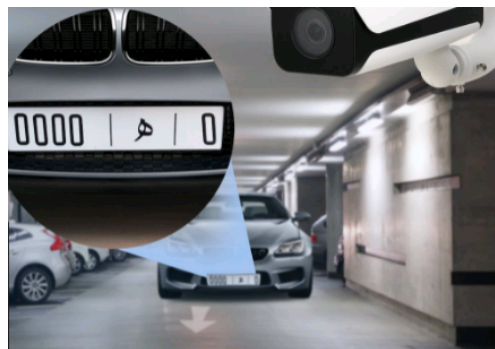


Université Moulay Ismail  
Faculté des Sciences et Techniques Errachidia  
Département d'Informatique

Parcours : Licence Sciences et Techniques option Génie logiciel (GL)

**Rapport de projet de fin d'études**  
**Sous le thème :**

**Identification d'Immatriculation des Voitures Marocaines**  
**en utilisant les Réseaux de Neurones**



**Réalisé par**

- Hafsa CHABANA
- Oussama SAIDI
- Brahim OUZZIKI

**Encadré par :**

- Mr Brahim AKSASSE

**Devant le jury composé de :**

- Pr. Aziz BAATAOUI
- Pr. Brahim BOUDA
- Pr. Brahim AKSASSE

## Remerciements

En préambule à ce mémoire, nous remercions ALLAH qui nous a aidé et donné la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Nous tenons à exprimer tout particulièrement nos sincères remerciements et à témoigner nos vives reconnaissances à Monsieur le professeur Brahim AKSASSE notre encadrant pour son aide, pour tout le temps qu'il a porté à notre travail, pour son suivi, ses conseils qui ont permis de réaliser ce travail de projet de fin d'étude.

Nos sincères remerciements vont aussi au corps professoral et administratif de la Faculté des Sciences et technique d Errachidia pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre projet en acceptant d'examiner ce travail.

Nous nous ne remercierons jamais assez, nos chers parents pour leur amour, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

## Dédicaces

A nos très chers parents :

Qui nous ont soutenus par leurs amours et leurs efforts.

Qui nous ont toujours encouragés.

Pendant toute la période de nos études et qui n'ont épargné aucun effort pour répondre à nos exigences.

Nous espérons être à la hauteur de l'image qu'ils se sont fait de nous tous.

A tous nos amis et amies.

A tous nos collègues à la FSTE.

A nos professeurs.

Pour tout le soutien que vous nous avez apporté.

On vous dit MERCI.

A tous ceux que nous aimons et qui nous aiment, nous dédions ce travail.

## Liste des figures

**Figure 1- 1:** Composantes de base de plaque d'immatriculation de voiture marocaine.

**Figure 1- 2:** Exemple d'une image matricielle

**Figure 1- 3:** Phases du système de reconnaissance automatique des plaques minéralogiques

**Figure 1- 4:** Conversion en niveau de gris et redimensionnement d'une image

**Figure 1 5:** Détection du contour par le masque de Sobel

**Figure 1.6 :** Binarisation par le seuillage OTSU.

**Figure 1 7:** Exemple d'une région candidate d'être plaque d'immatriculation

**Figure 1 7:** Exemple d'une région candidate d'être plaque d'immatriculation

**Figure 1.8 :** séparation en trois zones d'une plaque d'immatriculation

**Figure 2- 1:** Relation Intelligence artificielle, Apprentissage automatique et Réseau de neurones.

**Figure 2- 2:** Réseau de neurones

**Figure 2- 3:** image couleur à trois plans RVB

**Figure 2- 4:** Etapes de traitement d'image par CNN

**Figure 2- 5:** Matrice d'image convoluée à la matrice de noyau ou du filtre

**Figure 2- 6:** Pooling par le maximum et le pooling par la moyenne

**Figure 2- 7:** Emplacement des couches FC

**Figure 2- 8:** Figure 2.8 : le processus d'autoapprentissage

**Figure 2- 9:** Figure 2.9: Entraînement du modèle

**Figure 2- 10:** détection réussie de plaques

**Figure 3.1** logo python

**Figure 3.2 :** Formulaire principale de l'interface .

**Figure 3.3 :** sélection d'image

**Figure 3.4 :** sélection d'image

**Figure 3.5** ouverture du camera

**Figure 3.6** détection de plaque

**Figure 3.7** zoom et détection de plaque

## Liste des abréviations

Abréviations	signification
AL	Artificiel Intelligence
ML	Machine Learning
CNN	Convolutional Neural Network
OCR	optical character recognition
YOLO	<b>You Only Look Once</b>
FC	fully connected layer
RELU	Couches de correction

# Table des matières

Remerciements.....	1
Dédicaces.....	2
Liste des figures.....	3
Liste des abréviations.....	4
Introduction générale.....	7
Chapitre 1 : Etat de l'art.....	9
1. Introduction.....	9
2. Propriétés de plaques d'immatriculation marocaines.....	9
2.1 Image.....	10
3. Représentation d'image.....	10
3.1 Image matricielle.....	10
3.2 Image vectorielle.....	11
4. Les techniques de la reconnaissance optique de caractères (OCR).....	11
4.1 Reconnaissance optique de caractères.....	11
4.2 Acquisition de l'image.....	12
4.3 Détection de la plaque.....	12
4.4 Reconnaissance de la plaque.....	14
4.5 Segmentation.....	15
5. Conclusion.....	15
Chapitre 2 : Détection d'immatriculation –réseau de neurones.....	17
1. Introduction.....	17
2. Intelligence artificielle.....	17
3. Apprentissage automatique (Machine Learning).....	17
4. Apprentissage profond.....	17
5. Fonctionnement d'un réseau neurone.....	18
1. Poids de la connexion :.....	18
2. Fonction d'activation :.....	19
6. Réseaux de neurones convolutifs (CNN).....	19
6.1 Couche de convolution :.....	20
6.2 Couche de pooling.....	21
6.3 Couches de correction (ReLU).....	22
6.4 Couche entièrement connectée (FC).....	22
7. Entraînement du réseau.....	22
8. Détection d'objets dans des images par le modèle YOLOv3.....	23
8.1 YOLOv3.....	23

