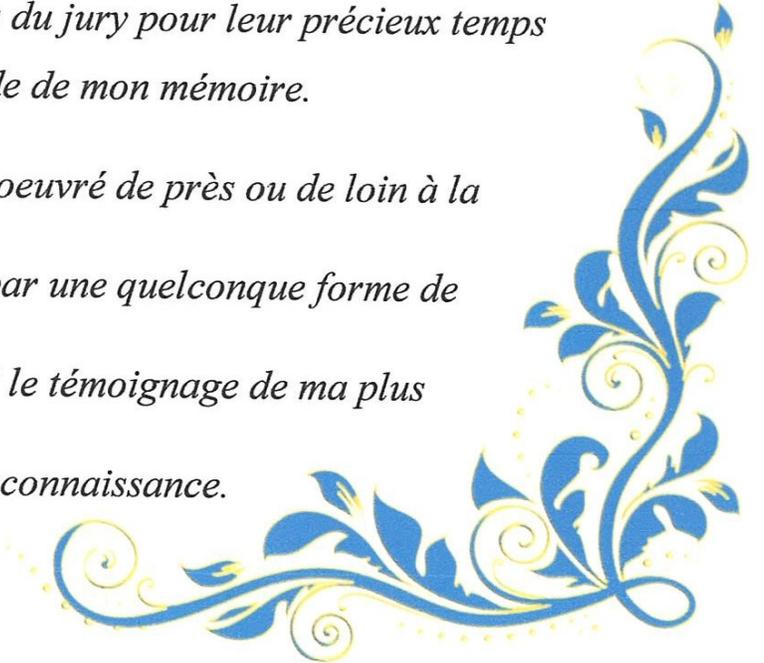
*Je remercie aussi les membres du jury pour leur précieux temps
accordé à l'étude de mon mémoire.*

Que toute personne ayant oeuvré de près ou de loin à la

Réalisation de ce projet par une quelconque forme de

Contribution, trouve ici le témoignage de ma plus

Profonde reconnaissance.





Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

A mes très chers parents pour leur soutien et

*Encouragement durant toutes mes années d'études et
Sans lesquels je n'aurais jamais réussi et à ma famille*

A tous mes professeurs et enseignants que j'ai eu

Durant tout mon cursus scolaire et qui m'ont permis de

Réussir dans mes études.

A tous mes amis.

A toute personne ayant contribué à ce travail de près

Ou de loin.

Oussama

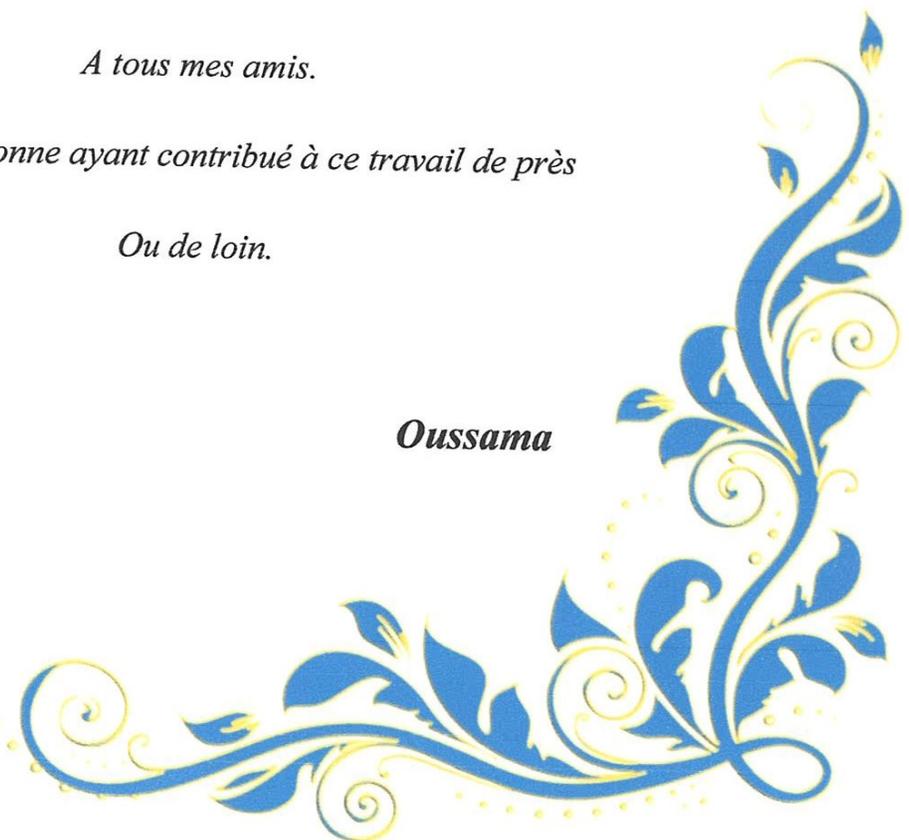


Table des matières

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE 1 : LA CARTE RASPBERRY PI	
1.1 - DIFINITION DE LA CARTE RASPBERRY PI	4
1.2-Historique	4
1.3-Prototype	5
2 - Les Différents modèles de Raspberry Pi et ses utilisations	5
2-2-Les différents types de modèles raspberry pi suivent	6
2-2-3-Raspberry Pi 2	8
2-2-4- Raspberry Pi 3 Modèle B	8
2-3- Tableau de Comparaison	9
3- Comment faire la mise en marche la carte raspberry pi	10
3-1-Matériel	10
3 - 2 - Les étapes pour faire démarrer la carte raspberry pi	11
3-3-Partie Installation du Logiciel	11
3 - 4 -Mise en marche	12
3 – 5 - Surfer sur le web	14
4– 1 CONFIGURATION DE CAMÉRA	16
4 - 2 Configuration du logiciel de l'appareil photo	17
CHAPTER 2 : PYTHON ET OPEN CV	
1 Le langage PYTHON	19
1 – 1 - Historique du python	19
1 - 2 - Les avantage de python	19
1 – 4 - Distribution de Python et bibliographie	20
2 – 1 Historique du open cv	20
2 - 2 Installer OpenCV-Python dans Windows.....	21
CHAPITRE 3 : L'APPLICATION	
Reconnaissance Faciale par Raspberry Pi pour la détection de la fatigue des chauffeurs.....	25
BUT DE PROJET	26
1 – 1 - LISTE Du MATTERIEL	26
2 - Le coût des pièces utilisées dans le projet	29
3 – 1 - SCHEMA Synoptique du PROJET	30
3 – 2 –SCHEMA ELECTRIQUE DU PROJET	30
3 –3 - Détection de somnolence avec OpenCV	31

3-3-1 CONSTRUCTION DU DETECTEUR DE SOMNOLENCE AVEC OPEN CV.....	32
3-3-2 - Analyse le fonctionnement de traitement d'image par la bibliothèque dlib	32
5 - APPLICATION SUR PC REALISATION	35
5 – 1 – SHEMA SYNOPTIQUE DU PROJET	35
5 – 2 - Programme utilisé sur python	36
5 - 3 Résultats obtenus sur pc	36
5 - 4 Résultats obtenus par la carte raspberry pi	39
Détection du visage et des yeux a l'intérieure de la voiture.....	40
Conclusion Générale et Perspectives	42
Perspectives	42
Bibliographie.....	43

LISTE DE FIGURES

Figure 1.1 : une carte Raspberry pi en marche	5
Figure 1.2 : Différent modèles Raspberry Pi	6
Figure 1.3 : Raspberry Pi 1 modèle B +	7
Figure 1.4: Raspberry Pi Zero	7
Figure 1.5 : Raspberry Pi 2	8
Figure 1.6 : Raspberry pi 2 model	8
Figure 1.7 représente la carte raspberry pi son moniteur, son clavier et une souris.	10
Figure 1.8 : La carte Raspberry pi 3 B+	12
Figure 1.9 : Connectez le clavier et la souris de la même manière	12
Figure 1.10 : raspberry pi branchie le clavier ,la souris ,et moniteur	13
Figure 1.11 : raspberry pi connecte l'alimentation pour le démarrage	13
Figure 1.12 : L'interface graphique du Raspberry Pi.....	14
Figure 1.13 : Menu de l'interfuee graphique	14
Figure 1.14 : la barre des réseaux sur la carte raspberry	15
Figure 1.15 : la barre des réseaux sur la carte raspberry	15
Figure 1.16 : la configuration de wifi.....	15
Figure 1.17 : la fenêtre de browser	16
Figure 3.1 : Raspberry pi 3, MODELE B, 1 GB DE RAM	26
Figure 3.2 : Carte mémoire 16 GB, classe 4 + adaptateur carte	26
Figure 3.3 : Alimentation pour raspberry pi 5 V et 2.5A	27
Figure 3.4 : Adaptateur HDMI ver VGA pour l'affichage par VGA.....	27
Figure 3.5 : Câble VGA pour l'affichage :	27
Figure 3.6 : Camera web USB pour capture l'image :	28
Figure 3.7 : souris sans fil pour la programmation	28
Figure 3.8 : Clavier USB pour la programmation	28
Figure 3.9 : Ecran pour l'affichage.....	29
Figure 3.10 : schéma de projet avec raspberry pi par fritzing(simulateur électronique)[10]	30
Figure 3.11 : placement la Cam web sur les tableaux de bord.....	31
Figure 3.12 : Les étapes dans le processus de reconnaissance des expressions faciales.....	32
Figure 3.13 : la figure explique les point repère de l'œil et le spectre de fermeture	33
Figure 3.14 : les points de repère faciaux par la bibliothèque dlib[12]	34

Figure 3.15 : Extraction des contours et définition des 5 distances.[14]	35
Figure 3.16 : Détection du visage ainsi que les yeux sans les lunettes	36
Figure 3.17 : détection du visage avec la fermeture d'un seul œil	37
Figure 3.18 : détection de somnolence. Les deux yeux sont fermés	37
Figure 3.19 : Détection du visage ainsi que les yeux même avec les lunettes	38
Figure 3.20: Détection du visage ainsi qu'un seul œil avec les lunettes	38
Figure 3.21 : détecteur de la fatigue même mante lunette	39
Figure 3.22 : La surface de vision du conducteur	39
Figure 3.23 : Détection du visage ainsi que les yeux même avec les lunettes a l'intérieur de la voiture	40
Figure 3.24 : Détection du visage ainsi qu'un seul œil même avec les lunettes à l'intérieur de la voiture	40
Figure 3.25 détection de la fatigue du chauffeur et action de l'alarme	41

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1.1 : les caractéristiques de chaque modèle raspberry pi [3]	9
Tableau N°2 : TABLEAUX DES PRIX DU MATERIEL UTILISE	29

INTRODUCTION GENERALE :

Les innovations dans l'industrie automobile au cours des cent dernières années ont rendu nos véhicules plus puissants, plus faciles à conduire et contrôler plus sûrement plus économe en énergie, et plus respectueux de l'environnement. La majorité des accidents causés aujourd'hui par les voitures sont principalement en raison du facteur humain et surtout la fatigue du conducteur.

Conduire pendant une longue période cause une fatigue et une fatigue excessive qui à leur tour conducteur somnolent ou lâche conscience. Avec l'augmentation rapide du nombre d'accidents semble augmenter de jour en jour. Par conséquent, Il est nécessaire de concevoir un système qui garde le conducteur vigilant et concentré sur la route.

Le but de ce projet est de développer un prototype de système d'avertissement du conducteur somnolent. Toute notre attention et notre concentration seront placées sur la conception du système qui permettra de surveiller avec précision l'état ouvert et fermé de l'œil du conducteur en temps réel. Par constamment en surveillant les yeux, on peut voir que les symptômes de la fatigue du conducteur peuvent être détectés assez tôt pour éviter un accident

La détection peut être faite en utilisant une séquence d'images des yeux ainsi que le mouvement du visage et de la tête. L'observation des mouvements oculaires et ses bords pour la détection seront utilisés. Les dispositifs, permettant ainsi de détecter le moment où le conducteur s'endort et de fournir des avertissements pour l'alerter du risque, ou même contrôler le mouvement du véhicule, ont fait l'objet de beaucoup de recherche et de développement.

La fatigue du conducteur est un problème grave entraînant des milliers d'accidents de la route chaque année. Il n'est actuellement pas possible de calculer le nombre exact d'accidents liés au sommeil en raison des difficultés à détecter si la fatigue était un facteur et à évaluer le niveau de fatigue.

Cependant, la recherche suggère que jusqu'à 45% des accidents sur les routes monotones en Inde sont liés à la fatigue [1]. La recherche dans d'autres pays indiquent également que la fatigue du conducteur est un problème sérieux.

Les camionneurs, les conducteurs de bus ainsi que les conducteurs de voitures sur de long trajets sont les plus à risque de s'endormir au volant.

