

# MEMOIRE

*présenté à*

**Institut Supérieur de l'Informatique de Medenine**

*par*

**Soumaya Neyly & Sirine Ben Aoun**

*en vue de l'obtention du*

**Diplôme :**  
**Licence Fondamentale en Sciences et Technologies**  
**de l'Information et de la Communication**

**Parcours :**  
**Electronique et Télécommunications**

---

## **DEVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION D'UN SYSTEME DE RECONNAISSANCE AUTOMATIQUE DES PLAQUES D'IMMATRICULATION**

---

Soutenu le 23/06/2021, devant la commission d'examen :

M. Dhaou Bouchouicha  
Mme. Habiba Khmila  
M. Ridha Hamdi

Président  
Rapporteur  
Encadrant

# Dédicaces

À mes très chers parents abderazek et habiba , Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour et de l'affectation dont ils ne cessent de me combler. Qu'ils trouvent dans ce travail un témoignage de mon profond amour et éternelle reconnaissance. Que DIEU leur procure bonne santé et longue vie.

A mes frère seif et ahmed khalil ,

A mes chères soeurs soulayma,roua,fatma,ibtissem,imen,khouloud, hayfa ,chayma,arwa ,samar,ichrak,balkis,et sirin pour leur soutien durant toutes ces années,

A ma grand-mère fatma ,ceci est ma profonde gratitude pour éternel amour , que ce rapport soit le meilleur cadeau que je puisse t'offrir.

Une spéciale dédicace à mon cher ami hedia abderahman qui compte énormement pour moi, et pour qui je porte beaucoup de tendresse et d'amour.

À mes professeurs de l'ISIMED et lyceé 18 janvier 1952 JEBENIANA

A toute ma famille

A tous ceux qui me sont chers...

soumaya

## Dédicaces

À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

À mes chers frères Souhaib, Achraf, Mohamed, Mouadh, Karim et mes sœurs Souad, Amna je ne peux pas mettre sur papier mon affection pour toi, moi Je n'oublierai jamais ces merveilleux moments que nous avons passés ensemble, je demande à Dieu de te donner un avenir meilleur.  
À mes chers amis Arwa, Wafa, Chayma, Balkis, Soumaya, Ichrak, Samar et Roua Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des amies sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

À mes grands-parents et à mon chère oncle Taher pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral, À toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours, à tous ceux qui m'on aidé de près ou de loin.

Une spéciale dédicace à mon cher fiance Ben mosbah Atef , Je ne saurais exprimer ma profonde reconnaissance pour le soutien continu dont tu as toujours fait preuve. Tu m'as toujours encouragé, incité à faire de mon mieux, ton soutien m'a permis de réaliser le rêve tant attendu.

A tous ceux qui me sont chers...

Sirine

# **REMERCIEMENT**

Nous tenons, avant de présenter notre travail, à exprimer notre grande reconnaissance envers les personnes qui nous ont, de près ou de loin, apporté leurs soutiens. Qu'ils trouvent ici collectivement et individuellement l'expression de toute notre gratitude.

Aussi, nous exprimons notre parfaite reconnaissance et nos remerciements à notre encadrant Monsieur Ridha HAMDI pour le temps qu'elle a bien voulu consacrer à l'encadrement et le suivi de ce travail ; les conseils qu'il nous a prodigué après son minutieuse lectures et pour les réunions qui ont rythmées les différentes étapes de la rédaction de ce rapport. Les discussions que nous avons tenus ont permis d'orienter ce travail d'une manière sûre et pertinente. Nous le remercions vivement pour son effort, sa disponibilité et surtout ses conseils qui ont largement contribué à rehausser la valeur de ce travail.

Nous tenons également à exprimer à Monsieur Dhaou BOUCHOUICHA, l'honneur qu'il nous fait en ayant accepté de présider le jury. Nos reconnaissances sincères s'adressent aussi à Madame Habiba KHMILA, d'avoir accepté de rapporter ce travail.

---

# TABLE DES MATIÈRES

<b>LISTE DES FIGURES</b>	vii
<b>LISTE DES ABRÉVIATIONS</b>	viii
<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE</b>	1
<b>1 Contexte général du projet</b>	3
1.1 Introduction . . . . .	4
1.2 Systèmes d'antivols auto . . . . .	4
1.2.1 Systèmes d'alarme . . . . .	4
1.2.2 Le gravage antivol . . . . .	5
1.2.3 Anti démarrage électronique . . . . .	6
1.2.4 Traceur GPS . . . . .	6
1.2.5 Les antivols mécaniques . . . . .	7
1.3 Géolocalisation de véhicule et ses limites . . . . .	8
1.4 L'intelligence artificielle . . . . .	9
1.4.1 Apport de l'intelligence artificielle . . . . .	9
1.4.2 Branches de l'intelligence artificielle . . . . .	10
1.4.3 - Types d'apprentissage . . . . .	12
1.5 Solution proposée . . . . .	12
1.6 Conclusion . . . . .	14
<b>2 Techniques et outils de détection et de reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation</b>	15
2.1 Introduction . . . . .	16
2.2 Généralités sur les images . . . . .	16
2.2.1 L'image numérique . . . . .	16
2.2.2 Type des images . . . . .	16
2.3 Filtrage . . . . .	17
2.4 Étapes d'un système de reconnaissance . . . . .	18

## TABLE DES MATIÈRES

---

2.5	Algorithme de détection de matricule : YOLO . . . . .	21
2.6	Outils et bibliothèques utilisés . . . . .	23
2.7	Conclusion . . . . .	24
<b>3</b>	<b>Développement et Implémentation du système automatique de détection et de reconnaissance des plaques d'immatriculation</b>	<b>25</b>
3.1	Introduction . . . . .	26
3.2	Environnement de travail . . . . .	26
3.2.1	Environnement Matériel . . . . .	26
3.2.2	Environnement logiciel . . . . .	29
3.3	Implémentation du système de détection et de localisation de la plaque . . . . .	30
3.4	Implémentation du système OCR . . . . .	34
3.5	Développement du système de notification . . . . .	36
3.6	Conclusion . . . . .	37
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE</b>		<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>		<b>39</b>

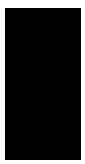
# **LISTE DES FIGURES**

1.1	Eléments d'un système d'alarme dans une voiture . . . . .	5
1.2	Gravage des vitres . . . . .	6
1.3	Clé pour anti démarrage électronique . . . . .	6
1.4	Traceur GPS . . . . .	7
1.5	Antivol mécanique . . . . .	7
1.6	Géolocalisation d'un véhicule . . . . .	8
1.7	Sous branches de l'intelligence artificielle . . . . .	10
1.8	Aperçu général de la solution proposée . . . . .	13
2.1	Exemple d'une image matricielle et vectorielle . . . . .	17
2.2	Etapes d'un système de reconnaissance . . . . .	18
2.3	Exemple d'images acquises par une caméra . . . . .	19
2.4	Principe du système OCR . . . . .	20
2.5	Modèle YOLO . . . . .	21
2.6	Architecture Darknet53 . . . . .	22
2.7	Quelques outils et bibliothèques utilisés . . . . .	24
3.1	Raspberry Pi 3 avec module caméra infrarouge . . . . .	26
3.2	Les composants principaux du Raspberry Pi 3 B+ . . . . .	27
3.3	Etapes d'installation de la distribution Raspbian sur la carte µSD . . . . .	28
3.4	Version de Raspbian . . . . .	28
3.5	Interface de colab développée . . . . .	29
3.6	Environnement de développement "Geany" utilisé sur le Raspberry . . . . .	30
3.7	Activation de la caméra du PC . . . . .	31
3.8	Activation de la caméra . . . . .	32
3.9	Exemple de détection de la plaque d'immatriculation . . . . .	33
3.10	Installation de dépendances sur le Raspberry . . . . .	34
3.11	Installation pytesseract . . . . .	35
3.12	Application de arabic OCR à une image du matricule . . . . .	36

## **LISTE DES FIGURES**

---

3.13 Code de notification gmail . . . . .	37
---	----



---

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

**CNN** : Convolution Neural Network

**GPS** : Global Positioning System

**IA** : Intelligence Artificiel

**OCR** : Optical Character Recognition

**OpenCV** : Open Computer Vision

**SIV** : Système d’Immatriculation des Véhicules

**YOLO** : You Only Look Once

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le vol des voitures devient de nos jours l'un des phénomènes grandissants dans le monde entier. L'évolution de ce problème agaçant rend la situation de plus en plus préoccupante et alarmante. Dans ce cadre, il est important de se prémunir contre tous les types du vol et de prendre des mesures de sécurité. C'est pourquoi, l'intervention des chercheurs devient une nécessité voire même une responsabilité. Le travail sur ce sujet a donné naissance à de nouvelles idées et produits intéressants tels que les systèmes de traçabilité, basés sur l'utilisation des GPS, ainsi que les systèmes d'alarmes et de verrouillage. Des tels systèmes sont devenus des équipements essentiels à la production des voitures modernes de nos jours. En revanche, les malfaiteurs s'adaptent et utilisent des méthodes toujours plus sophistiquées. Dans le cadre de ce projet de fin d'études, nous proposons une solution, basée sur l'intelligence artificielle, permettant de faciliter la recherche d'une voiture volée. Il s'agit d'une application automatique de détection et de reconnaissance des plaques d'immatriculation. Cette application sera déployée par la suite sur divers systèmes de contrôle vidéo équipés de caméras de surveillance routière. Lors de son passage devant l'un de ces systèmes de contrôle vidéo, le véhicule volé sera détecté par l'application et un message d'alerte sera immédiatement envoyé aux responsables. La suite de ce rapport sera organisée comme suit : Le premier chapitre sera consacré à présenter, de manière succincte, les solutions d'antivols auto, en essayant d'apporter un regard critique sur chacune d'elle et à décrire le principe de la solution envisagée, dans le cadre de ce travail.

Le deuxième chapitre, quant-à-lui, sera consacré aux différentes techniques de détection et de localisation des plaques d'immatriculation ainsi qu'aux outils de reconnaissance optique des caractères. Les détails de développement et d'implémentation de la solution proposée feront l'objet du troisième chapitre. Le rapport sera clôturé par une conclusion générale qui regroupe

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

les principaux résultats trouvés et quelques perspectives pouvant contribuer à ouvrir d'autres horizons.

---

# Contexte général du projet

## Sommaire

---

1.1	Introduction	4
1.2	Systèmes d'antivols auto	4
1.2.1	Systèmes d'alarme	4
1.2.2	Le gravage antivol	5
1.2.3	Anti démarrage électronique	6
1.2.4	Traceur GPS	6
1.2.5	Les antivols mécaniques	7
1.3	Géolocalisation de véhicule et ses limites	8
1.4	L'intelligence artificielle	9
1.4.1	Apport de l'intelligence artificielle	9
1.4.2	Branches de l'intelligence artificielle	10
1.4.3	- Types d'apprentissage	12
1.5	Solution proposée	12
1.6	Conclusion	14

---

### 1.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter, de manière succincte, les solutions d'antivols auto, en essayant d'apporter un regard critique sur chacune d'elle. Nous allons, également, décrire le principe de la solution proposée, permettant de faciliter la recherche d'une voiture une fois a été volée.

### 1.2 Systèmes d'antivols auto

Le vol ou la tentative de vol de voiture est un phénomène fréquent dans tous les pays du monde depuis plusieurs années. Malgré que le développement technologique ait contribué à la baisse de ce phénomène, personne n'est à l'abri d'un vol de voiture. Les malfaiteurs sont plus enclins à dérober un véhicule qui n'est pas suffisamment protégé par un système d'antivol (comme le gravage antivol, le système d'anti démarrage ou les traceurs GPS). Dans ce qui suit, nous présentons les systèmes d'antivol les plus couramment utilisés dans les voitures modernes.

#### 1.2.1 Systèmes d'alarme

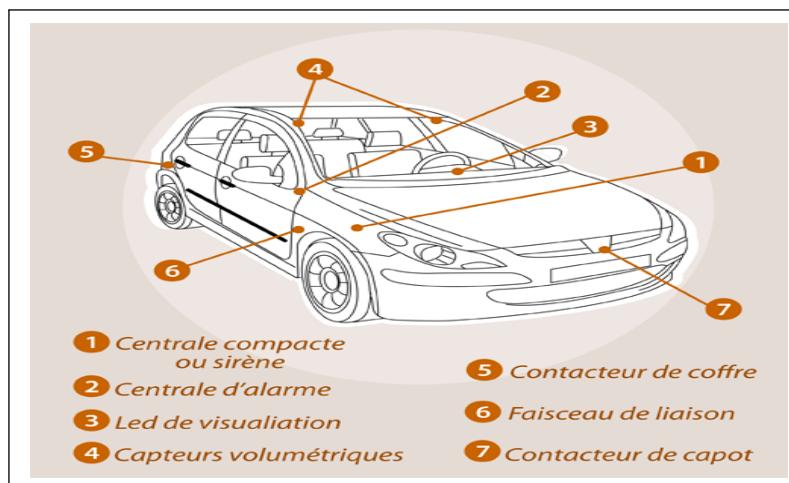
Un système d'alarme est une technique classique qui permet de détecter, grâce à un capteur, toute modification suspecte au niveau du véhicule. Le système d'alarme émet généralement une alerte avertissant d'un danger. On peut trouver deux types de protection dans un système d'alarme.