8.2 Les caractéristiques de l'algorithme YOLOv3.....	23
9. Conclusion.....	25
Chapitre 3 : Interface de l'Application sous Python.....	26
1. Introduction.....	26
2. Outils de développement.....	26
2.1 Python.....	26
2.2 OpenCV .....	27
2.3 Définition du Tkinter.....	27
3. Présentation de l'interface graphique de l application.....	27
3.1 Les interfaces de l'application.....	27
4. Identification des plaques d'immatriculation à partir d'une image statique.....	28
5. Identification des plaques d immatriculation a partir d une capture vidéo.....	29
6. Analyse des résultats et discussions.....	30
7. Conclusion.....	31
Conclusion générale.....	32
Références et bibliographie.....	33

# Introduction générale

## Contexte

Le numéro d'immatriculation représente un moyen efficace pour identifier les véhicules. Il s'agit d'une information unique pour chaque voiture. Fréquemment, il est nécessaire d'identifier les plaques d'immatriculation des véhicules pour la sécurité dans sa globalité. Les informations extraites peuvent être utilisées pour plusieurs intérêts, comme le contrôle d'accès et de flux, la surveillance des passages aux frontières et aux péages, la recherche de véhicules suspects ou encore la lutte contre la criminalité, etc. Ceci rend leurs lectures cruciale et inévitable dans tous ces domaines.

Dans notre projet, nous nous intéressons à la reconnaissance et la lecture automatique de plaques d'immatriculation à partir de captures d'images prises sur le devant ou à l'arrière des véhicules et sur des vidéos capturés.

## Problématique et objectif

La vraie problématique pour identifier des plaques d'immatriculation réside dans le fait de pouvoir faire de la reconnaissance optique de caractères sur une petite partie d'image extraite de séquences enregistrées, souvent dans des conditions de grande vitesse et de faible luminosité. De plus, le fait de ne disposer que de très peu d'images hautes définition par seconde sur la plupart des caméras vidéo entraîne un manque de netteté lors de la capture de ces images. Pour cela, il faut procéder à un prétraitement de ces images à la détection des contours, pour permettre une reconnaissance optique assez fiable des caractères. Ce que nous visons à travers notre travail est de faciliter la tâche, d'identification des caractères du matricule en exploitant les avantages que peut offrir le traitement d'image.

Pour cela, nous avons développé une interface qui consiste à réaliser des prétraitements, la détection et la lecture automatique d'immatriculations en éditant le matricule à partir des données images en texte, éditable, affichable et imprimable.

## Plan de mémoire

Pour cela, nous avons décomposé notre rapport de projet de fin d'étude comme suit :

- le premier chapitre, nous commencerons par définir le format, la forme et le contenu des plaques d'immatriculation au Maroc. Après ceci, nous allons présenter les algorithmes qui doivent être implémentés pour que L'application puisse identifier et détecter une plaque d'immatriculation. Vers la fin ce chapitre, nous allons présenter les



différentes étapes utilisé par l'OCR pour la reconnaissance des plaques d'immatriculation.

- Dans le deuxième chapitre, nous allons présenter une étude sur La détection d'immatriculation par le réseau de neurones et les notions de base et les modèles nécessaires à la réalisation de notre projet y compris YOLOV3 qui est un réseau de neurone de type à convolution connu sous le nom de CNN .
- Le dernier chapitre sera consacré à l'application PYTHON de classification des chiffres et des lettres. Dans ce même chapitre, nous créons une interface graphique qui implémente la détection de plaques et la reconnaissance d'immatriculation en utilisant CNN.

Dans la conclusion, on va donner un bilan sur notre projet, son déroulement et les Difficultés rencontrées.

# Chapitre 1 : Etat de l'art

## 1. Introduction

Le traitement d'images est un domaine très vaste qui a connu, et qui connaît encore, un développement important depuis quelques dizaines d'années.

On désigne par traitement d'images numériques l'ensemble des techniques permettant de modifier une image numérique afin d'améliorer ou d'en extraire des informations.

Dans ce chapitre, nous allons aborder les notions de base nécessaires à la compréhension des techniques de traitement d'images. Ensuite, nous allons donner un aperçu sur les différentes techniques de traitement et d'analyse connues dans ce domaine. Enfin, on va citer quelques techniques de reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation en tant que l'un des axes de recherche les plus connues en traitement d'image.

## 2. Propriétés de plaques d'immatriculation marocaines

La plaque d'immatriculation au Maroc permet, comme tous les types de plaques minéralogiques d'identifier les véhicules. Le dispositif de contrôle actuel est la suite de la série commencée en l'an 2000. Cet article vous permettra d'obtenir de plus amples détails sur les plaques marocaines.

L'immatriculation actuelle des véhicules enregistrés au Maroc respecte une nouvelle norme d'immatriculation à compter de l'an 2000. Cette nouvelle configuration est composée d'une série de cinq chiffres allant de 1 à 99 999 qui correspond au numéro d'enregistrement de la voiture. Une lettre de l'alphabet arabe est incrémentée au milieu de la plaque de contrôle, ce dernier prend en compte le numéro d'enregistrement de l'automobile. Pour conclure la combinaison alphanumérique de la plaque minéralogique marocaine, le nouveau système d'immatriculation en vigueur actuellement dans le royaume chérifien termine la combinaison par l'identifiant de la préfecture d'émission de la plaque. Ces numéros vont de 1 à 89. La figure 1 montre le style de plaque d'immatriculation marocaine

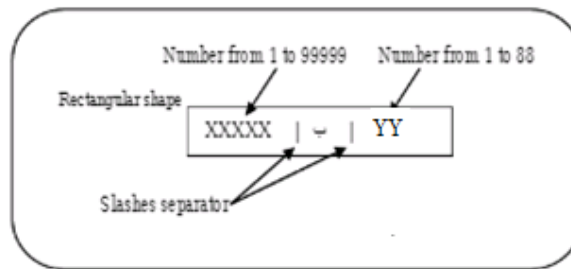


Figure 1 : Composantes de base de plaque d'immatriculation de voiture marocaine.