Cependant, tout conducteur voyageant sur de longues distances ou lorsqu'il est fatigué court le risque d'un accident de sommeil. Les premières heures du matin et le milieu de l'après-midi sont les heures de pointe pour les accidents de fatigue et les longs trajets sur les routes monotones, en

particulier les autoroutes et les routes du Sahara sont les plus susceptibles d'entraîner un conducteur à s'endormir.

Le Chapitre 1 : une description de la carte raspberry pi, son installation ainsi que les avantages de son utilisation

Chapitre 2 : dans ce chapitre nous explorons les langages de programmation python et open cv et leur installation et utilisation pour le traitement d'image sur la carte raspberry pi et déclarer les étapes d'installation sur Windows.

Chapitre 3 : c'est la partie qui décrit l'application de la détection de fatigue sous Windows et sur la carte Raspberry pi

Le travail sera terminé par une conclusion générale et perspective.

CHAPITRE 1 :
LA CARTE RASPBERRY PI

1 - DEFINITION DE RASPBERRY PI :

1.1. Raspberry Pi

Le carte Raspberry Pi est un nano-ordinateur mono carte à processeur ARM conçu par le créateur de jeux vidéo David Braben, dans le cadre de sa fondation Raspberry Pi [2]

Cet ordinateur, qui a la taille d'une carte de crédit, est destiné à encourager l'apprentissage de la programmation informatique; il permet l'exécution de plusieurs variantes du système d'exploitation libre GNU/Linux-Debian et des logiciels compatibles. Mais également avec les OS Microsoft Windows : Windows 10 IoT Core et Android PI

Il est fourni nu (carte mère seule, sans boîtier, alimentation, clavier, souris ni écran) dans l'objectif de diminuer les coûts et de permettre l'utilisation de matériel de récupération. Néanmoins des « kits » regroupant le « tout en un » sont disponibles sur le web à partir de quelques dizaines d'euros seulement pour ceux qui le désirent.

Son prix de vente était estimé à 25 \$, soit 19,09 €, début mai 2011. Les premiers exemplaires ont été mis en vente le 29 février 2012 pour environ 25 €. En septembre 2016, plus de dix millions de Raspberry Pi ont été vendus. De multiples versions ont été développées, les dernières sont vendues un peu plus de 25 € pour le B+, à un peu plus de 30 € pour le Pi 2 (2015), un peu plus de 12 € pour le Pi 3 (2016) et 5 \$ pour le Raspberry Zero (2016). [2]

1.2-Historique :

En 2006, les premiers prototypes du Raspberry Pi sont développés sur des microcontrôleurs Atmel ATmega 644 [3].

Le schéma et le plan du circuit imprimé sont rendus publics.

Cet ordinateur s'inspire du BBC Micro d'Acorn Computer (1981) [3] et est destiné à encourager la jeunesse à la programmation

Le premier prototype ARM est intégré dans un boîtier de la même taille qu'une clé USB10 avec un port USB d'un côté et un port HDMI de l'autre.

L'objectif de la fondation est alors de proposer deux versions, l'une à 25 \$ US et une deuxième à 35 \$ US. L'ouverture des commandes pour le modèle B (le plus cher) a eu lieu le 29 février 2012 et le 4 février 2013 pour le modèle A (le moins cher)

1.3-Prototype :

En août 2011, 50 cartes version Alpha sont construites, ces cartes étant identiques du point de vue fonctionnel au modèle B prévu mais elles sont plus grandes pour faciliter le débogage (placement des sondes).

Une démonstration montre la carte exécutant une distribution Debian avec un bureau LXDE, Quake 3 en 1080p et une vidéo en Full HD MPEG-4 par HDMI.

En octobre 2011, une version de RISC OS 5 tournant sur la carte est présentée. Après une année de développement la version grand public sera terminée en novembre 2012.

En décembre 2011, 25 cartes modèle B ont été construites et testées.

Le design des cartes version Beta est le même que les cartes grand public. Une seule erreur a été découverte dans le design, certaines broches du CPU ne fonctionnaient pas correctement ; l'erreur a été corrigée avant la première production. Les cartes version Beta sont présentées démarrant Linux, jouant une bande annonce en 1080p ou exécutant le benchmark Rightware Samurai OpenGL ES.

En prévision du lancement fin février 2012, la montée en charge des serveurs de la fondation est testée par des utilisateurs actualisant fréquemment leur navigateur. [3]

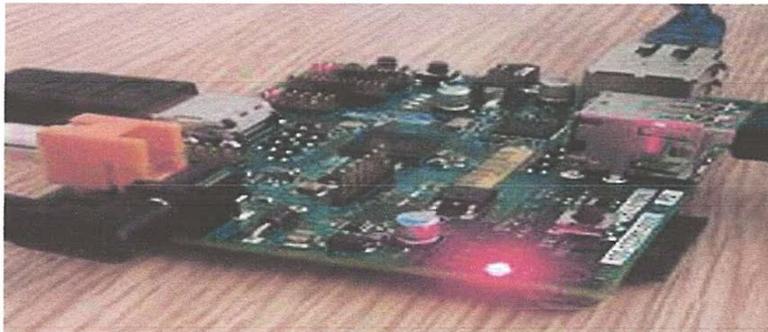


Figure 1.1 : une carte Raspberry pi en marche

2 - Les Différents modèles de Raspberry Pi et ses utilisations :

La fondation de Raspberry Pi est un organisme de bienfaisance éducatif situé au Royaume-Uni. L'objectif principal de cette fondation est de développer le système éducatif pour les enfants et les adultes, en particulier dans le domaine des sujets liés à l'informatique.

Le Raspberry Pi est un dispositif de taille d'une carte de crédit et à faible coût. Il se branche sur un téléviseur ou un écran d'ordinateur et utilise une souris et un clavier.

Cet appareil permet à tous les étudiants et les personnes âgées d'apprendre à écrire un programme dans une langage comme Python et Scratch. Ce Raspberry Pi est principalement utilisé pour naviguer sur Internet, lire des vidéos HD, jouer à des jeux et créer des feuilles de calcul. Il permettra d'améliorer les compétences en programmation et la programmation de matériel à les étudiant collègues.

Les applications de Raspberry Pi impliquent principalement dans les projets numériques, les machines à musique, les stations météorologiques, les caméras IR..

2-2-Les différents types de modèles raspberry pi suivent :

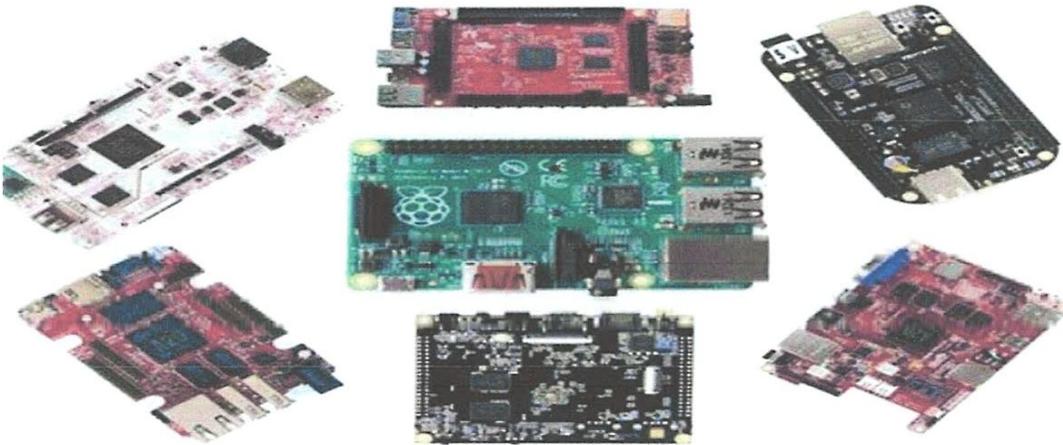


Figure 1.2 : Different modèles Raspberry Pi

- Raspberry Pi 1 modèle B
- Raspberry Pi 1 modèle A
- Raspberry Pi 1 modèle B +
- Raspberry Pi 1 modèle A +
- Raspberry Pi Zéro
- Raspberry Pi 2
- Raspberry Pi 3 modèle B
- Raspberry Pi Zéro W

2-2-1-Raspberry Pi 1 modèle B + :

Ce modèle B + à remplacé le modèle B dans l'année 2014. Le modèle B + Raspberry pi est comparé au modèle B.



Figure1.3 : Raspberry Pi 1 modèle B +

Plus GPIO : Le modèle GPIO B + a 40 broches tout en conservant le même brochage-pour Les 26 premières broches que les modèles A et B. Il dispose de 4 ports USB 2.0, par rapport à 2 sur

Le modèle B, et un meilleur comportement hot plug et de surintensité.

Micro SD : L'ancienne prise pour carte SD à friction a été remplacée par une version micro SD push push beaucoup plus agréable.

Faible consommation d'énergie : Dans la faible consommation d'énergie, les régulateurs linéaires sont remplacés par un commutateur et il réduit la consommation d'énergie entre 0,5W et 1W.

Meilleur audio : Le circuit audio dispose d'une alimentation dédiée à faible bruit [3]

2-2-2-Raspberry Pi Zéro :

Il s'agit d'une demi taille du modèle A + avec deux fois un utilitaire et pour tout projet, il a les mêmes spécifications que 1GHz, CPU mono cœur, RAM 512MB, port Mini-HDMI, port Micro-USB OTG, alimentation Micro-USB, En-tête 40 broches compatible HAT, vidéo composite et en-têtes de réinitialisation, connecteur de caméra CSI (v1.3 uniquement).

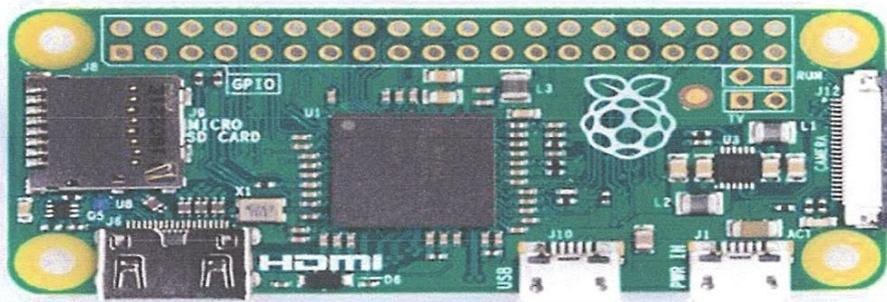


Figure 1.4: Raspberry Pi Zero

2-3- Tableau de Comparaison :

Le tableau suivant compare les caractéristiques de chaque modèle de raspberry pi (5) :

	Raspberry pi 3 modèle B	Raspberry pi 2 modèle B	Raspberry pi modèle B+	Raspberry pi modèle A+
Ethernet Port	OUI	OUI	OUI	NON
GPU	Videocore IV	Videocore IV	Vidéocore IV	Videocore IV
Processor Speed	1.2GHz Quad-core processeur	900MHz Quad core processeur 700MIz	700MHz Single core processor	700MHz Processeur single core
Wi-Fi	Oui	Non	Non	Non
Bluetooth LE Intégré	OUI	Non	Non	Non
Stockage	Micro SD	Micro SD	Micro SD	Micro SD
RAM	1 GB SDRAM à 400 MHz	1 GB SDRAM a 400MHz	512 MB SDRAM a 400MHz	256 MB SDRAM a 400MHz
GPIO	40 Broches	40 Broches	40 Broches	40 Broches
USB 2.0	4 x USB Port	4 x USB Port	4 x USB Port	1 x USB Port
Puissance maximale absorbée / tension	La puissance maximale est 2.5A à 5V	La puissance maximale est 1.8A à 5V.	La puissance maximale est 1.8A à 5V.	La puissance maximale est est de 1,8A à 5V.

TABLEAU 1.1 : les caractéristiques de chaque modèle raspberry pi [3]

2-4 - Avantages des différents modèles de Raspberry Pi :

- La taille du raspberry pi est petite
- Le prix du raspberry pi est faible
- Logiciels de programmation libres

✂ Rassebler un ensemble de pi de framboise pour travailler en tant que serveur est plus efficace que le serveur normal.