La protection volumétrique : les détecteurs volumétriques permettent de surveiller l'intérieur et l'extérieur du véhicule. L'alarme volumétrique surveille un volume et permet de détecter et signaler une présence anormale. Elle est sensible aux variations de mouvement.

La protection périphérique : les détecteurs périphériques permettent de surveiller et de protéger un périmètre et non un espace, il protège le véhicule des coups et des bris de glace en détectant les chocs sur la carrosserie et les vitres. Une fois l'alarme activée, elle émet un signal d'alerte si une porte, un capot ou un autre élément du véhicule est ouvert. Le système d'alarme peut se

composer d'un ou plusieurs éléments dont on peut citer :

- 1 : Une sirène qui se déclenche suite à une anomalie détectée.
- 2 : Une centrale d'alarme pour activer ou désactiver le système.
- 3 : Des leds de visualisation pour la protection contre les interférences électromagnétique.
- 4 : Un capteur volumétrique ou détecteur de mouvement dans un volume fermé.
- 5 : Un capteur de coffre qui permet de détecter si ce dernier est ouvert de manière incorrecte.
- 6 : Un capteur qui permet de détecter si le capot est ouvert ou non.
- 7 : Une télécommande qui permet de commander, à distance, la centrale d'alarme.



**FIGURE 1.1: Eléments d'un système d'alarme dans une voiture**

### 1.2.2 Le gravage antivol

Le gravage des vitres (ou marquage des vitres) est une technique qui consiste à marquer les vitres d'un véhicule pour l'identifier rapidement en cas de vol.

Chaque véhicule est caractérisé par un numéro de série unique appelé numéro de châssis. Ce sont les huit derniers caractères de ce numéro de série qui sont gravés sur toutes les vitres grâce à un matériel spécifique. Le procédé de gravage est conforme au cahier des charges (organisme dédié aux études techniques et statistiques de sécurisation des véhicules).



**FIGURE 1.2: Gravage des vitres**

### 1.2.3 Anti démarrage électronique

Un anti démarrage est un dispositif électronique utilisé pour empêcher le démarrage de véhicules non autorisés pour améliorer le niveau de protection contre le vol de voiture grâce à une technologie plus avancée que le simple déverrouillage des clés. Ce dernier est constitué d'un émetteur où le conducteur insère sa clé. Lorsque la clé est insérée, ce système électronique envoie un signal à un récepteur situé dans la clé de contact. Ce récepteur agit à la fois comme émetteur et récepteur puis renvoie un code d'autorisation unique au dispositif d'immobilisation, afin de déverrouiller l'unité de commande du moteur de la voiture.



**FIGURE 1.3: Clé pour anti démarrage electronique**

### 1.2.4 Traceur GPS

Le traceur GPS (ou ‘Global Positioning System’) est un système de positionnement par satellites capable de donner une position n’importe où. C’est un petit boîtier qui se compose

d'un récepteur GPS et un émetteur GSM .



**FIGURE 1.4: Traceur GPS**

### 1.2.5 Les antivols mécaniques

Un système d'antivol mécanique est un système qui empêche le fonctionnement d'une voiture à travers un dispositif qui bloque le volant ou le levier de vitesse.



**FIGURE 1.5: Antivol mécanique**

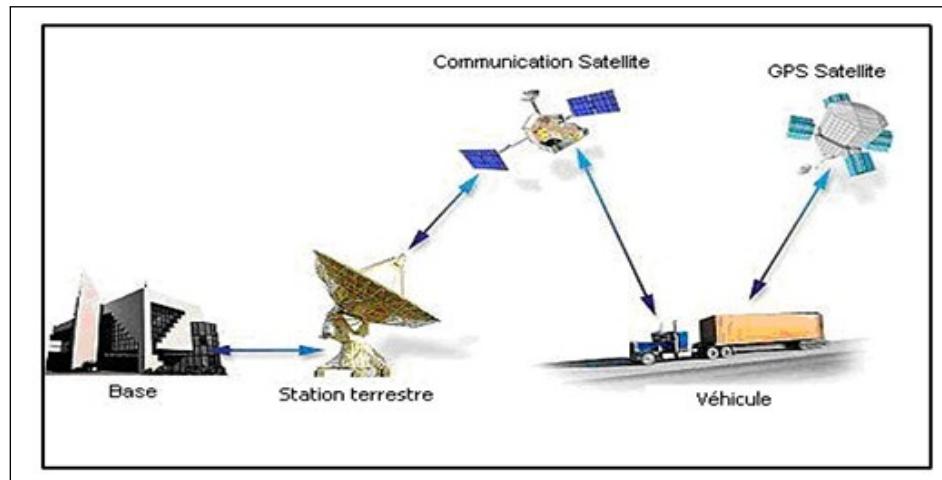
Ce système d'antivol permet d'augmenter le temps nécessaire au voleur pour se retirer du vol, mais la plupart des cambrioleurs professionnels connaissent déjà la plupart de ces dispositifs et comment les déverrouiller .

### 1.3 Géolocalisation de véhicule et ses limites

La géolocalisation est une technique permettant de positionner un véhicule sur un plan à l'aide de ses coordonnées géographiques. Cette opération est réalisée à l'aide d'un terminal capable d'être localisé grâce à un système de positionnement par satellites et un récepteur GPS. Pour une transmission en temps réel, cela nécessite un terminal équipé d'un moyen de télécommunication de type GSM, GPRS, UMTS ou satellite lui permettant d'envoyer les positions à des intervalles réguliers . [1] .

Le GPS est un système de positionnement par satellite. Ce système repose sur l'utilisation de 24 satellites qui tournent en permanence autour de la terre sur signaux horaires. Le récepteur GPS échange les informations avec au minimum 3 de ces satellites (les plus proches). Il mesure le temps de propagation des ondes et calcule la distance qui le sépare des satellites ce qui lui permet de déterminer son positionnement spatial et donc les coordonnées du véhicule.

Des applications mobiles sur des Smartphones peuvent être utilisées pour localiser la position réelle du véhicule sur des cartes géographiques.



**FIGURE 1.6: Géolocalisation d'un véhicule**

Le GPS est soumis à un certain nombre de limites dont on peut citer :

- L'imprécision des horloges dans les récepteurs.
- Les éléments naturels urbains ou météorologiques peuvent eux aussi provoquer des erreurs. En

effet, ces éléments peuvent absorber les ondes ou modifier l'indice de réfraction qui provoque une perte de signal et par la suite il se peut qu'on arrive pas connaître la position exacte du véhicule.

- La relativité restreinte provoquée par la différence de la vitesse d'écoulement du temps entre le satellite et le récepteur.
- La désactivation de système de GPS par le voleur.

## 1.4 L'intelligence artificielle

### 1.4.1 Apport de l'intelligence artificielle

Les progrès scientifiques et technologiques de nos jours ont permis de concevoir des systèmes intelligents permettant de reconnaître automatiquement une voiture recherchée, lors de son passage devant une caméra. Ces systèmes intelligents sont basés généralement sur l'intelligence artificielle.

Le terme IA « intelligence artificielle » a été introduit en 1950 par John McCarthy [2]. l'IA regroupe deux grandes familles d'approches.

- Une approche ("Making a mind"), que l'on peut qualifier d'IA symbolique, consiste à doter un système d'IA de mécanismes de raisonnement capables de manipuler les données symboliques qui constituent les connaissances d'un domaine. Cette approche fait appel aux modèles et méthodes de la logique.

- Une autre approche ("Modeling the brain"), que l'on peut qualifier d'IA connexionniste, consiste à s'inspirer du fonctionnement du cortex cérébral. L'entité de base est un modèle formel du neurone, un système étant formé par l'interconnexion d'un grand nombre de tels « neurones ».

Dans les années 1990, une tendance prometteuse est de concevoir des modèles hybrides combinant ces deux approches qui présentent des caractères complémentaires. Par ailleurs, des modèles statistiques sont de plus en plus mis à profit pour rendre compte de la grande variabilité des

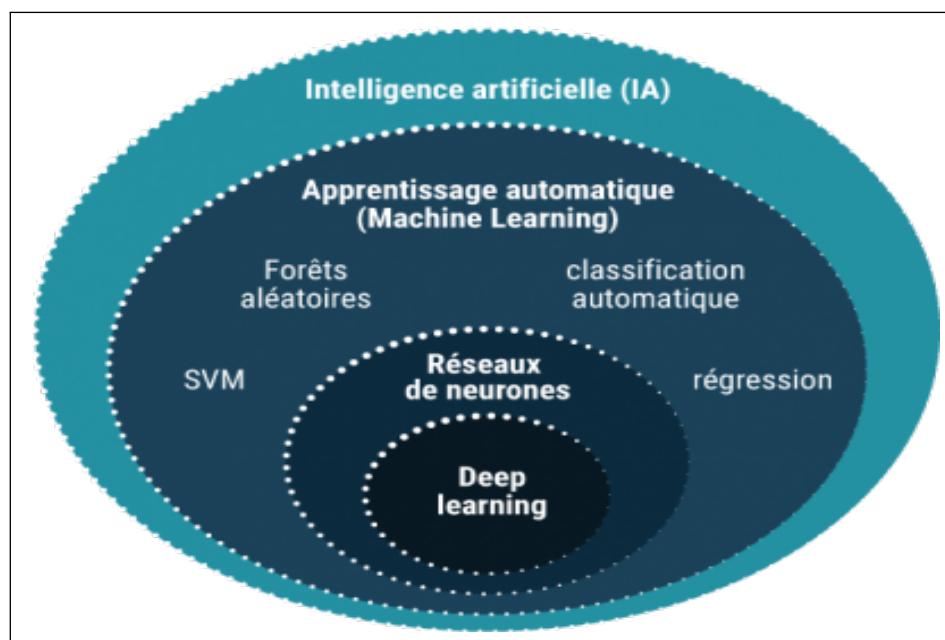
phénomènes étudiés.

L'intelligence artificielle (IA) est le processus d'imitation de l'intelligence humaine, qui repose sur la création et l'application d'algorithmes exécutés dans un environnement informatique dynamique. L'IA va désormais jouer un rôle bien plus important que celui qu'elle jouait jusqu'alors. Ce paradigme n'est plus seulement un programme de recherche confiné aux laboratoires ou à une application précise, il s'étant partout imposé, tant dans les discussions de spécialistes que parmi les débats grand public.

L'application de l'IA couvre un nombre grandissant de domaines d'application comme par exemple la santé, l'entreprise, l'enseignement, l'industrie, la finance, etc..... Elle inclut des avantages aussi bien que des inconvénients .

### 1.4.2 Branches de l'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle couvre un ensemble de théories et de techniques. La plus connue et la plus utilisée à nos jours est sans doute l'apprentissage automatique (machine learning). L'apprentissage automatique regroupe à son tour un ensemble de sous branches, comme le montre la figure 1.7.



**FIGURE 1.7: Sous branches de l'intelligence artificielle**

### **- Apprentissage automatique**

L'apprentissage automatique (ou “Machine Learning” en anglais) est une branche de l'intelligence artificielle qui se fonde sur des approches statistiques pour donner aux ordinateurs la capacité d'apprendre à partir de données, c'est-à-dire d'améliorer leurs performances à résoudre des tâches sans être explicitement programmés pour chacune.

Parmi les algorithmes de l'apprentissage automatique, on distingue les algorithmes de classification (prédictions non-numériques), les algorithmes de régression (prédictions numériques), SVM et les réseaux de neurones artificiels.

### **- Réseaux de neurones artificiels**

Il s'agit d'un système dont la conception est inspirée des neurones du cerveau. Les réseaux de neurones sont généralement des fonctions mathématiques à plusieurs paramètres, ajustables. Les réseaux de neurones sont généralement optimisés par des méthodes d'apprentissage de type probabiliste.

L'utilisation des réseaux de neurones artificiels se fait en deux temps. Tout d'abord une phase d'apprentissage qui est chargée d'établir des valeurs pour chacune des connexions du réseau, puis une phase d'utilisation proprement dite, où l'on présente au réseau une entrée et où il nous indique en retour sa sortie calculée.

### **- Apprentissage profond**

L'apprentissage profond (Deep Learning) repose principalement sur la reproduction d'un réseau de neurones à plusieurs couches permettant un haut niveau d'abstraction. Ces réseaux sont entraînés par une méthode de rétropropagation.

L'apprentissage profond est lui-même une sous-catégorie de l'apprentissage automatique.

Cette approche a connu un développement très important dans les dernières années et est en grande partie responsable de l'engouement actuel pour l'intelligence artificielle. Les applications en sont multiples, comprenant notamment la reconnaissance visuelle des visages et des objets, le traitement automatique des langues, ainsi que la recherche scientifique dans le domaine médical.

### 1.4.3 - Types d'apprentissage

L'intelligence artificielle recouvre une très vaste famille de méthodes d'apprentissage. Ces méthodes peuvent être :

- Supervisées : si on dispose d'un ensemble d'objets et pour chaque objet une valeur cible associée et il faut apprendre un modèle capable de prédire la bonne valeur cible d'un objet nouveau.
- Non supervisées : si on dispose d'un ensemble d'objets sans aucune valeur cible associée et il faut apprendre un modèle capable d'extraire les régularités présentes au sein des objets pour mieux visualiser ou appréhender la structure de l'ensemble des données.
- Par renforcement : si on dispose d'un ensemble de séquences de décisions (politiques ou stratégiques) dans un environnement dynamique, et pour chaque action de chaque séquence une valeur décompense et il faut apprendre un modèle capable de prédire la meilleure décision à prendre étant donné un état de l'environnement.
- Semi-supervisées : si on dispose d'un petit ensemble d'objets avec pour chacun une valeur cible associée et d'un plus grand ensemble d'objets sans valeur cible et il faut tirer profit à la fois des données avec et sans valeurs cibles pour résoudre des tâches d'apprentissage supervisé ou non supervisé.
- Actif : si on dispose d'un petit ensemble d'objets avec pour chacun une valeur cible associée et il faut interagir avec l'utilisateur et lui demander de donner la valeur cible d'un nouvel objet afin de mieux apprendre le modèle de prédiction.