## 2.1 Image

Une image est avant tout un signal 2D (x, y), qui représente souvent une réalité 3D (x, y, z). D'un point de vue mathématique, une image est une matrice de nombres représentant un signal, plusieurs outils permettent de manipuler ce signal. [10]

Il existe trois principaux types d'images :

- Les images binaires (uniquement en noir et blanc) et dont la valeur soit 0 soit 1
- Les images en niveaux de gris, dont la valeur appartient à l'ensemble,  $\{0, 1, \dots, 255\}$ .
- Les images couleurs.



Figure 1- 2: Exemple d'une image matricielle

## 3. Représentation d'image

Les images numériques, destinées à être visualisées sur les écrans d'ordinateur, se divisent en deux grandes classes :

- Les images matricielles

- Les images vectorielles

### **3.1 Image matricielle**

Encore appelée image bitmap, Une image matricielle est formée d'un assemblage de points ou de pixels. Nous parlons sur de points lorsque ces images sont imprimées ou destinées à l'impression (photographies, publicités, cartes etc.) et nous parlons sur de pixels pour les images stockées sous forme « binaire » ou numérique

### **3.2 Image vectorielle**

Une image vectorielle en informatique, est une image numérique composée d'objets géométriques individuels (segments de droite, polygones, arcs de cercle, etc.) définis chacun par divers attributs de forme, de position, de couleur, etc. (définis de manière mathématique). Par exemple, une image vectorielle d'un cercle est définie par des attributs de types : position du centre, rayon, etc....

## **4. Les techniques de la reconnaissance optique de caractères (OCR)**

### **4.1Reconnaissance optique de caractères**

La reconnaissance optique de caractères (ROC), en anglais optical character recognition (OCR), ou océrisation, désigne les procédés informatiques pour la traduction d'images en textes éditables et imprimés.

La lecture automatique de plaques minéralogiques utilise la reconnaissance optique de caractères (OCR) sur des images prises par des caméras. Certaines plaques d'immatriculation varient dans la taille des caractères et leur position. Les systèmes de lecture automatique de plaques minéralogiques doivent savoir traiter ces différences pour être vraiment efficaces. Les systèmes les plus évolués savent gérer les variations entre pays, bien que beaucoup de programmes soient spécifiques à un pays ou un type de caractère spécifique). Généralement un système de reconnaissance automatique des plaques minéralogiques typique est devisé en quatre phases qi sont schématisées par la figure :

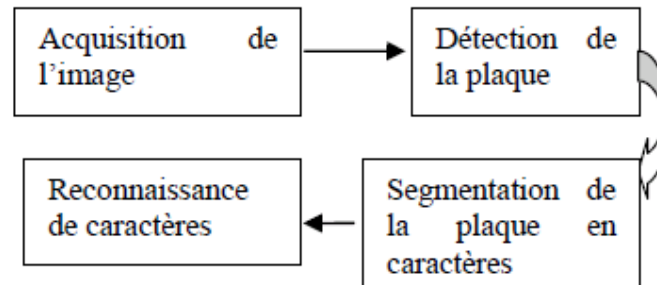


Figure1- 3: : Phases du système de reconnaissance automatique des plaques minéralogiques

## 4.2 Acquisition de l'image

La phase d'acquisition regroupe en plus de l'acquisition du signal image par une caméra la une étape de prétraitement. En effet, les prétraitements sont un ensemble de méthodes qui s'appliquent sur l'image acquise afin de faciliter l'extraction des informations. L'image est souvent distordue ou dégradée à cause d'un éclairage non uniforme ou une perturbation lors de l'acquisition.

Généralement le signal image est bruité et pour faire réussir les phases postérieures, il est d'usage d'améliorer la qualité par des traitements adéquats.

## 4.3 Détection de la plaque

La phase de détection de plaques minéralogique peut être décomposée en quatre sous étapes qui sont :

- La conversion de l'image en niveau de gris
  - La détection de bord
  - Le seuillage des contours
  - La validation de la région candidate.
- Convertir image RGB en image niveau de gris

Le traitement des images couleurs de grandes dimensions prend un temps considérable. Par conséquent, nous avons redimensionné les images d'entrée à (800x600). Ensuite, nous avons converti l'image couleur en une image en niveaux de gris, la figure montre le résultat.



Figure1 4 : Conversion en niveau de gris et redimensionnement d'une image

- Extraction de contour par filtre de sobel

Les caractères d'une plaque d'immatriculation sont contenus dans une zone rectangulaire. De plus, cette région contient généralement les bords de densité les plus importants de l'image. Par conséquent, nous extrayons l'image des contours à l'aide du filtre de Sobel .