2-5-Applications de Raspberry pi

Les différentes applications [4] du modèle de pi de framboise sont

•robotique; réseaux locaux; automatisation des usines; smarte home; mini-ordinateur; Sécurité routière

3- Comment faire la mise en marche la carte raspberry pi :

Dans ce qui suit, nous allons décrire les étapes de configuration et mise en marche du Raspberry Pi et découvrir ce qu'il peut faire. Ce que tu vas faire

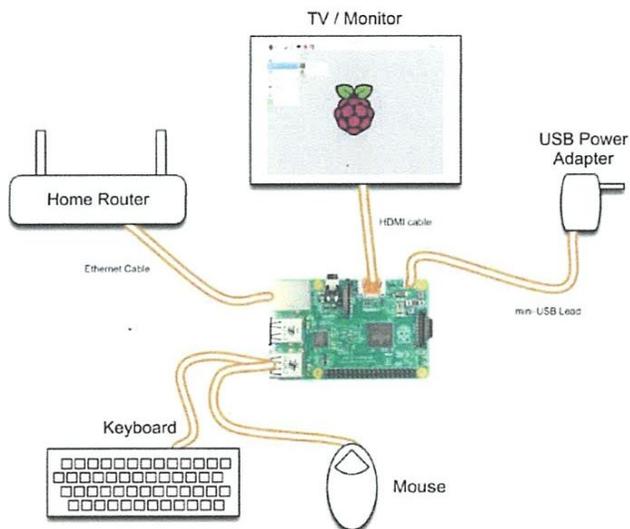


Figure 1.7 représente la carte **raspberry pi** son moniteur, son clavier et une souris.

3-1-Matériel :

- Un ordinateur Raspberry Pi avec une carte SD.
- Un moniteur avec un câble (et, si nécessaire, un adaptateur HDMI).
- Un clavier et une souris USB.

- Une alimentation.
- Casque ou haut-parleurs (optionnel).
- Un câble Ethernet (optionnel).

3 - 2 - Les étapes pour faire démarrer la carte raspberry pi :

- L'élément essentiel est la mémoire SD de capacité minimale de 16 Go de classe 4, idéalement préinstallée avec NOOBS.
- Un Câble d'affichage et de connectivité HDMI / DVI et tout téléviseur devrait fonctionner comme un écran pour le Pi.
- Un Clavier et une souris avec entrée USB standard fonctionnera avec la Raspberry Pi. Les claviers et les souris sans fil fonctionneront directement s'ils sont déjà couplés.
- Pour les options de configuration de la disposition du clavier, il faut passer par raspi-config.
- Pour la Source de courant d'alimentation, le Raspberry Pi est alimenté par une alimentation micro USD de bonne qualité qui peut fournir au moins 2A à 5V pour le modèle 3B, ou 700mA à 5V pour les modèles précédents à faible puissance.
- Un Câble Ethernet (réseau) [Modèle B / B + / 2/3 uniquement] est OPTIONNEL : Un câble Ethernet est utilisé pour connecter votre PI à un réseau local et à Internet.
- D'ongle sans fil USB Vous pouvez également vous connecter à un réseau sans fil à l'aide d'une clé USB sans fil, ce qui nécessitera une configuration.
- Fil audio peut être connecté à travers des haut-parleurs ou un casque en utilisant une prise standard de 3,5 mm
- S'il n'y a pas de câble HDMI, un câble audio est nécessaire pour produire du son.

Aucun câble audio séparé n'est nécessaire si vous utilisez un câble HDMI pour connecter un moniteur avec des haut-parleurs, car l'audio peut être lu directement les haut-parleurs de l'écran ; [5]

3-3-Partie Installation du Logiciel :

- Le système d'exploitation est Raspbian, installé via NOOBS,
 - le Raspberry Pi ne devrait pas être connecté à quoi que ce soit pour la première utilisation.
 - En examinant le Raspberry Pi nous pouvons voir :
1. **Les Ports USB** qui sont en nombre de quatre sur la carte 3 B. Ceux-ci sont utilisés pour connecter une souris et un clavier. Vous pouvez également connecter d'autres composants, tels qu'une clé USB.
 2. **Fente pour carte SD** – elle est utilisée pour insérer une carte SD de 16Go qui stock le logiciel du système d'exploitation et les différents fichiers. Elle remplace le disque dur sur le PC.

3. **Port Ethernet** - Ceci est utilisé pour connecter le Raspberry Pi à un réseau avec un câble. Le Raspberry Pi peut également se connecter à un réseau via un réseau local sans fil.
4. **Prise audio** – nous pouvons connecter un casque ou des haut-parleurs.
5. **Port HDMI** – pour connectez le moniteur (ou le projecteur) afin d'afficher la sortie du Raspberry Pi. Si le moniteur est équipé de haut-parleurs, nous pouvons également les utiliser pour entendre le son.
6. **Connecteur d'alimentation Micro USB** – pour la connexion d'une alimentation.
Il faut toujours faire ceci en dernier, après avoir connecté tous les autres composants.
7. **Les ports GPIO** - ceux-ci nous permettent de connecter des composants électroniques tels que des LED et des boutons au Raspberry Pi.

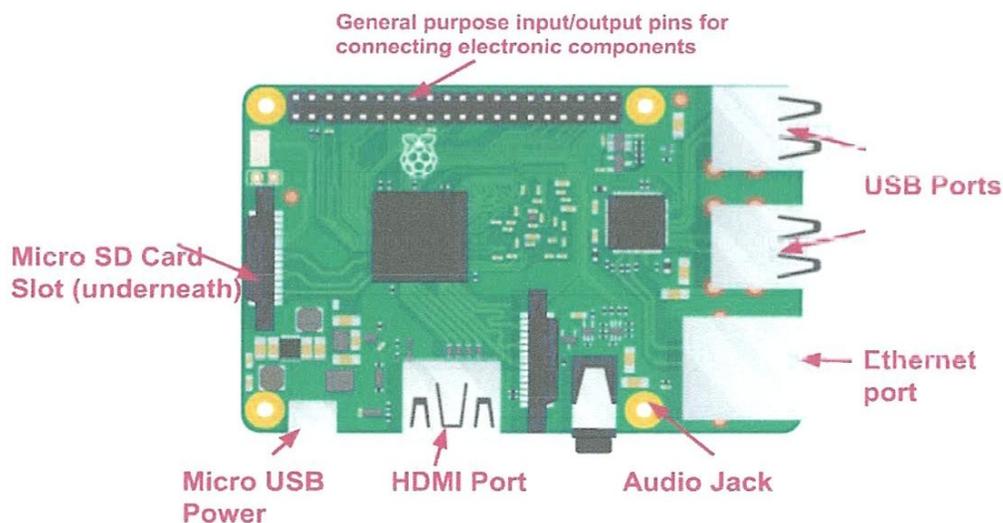


Figure 1.8 : La carte Raspberry pi 3 B+

3 - 4 -Mise en marche :

- Avant de mettre la carte sous tension il faut s'assurer que la SD est en place avec le système d'installation, le moniteur, la souris et le clavier sont connectés
- Connectez le Raspberry Pi à l'alimentation.

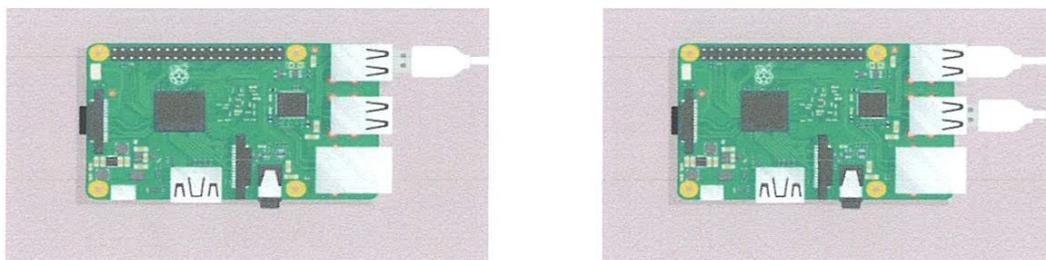


Figure 1.9 : Connectez le clavier et la souris de la même manière

- Connectez le moniteur avec le câble HDMI.

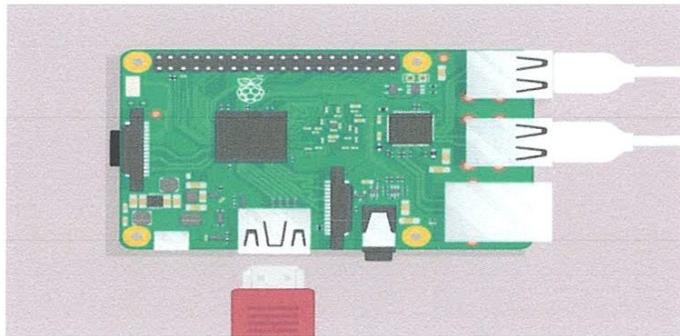


Figure 1.10 : raspberry pi branchie le clavier ,la souris ,et moniteur

- Nous Connectons des écouteurs ou des haut-parleurs à la prise audio.

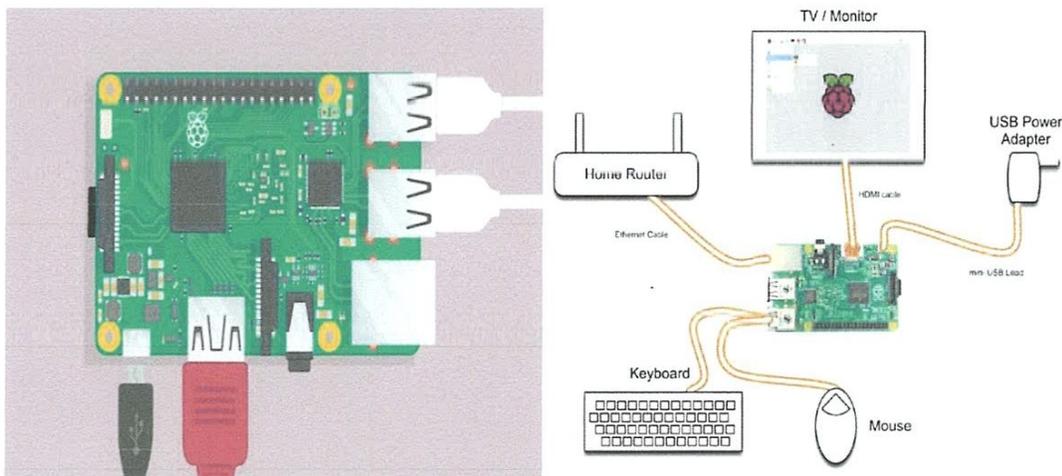


Figure 1.11 : raspberry pi connecte l'alimentation pour le démarrage

Une fois le démarrage du système se fait normalement, une lumière rouge sur le Raspberry Pi et les framboises sur le moniteur figure 1.12.

Le Pi va démarrer dans un bureau graphique.

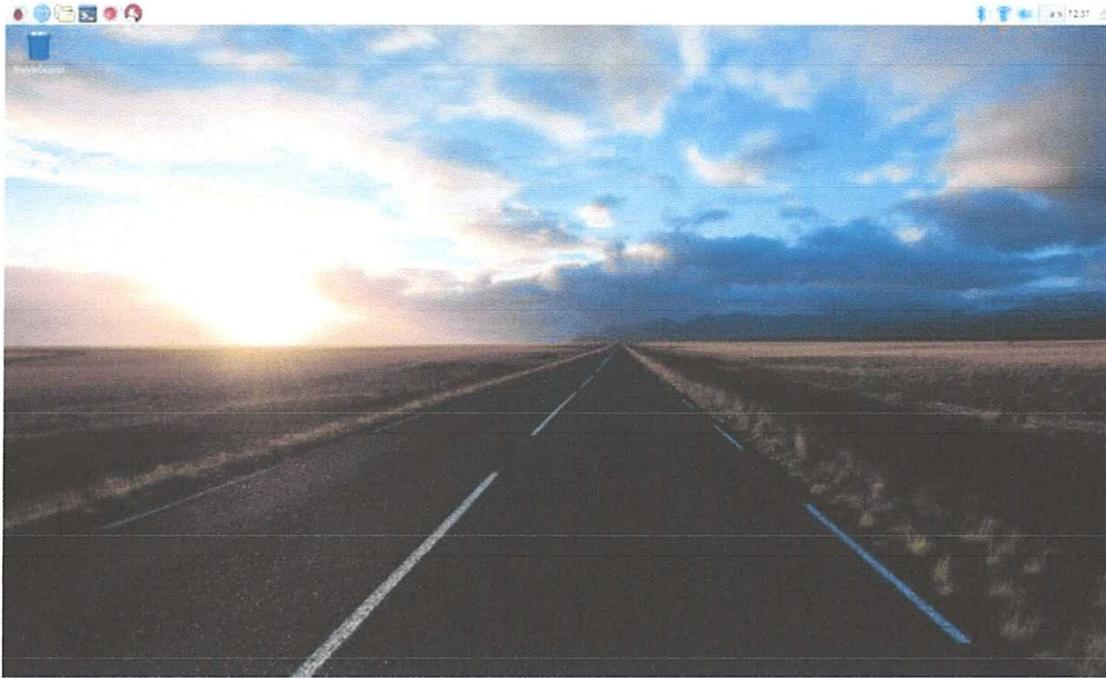


Figure 1.12 : L'interface graphique du Raspberry Pi.