## 1.5 Solution proposée

Nous rappelons que la problématique soulevée dans ce rapport porte sur le vol des voitures. Dans le cadre de ce projet de fin d'études, nous proposons de développer un système, basé sur l'intelligence artificielle, permettant de détecter et d'identifier une voiture volée (à partir de sa plaque d'immatriculation), lors de son passage devant une caméra. La figure 1.8. montre un

## CHAPITRE 1. CONTEXTE GÉNÉRAL DU PROJET

aperçu général du système proposé.

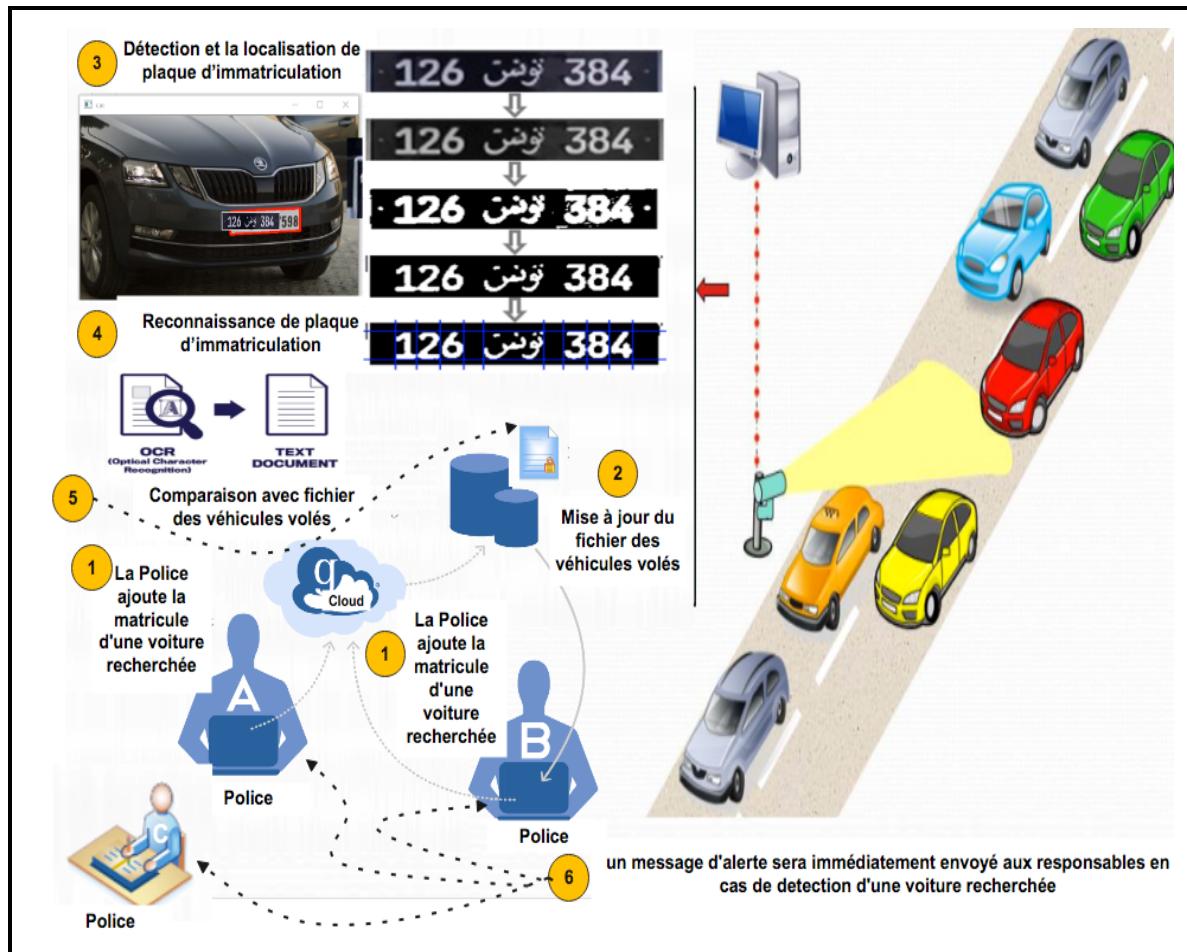


FIGURE 1.8: Aperçu général de la solution proposée

Une fois que la voiture a été dérobée, il faut aviser immédiatement les autorités locales de Police. Cette démarche permet aux autorités de lancer les recherches du véhicule volé, mais aussi de dégager le propriétaire de la voiture de toute responsabilité en cas d'accident survenu après le vol. Une fois la plainte déposée, la matricule sera enregistrée dans le système d'immatriculation des véhicules (SIV). Toutes les opérations d'immatriculation concernant ce véhicule sont alors bloquées. La matricule de la voiture sera également ajoutée au fichier des véhicules volés, accessible par les autorités.

Le système à concevoir sera composé d'un ensemble de systèmes de contrôle vidéo équipés de caméras de surveillance routière. Ce système sera capable de détecter tout véhicule, en passant devant la caméra, et de reconnaître sa plaque d'immatriculation. En comparant le code de la

plaque détectée avec le fichier des véhicules volés, le système peut identifier si le véhicule en question est recherché ou non. En cas de détection d'un véhicule volé, un message d'alerte sera immédiatement envoyé aux responsables.

### **1.6 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons dévoilé le contexte général du projet, en vue d'avoir une idée plus claire sur les systèmes d'antivols auto. Nous avons également introduit la solution proposée. Cette solution, basée sur l'intelligence artificielle, permet de détecter et d'identifier une voiture volée, lors de son passage devant une caméra. Dans le chapitre suivant, nous allons détailler les techniques et les outils nécessaires pour réaliser ce système.

---

## Techniques et outils de détection et de reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation

### Sommaire

---

2.1	Introduction	16
2.2	Généralités sur les images	16
2.2.1	L'image numérique	16
2.2.2	Type des images	16
2.3	Filtrage	17
2.4	Étapes d'un système de reconnaissance	18
2.5	Algorithme de détection de matricule : YOLO	21
2.6	Outils et bibliothèques utilisés	23
2.7	Conclusion	24

---

## **2.1 Introduction**

Dans ce chapitre, nous allons introduire succinctement les notions de base nécessaires à la compréhension des techniques de détection et de reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation. Nous allons également présenter les outils logiciels et les bibliothèques utilisés

## **2.2 Généralités sur les images**

Le traitement d'images désigne l'ensemble des méthodes et techniques qui étudient les images numériques et leurs transformations, dans le but d'améliorer leur qualité ou d'en extraire de l'information jugée utile.

### **2.2.1 L'image numérique**

Une image numérique est constituée d'un ensemble de points, appelés pixels, juxtaposés en lignes et en colonnes. Chaque pixel possède des caractéristiques propres, couleurs, luminosité, brillance, qui permettent de les différencier et de composer les images.

### **2.2.2 Type des images**

Il existe deux grandes familles d'images numériques : les images matricielles et les images vectorielles.

**- Images matricielles (ou images bitmap) :** Les images matricielles ou en carte de points (bitmap) sont celles qui sont généralement utilisées pour restituer des photos numériques. Ce sont les niveaux des pixels et leur position dans l'image qui définissent le contenu de celles-ci. Les différents formats les plus répandus associés à ce type d'images sont : BMP, GIF, JPEG, TIFF, PNG... Il existe deux types de format bitmap compressés (PNG, JPG) et non compressés (BMP, TIFF).

- **Images vectorielles :** Une image vectorielle (ou image en mode trait) est une image numérique composée d'objets géométriques individuels (segments de droite, polygones, arcs de cercle, ...etc.). Le contenu de l'image est défini par des vecteurs dont les coordonnées sont les coordonnées de point représentent une forme . Les différents formats associés à ce type sont :EPS et EMF.

La figure ci- dessous conclut la différence entre les deux types d'image.

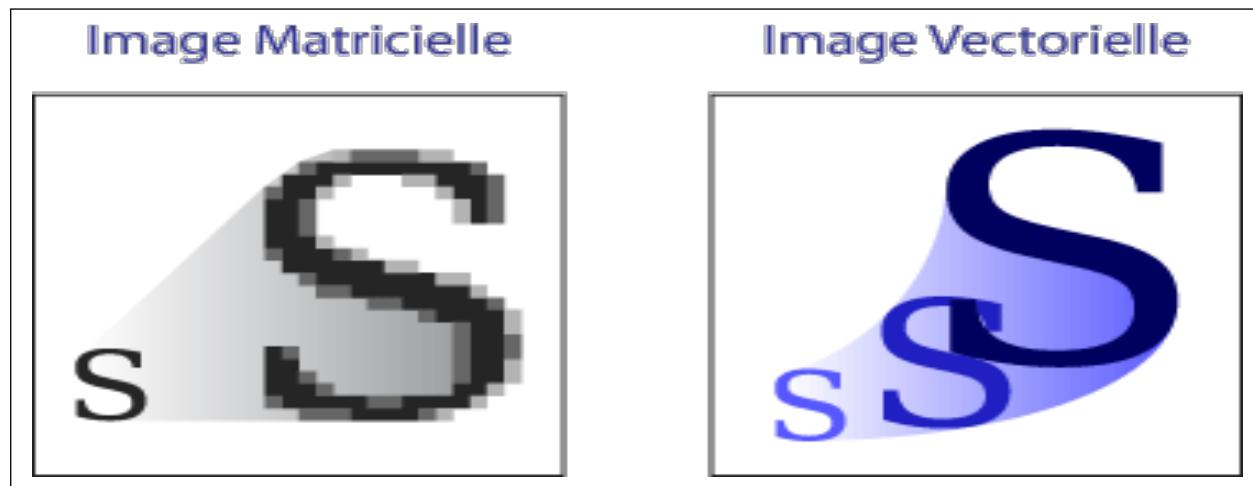


FIGURE 2.1: Exemple d'une image matricielle et vectorielle

## 2.3 Filtrage

Le bruit est un signal qui lors de l'acquisition ou la transmission vient s'ajouter à l'image, Il se matérialise par la présence dans une région homogène des valeurs plus ou moins éloignées de l'intensité de la région. Le bruit est le résultat de certains défauts électroniques du capteur et de la qualité de numérisation c'est pour cela on utilise le filtrage qui a pour but de modifier la valeur des pixels afin d'améliorer la qualité visuelle de l'image et d'obtenir une image proche à la réalité qui aurait pu être obtenue si le système de capture était parfait.

Le filtrage est également utilisé dans le but d'extraire des informations jugées pertinentes.

On distingue deux techniques de filtrage :

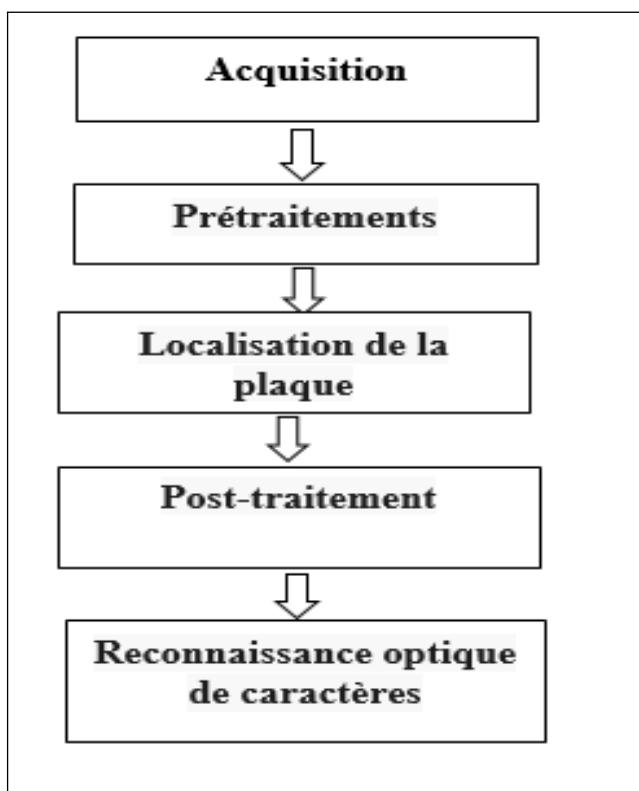
- Le filtrage linéaire : Le principe du filtrage linéaire est de remplacer le niveau d'un pixel par une combinaison linéaire des niveaux des pixels environnants. Cette combinaison linéaire est usuellement représentée par un masque. On distingue deux catégories les filtres lisseurs ou

passe-bas consistant à atténuer les composantes de l'image ayant une fréquence haute (filtre moyenneur, filtre gaussien..) et les filtres passe-haut appelés détecteurs de contours permettent d'accentuer les détails et le contraste

- Le filtrage non linéaire : Le principale inconvénient des filtres linéaire est que la réduction de bruit s'accompagne d'un étalement des transitions entre régions. Ce problème peut être surmonté par l'utilisation des filtres non linéaires (comme les filtres morphologique).