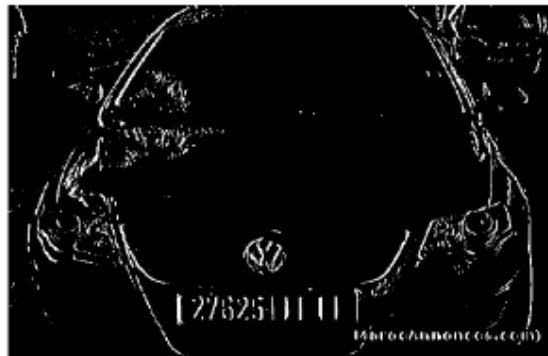


Figure 1 5: Détection du contour par le masque de Sobel

- Le seuillage

Le principe du seuillage est de positionner au niveau 0 les pixels dont l'intensité est inférieure à un seuil et les autres au niveau 1. Définir un seuil statique entraîne des erreurs dans des cas particuliers (ombre, faible éclairage...). Compte tenu de cette contrainte, nous avons utilisé la méthode OTSU. Il calcule le seuil sur la base de l'analyse de l'histogramme. Il sépare les pixels de l'image en deux classes pour sélectionner l'intersection comme seuil, la figure

montre le résultat de binarisation par le seuillage OTSU.



Figure 1.6 : Binarisation par le seuillage OTSU.

- Validation des candidats

La phase de validation s'est appuyée sur deux critères géométriques : la forme rectangulaire et le rapport (largeur/hauteur). Le rapport (largeur/hauteur) des plaques d'immatriculation marocaines dans une image est d'environ 4,7. Ensuite, pour chaque rectangle détecté, nous avons comparé son rapport (largeur/hauteur) à cette valeur. S'ils correspondent au rectangle est une plaque, la plaque d'immatriculation localisée est montrée dans la figure

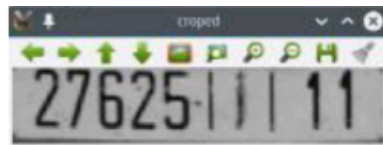


Figure 1 7: Exemple d'une région candidate d'être plaque d'immatriculation

#### 4.4Reconnaissance de la plaque

Les systèmes de reconnaissance optique des caractères ont été développés il y'a de ça une vingtaine d'années et leurs performances dépend des conditions environnantes et doivent être capables de gérer un grand nombre de difficultés possibles. Parmi lesquelles :

- ❖ Une mauvaise résolution de l'image à cause d'une plaque trop éloignée ou d'une caméra de mauvaise qualité.
- ❖ Des images floues souvent à cause du mouvement, un mauvais éclairage et un faible contraste, un reflet ou une ombre, un objet obscurcissant une partie de la plaque (barre

de remorquage ou de la poussière).

Le module de reconnaissance sera divisé en deux parties, la première partie implique la segmentation des caractères et la seconde partie comprend la reconnaissance des caractères.

### Segmentation des caractères

Les composants connectés numérisent une image et regroupent ses pixels en composants basés sur la connectivité des pixels. Tous les pixels d'une composante connectée partagent des valeurs d'intensité de pixel similaires et sont en quelque sorte connectés les uns aux autres. Cette méthode nécessite que l'image d'entrée soit convertie en binaire pour traitement. La limite de chaque objet est vérifiée pour voir s'il occupe la surface attendue. Cette méthode utilise la propriété que toutes les plaques d'immatriculation sont rectangulaires et que leurs caractères partagent le même arrière-plan.

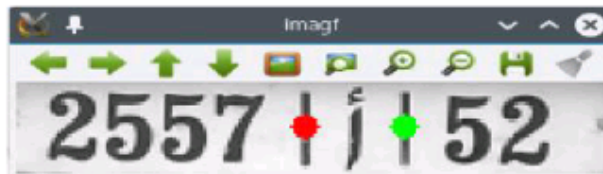


Figure1.8 : séparation en trois zones d'une plaque d'immatriculation

### Reconnaissance de caractères

Après la segmentation des caractères, dans cette dernière phase, nous avons passé le caractère segmenté au système EASY ocr afin de convertir l'information visuelle (pixel) en texte et caractère éditable, affichable et imprimable. nous devons reconnaître tous les caractères en utilisant un moteur OCR pour obtenir le code ASCII. Nous décrivons d'abord le fond des moteurs OCR et leur fonctionnement.

OCR est l'acronyme de Reconnaissance Optique de Caractères. Cette technologie permet de reconnaître automatiquement les caractères grâce à un mécanisme optique. Dans le cas des êtres humains, nos yeux sont un mécanisme optique. L'image vue par les yeux est une entrée pour le cerveau. La capacité à comprendre ces entrées varie chez chaque personne en fonction de plusieurs facteurs. L'OCR est une technologie qui fonctionne comme une capacité de lecture humaine, bien que l'OCR ne puisse pas rivaliser avec les capacités de lecture l'être humain. Parmi les techniques existantes nous pouvons citer : Tesseract Engine et l'algorithme de k-plus proches voisins (KNN en anglais k nearest neibourgh).

### Moteur Tesseract



Tesseract est un moteur de reconnaissance optique de caractères pour différents systèmes d'exploitation. C'est un logiciel

#### **4.5 Segmentation**

Après la localisation de la plaque d'immatriculation, la phase de segmentation se base sur les caractéristiques des plaques d'immatriculation marocaines. En effet, la plaque marocaine est séparée en trois régions par des barres obliques, ces barres obliques ont la plus petite hauteur de tous les caractères de la plaque. Nous avons trié les contours obtenus en fonction de leurs hauteurs. Les deux derniers de la liste sont les séparateurs, la figure suivante montre le résultat de la détection des séparateurs. Enfin en utilisant les coordonnées de ces séparateurs, la plaque est découpée en trois zones

### **5. Conclusion**

Dans ce premier chapitre, Nous avons essayé de présenter un certain nombre de notions et de définitions concernant le domaine de traitement d'image dont nous avons besoin et qui vont être utilisées pour réaliser notre travail.

Nous avons présenté par la suite dans ce chapitre une conception détaillée d'un système de reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation. Cette conception va nous permet de faciliter la démarche d'implémentation logiciel de l'application.