Pour accéder au menu : nous cliquons sur la framboise figure 1.13,

Cliquez sur Accessoires et choisissez Editeur de texte

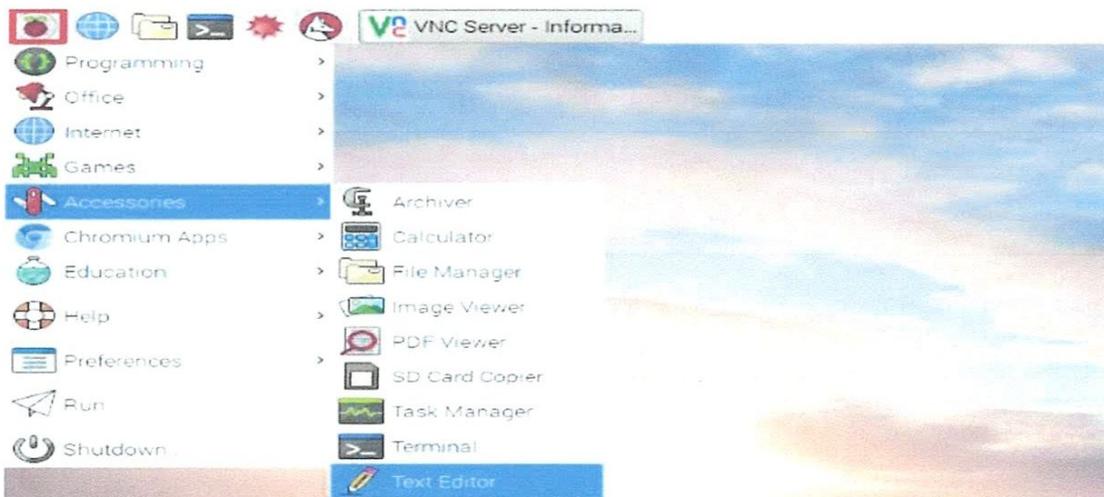


Figure 1.13 : Menu de l'interface graphique

3 – 5 - Surfer sur le web :

Pour connecter le Raspberry Pi à Internet, il faut, soit branché de câble Ethernet, soit connecter à un réseau sans fil Wifi. Pour activer le Wi-Fi sur le Raspberry Pi, nous devons définir le pays.

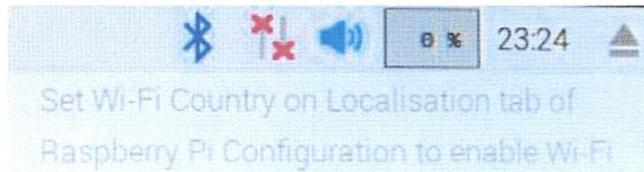


Figure 1.14 : la barre des réseaux sur la carte raspberry

L'écran nous sélectionnons le réseau dans le menu déroulant.

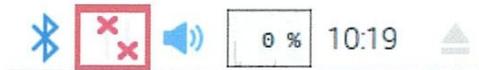


Figure 1.15 : la barre des réseaux sur la carte raspberry

Pour cela nous sélectionnons Préférences, Configuration Raspberry Pi dans le menu.
Clique sur l'onglet Localisation

Clique sur le bouton Définir le pays Wifi.

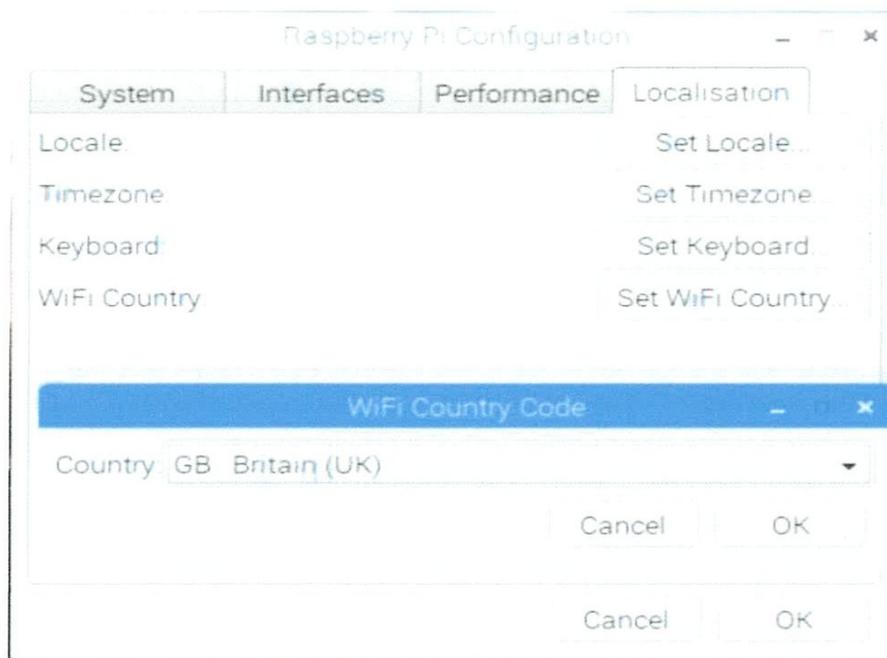


Figure 1.16 : la configuration de wifi

Sélectionnez le pays dans la liste et cliquez sur OK.

Une fois le pays Wi-Fi défini, nous pouvons nous connecter à un réseau sans fil.

Sur l'icône avec des croix rouges dans le coin supérieur droit de l'écran nous sélectionnons le réseau dans le menu déroulant.

Sur l'icône du web nous écrivons raspberry pi.

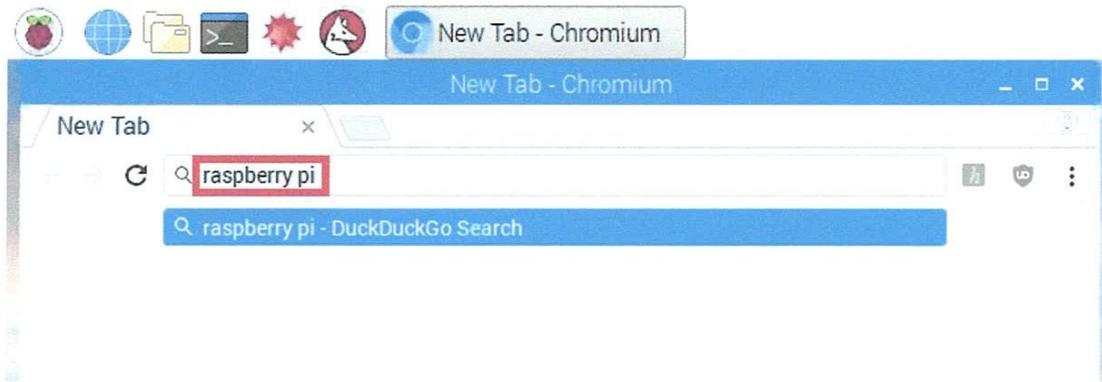


Figure 1.17 : la fenêtre de browser

Ceci est pour faire la mise à jour des logiciels.

4 – 1 CONFIGURATION DE CAMÉRA :

Configuration du matériel de la caméra

La carte de caméra se fixe au Raspberry Pi via un câble plat à 15 voies. Il n'y a que deux connexions à faire : le câble ruban doit être attaché à la carte de circuit imprimé de la caméra, et au Raspberry Pi lui-même. Nous devons faire passer le câble dans le bon sens ou l'appareil photo ne fonctionnera pas. Sur le PCB de la caméra, le support bleu sur le câble doit être orienté à l'opposé de la PCB, et sur le Raspberry Pi, il doit être orienté vers la connexion Ethernet (ou le connecteur Ethernet si nous utilisons un modèle A).

Bien que les connecteurs sur le PCB et le Pi soient différents, ils fonctionnent de la même manière. Sur le Raspberry Pi lui-même, tirez les onglets à chaque extrémité du connecteur. Il devrait glisser facilement et être capable de pivoter légèrement. Insérez complètement le câble plat dans la fente, en vous assurant qu'il est bien droit, puis appuyez doucement sur les languettes pour l'enclencher.

Le connecteur de carte de circuit imprimé de la caméra exige également que vous retiriez les languettes de la carte, insérez doucement le câble, puis repoussez les languettes. Le connecteur PCB peut être un peu plus gênant que celui sur le Pi lui-même.

Attention : les caméras sont sensibles à l'électricité statique.

4 - 2 Configuration du logiciel de l'appareil photo :

Exécutez les instructions suivantes sur la ligne de commande pour télécharger et installer le dernier noyau, le microprogramme GPU et les applications. Vous aurez besoin d'une connexion Internet pour que cela fonctionne correctement.

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get upgrade
```

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get upgrade
```

nous devons maintenant activer la prise en charge de la caméra à l'aide du programme raspi-config que vous aurez utilisé lors de la configuration initiale de votre Raspberry Pi.

```
sudo raspi-config
```

Utilisez les touches du curseur pour passer à l'option caméra, et sélectionnez 'activer'. En quittant raspi-config, il vous demandera de redémarrer. L'option d'activation fera en sorte qu'au redémarrage, le microprogramme du GPU fonctionnera correctement avec le pilote et le réglage de la caméra, et la division de la mémoire du GPU est suffisante pour permettre à la caméra d'acquérir suffisamment de mémoire pour fonctionner correctement.

```
raspistill -v -o test.jpg
```

raspistill c'est une commande pour le test la Cam web

L'écran devrait afficher un aperçu de cinq secondes de l'appareil photo, puis prendre une photo, et l'enregistrée dans le fichier test.jpg [6].

CHAPTER 2
PYTHON ET OPEN CV

1 Le langage PYTHON

1 – 1 - Historique du python :

Python est un langage de programmation objet interprété. Son origine est le langage de script du système d'exploitation Amoeba (1990).

Il a été développé par Guido Von Rossum au CWI, à l'Université d'Amsterdam et nommé par rapport au Monthly Python's Flying Circus.

Depuis, Python est devenu un langage de programmation généraliste (comp.lang.python est Créé en 1994). Il offre un environnement complet de développement comprenant un interpréteur Performant et de nombreux modules. Un atout indéniable est sa disponibilité sur la grande majorité des plates-formes courantes (BeOS, Mac OS X, Unix, Windows).

Python est un langage open source supporté, développé et utilisé par une large communauté :

3000 utilisateurs et plus de 500 000 téléchargements par an. [7]

1 - 2 - Les avantage de python :

- Qualité d'utilisation de Python permet de produire facilement du code évolutif et maintenable et offre les avantages de la programmation orientée-objet.
- Productivité Python permet de produire rapidement du code compréhensible en reléguant nombre de détails au niveau de l'interpréteur.
- Portabilité La disponibilité de l'interpréteur sur de nombreuses plates-formes permet l'exécution du même code sur un PDA ou un gros système 1.
- Intégration L'utilisation de Python est parfaitement adaptée l'intégration de composants écrit dans un autre langage de programmation (C, C++, Java).

1 – 3 Les caractéristiques intéressantes :

- a. langage interprété (pas de phase de compilation explicite)
- b. pas de déclarations de types (déclaration à l'affectation)
- c. gestion automatique de la mémoire (comptage de références)
Programmation orienté objet, procédural et fonctionnel
- d. par nature dynamique et interactif
- e. possibilité de générer du byte-code (améliore les performances par rapport à une interprétation perpétuelle)
- f. interactions standards (appels systèmes, protocoles, etc.)
- g. intégrations avec les langages C et C++[7]

1 – 4 - Distribution de Python et bibliographie :

Les différentes versions de Python (pour Windows, Unix, etc.),

la documentation des bibliothèques de fonctions, etc. sont disponibles en téléchargement gratuit depuis Internet, soit python 2.W au python 3.W

Le fonctionnement de quel que bibliothèques ne sicaire couvrant des domaines très variés :

- **Numpy** : algèbre linéaire, matrices, vecteurs, systèmes linéaires...
- **Scipy** : probabilité/statistiques, FFT 1D, 2D..., filtrage numérique, images ;
- **Matplotlib** : tracé de courbes.
- **Os** : manipulation des répertoires et des fichiers [8].

1 – 5 Structures de base :

Les Commentaires :

Comme dans la majorité les commentaires Python sont définis à l'aide Du caractère #.

```
>>> # ceci est un commentaire
```

Langage python qui fait les fonctions suivantes ,

- **Les fonctions Arithmétique**
- **Les Chaînes de caractères**
- **L'affichage**
- **Les Liste et les tableaux**
- **Dictionnaires**
- **Boucles**
- **Les fonctions**
- **Documenter**

2 OPEN CV

2 – 1 Historique du open cv :

OpenCV a été lancé chez Intel en 1999 par Gary Bradsky et la première version est sortie en 2000, Vadim Pisarevsky rejoint Gary Bradsky pour gérer l'équipe OpenCV. En 2005, OpenCV a été utilisé sur Stanley, le véhicule qui a remporté le DARPA Grand Challenge 2005.