## **2.4 Étapes d'un système de reconnaissance**

Le système de reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation, sujet de ce travail, est composé essentiellement de cinq étapes, comme le montre la figure ci-dessous.



**FIGURE 2.2: Etapes d'un système de reconnaissance**

### **- Acquisition**

Dans la phase d'acquisition, le système reçoit des séquences d'images, détectées directement par la caméra, suite à un passage de véhicules ou qui ont été enregistrés précédemment dans une base de données, comme le montre la figure suivante.



**FIGURE 2.3: Exemple d'images acquises par une camera**

### **-Prétraitements**

Le prétraitement des images fournit une base solide pour la reconnaissance des plaques et il est plus adaptatif pour la reconnaissance. Le prétraitement peut ignorer des effets tels que la lumière, le mouvement, position de prise de vue et netteté de l'image. Lorsque la lumière n'irradie pas uniformément, le contraste de l'image est faible et nécessite un équilibre. La plaque d'immatriculation contient différentes couleurs qui ont différentes valeurs d'échelle de gris. Les bords de l'image sont flous après la transformation des niveaux de gris et sont difficiles à détecter. La tensification permet d'augmenter le contraste de l'image pour mieux obtenir la plaque d'immatriculation. La transformation en niveau de gris, le lissage d'image et le filtre linéaire sont des méthodes d'intensification les plus utilisées.

### **- Détection et localisation de la plaque**

La détection et l'isolement de plaque d'immatriculation est la phase la plus importante et la plus difficile. Les contours constituent en effet des indices riches, au même titre que les points d'intérêts, pour toute interprétation ultérieure de l'image. Les contours dans une image proviennent des :

- Discontinuités de la fonction de réflectance (texture, ombre),

- Discontinuités de profondeur (bords de l'objet), et sont caractérisés par des discontinuités de la fonction d'intensité dans les images.

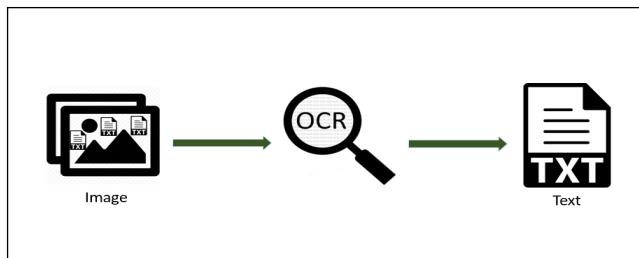
Le principe classique de la détection de contours repose sur l'étude des dérivées de la fonction d'intensité dans l'image : les extrêma locaux du gradient de la fonction d'intensité et les passages par zéro du laplacien.

#### **- Post-traitement**

Après avoir trouvé la zone délimitée par les limites supérieure et inférieure d'une plaque d'immatriculation, la zone au-dessus et sous la limite inférieure sont supprimés. La zone restante sans la partie supérieure et les limites inférieures de la plaque d'immatriculation sont prises en compte pour la segmentation des caractères sur la plaque d'immatriculation.

#### **- Reconnaissance optique de caractères**

La reconnaissance de caractères est réalisée à l'aide de systèmes de reconnaissance optique des caractères couramment appelé OCR ('Optical Character Recognition')[8] . Son but est de convertir l'image du texte en un texte lisible par ordinateur, en faisant le moins de fautes possibles sur la conversion des caractères.



**FIGURE 2.4: Principe du système OCR**

L'OCR utilisé dans ce travail reconnaît d'abord le caractère et le binarise à la taille du modèle [8]. Ensuite, il fait correspondre avec le modèle et sélectionne les meilleurs résultats. Cette méthode est efficace lorsque l'image présente des défauts. En effet, on extrait d'abord une caractéristique de la région d'image et on la compare avec le modèle selon la région pour la corrélation croisée de normalisation. La valeur la plus élevée correspond à plus de similitudes. L'OCR peut également être mesuré en calculant la caractéristique distance entre l'objet et le modèle. Normalement, les images ont différentes conditions de formation et beaucoup de bruits.

Elles sont prétraitées ou standardisées afin que le niveau de gris ainsi que l'emplacement des pixels changent. Lors de la conception du modèle réel, les caractéristiques intrinsèques de forme de la région, le bruit et le déplacement de l'image sont pris en aération. Le modèle est construit avec des caractéristiques intrinsèques de l'image pour éviter d'autres impacts. Cette méthode applique une soustraction pour rechercher le caractère le plus similaire et mettre la plus de similitude.

## 2.5 Algorithme de détection de matricule : YOLO

Le principe du modèle YOLO est de ne parcourir l'image qu'une seule fois, en la faisant passer à travers un réseau de neurones profonds (d'où le nom de You Only Look Once), par opposition aux méthodes dites de regions proposal (notamment utilisées par les modèles basés sur R-CNN ou "Regionbased Convolution Neural Network") qui utilisent une fenêtre coulissante pour chercher dans chaque portion de l'image.

L'algorithme YOLO est très rapide par rapport à d'autres algorithmes et convient donc au cas d'utilisation en temps réel de la reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation avec une grande précision.

Dans le modèle YOLO (voir figure 2.5), l'image d'entrée est directement transmit au réseau CNN pour générer une carte de caractéristiques.

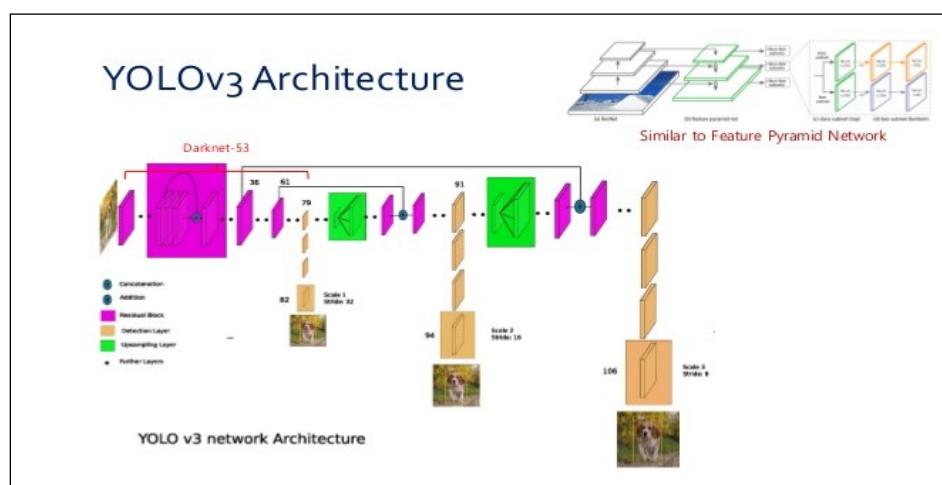
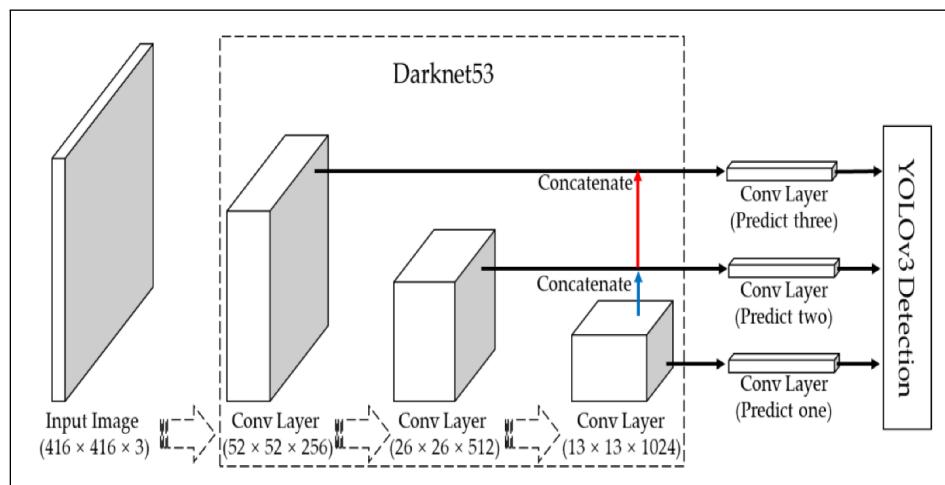


FIGURE 2.5: Modèle YOLO

Les régions de propositions sont extraites à l'aide de ces cartes. On utilise ensuite une couche RoI (Region of Interest) pooling pour redimensionner toutes les régions proposées en une taille fixe de sorte qu'elle puisse être insérée dans un réseau entièrement connecté. Une couche softmax est alors utilisée sur le réseau entièrement connecté pour prédire la classe de la région proposée. En plus de la couche softmax, une couche de régression linéaire est également utilisée parallèlement, afin de générer les coordonnées du cadre de sélection pour les classes prédites.

Le modèle peut se décomposer en deux grands blocs :

- La première composante : La version 3 de YOLO est composé d'un premier CNN de 53 couches appelé Darknet53 (voir figure 2.6). Il a été pré-entraîné par les mêmes auteurs sur le data set ImageNet (tâche de classification parmi 1000 classes). Ici, l'idée pour les auteurs est d'appliquer une méthode de transfert learning. Cette méthode permet de s'appuyer sur un modèle pré-entraîné sur une tâche semblable à la nôtre, pour pouvoir réaliser un apprentissage qui va converger plus rapidement. Les images sont divisées en une grille de cellules ( $13 \times 13$ ,  $26 \times 26$  et  $52 \times 52$ ). La cellule chargée de détecter l'objet est la cellule contenant le centre de l'objet.



**FIGURE 2.6: Architecture Darknet53**

- La deuxième composante : Les auteurs empilent un second réseau de 53 couches très proche du premier, à l'exception des dernières couches. La dernière couche du réseau est de dimension  $N \times N \times 3 \times [(\text{nb de classes} + 1) + 4]$ . Lors de l'apprentissage du modèle, les poids de

ce second réseau seront ajustés aux données du training set, contrairement aux poids du premier réseau qui seront fixés (principe du transfert learning).

## **2.6 Outils et bibliothèques utilisés**

Dans cette partie nous allons citer quelques outils et bibliothèque que nous avons utilisés lors de l'implementation de la solution proposée.

**Langage Python** Python est un langage de programmation puissant et facile à apprendre [11]. Il dispose de structures de données de haut niveau et permet une approche simple mais efficace de la programmation orientée objet. Parce que sa syntaxe est élégante, que son typage est dynamique et qu'il est interprété, Python est un langage idéal pour l'écriture de scripts et le développement rapide d'applications dans de nombreux domaines et sur la plupart des plateformes.

**Scikit-learn** scikit-learn est une librairie de référence pour le machine learning en Python. scikit-learn couvre l'apprentissage supervisé et non-supervisé. Scikit-learn est construit sur l'écosystème du Python scientifique Numpy, Scipy et Cython

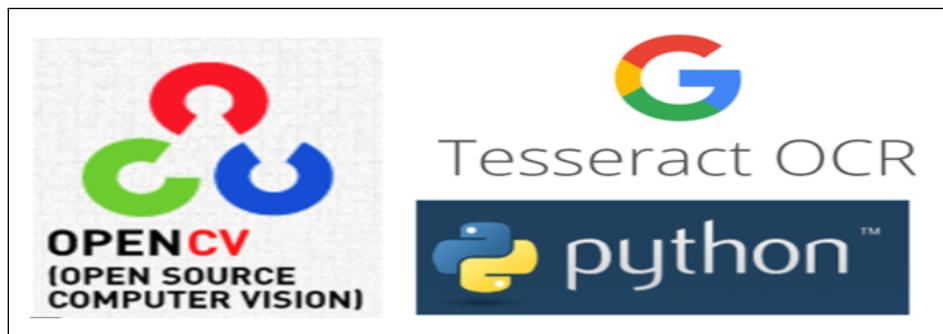
**Scipy** Scipy est une bibliothèque pour les calculs techniques et scientifiques. Elle regroupe des modules pour les tâches de science des données et d'ingénierie telles que l'algèbre, l'interpolation, le FFT, ou le traitement de signaux et d'images.

**Numpy** est une bibliothèque numérique apportant le support efficace de larges tableaux multidimensionnels, et de routines mathématiques de haut niveau (fonctions spéciales, algèbre linéaire, statistiques, etc.).

**Six** Six est une bibliothèque de compatibilité Python 2 et 3 [11]. Il fournit des fonctions utilitaires pour lisser les différences entre les versions de Python dans le but d'écrire du code

Python compatible avec les deux versions de Python.

**OpenCV** OpenCV (Open Source Computer Vision) est une bibliothèque initialement développée par Intel proposant un ensemble de plus de 2500 algorithmes de vision par ordinateur, accessibles au travers d'API pour les langages C, C++, et Python. Elle est distribuée sous une licence BSD (libre) pour les plateformes Windows, GNU/Linux, ET Android spécialisée dans le traitement d'images en temps réel. OpenCV est utilisée par une communauté de plus de 40 000 membres actifs. C'est la bibliothèque de référence pour la vision par ordinateur, aussi bien dans le monde de la recherche que celui de l'industrie.



**FIGURE 2.7: Quelques outils et bibliothèques utilisés**

## 2.7 Conclusion

Nous avons introduit dans ce chapitre quelques notions de base liées au traitement d'images ainsi qu'un certain nombre d'outils que nous avons utilisés pour réaliser notre travail. Le chapitre suivant représente les détails de développement et d'implémentation du système automatique de détection et de reconnaissance des plaques d'immatriculation proposée.