Dans le chapitre suivant, nous allons voir comment les nouvelles technologies de l'intelligence artificielle, de l'apprentissage automatique et les algorithmes type réseau de neurones peuvent améliorer la détection et la reconnaissance des plaques minéralogiques.

## Chapitre 2 : Détection d'immatriculation – réseau de neurones

### 1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter une ouverture sur les notions utilisées durant ce projet à savoir une introduction sur l'intelligence artificielle, définir l'apprentissage automatique, ses types, les bases de l'apprentissage profond, sa relation avec les réseaux de neurones, des exemples d'utilisation, les algorithmes et les modèles dérivés de cette notion. Par conséquent, nous proposons dans ce chapitre d'appliquer l'algorithme de détection des objets YOLOv3 et nous allons décrire les étapes suivies pour la réalisation de la solution proposée

### 2. Intelligence artificielle

L'intelligence artificielle est un domaine de l'informatique dont le but est de recréer un équivalent technologique à l'intelligence humaine. Des informaticiens spécialisés travaillent de concert avec des experts dans de nombreux domaines. Mais, il existe plusieurs théories en ce qui concerne la définition de l'intelligence, ainsi que sur les théories et les méthodes utilisées pour la reproduire.

### 3. Apprentissage automatique (Machine Learning)

Le Machine Learning, aussi appelé apprentissage automatique en français, est une forme d'intelligence artificielle permettant aux ordinateurs d'apprendre sans avoir été programmés explicitement à cet effet. Cette technologie permet de développer des programmes informatiques pouvant changer en cas d'exposition à de nouvelles données. Le Machine Learning, ou apprentissage automatique, est capable de reproduire un comportement grâce à des algorithmes, eux-mêmes alimentés par un grand nombre de données. Confronté à de nombreuses situations, l'algorithme apprend quelle est la décision à adopter et crée un modèle.

### 4. Apprentissage profond

L'apprentissage profond fait partie de l'intelligence artificielle et aussi du big data. L'apprentissage profond est dérivé du Machine Learning (apprentissage automatique) qui est une dérivée de l'intelligence artificielle, où la machine est capable d'apprendre par elle-

même, contrairement à la programmation qui se contente d'exécuter à la lettre des règles prédéterminées. La figure suivante montre l'inclusion de ces trois concepts de plus vaste au plus pointue.

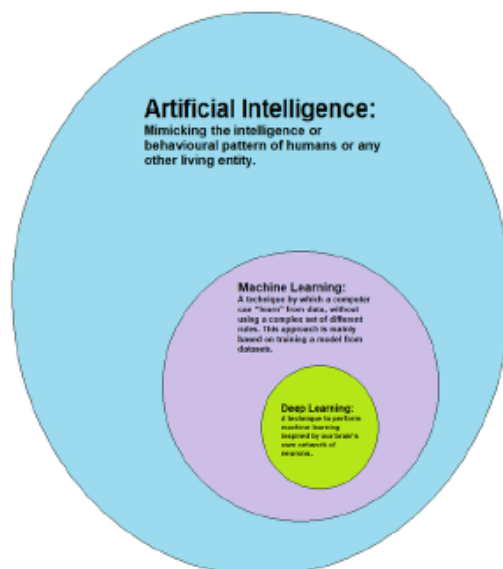


Figure2.1 : Relation Intelligence artificielle, Apprentissage automatique et Réseau de neurones.

## 5. Fonctionnement d'un réseau neurone

Le réseau est déclenché par la réception d'une information en entrée. Puis les informations sont passées aux neurones suivant pour être traité. Chaque couche de neurones modifie l'information puis la passe à la couche suivant jusqu'à l'arrive a la couche de sortie pour avoir le résultat.

### 1. Poids de la connexion :

La valeur  $a_1$  est transmise au neurone suivant par le neurone précédent.

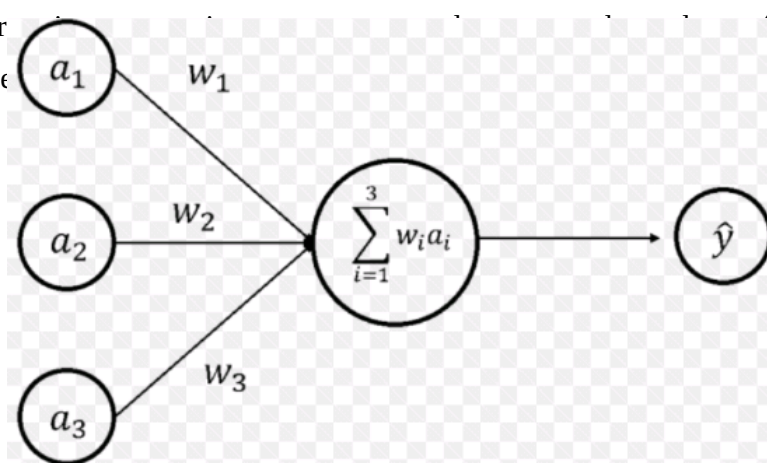


Figure2.2 : Réseau de neurone

## 2. Fonction d'activation :

Un neurone peut modifier la valeur reçus par une fonction appeler Fonction d'activation. Elle est là pour déterminer si la valeur doit passer au neurone suivant.

## 6. Réseaux de neurones convolutifs (CNN)

Un réseau neuronal à convolution, ou CNN, est un sous-ensemble de réseaux d'apprentissage profond et de réseaux neuronaux les plus couramment utilisés pour analyser l'imagerie visuelle. Comparés à d'autres algorithmes de classification d'images, les réseaux de neurones convolutifs utilisent un prétraitement minimal, ce qui signifie que le réseau apprend les filtres qui sont généralement conçus à la main dans d'autres systèmes. Parce que les CNN fonctionnent avec une telle indépendance vis-à-vis des efforts humains, ils offrent de nombreux avantages par rapport aux algorithmes alternatifs.