Plus tard, son développement actif a continué sous l'appui de Willow Garage, avec Gary Bradsky et Vadim Pisarevsky en tête du projet. En ce moment, OpenCV supporte beaucoup d'algorithmes liés à la vision par ordinateur et l'apprentissage automatique et il se développe jour après jour. OpenCV supporte actuellement une grande variété de langages de programmation tels que C ++, Python, Java, etc.

Différentes plates-formes, y compris Windows, Linux, OS X, Android, Ios, etc.

OpenCV-Python est l'API Python d'OpenCV. Il combine les meilleures qualités de OpenCV, C ++ API et Python.

Une bonne connaissance de Numpy qui est une bibliothèque nécessaire pour l'installation OpenCV-Python. [9]

2 - 2 Installer OpenCV-Python dans Windows:

2 - 2 - 1 Le Buts de l'installation open cv :

- Nous allons apprendre à installer OpenCV-Python dans système Windows.

2 - 3 - les étapes pour installe la bibliothèque open cv :

Les étapes ci-dessous sont testées sur une machine Windows 7-64 bit avec Visual Studio 2010 et Visual Studio 2012. Installation d'OpenCV à partir de binaires prédéfinis

Les paquets Python ci-dessous doivent être téléchargés et installés à leurs emplacements par défaut :

1. Python-2.7.x.
2. Numpy.
3. Matplotlib (Matplotlib est optionnel, mais recommandé).
4. Installez tous les packages dans leurs emplacements par défaut. Python sera installé sur C: / Python2.7 /.
5. Après l'installation, ouvrez Python IDLE. Entrez l'importation Numpy et assurez-vous que Numpy fonctionne correctement.
6. Téléchargez la dernière version d'OpenCV sur le site sourceforge et double-cliquez dessus pour l'extraire.
7. Téléchargez et installez Visual Studio et CMake.
8. installer Visual Studio 2012 bibliothèque du son
9. installer CMake bibliothèque traitement d'images
10. Ouvrez CMake-gui (Démarrer> Tous les programmes> CMake-gui)

11. Cliquez sur Browser Source ... et localisez le dossier open cv.
12. Cliquez sur Browser Build ... et localisez le dossier de construction que nous avons créé. 7.3. Cliquez sur Configurer.
13. . Il va ouvrir une nouvelle fenêtre pour sélectionner le compilateur. Choisissez le compilateur approprié (ici, Visual Studio 11) et cliquez sur Terminer.
14. Attendez jusqu'à ce que l'analyse soit terminée.
15. Vous verrez tous les champs sont marqués en rouge. Cliquez sur le champ WITH pour le développer. Il décide quelles fonctionnalités supplémentaires
16. Vous avez besoin. Donc, marquez les champs appropriés.
17. Maintenant, cliquez sur le champ BUILD pour le développer. Les premiers champs configurent la méthode de construction.
18. Les champs restants spécifient quels modules doivent être construits. Puisque les modules GPU ne sont pas encore supportés par Open CV Python, vous pouvez complètement l'éviter pour gagner du temps (mais si vous travaillez avec eux, gardez-le là).
19. Cliquez maintenant sur le champ ENABLE pour le développer. Assurez-vous que la case ENABLE_SOLUTION_FOLDERS n'est pas cochée (Solution les dossiers ne sont pas pris en charge par l'édition Visual Studio Express).
20. Assurez-vous également que dans le champ PYTHON, tout est rempli. (Ignorer PYTHON_DEBUG_LIBRARY).
21. Enfin, cliquez sur le bouton Générer.
22. Maintenant, allez dans notre dossier open cv / build. Vous y trouverez le fichier OpenCV.sln. Ouvrez-le avec Visual Studio.
23. Vérifiez le mode de construction en tant que version au lieu de déboguer.
24. Dans l'explorateur de solution, cliquez avec le bouton droit sur la solution (ou ALL_BUILD) et créez-le. Il faudra du temps pour terminer.
25. Encore une fois, faites un clic droit sur INSTALL et construisez-le. Maintenant, OpenCV-Python sera installé.
26. Allez dans le dossier open cv / build / python / 2.7
27. Lorsqu'on Ouvre Python IDLE et nous tapons les codes suivants dans le terminal Python. >>> import cv2 >>> print cv2.
28. Si les résultats sont imprimés sans erreur, l'installation d'OpenCV-Python est faite avec succès[9]

2 - 4 Pour l'installation open cv dans la carte raspberry pi suivie les étapes a lien suivant :

1. On commence toujours par mettre à jour son système :

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get upgrade
```

2. sur le raspberry exécutez également :

```
sudo rpi-update
```

3. installation des outils de 'construction' :

```
sudo apt-get install build-essential git cmake pkg-config cmake-curses-gui
```

4. installation des paquets graphiques :

```
sudo apt-get install pkg-config libpng12-0 libpng12-dev libpng++-dev  
sudo apt-get install libpng3 libpnglite-dev zlib1g-dbg zlib1g zlib1g-dev  
sudo apt-get install pngtools libtiff5-dev libtiff5 libtiff-tools libeigen3-dev  
sudo apt-get install libjpeg8 libjpeg8-dev libjpeg8-dbg libjpeg-progs  
sudo apt-get install ffmpeg libavcodec-dev libavcodec-dev libswscale-dev  
sudo apt-get install libavformat-dev  
sudo apt-get install libxvidcore-dev libx264-dev  
sudo apt-get install libunicap2 libunicap2-dev swig libv4l-0 libv4l-dev  
sudo apt-get install libatlas-base-dev gfortran
```

5. installation des paquets python :

```
sudo apt-get install python3-dev python3-numpy libpython3.4 python3.4-dev libgtk2.0-dev
```

6. Téléchargement et décompression des archives OpenCV et opencv_contrib :

```
cd ~-wget -O opencv.zip https://github.com/Itseez/opencv/archive/3.1.0.zip
```

6. Téléchargement et décompression des archives OpenCV et opencv_contrib :

```
cd ~wget -O opencv.zip https://github.com/Itseez/opencv/archive/3.1.0.zip
unzip opencv.zip
sudo mv opencv-3.1.0 opencv
wget -O opencv_contrib.zip https://github.com/Itseez/opencv_contrib/archive/3.1.0.zip
unzip opencv_contrib.zip
sudo mv opencv_contrib-3.1.0 opencv_contrib
```

7. création du dossier "build" dans le dossier opencv :

```
cd ~/opencv/
mkdir build
cd build
```

8. Compilation d'openCV :

```
make
```

9. pour le raspberry pi tapez :

"make -j4" à la place de "make". Le "-j4" représente le nombre de coeur du raspberry pi 2.

10. Installation d'openCV sur le système :

```
sudo make install
sudo ldconfig
```

11. Pour Renommer la bibliothèque openCV vérifiez où est installée la librairie. Elle peut être soit dans site-packages ou dans dist-packages

```
ls /usr/local/lib/python3.4/.
```

12. Vérifiez si la bibliothèque 'cv2.cpython-34m.so' est bien présente

```
ls /usr/local/lib/python3.4/dist-packages/
```

13. renommez la librairie

```
cd/usr/local/lib/python3.4/dist-packages/
sudo mv cv2.cpython-34m.so cv2.so
```

14. vérifiez que le fichier a effectivement été renommé

ls

15. tester opencv sur python3 :

entre sur python3 et taper ;