---

## **Développement et Implémentation du système automatique de détection et de reconnaissance des plaques d'immatriculation**

### **Sommaire**

---

<b>3.1</b>	<b>Introduction</b>	<b>26</b>
<b>3.2</b>	<b>Environnement de travail</b>	<b>26</b>
3.2.1	Environnement Matériel	26
3.2.2	Environnement logiciel	29
<b>3.3</b>	<b>Implémentation du système de détection et de localisation de la plaque</b>	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>Implémentation du système OCR</b>	<b>34</b>
<b>3.5</b>	<b>Développement du système de notification</b>	<b>36</b>
<b>3.6</b>	<b>Conclusion</b>	<b>37</b>

---

### 3.1 Introduction

Ce chapitre présente l'environnement matériel et logiciel utilisés ainsi que les étapes et les détails de l'implémentation du système automatique de détection et de reconnaissance des plaques d'immatriculation dans sa version Cloud et celle embarquée sur un Raspberry Pi

### 3.2 Environnement de travail

Dans cette partie nous présenterons l'environnement matériel et logiciel dans lesquels notre application a été développée en indiquant les technologies utilisées.

#### 3.2.1 Environnement Matériel

L'application développée lors du présent travail a été testée à la fois sur le serveur distant de Google via le service Colab et, en local, sur un système embarqué (voir figure 3.1) composé d'un nano-ordinateur (Raspberry Pi 3) équipé d'un module de caméra de 5 MP.

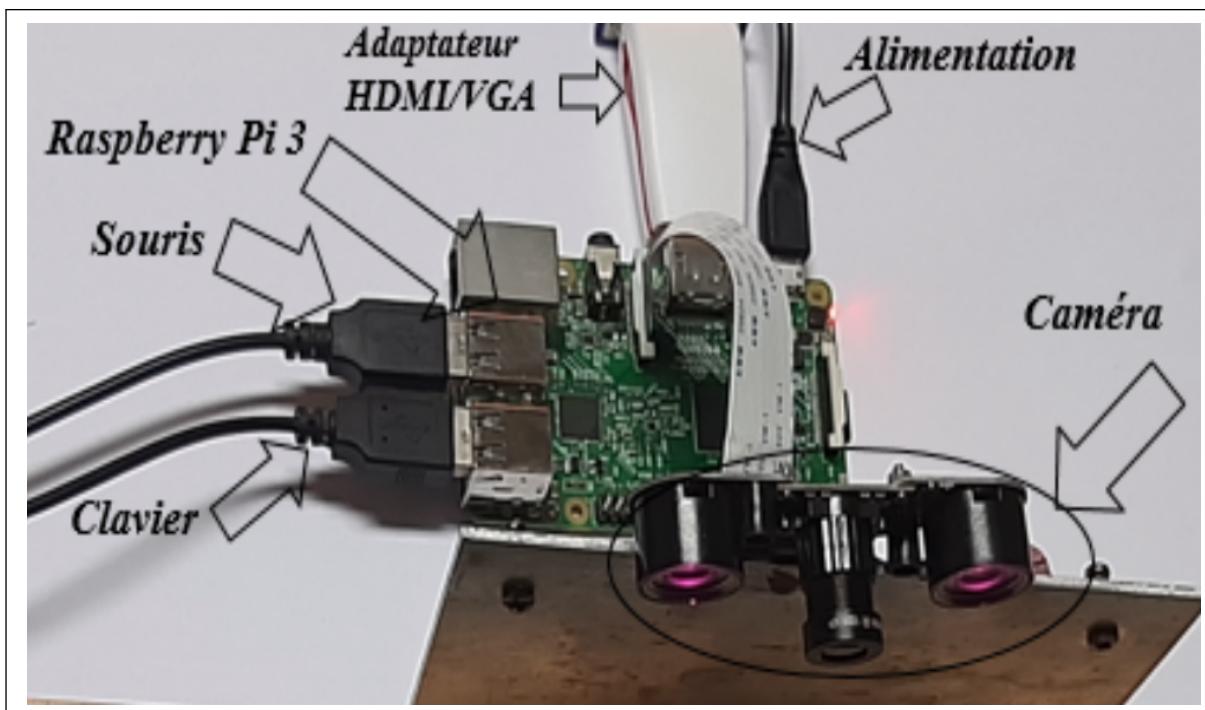


FIGURE 3.1: Raspberry Pi 3 avec module caméra infrarouge

## CHAPITRE 3. DÉVELOPPEMENT ET IMPLÉMENTATION DU SYSTÈME AUTOMATIQUE DE DÉTECTION ET DE RECONNAISSANCE DES PLAQUES D'IMMATRICULATION

Le Raspberry Pi est un nano-ordinateur monocarte à processeur ARM de taille d'une carte de crédit que l'on peut brancher à un écran et l'utiliser comme un ordinateur standard. Ce dernier permet l'exécution de plusieurs variantes du système d'exploitation libre GNU/Linux et des logiciels compatibles. Il est fourni nu (carte mère seule, sans boîtier alimentation, ni accessoires) dans l'objectif de le pouvoir utiliser facilement dans un système embarqué.

Les composants principaux du Raspberry Pi 3 B+ sont repérés sur l'image de la figure 3.2

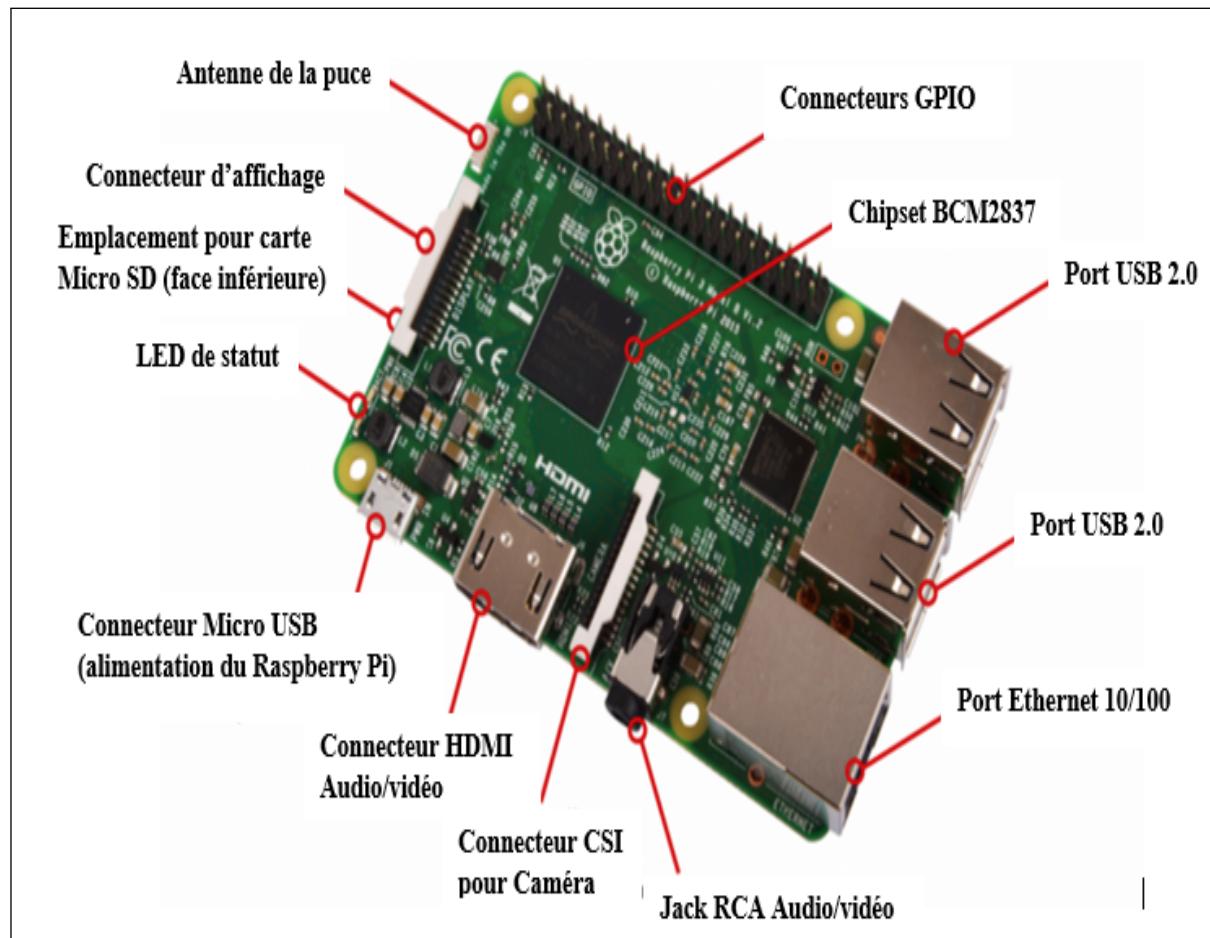
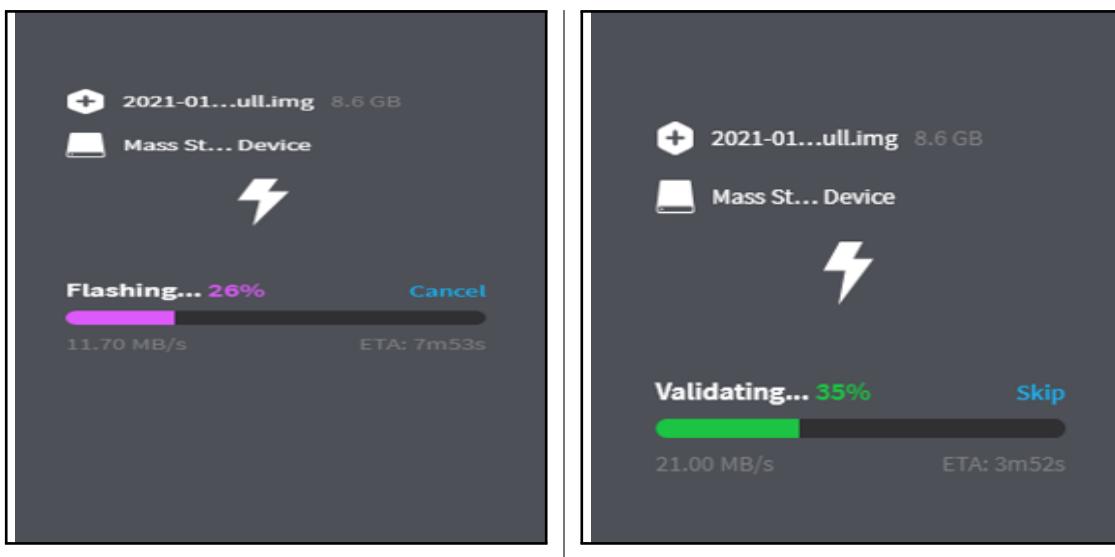


FIGURE 3.2: Les composants principaux du Raspberry Pi 3 B+

Le choix du système d'exploitation du Raspberry est très variable. Nous avons choisi d'installer Linux avec sa distribution spécialement dédiée : Le Raspbian. La figure 3.3 montre les étapes d'installation de cette distribution sur la carte µSD, utilisant le logiciel balenaEtcher.

## CHAPITRE 3. DÉVELOPPEMENT ET IMPLÉMENTATION DU SYSTÈME AUTOMATIQUE DE DÉTECTION ET DE RECONNAISSANCE DES PLAQUES D'IMMATRICULATION

---



**FIGURE 3.3:** Etapes d'installation de la distribution Raspbian sur la carte µSD

Il existe plusieurs versions de Raspbian :

- Wheezy (basée sur Debian 7)
- Jessie (basée sur Debian 8)
- Stretch (basée sur Debian 9)
- Buster (basée sur Debian 10)

Dans le cadre de ce travail, nous avons choisi d'installer la dernière version (Buster) comme le montre la figure 3.4

A screenshot of a terminal window titled 'pi@raspberrypi: ~'. The window has a standard Linux terminal interface with a grey header bar and a black body. The command 'cat /etc/os-release' is entered at the prompt. The output shows the following information:

```
pi@raspberrypi:~ $ cat /etc/os-release
PRETTY_NAME="Raspbian GNU/Linux 10 (buster)"
NAME="Raspbian GNU/Linux"
VERSION_ID="10"
VERSION="10 (buster)"
VERSION_CODENAME=buster
ID=raspbian
ID_LIKE=debian
HOME_URL="http://www.raspbian.org/"
SUPPORT_URL="http://www.raspbian.org/RaspbianForums"
BUG_REPORT_URL="http://www.raspbian.org/RaspbianBugs"
pi@raspberrypi:~ $
```

The terminal window is set against a light gray background.