En CNN l'image se transforme sous forme d'une matrice en fonction de la résolution de l'image,  $H \times W \times D$  apparaît ( $H$  = hauteur,  $W$  = largeur,  $D$  = dimension).

Exemple : Une image de 6x6, construit une matrice de 6x6x3 (3 se réfère aux trois couleurs primaires RVB).

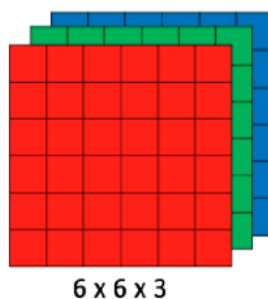


Figure 2.3 image couleur à trois plans RVB

**Remarque.** Une image en blanc et noir, donne comme valeur de dimension 1.

Exemple : Image en blanc et noir qui a une hauteur 4 et une largeur 4 donne une matrice de taille 4x4x1.

Techniquement, une architecture de réseau de neurones convolutifs est formée par un empilement de couches de traitement : la couche de convolution (**CONV**) qui traite les données d'un champ récepteur; la couche de pooling (**POOL**), qui permet de compresser l'information en réduisant la taille de l'image intermédiaire (souvent par sous échantillonnage); la couche de correction (**ReLU**), souvent appelée par abus «ReLU» en référence à la fonction d'activation (Unité de rectification linéaire) ; la couche « entièrement connectée » (**FC**), qui est une couche de type perceptron

Essayons maintenant de voir en détails chacune des réseaux de neurones de type CNN.

### 6.1 Couche de convolution :

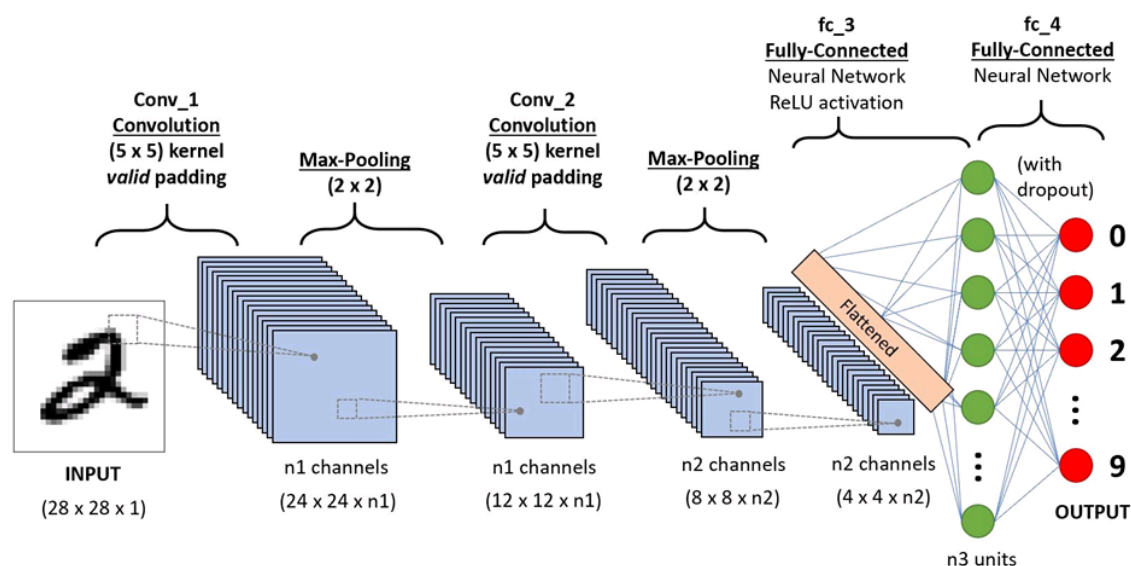


Figure2.4 : Etapes de traitement d'image par CNN

La convolution est la première étape, il permet d'extraire des entités à partir de l'image

d'entrée, cette étape utilise des opérations mathématiques qui prennent deux entrées comme une matrice d'image et un fi

Exemple : lors du traitement d'une image, l'image d'entrée peut avoir des milliers ou des millions de pixels, mais nous pouvons détecter de petites caractéristiques significatives telles que les bords avec des noyaux (appelés aussi filtre ou masque) qui n'occupent que des dizaines ou des centaines de pixels. Cela signifie que nous pouvons stocker moins de paramètres, ce qui réduit les besoins en matière de mémoire du modèle et améliore son efficacité.

Pour illustrer l'opération de convolution, considérons une image binaire de taille 5x5 à convoluer avec un noyau de filtrage 3x3, comme indiqué ci-dessous :

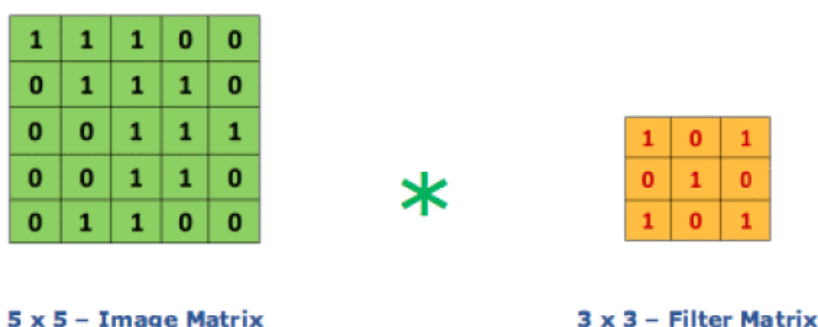


Figure2.5 Matrice d'image convolué à la matrice de noyau ou du filtre

## 6.2 Couche de pooling

Le pooling réduit la taille spatiale d'une image intermédiaire, réduisant ainsi la quantité de paramètres et de calcul dans le réseau. Il est donc fréquent d'insérer périodiquement une couche de pooling entre deux couches convolutives successives d'une architecture de réseau de neurones convolutifs pour réduire le sur apprentissage. L'opération de pooling crée aussi une forme d'invariance par translation.