```
>>>> import cv2
```

```
>>>> cv2.__version__[13]
```

CHAPITRE 3 L'APPLICATION :

**Reconnaissance Faciale par Raspberry Pi pour la
détection de la fatigue des chauffeurs.**

BUT DE PROJET :

- diminuer le risque des accidents
- protection de l'être humain sur la route
- développer la sécurité routière
- minimiser les conséquences des accidents routiers
- détecter la fatigue du chauffeur

1 – 1 - LISTE Du MATTERIEL :

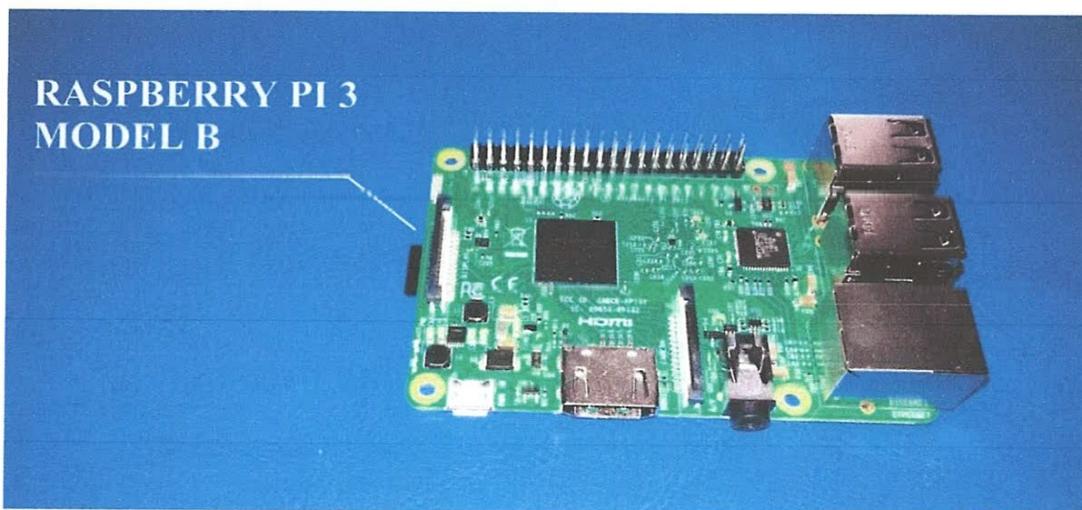


Figure 3.1 : Raspberry pi 3, MODELE B, 1 GB DE RAM



Figure 3.2 : Carte mémoire 16 GB, classe 4 + adaptateur carte



Figure 3.3 : Alimentation pour raspberry pi 5 V et 2.5A



Figure 3.4 : Adaptateur HDMI ver VGA pour l'affichage par VGA



Figure 3.5 : Câble VGA pour l'affichage :

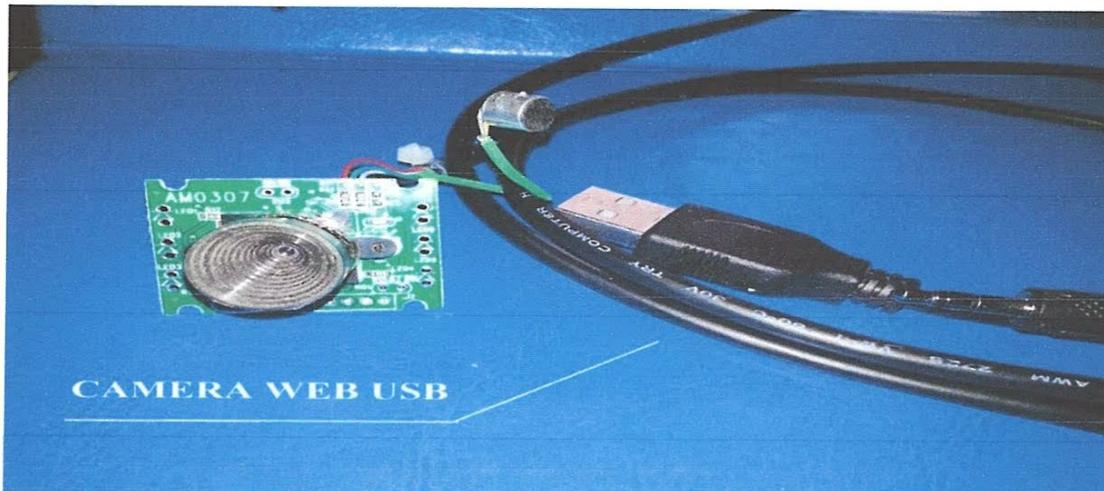


Figure 3.6 : Camera web USB pour capture l'image :

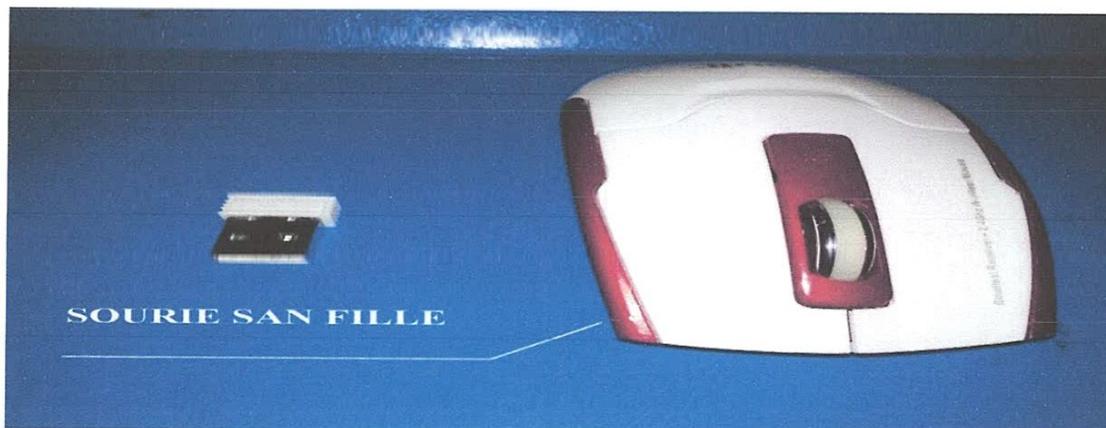
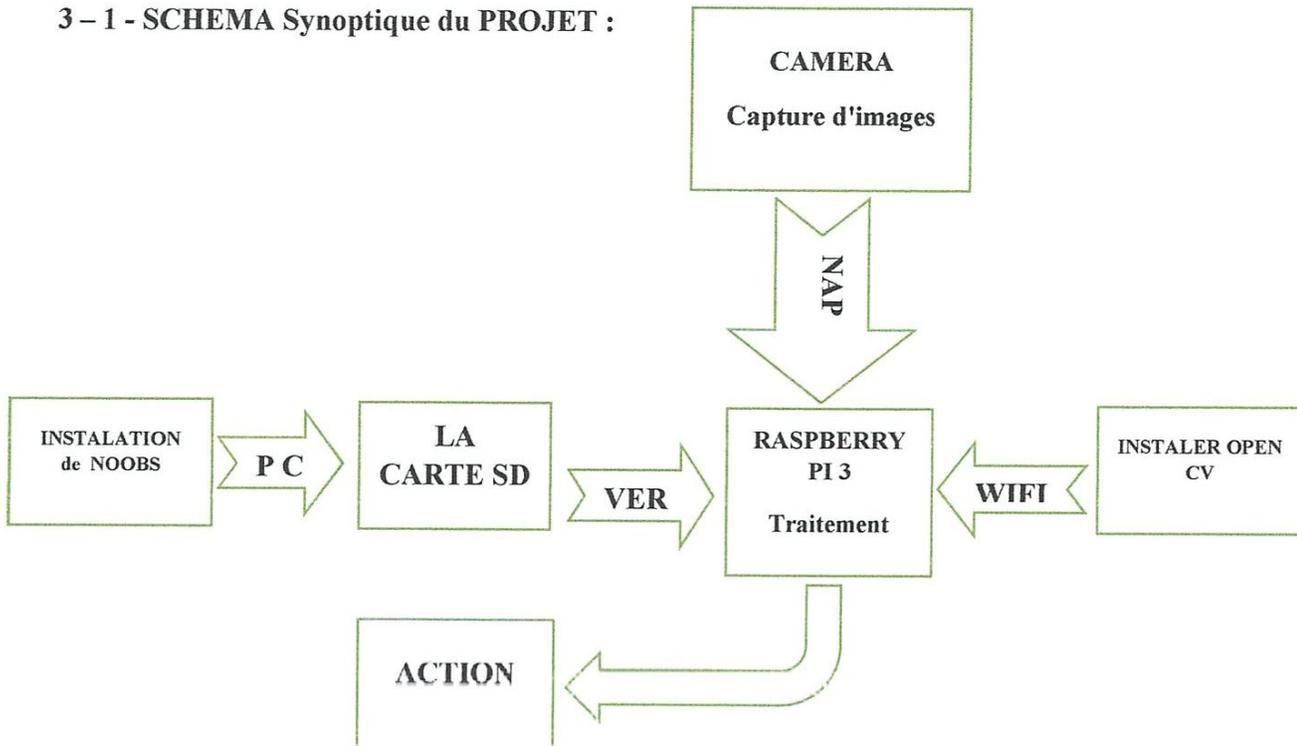


Figure 3.7 : souris sans fil pour la programmation



Figure 3.8 : Clavier USB pour la programmation

3 – 1 - SCHEMA Synoptique du PROJET :



3 – 2 –SCHEMA ELECTRIQUE DU PROJET :

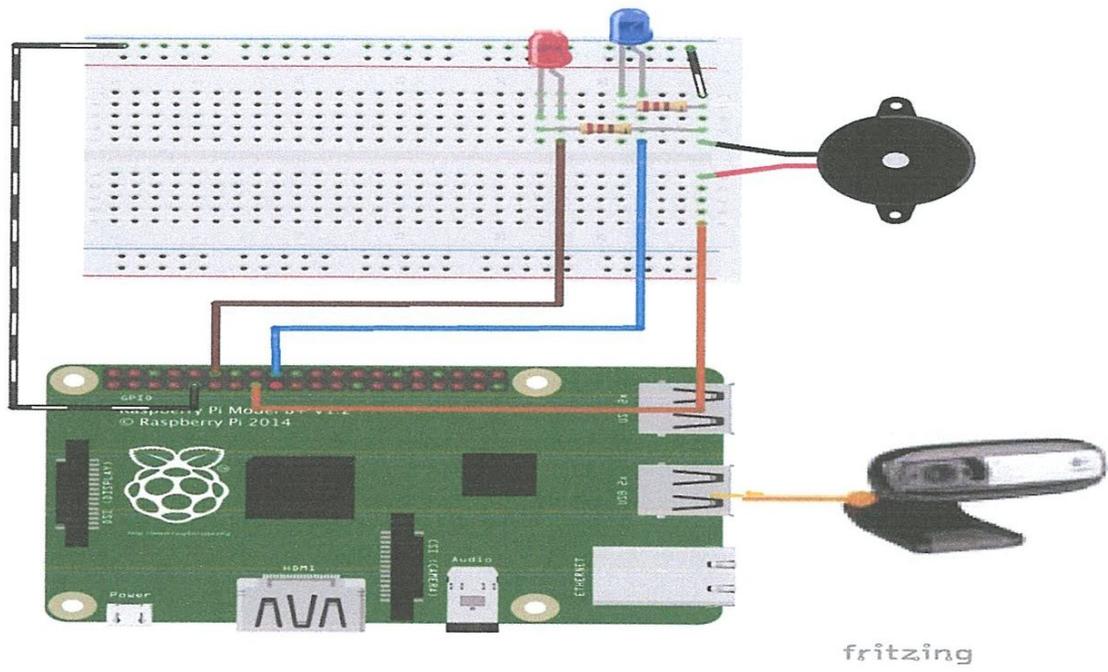


Figure 3.10 : schéma de projet avec raspberry pi par fritzing(simulateur électronique)[10]

3-3 - Détection de somnolence avec OpenCV :

Nous allons utiliser notre système pour déterminer combien de temps les yeux d'une personne ont été fermés. Si les yeux ont été fermés pendant un certain temps, nous supposons qu'ils commencent à s'assoupir et à ce moment-là nous déclenchons une alarme pour le réveiller et attirer son attention.

Pour accomplir cette tâche, nous avons décomposé le travail en trois parties.

Dans la première partie, nous allons montrer comment installer l'appareil photo dans la voiture pour que nous puissions facilement détecter le visage et appliquer la localisation du repère facial pour surveiller les yeux.

Dans la deuxième partie, nous allons montrer comment nous pouvons implémenter notre propre détecteur de somnolence en utilisant Open CV, et Python.

La voiture avec un détecteur de somnolence

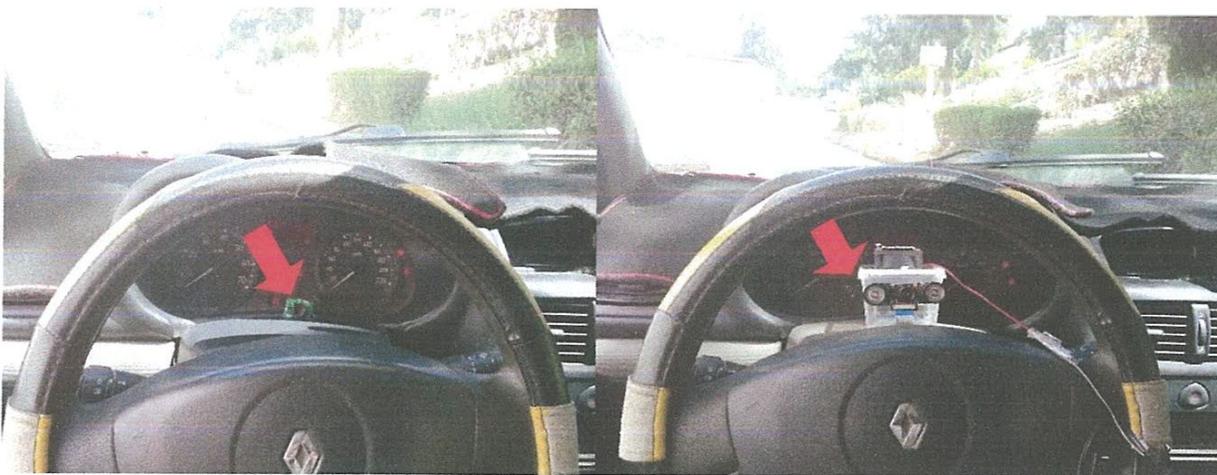


Figure 3.11 : placement la Cam web sur le tableaux de bord

L'appareil photo que nous avons utilisé pour ce projet était une caméra web 1.3 MP.

- prix relativement abordable.
- qualité HD.
- Plug-and-Play est compatible avec presque tous les appareils avec lesquels j'ai essayé (y compris le Raspberry Pi).

Dans la troisième partie, nous allons implémenter l'algorithme de détection de somnolence en utilisant OpenCV et Python.

3-3-1 CONSTRUCTION DU DETECTEUR DE SOMNOLENCE AVEC OPEN CV

Présentation du système d'analyse :

Le système de reconnaissance de visage, comme tout système d'analyse d'image se présente sous les étapes suivantes :

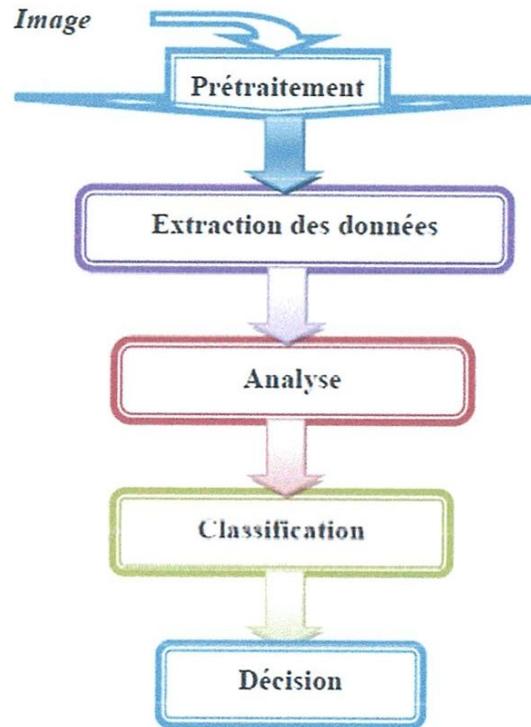


Figure 3.1 : Les étapes dans le processus de reconnaissance des expressions faciales.

3-3- 2 - Analyse le fonctionnement de traitement d'image par la bibliothèque dlib :

La valeur de retour du rapport d'aspect d'œil sera approximativement constante quand l'œil est ouvert. La valeur diminuera alors rapidement vers zéro pendant un clignement Figure 3.12 .

Si l'œil est fermé, le rapport d'aspect de l'œil tombe vers zéro et restera à peu près constant, mais sera beaucoup plus petit que le rapport lorsque l'œil est ouvert.