**FIGURE 3.4:** Version de Raspbian

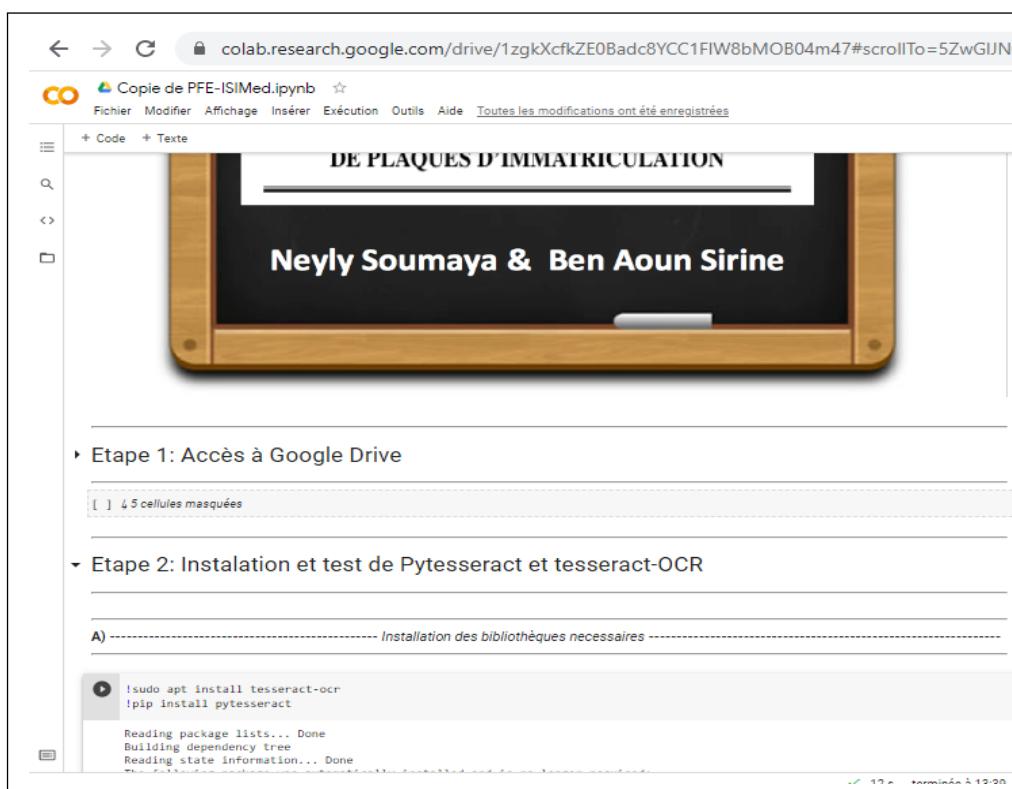
### 3.2.2 Environnement logiciel

Dans le cadre de ce projet, nous avons choisi de travailler avec la plateforme Google Colab, basée sur Jupyter Notebook.

Google Colab ou Colaboratory est un service cloud, offert gratuitement par Google. Cette plateforme, basée sur Jupyter Notebook, permet d'entraîner des modèles de Machine Learning directement dans le cloud.

Jupyter Notebook est une application Web Open Source permettant de créer et de partager des documents contenant du code (exécutable directement dans le document), des équations, des images et du texte.

La capture d'écran de la figure 3.5 montre une partie du notebook que nous avons utilisé pour développer notre application



The screenshot shows a Google Colab notebook titled "Copie de PFE-ISIMed.ipynb". The interface includes a top navigation bar with file, edit, view, insert, execute, tools, and help options. Below the bar is a toolbar with code and text buttons. The main area features a title slide with a wooden frame and the text "DE PLAQUES D'IMMATRICULATION" and "Neyly Soumaya & Ben Aoun Sirine". Below the slide, there are two sections: "Etape 1: Accès à Google Drive" and "Etape 2: Instalation et test de Pytesseract et tesseract-OCR". The "Etape 2" section contains a terminal window showing the command "lsudo apt install tesseract-ocr" being run, with output indicating package lists, dependency tree, and state information.

FIGURE 3.5: Interface de colab développée

Pour l'implementation sur le Raspberry Pi, nous avons utilisé l'environnement de développement "Geany" pour tester nos programmes écrits en langage Python et le terminal pour installer, en

ligne de commande, toutes les dépendances.

La figure 3.6 montre l'interface de l'environnement de développement "Geany".

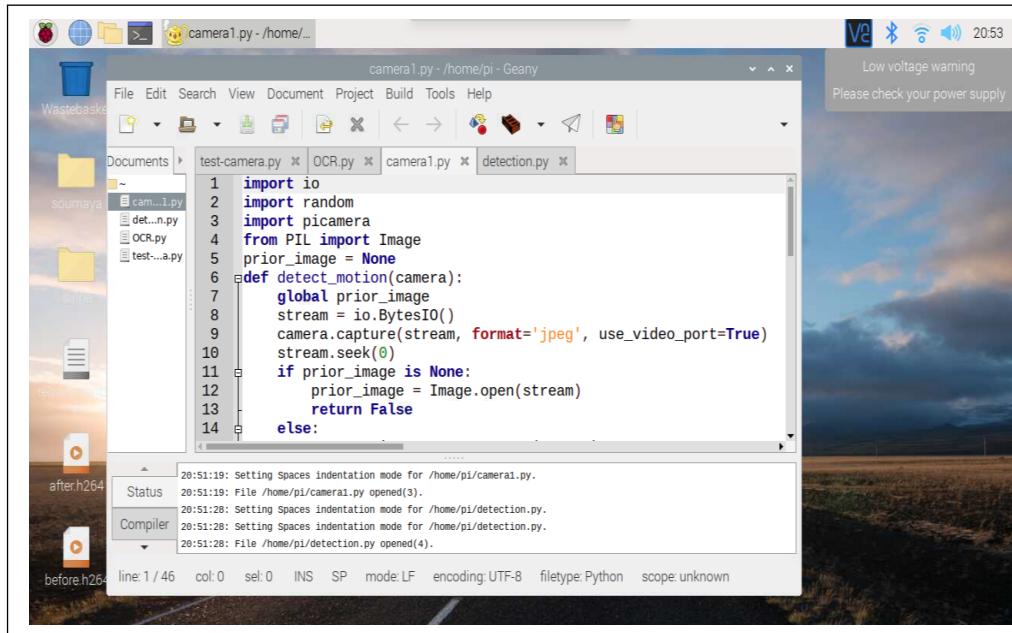
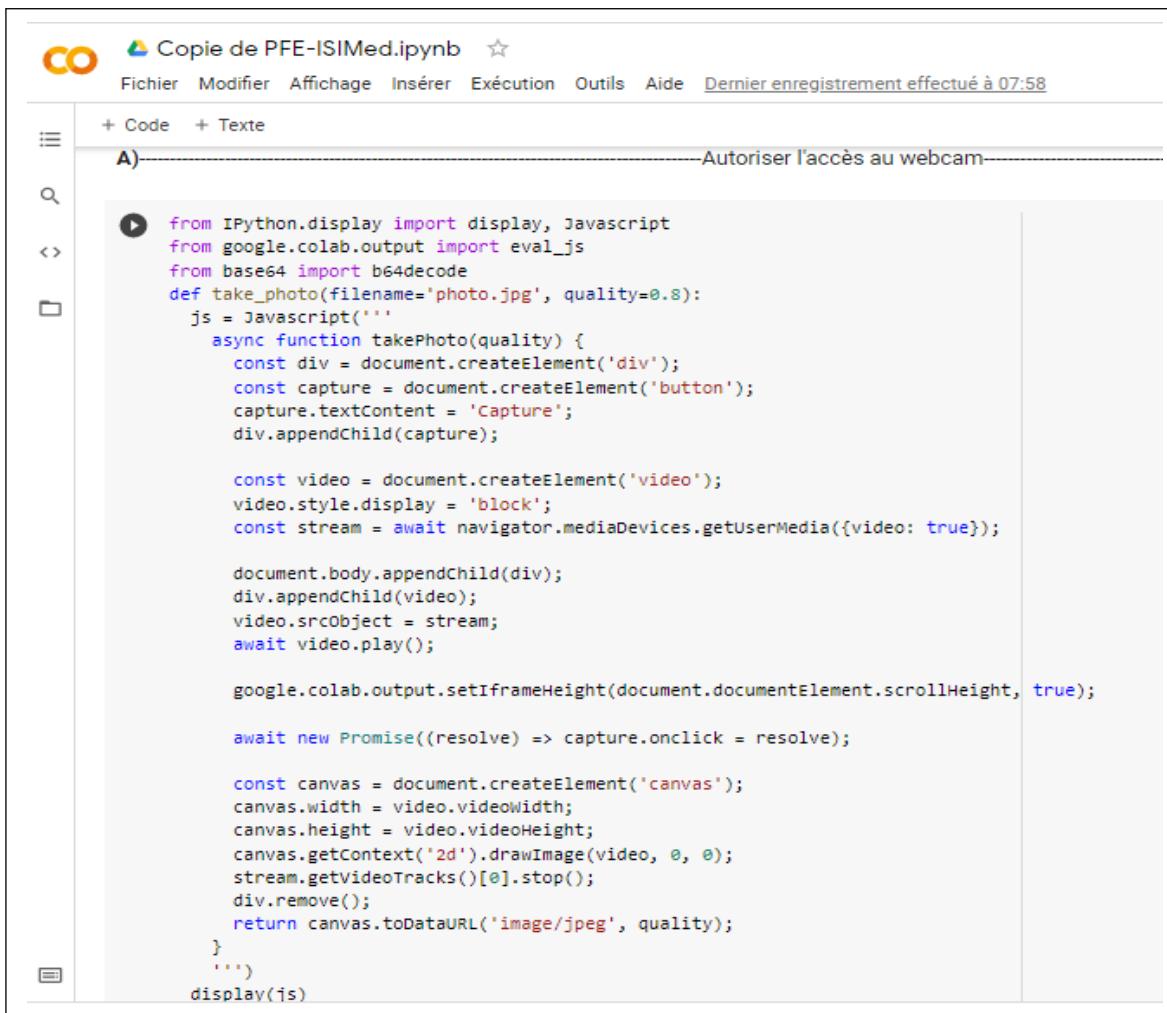


FIGURE 3.6: Environnement de développement "Geany" utilisé sur le Raspberry

### 3.3 Implémentation du système de détection et de localisation de la plaque

Pour pouvoir utiliser le webcam de notre PC, il faut exécuter un script en Colab permettant de demander l'autorisation d'accéder au périphérique en question. La figure 3.7 donne une partie de ce script.

## CHAPITRE 3. DÉVELOPPEMENT ET IMPLÉMENTATION DU SYSTÈME AUTOMATIQUE DE DÉTECTION ET DE RECONNAISSANCE DES PLAQUES D'IMMATRICULATION



The screenshot shows a Google Colab notebook titled "Copie de PFE-ISIMed.ipynb". The code cell contains Python and JavaScript code for taking a photo from a webcam. The code uses the IPython.display module to run JavaScript in a browser environment. It creates a button to capture a video stream, which is then processed by a canvas element to capture a still image.

```
from IPython.display import display, Javascript
from google.colab.output import eval_js
from base64 import b64decode
def take_photo(filename='photo.jpg', quality=0.8):
    js = Javascript('''
        async function takePhoto(quality) {
            const div = document.createElement('div');
            const capture = document.createElement('button');
            capture.textContent = 'Capture';
            div.appendChild(capture);

            const video = document.createElement('video');
            video.style.display = 'block';
            const stream = await navigator.mediaDevices.getUserMedia({video: true});

            document.body.appendChild(div);
            div.appendChild(video);
            video.srcObject = stream;
            await video.play();

            google.colab.output.setIframeHeight(document.documentElement.scrollHeight, true);

            await new Promise((resolve) => capture.onclick = resolve);

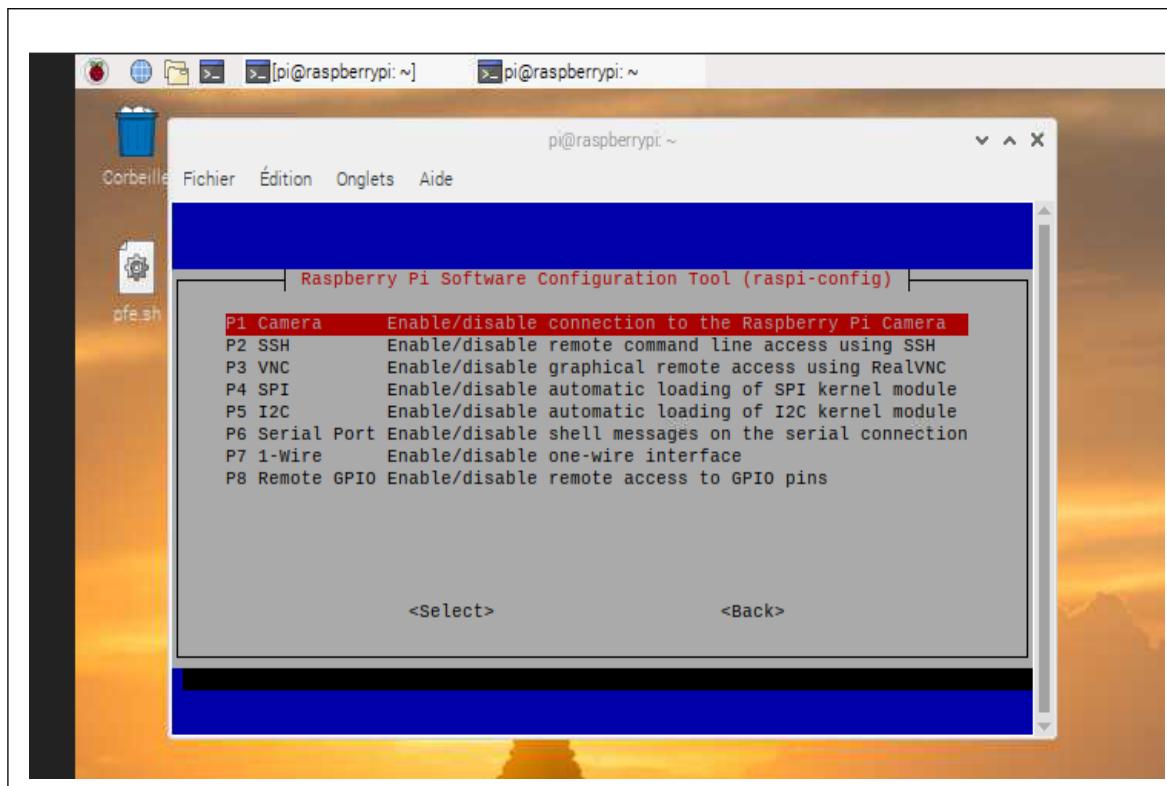
            const canvas = document.createElement('canvas');
            canvas.width = video.videoWidth;
            canvas.height = video.videoHeight;
            canvas.getContext('2d').drawImage(video, 0, 0);
            stream.getVideoTracks()[0].stop();
            div.remove();
            return canvas.toDataURL('image/jpeg', quality);
        }
        ...
    ''')
    display(js)
```

FIGURE 3.7: Activation de la caméra du PC

Pour la version embarquée sur le Raspberry Pi, il faut d'abord activer le module caméra utilisant l'utilitaire de configuration nommé "raspi-config" qui se lance en ligne de commande, depuis un terminal (voir figure3.8 ).