Techniquement, cette phase permet de réduire les dimensions de chaque carte des caractéristiques mais garde les informations pertinentes. Le pooling peut être de différents

types:

- Max Pooling (le plus populaire)
- Pooling par moyen
- Polling par somme

Le max pooling prend l'élément le plus important de la carte d'entité rectifiée. Le max pooling prend le plus grand élément, mais on peut aussi prendre le pooling moyen qui est donné par la somme de tous les éléments divisés leur nombre.

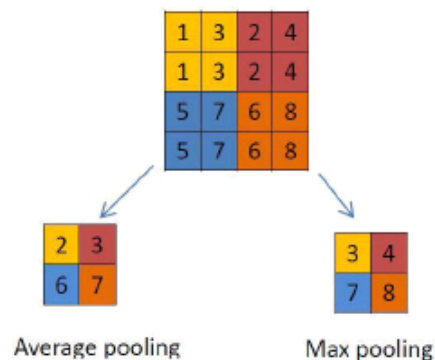


Figure 2.6. Pooling par le maximum et le pooling par la moyenne

### 6.3 Couches de correction (ReLU)

La couche d'unité linéaire rectifiée (en anglais rectified linear unit layer) (ReLU) est une fonction d'activation qui est utilisée sur tous les éléments du volume. Elle a pour but d'introduire des complexités non-linéaires au réseau.

(1)

### 6.4 Couche entièrement connectée (FC)

La couche de entièrement connectée (en anglais fully connected layer) (FC) s'applique sur une entrée préalablement aplatie (flatten) où chaque entrée est connectée à tous les neurones. Les couches de fully connected sont typiquement présentes à la fin des architectures de CNN et peuvent être utilisées pour optimiser des objectifs tels que les scores de classe.

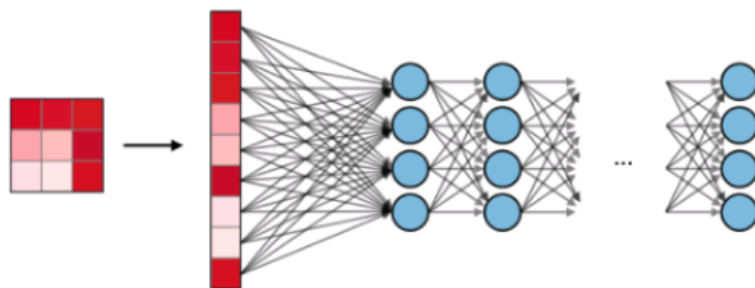


Figure 2.7: Emplacement des couches FC

## 7. Entraînement du réseau

Ce terme désigne l'ensemble des techniques d'apprentissage automatique (machine learning), autrement dit une forme d'apprentissage fondée sur des approches mathématiques, utilisées pour entraîner des réseaux neurone pour accomplir un objectif. Pour entraîner un réseau on lui présente des données d'apprentissage et les paramètres du modèle s'auto adapte en retro propageant l'erreur commise par le modèle par rapport à la sortie désirée.

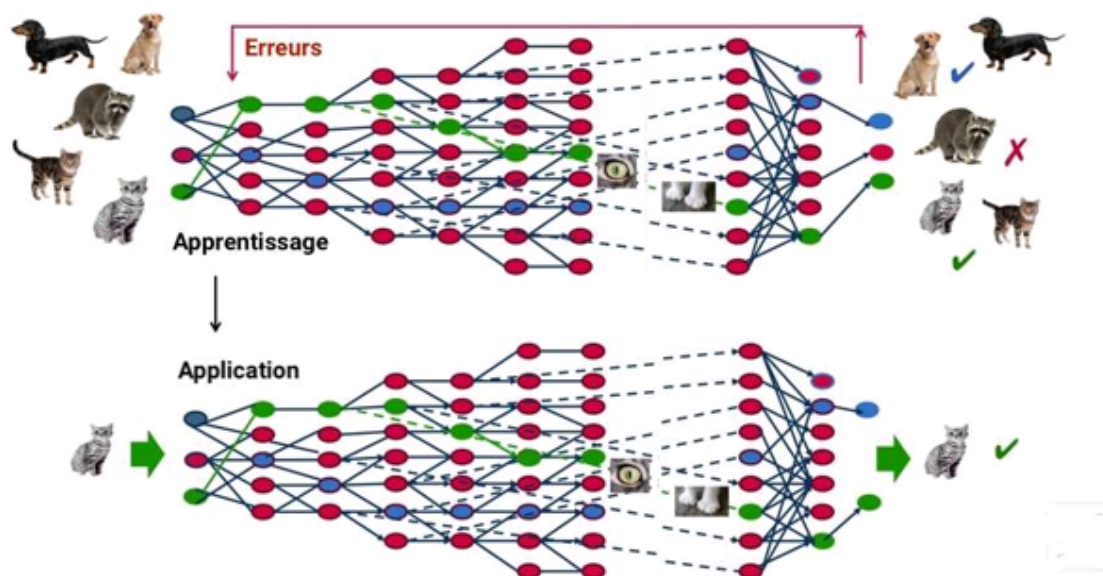




Figure2.8 : le processus d'autoapprentissage

## 8. Détection d'objets dans des images par le modèle YOLOv3

### 8.1 YOLOv3

L'algorithme YOLOv3 appartient à la famille des algorithmes de détection d'objets génériques. L'objectif de la détection d'objet générique est de localiser et de classifier des objets existants dans une image donnée, et à les étiqueter avec des cadres de sélection rectangulaires pour montrer les valeurs de confiance de l'existence. YOLOv3 présente plusieurs avantages par rapport aux algorithmes basés sur l'utilisation de classificateurs. YOLOv3 examine l'ensemble de l'image au moment du test afin que ses prédictions soient influencées par le contexte global de l'image. Il effectue également des prévisions avec une seule évaluation de réseau, contrairement aux autres systèmes à deux étapes tels que les réseaux de neurones convolutifs basés sur les régions (dit RCNN), qui nécessitent des milliers d'images pour avoir des prévisions pour une seule image.