Détection des yeux fermés en temps réel à l'aide des repères du visage :

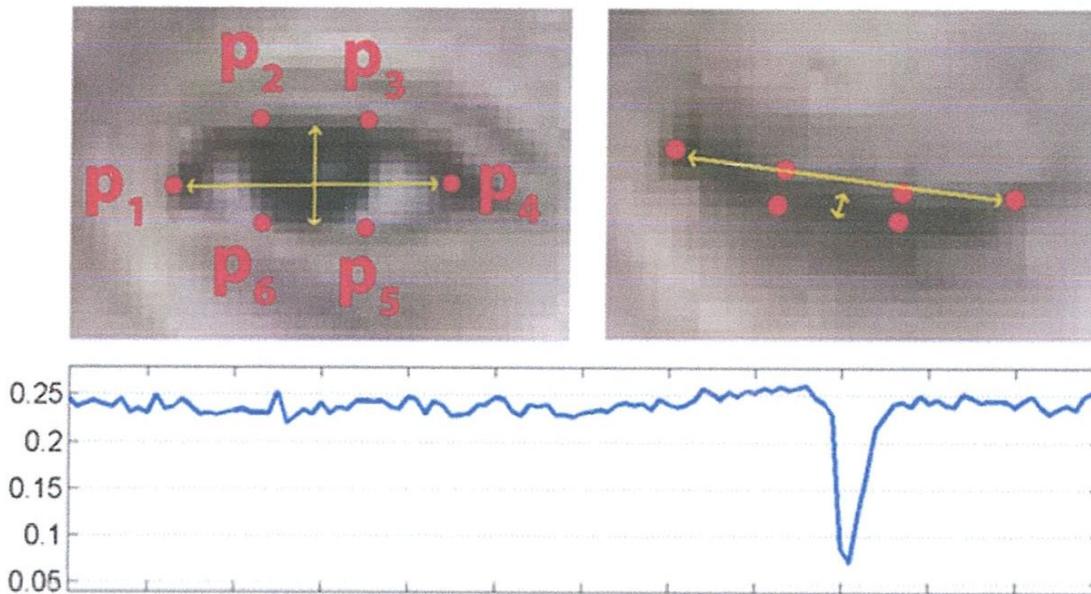


Figure 3.12 : la figure explique les point repère de l'œil et le spectre de fermeture

En haut à gauche : visualisation des repères oculaires lorsque l'œil est ouvert.

En haut à droite : repères oculaires lorsque l'œil est fermé.

Bas : Tracer du rapport d'aspect des yeux au fil du temps. Le creux dans le rapport d'aspect de l'œil indique un clignement [11] .

En haut à gauche, nous avons un œil complètement ouvert avec les repères faciaux des yeux tracés. Ensuite, en haut à droite, nous avons un œil fermé. En bas, nous avons ensuite le tracé du rapport d'aspect des yeux au fil du temps.

Comme nous pouvons le voir, le rapport d'aspect de l'œil est constant (indiquant que l'œil est ouvert), puis diminue rapidement jusqu'à zéro, puis augmente de nouveau, indiquant qu'un clignement a eu lieu.

Dans notre cas de détecteur de somnolence, nous surveillerons le rapport d'aspect de l'œil pour voir si la valeur diminue mais n'augmente plus, ce qui implique que la personne a fermé les yeux (s'est endormie).

Les repères faciaux produits par la bibliothèque **dlib** sont une liste indexable, décrits par la figure (3.14):

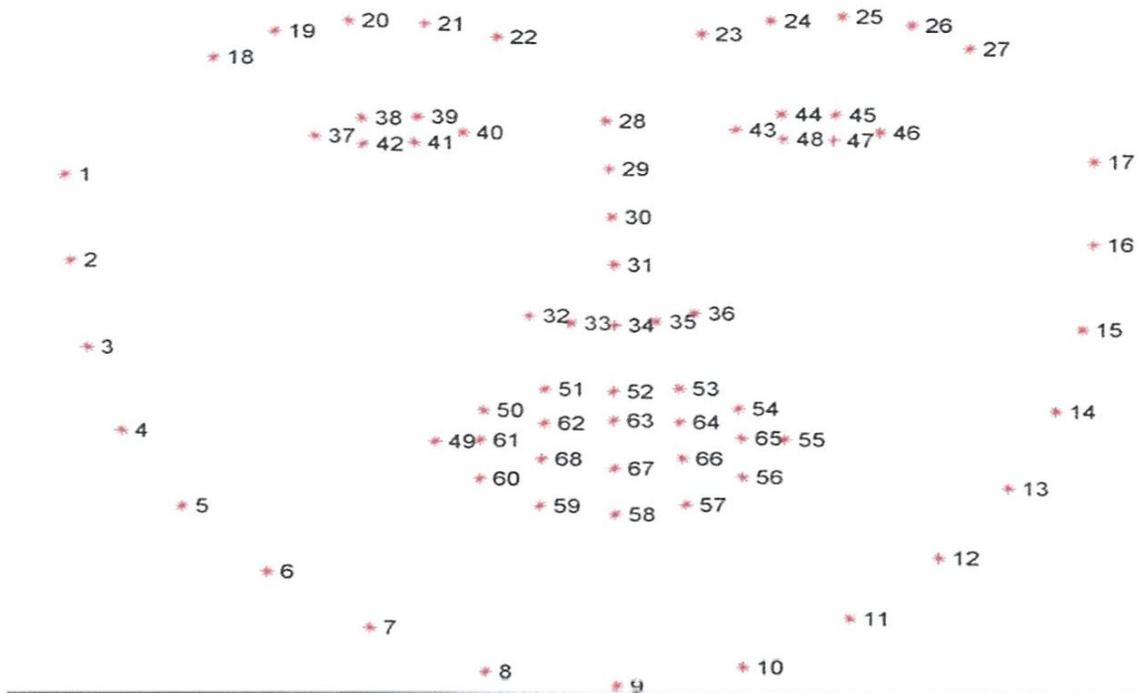


Figure 3.14 : les points de repère faciaux par la bibliothèque dlib[12]

En utilisant ces index, nous serons facilement en mesure d'extraire les régions des yeux via une tranche de tableau.

Notre détecteur de somnolence reposait sur deux techniques de vision par ordinateur importantes : Détection de repères faciaux Rapport d'aspect des yeux La prédiction de repères faciaux est le processus de localisation des principales structures faciales sur un visage, y compris les yeux, les sourcils, le nez, la bouche et la mâchoire. Plus précisément, dans le contexte de la détection de la somnolence, nous avons seulement besoin des régions oculaires Une fois que nous avons nos régions d'œil, nous pouvons appliquer le rapport d'aspect d'œil pour déterminer si les yeux sont fermés.

Si les yeux ont été fermés pendant une période suffisamment longue, nous pouvons supposer que l'utilisateur risque de s'endormir et de déclencher une alarme pour attirer son attention [12].

Segmentation des traits du visage

Dans cette partie, on décrit comment on peut extraire le squelette d'émotion à partir d'une image. Une hypothèse indispensable est que l'utilisateur doit faire face à la caméra.

Après l'utilisation de l'algorithme de segmentation de contours de l'œil, des sourcils et de la bouche, les contours de caractéristiques faciales sont extraits automatiquement. [14]

Extraction de données caractéristiques

Les caractéristiques considérées contiennent les contours des yeux, des sourcils et des lèvres. Finalement, on obtient les squelettes d'expressions .figure 3.15

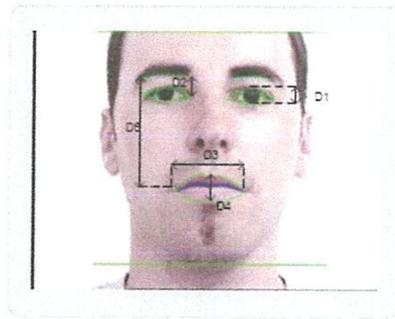
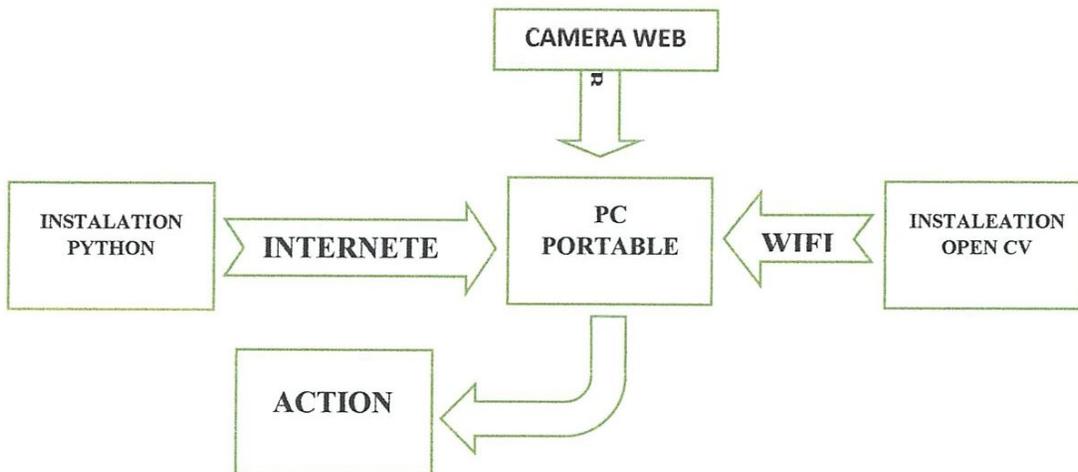


Figure 3.15 : Extraction des contours et définition des 5 distances.[14]

À partir du squelette d'expression, on peut déterminer les déformations de caractéristiques faciales. Cinq distances sont définies pour chaque squelette.[14]

5 - APPLICATION SUR PC REALISATION :

5-1 - SCHEMA SYNOPTIQUE DU PROJET :



5 - 2 - Programme utilisé sur python :