## CHAPITRE 3. DÉVELOPPEMENT ET IMPLÉMENTATION DU SYSTÈME AUTOMATIQUE DE DÉTECTION ET DE RECONNAISSANCE DES PLAQUES D'IMMATRICULATION

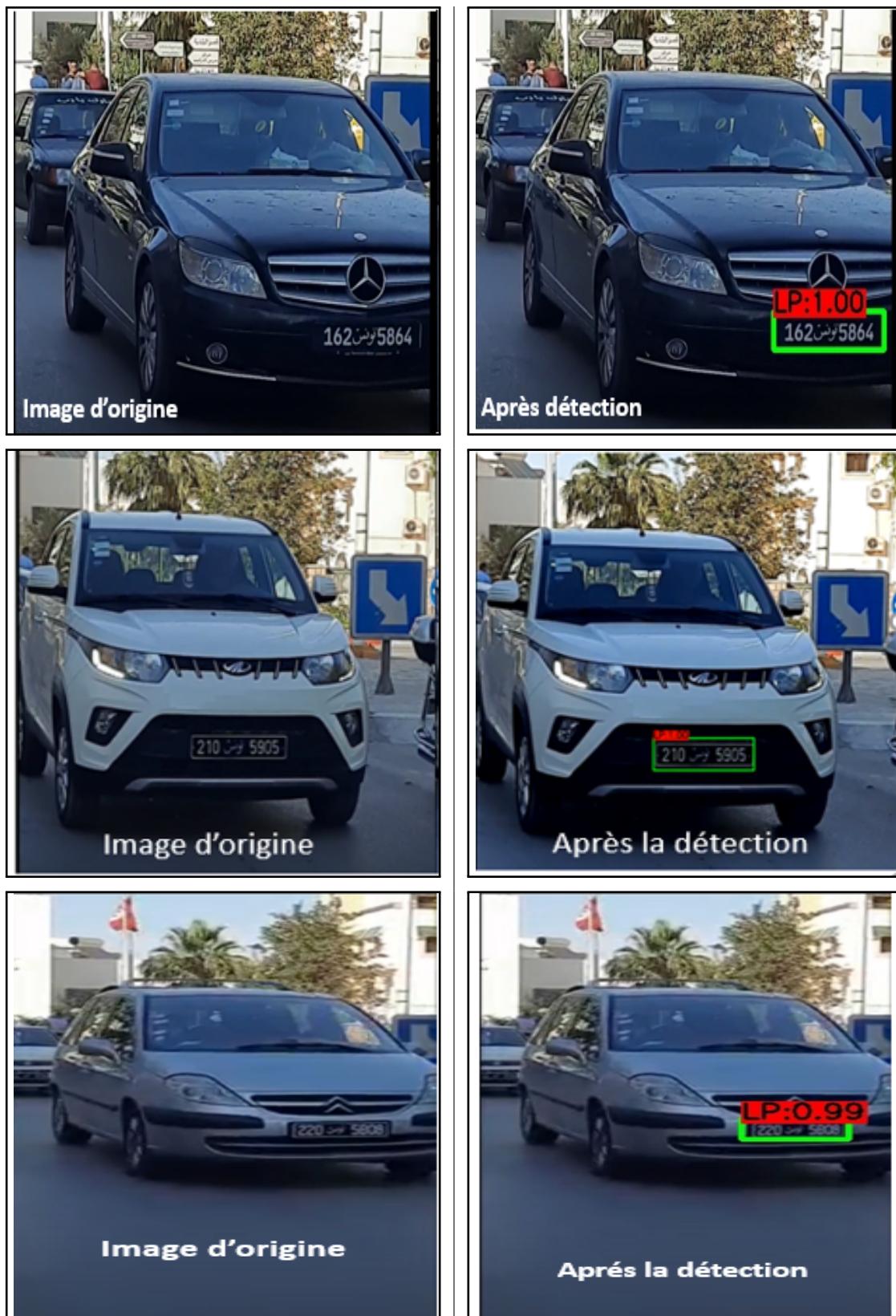
---



**FIGURE 3.8: Activation de la caméra**

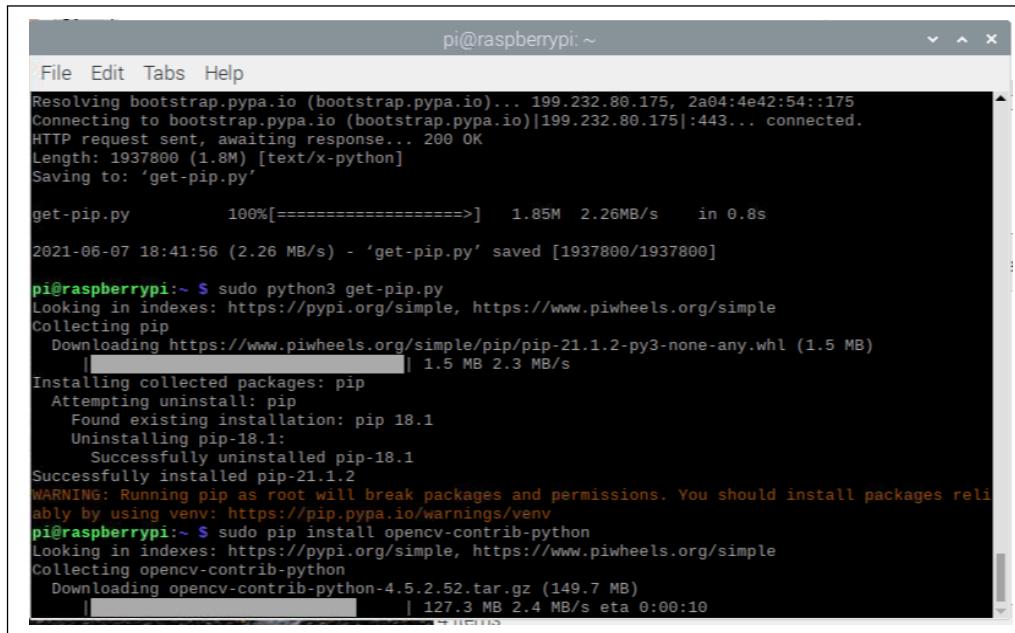
Pour la phase de détection et de localisation de la plaque d'immatriculation, nous avons implementé un script faisant appel à l'algorithme YOLO, expliqué dans le chapitre précédent, et en utilisant la technique de l'apprentissage par transfert (adaptation d'un réseau pré-entraîné sur une nouvelle tâche). La figure 3.9 montre le résultat de l'application de ce script à un ensemble d'images comportant des voitures.

## CHAPITRE 3. DÉVELOPPEMENT ET IMPLÉMENTATION DU SYSTÈME AUTOMATIQUE DE DÉTECTION ET DE RECONNAISSANCE DES PLAQUES D'IMMATRICULATION



**FIGURE 3.9: Exemple de détection de la plaque d'immatriculation**

La figure 3.10 montre quelques dépendances (modules et bibliothèques) qui ont été installés sur le Raspberry. Les mêmes dependances (vues dans le chapitre précédent) ont été installé sur Colab avec quelques petites modifications liées aux versions.



```
pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
Resolving bootstrap.pypa.io (bootstrap.pypa.io)... 199.232.80.175, 2a04:4e42:54::175
Connecting to bootstrap.pypa.io (bootstrap.pypa.io)|199.232.80.175|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 1937800 (1.8M) [text/x-python]
Saving to: 'get-pip.py'

get-pip.py      100%[=====] 1.85M 2.26MB/s   in 0.8s
2021-06-07 18:41:56 (2.26 MB/s) - 'get-pip.py' saved [1937800/1937800]

pi@raspberrypi:~ $ sudo python3 get-pip.py
Looking in indexes: https://pypi.org/simple, https://www.piwheels.org/simple
Collecting pip
  Downloading https://www.piwheels.org/simple/pip/pip-21.1.2-py3-none-any.whl (1.5 MB)
    |██████████| 1.5 MB 2.3 MB/s
Installing collected packages: pip
  Attempting uninstall: pip
    Found existing installation: pip 18.1
    Uninstalling pip-18.1:
      Successfully uninstalled pip-18.1
Successfully installed pip-21.1.2
WARNING: Running pip as root will break packages and permissions. You should install packages reliably by using venv: https://pip.pypa.io/warnings/venv
pi@raspberrypi:~ $ sudo pip install opencv-contrib-python
Looking in indexes: https://pypi.org/simple, https://www.piwheels.org/simple
Collecting opencv-contrib-python
  Downloading opencv-contrib-python-4.5.2.52.tar.gz (149.7 MB)
    |██████████| 127.3 MB 2.4 MB/s eta 0:00:10
```

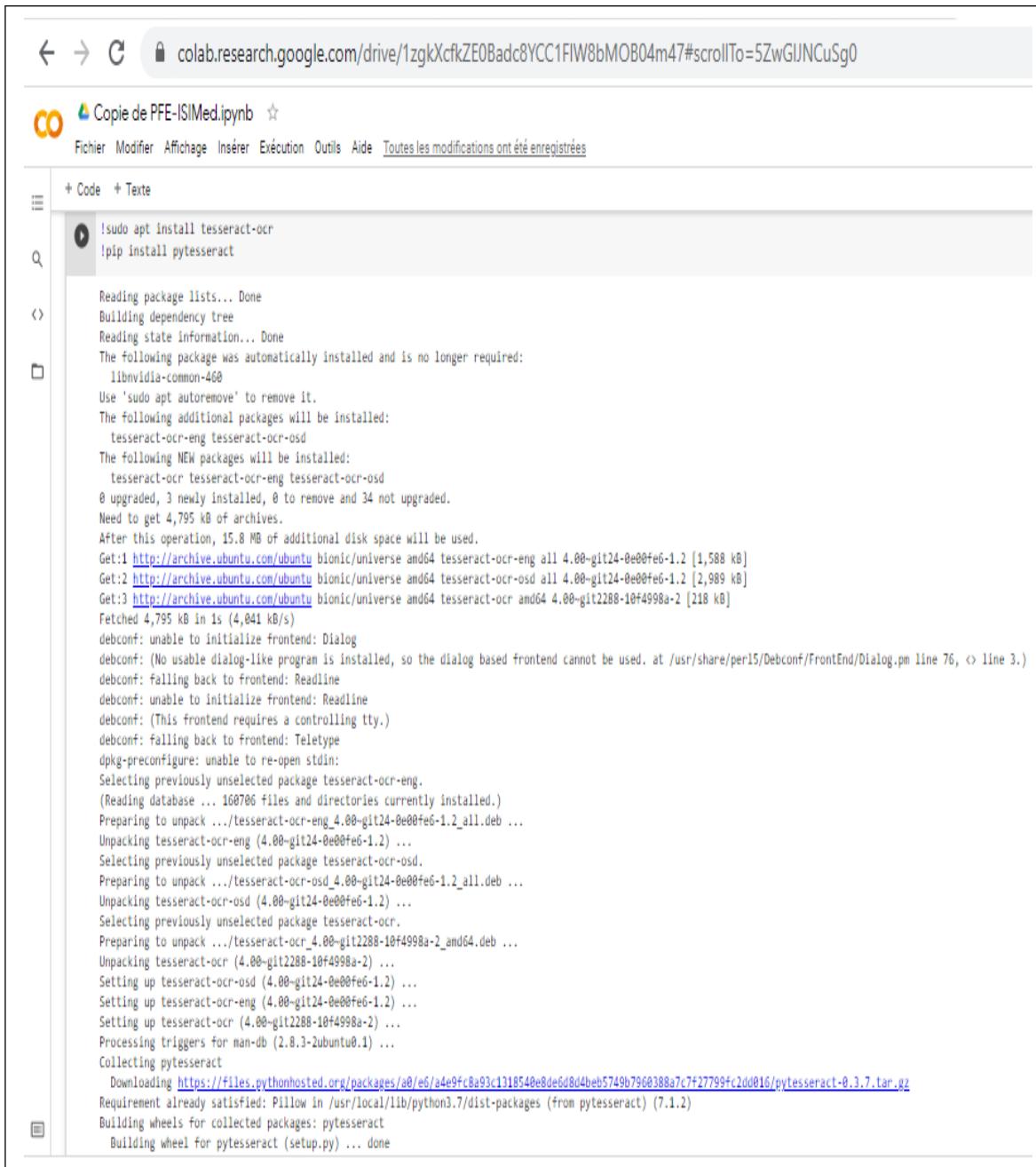
FIGURE 3.10: Installation de dépendances sur le Raspberry

## 3.4 Implémentation du système OCR

Nous avons utilisé deux bibliothèques pour implementer la technique OCR : Tesseract-OCR : qui est un moteur de reconnaissance optique de caractères, c'est -à -dire un logiciel capable de reconnaître du texte à partir d'une image. Pytesseract : qui est un module Python permettant d'utiliser l'OCR avec le langage Python.

Pour installer n'importe quel package dans Colab, nous pouvons utiliser l'opérateur " !". En fait, cela indique à la cellule du notebook que cette ligne n'est pas un code Python, c'est un script de ligne de commande. La figure 3.11 montre un des modules que nous avons installés sur la machine virtuelle sur la quelle nous nous sommes connecté.

## CHAPITRE 3. DÉVELOPPEMENT ET IMPLÉMENTATION DU SYSTÈME AUTOMATIQUE DE DÉTECTION ET DE RECONNAISSANCE DES PLAQUES D'IMMATRICULATION



The screenshot shows a Jupyter Notebook cell with the title "Copie de PFE-ISIMed.ipynb". The cell contains the following code:

```
!sudo apt install tesseract-ocr  
!pip install pytesseract
```

The output of the command shows the process of installing the packages:

```
Reading package lists... Done  
Building dependency tree  
Reading state information... Done  
The following package was automatically installed and is no longer required:  
  libnvidia-common-460  
Use 'sudo apt autoremove' to remove it.  
The following additional packages will be installed:  
  tesseract-ocr-eng tesseract-ocr-osd  
The following NEW packages will be installed:  
  tesseract-ocr tesseract-ocr-eng tesseract-ocr-osd  
0 upgraded, 3 newly installed, 0 to remove and 34 not upgraded.  
Need to get 4,795 kB of archives.  
After this operation, 15.8 MB of additional disk space will be used.  
Get:1 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/universe amd64 tesseract-ocr-eng all 4.00-git124-0e00fe6-1.2 [1,588 kB]  
Get:2 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/universe amd64 tesseract-ocr-osd all 4.00-git124-0e00fe6-1.2 [2,889 kB]  
Get:3 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/universe amd64 tesseract-ocr amd64 4.00-git2288-10f4998a-2 [218 kB]  
Fetched 4,795 kB in 1s (4,841 kB/s)  
debconf: unable to initialize frontend: Dialog  
debconf: (No usable dialog-like program is installed, so the dialog based frontend cannot be used. at /usr/share/perl5/Debconf/FrontEnd/Dialog.pm line 76, < line 3.)  
debconf: falling back to frontend: Readline  
debconf: unable to initialize frontend: Readline  
debconf: (This frontend requires a controlling tty.)  
debconf: falling back to frontend: Teletype  
dpkg-preconfigure: unable to re-open stdin:  
Selecting previously unselected package tesseract-ocr-eng.  
(Reading database ... 168706 files and directories currently installed.)  
Preparing to unpack .../tesseract-ocr-eng_4.00-git124-0e00fe6-1.2_all.deb ...  
Unpacking tesseract-ocr-eng (4.00-git124-0e00fe6-1.2) ...  
Selecting previously unselected package tesseract-ocr-osd.  
Preparing to unpack .../tesseract-ocr-osd_4.00-git124-0e00fe6-1.2_all.deb ...  
Unpacking tesseract-ocr-osd (4.00-git124-0e00fe6-1.2) ...  
Selecting previously unselected package tesseract-ocr.  
Preparing to unpack .../tesseract-ocr_4.00-git2288-10f4998a-2_amd64.deb ...  
Unpacking tesseract-ocr (4.00-git2288-10f4998a-2) ...  
Setting up tesseract-ocr-osd (4.00-git124-0e00fe6-1.2) ...  
Setting up tesseract-ocr-eng (4.00-git124-0e00fe6-1.2) ...  
Setting up tesseract-ocr (4.00-git2288-10f4998a-2) ...  
Processing triggers for man-db (2.8.3-2ubuntu0.1) ...  
Collecting pytesseract  
  Downloading https://files.pythonhosted.org/packages/a0/e6/a4e9fc8a93c1318540e8de6d8d4beb5749b7900388a7c7f27799fc2d016/pytesseract-0.1.7.tar.gz  
Requirement already satisfied: Pillow in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from pytesseract) (7.1.2)  
Building wheels for collected packages: pytesseract  
  Building wheel for pytesseract (setup.py) ... done
```

**FIGURE 3.11: Installation pytesseract**

La figure 3.12 montre le résultat d'un exemple de l'application de la technique de l'OCR à une image comportant une matricule d'une voiture.

The screenshot shows a Jupyter Notebook interface with the title "Copie de PFE-ISIMed.ipynb". The code cell contains the following Python script:

```
from ArabicOcr import arabicocr
image_path='//content/drive/My Drive/pfe-Sirin-Soumaya/Colab-Notebooks/image.jpg'
out_image='//content/drive/My Drive/pfe-Sirin-Soumaya/Colab-Notebooks/image.jpg'
results=arabicocr.arabic_ocr(image_path,out_image)
#print(results)
words=[]
for i in range(len(results)):
    word=results[i][1]
    words.append(word)
print(str(words))
with open ('file.txt','w',encoding='utf-8')as myfile:
    myfile.write(str(words))
```

The output cell shows the results of the OCR process:

```
Using CPU. Note: This module is much faster with a GPU.
[INFO] OCR'ing input image...
[INFO] 0.9406: 3294 73 تونس
['3294 73 تونس']
```

A preview image of a license plate is shown, with the characters "73 تونس 3294" highlighted by a green bounding box.

FIGURE 3.12: Application de arabic OCR à une image du matricule

### 3.5 Développement du système de notification

Dans cette partie nous allons expliquer comment peut-on alerter les responsables une fois l'application a détecté une voiture dont la plaque d'immatriculation a été signalée comme recherchée. En fait nous avons prévu deux types de notification. Une notification sonore pour attirer l'attention des responsables dès que le système détecte une voiture volée pour pouvoir

prendre les mesures nécessaires aussitôt que possible et un deuxième type de notification par envoi d'un e-mail qui contient les détails du véhicule détecté et l'emplacement du système qui a pu le détecter. La figure 3.13 montre un exemple de code que nous avons utilisé pour envoyer un e-mail de test via le protocole SMTP.

The screenshot shows a Jupyter Notebook interface with a single code cell containing Python code. The code imports the `smtplib` module and uses it to send an email from a Gmail account to another address. The code includes placeholder email addresses and a subject line. The notebook has tabs for 'Code' and 'Text' at the top, and a toolbar with various icons below the code cell.

```
[ ] from IPython.display import HTML
HTML('//content/gdrive/My Drive/alerte/voiture.txt')

import smtplib
voiture1=207/1317
if(voiture1==207/1317) :
    server=smtplib.SMTP_SSL("smtp.gmail.com",465)
    server.login("neylyoumaya26@gmail.com", "XXXXXXXXXX")
    server.sendmail("neylyoumaya26@gmail.com",
                    "Sirinbenaoun@gmail.com",
                    "matricule detectee")
server.quit()
```

FIGURE 3.13: Code de notification gmail

## 3.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons dévoilé l'environnement matériel et logiciel dans lesquel notre application a été implémentée. Nous avons également présenté les étapes et les détails de l'implémentation du système automatique de détection et de reconnaissance des plaques d'immatriculation dans sa version Cloud et celle embarquée sur un Raspberry Pi.

# CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans ce mémoire nous avons abordé la problématique de vol des voitures. Ainsi, nous avons développé une application, basée sur l'intelligence artificielle, permettant de faciliter la recherche d'un véhicule volé, lors de son passage devant un système de contrôle vidéo équipé d'une caméra de surveillance routière.

Au cours de ce travail, nous avons étudié, évalué et appliqué de nombreuses techniques avancées en traitement d'image tels que la reconnaissance optique des caractères, la détection et la reconnaissance des plaques à l'aide de l'algorithme YOLO. Nous avons également utilisé des outils de développement l'intelligence artificielle tels que la programmation en python et la bibliothèque OpenCV.

Dans le premier chapitre, et après avoir présenté un état de l'art sur les systèmes existants nous avons aussi cité les concepts clés de technologies utilisées en expliquant le rôle de chacun d'elles ainsi que le bienfait qu'on peut en tirer. Dans le deuxième chapitre nous avons appliqué les technologies mentionnée dans le premier chapitre afin d'atteindre le meilleur algorithme pour le programme de localisation des plaques d'immatriculation et l'extraction de numéro. Grâce aux résultats que nous avons obtenus après avoir tester ce système via Cloud sur la plateforme Colab et directement sur le nono-ordinateur Raspberry Pi, nous avons montré son efficacité, sa précision et sa capacité à fonctionner en temps réel.

Ce projet nous a été très bénéfique car il nous a permis de maîtriser des outils très complexes et a été une bonne occasion pour réaliser un travail concret, avec des objectifs clairs et bien définis.

Ce projet acquiert de vastes perspectives d'avenir car son développement dépend du progrès de ses technologies, Nous pouvons citer :

## **CONCLUSION GÉNÉRALE**

---

- L'Utilisation d'un outil de reconnaissance optique des caractères plus efficace que Tesseract.
- L'implementation de l'application sur un serveur local.
- Pour une recherche plus efficace, nous pouvons prévoir la reconnaissance de la marque et du modèle de la voiture dont la matricule a été détectée comme recherchée.

# BIBLIOGRAPHIE

- [1] **James Bao-Yen Tsui.** "Fundamentals of Global Positioning System receivers - a software approach". Wiley, 2005.
- [2] **Jean-Marc Alliot et Thomas Schiex,** Intelligence artificielle et informatique théorique, Toulouse, CEPADUES, 2002, 543 p.
- [3] **Ian J. Goodfellow, Yoshua Bengio et Aaron Courville,** Deep Learning, MIT Press, 2016
- [4] **Marc Parizeau,** Réseaux de neurones (Le perceptron multicouche et son algorithme de retro-propagation des erreurs), Université Laval, Laval, 2004, 272 p
- [5] **Antoine Cornuéjols, Laurent Miclet, Yves Kodratoff** Apprentissage Artificiel : Concepts et algorithmes, Eyrolles, 2002
- [6] **R. Collobert and S. Bengio.** Svmtorch : Support vector machines for large-scale regression problems. *The Journal of Machine Learning Research*, 1 :143–160, 2001
- [7] **R. Smith,** "An Overview of the Tesseract OCR Engine", Proc. Ninth Int. Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), IEEE Computer Society, 629-633 , 2007.
- [8] **Comelli, P., Ferragina, P., Notturno, M.** : Optical recognition of motor vehicle license plates. In : Vehicular Technology, vol.44, No. 4, 790–799 (1995)
- [9] **J. Redmon and A. Farhadi,** YOLO9000 : better, faster, stronger, in IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (Honolulu, HI, USA), 2017, pp. 7263-7271.
- [10] **VALETTE, Jean-Jacques,** « Plongée dans le dark net », We demain, vol. 15, p. 30-35, 2016.
- [11] **Gérard Swinnen,** « Apprendre à programmer avec Python 3 », Edition Eyrolles, 2000-2012.

---

---

## **DEVELOPPEMENT ET INPLEMENTATION D'UN SYSTEME DE RECONNAISSANCE AUTOMATIQUE DE PLAQUES D'IMMATRICULATION**

---

**Ben aoun sirine & Neyly soumaya**

---

### **Résumé :**

L'objectif de ce projet de fin d'études consiste à concevoir et développer un système, basé sur l'intelligence artificielle, permettant de faciliter la recherche d'une voiture volée. Ce système est composé essentiellement d'une application automatique de détection et de reconnaissance des plaques d'immatriculation qui sera déployée sur divers systèmes de contrôle vidéo équipés de caméras de surveillance routière. Lors de son passage devant l'un de ces systèmes de contrôle vidéo, le véhicule volé sera détecté par l'application et un message d'alerte sera immédiatement envoyé aux responsables.

**Mots clés :** Reconnaissance Automatique de Plaque d'Immatriculation, OCR, YOLO, Intelligence Artificielle, Cloud, Raspberry.

### **Abstract :**

The goal of this project is to design and develop a system, based on artificial intelligence, to facilitate the search for a stolen car. This system is essentially composed of an automatic license plate detection and recognition application that will be deployed on various video control systems equipped with road surveillance cameras. When passing in front of one of these video control systems, the stolen vehicle will be detected by the application and an alert message will be immediately sent to those responsible.

**Keywords :** Automatic License Plate Recognition, OCR, YOLO, Artificial Intelligence, Cloud, Raspberry.

**ملخص:**

الهدف من هذا المشروع هو تصميم وتطوير نظام قائم على الذكاء الاصطناعي لتسهيل البحث عن سيارة مسروقة. يتكون هذا النظام بشكل أساسي من تطبيق تلقائي للكشف والتعرف على لوحة الترخيص التي سيتم نشره على أنظمة التحكم بالفيديو المختلفة المجهزة بكاميرات مراقبة الطرق. عند المرور أمام أحد أنظمة التحكم بالفيديو هذه ، سيتم اكتشاف السيارة المسروقة بواسطة التطبيق وسيتم إرسال رسالة تنبيه على الفور إلى المسؤولين.

**الكلمات المفاتيح :** التعرف التلقائي على لوحة الترخيص ، الذكاء الاصطناعي ، CLOUD ، OCR,RASPBERRY,YOLO

## BIBLIOGRAPHIE

---