```
import cv2
import os
import numpy as np
face_cascade = cv2.CascadeClassifier('C:\\opencv\\build\\etc\\haarcascades\\haar

eye_cascade = cv2.CascadeClassifier('C:\\opencv\\build\\etc\\haarcascades\\haar

cap = cv2.VideoCapture(0)

while True:
    ret, img = cap.read()

    gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

    faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, 1.3, 5)

    for (x,y,w,h) in faces:
        cv2.rectangle(img, (x,y), (x+w, y+h), (255,0,0), 2)
        roi_gray = gray[y:y+h, x:x+w]
        roi_color = img[y:y+h, x:x+w]
        eyes = eye_cascade.detectMultiScale(roi_gray)
        for (ex,ey,ew,eh) in eyes:
            cv2.rectangle(roi_color, (ex, ey), (ex+ew,ey+eh), (0,255,0), 2)

cv2.imshow('img',img)
k = cv2.waitKey(30) & 0xff
if k == 27:
    break
```

5 - 3 Résultats obtenus sur pc :

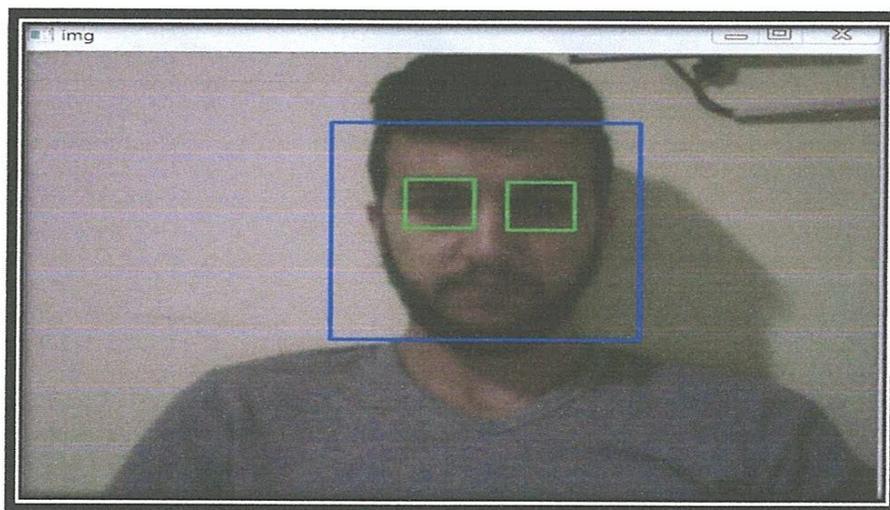


Figure 3.14 : Détection du visage ainsi que les yeux sans les lunettes

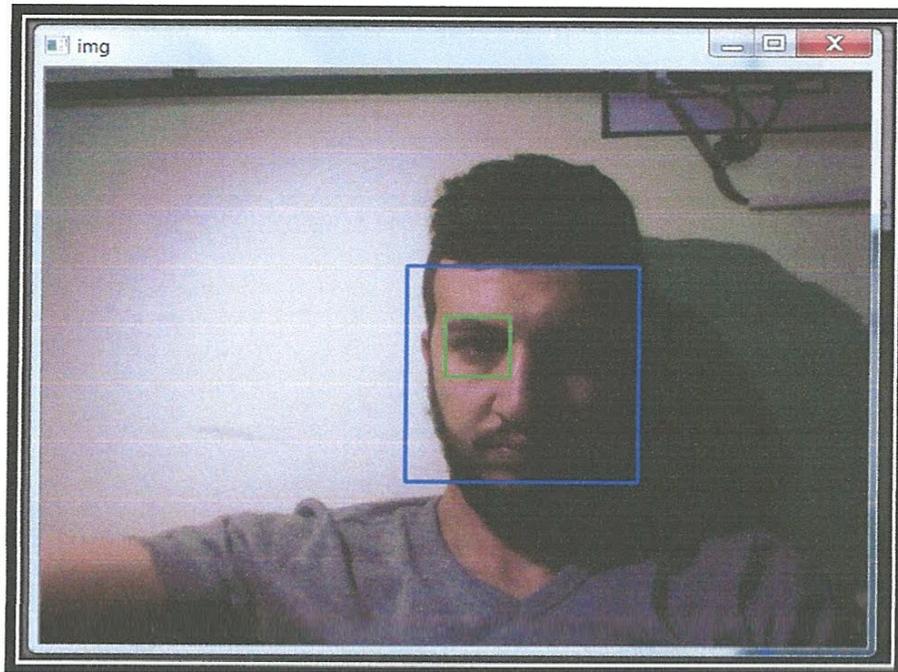


Figure 3.15 : detection du visage avec la fermeture d'un seul œil



Figure 3.16 : detection de somnolence. Les deux yeux sont fermés

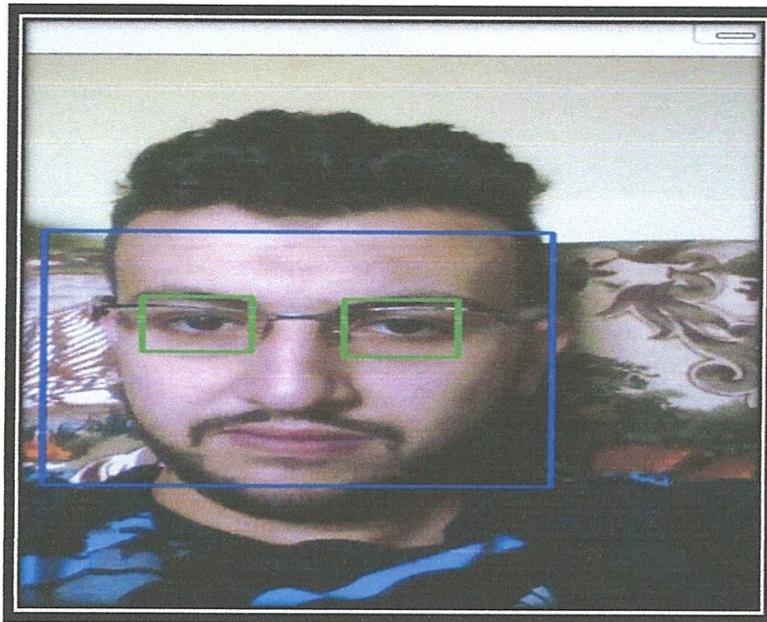


Figure 3.17 : Détection du visage ainsi que les yeux même avec les lunettes

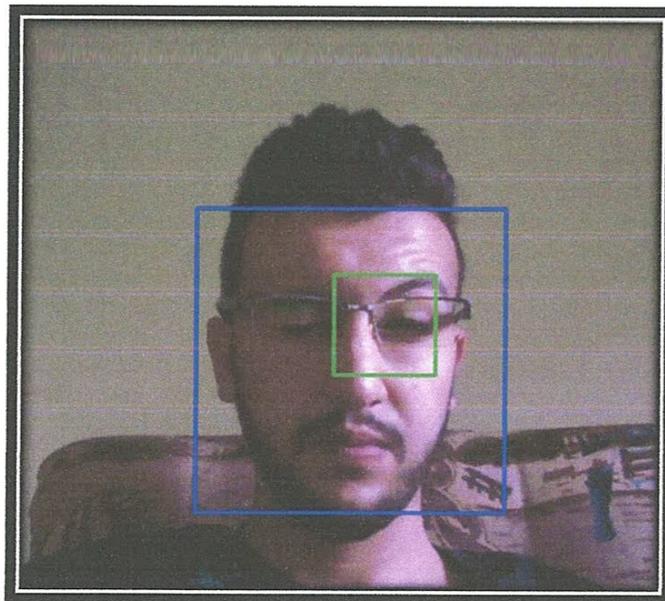


Figure 3.18: Détection du visage ainsi qu'un seul œil avec les lunettes



Figure 3.19 : détecteur de la fatigue même mante lunette

5 - 4 Résultats obtenus par la carte raspberry pi

La surface de vision du conducteur représentée par l'image suivante :

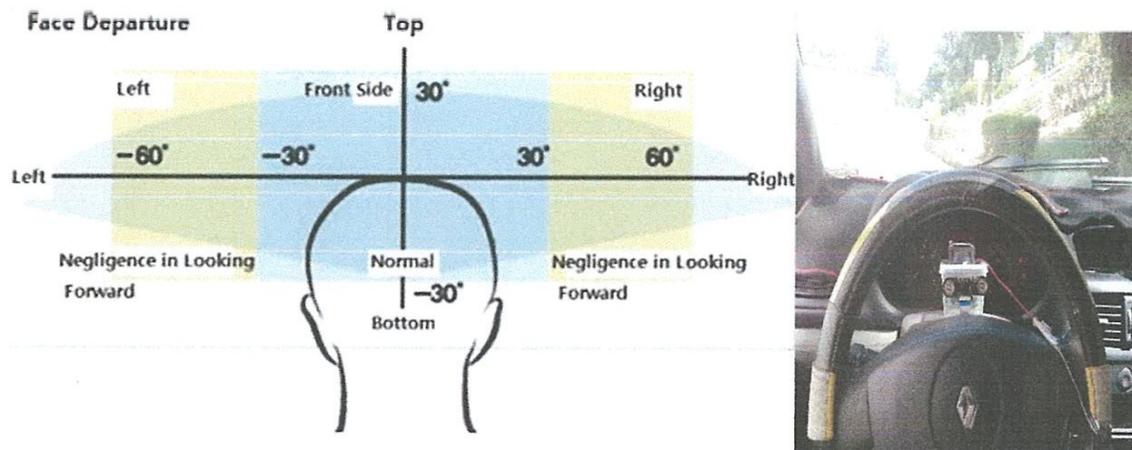


Figure 3.20 : La surface de vision du conducteur

Détection du visage et des yeux a l'intérieure de la voiture :

la carte raspberry pi detecte le visage et les yeux du conducteur, et une fois la fatigue détectée, une commander à travers le GPIO est actionnée

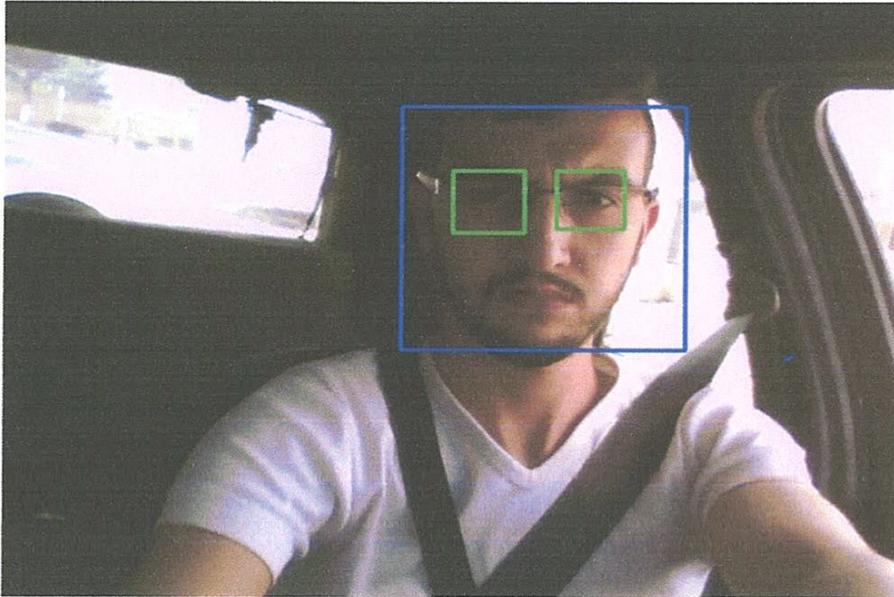


Figure 3.21 : Détection du visage ainsi que les yeux même avec les lunettes a l'intérieur de la voiture

Le temps que ferme un seul œil sur l'image suivante :

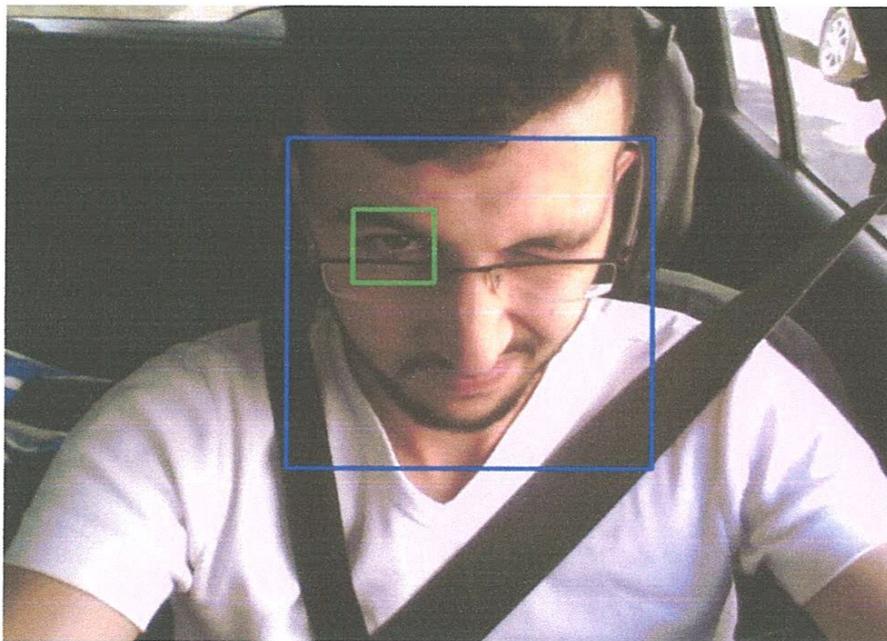


Figure 3.22: Détection du visage ainsi qu'un seul œil même avec les lunettes à l'intérieur de la voiture

Conclusion Générale et Perspectives

Au terme de ce travail, nous avons pu atteindre les buts demandés à savoir la mise en marche de la carte Raspberry pi 3 et réaliser l'application qui consiste à détecter la fatigue du conducteur du véhicule par la détection de la fermeture des yeux du conducteur et pouvoir l'alerter une fois qu'il rentre dans une phase de somnolence en actionnant soit alarme sonneur au moteur vibreur pour réveiller le chauffeur est évité ainsi un accident.

Nous espérons que ce travail apporte une contribution dans la diminution des accidents de la route qui font ravage dans notre pays et le monde et surtout pour les conducteur de bus de transport des voyageurs des grandes lignes et les poids lourds.

Les problèmes que nous avons rencontrés sont le peu de connaissance sur la mise en œuvre de la carte RASPBERRY PI sous NOOBS ainsi que les logiciels PYTHON et OPENCV qui nécessitent un effort considérable dans leur appréhension.

Perspectives :

Les perspectives de ce projet sont l'amélioration de ce travail en faisant un système qui lire les panneaux de la route et ainsi limiter la vitesse des véhicules à cette plaque surtout pour les bus de transport des voyageurs.

Bibliographie

- [1] statistique d'organisation international de santé ver le site
<https://www.preventionroutiere.asso.fr/2016/04/22/statistiques-daccidents/>
- [2] https://fr.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi/02-04-2018-21:56
- [3] [https://projects.raspberrypi.org/en/projects/raspbe le : 04/04/2018](https://projects.raspberrypi.org/en/projects/raspbe%20le%20:04/04/2018)
- [4] <https://www.efxkits.us/different-types-of-raspberry-pi-boards-its-application/02-04-2018/22:4804/04/2018>
- [5] <https://www.raspberrypi.org/documentation/setup/> 01/05/2018
- [6] <https://www.raspberrypi.org/documentation/setup/>
- [7] Initiation à Python par l'exemple / Version 1.5.0/Raphaël MARVIE /23 February 2012.
- [8] École Doctorale SMI Module /"Calcul Scientifique et Optimisation"/ Installation - Prise en main python /Jean-LUC CHAR .
- [9] Open cv Tutorials Documentation *Release 1* /AlexanderMordvintsev & Abid K/ Sep 24/2017, Chapter 1. Didactical OpenCV-Python Documentation OpenCV-Python.
- [10] fritzing simulateur
- [11] <https://www.pyimagesearch.com/2018/04/02/faster-facial-landmark-detector-with-dlib/>.
- [12] <https://www.pyimagesearch.com/2017/05/08/drowsiness-detection-opencv/>
- [13] Joseph Howse, " OpenCV Computer Vision with Python", ed. Packt Publishing Ltd. April 2013
- [14] mémoire Identification de reconnaissance faciale avec des expressions2012; Université Mohamed Khider Biskra OUAMANE HANANE ;