Le principe du modèle 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**).

### 8.2 Les caractéristiques de l'algorithme YOLOv3

Les caractéristiques de l'algorithme YOLOv3 qui nous poussent à l'utiliser peuvent être résumées comme suit :

- L'utilisation de la classification multi-étiquettes c.-à-d. plusieurs étiquettes peuvent être attribuées à chaque instance.
- L'architecture bénéficie de connexions de saut résiduelles et de sur échantillonnage.
- La v3 effectue des détections permettant de prédire des tenseurs 3D à trois échelles différentes. Les trois échelles sont conçues pour détecter des objets de différentes tailles
- **Etape 1** : collection de data '100 images' Avant de commencer l'entraînement, nous devons d'abord télécharger le dataset On pose ces images comme input dans notre réseaux neurone

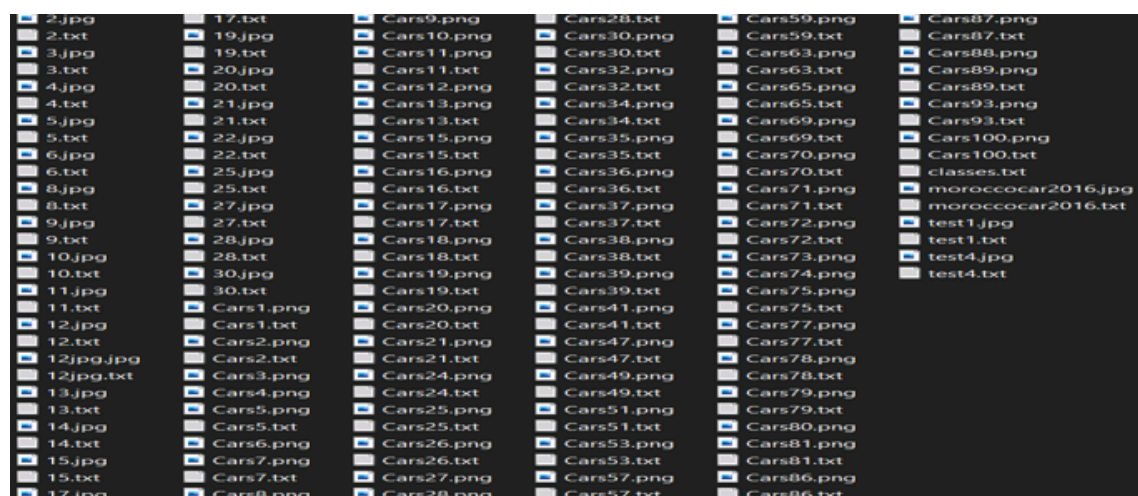


Figure 2.8 – chargement du dataset

- **Etape 2 : l'entraînement du réseau de neurones**

Une fois que la dataset est collectée et annotée, il faut entraîner le réseau de neurones. L'entraînement consiste à faire varier les millions de paramètres du réseau jusqu'à ce que sa sortie soit le plus proche possible du résultat attendu.

. Après 100 itérations : 0/30 plaque détectée

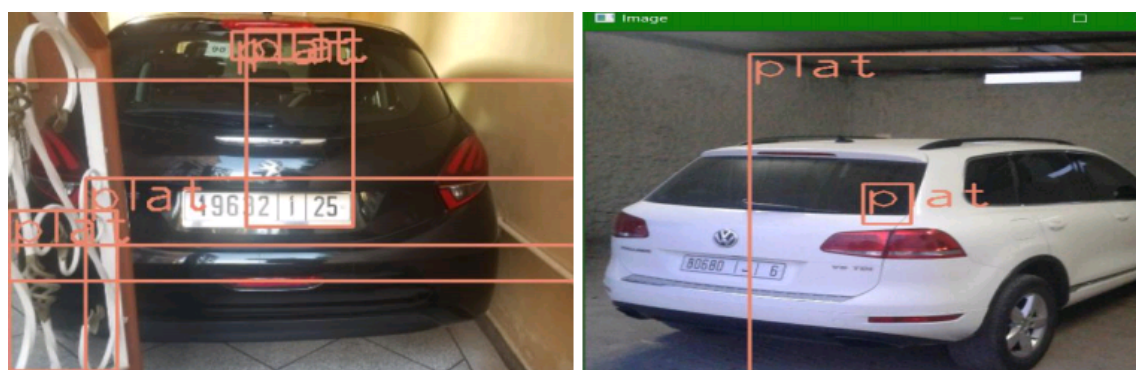


Figure 2.9: Entraînement du modèle

- **Etape 3 :**

Le modèle prend cette entrée et la passe à travers les différentes couches pour produire une sortie. Après 600 itérations : 10/30 plaque détecté.

Après 2600 itérations (7h): 29/30 plaque détecté.

Alors YOLOv3 est un outil très puissant pour la détection des plaques.



Figure 2.10:détection réussite de plaques

## 9. Conclusion

Nous avons traité dans ce chapitre la notion des réseaux de neurones avec toutes les détails de ses couches ainsi nous avons justifié notre choix de l'algorithme de détection YOLOv3 en décrivant ses avantages et en les comparant avec les autres algorithmes de détection d'objets. Ensuite, nous avons présenté le processus de détection des plaques d'immatriculations avec toutes les étapes suivies.

Dans le dernier chapitre, nous allons essayer de présenter le visage de l'interface que nous avons développé pour l'identification des matricules de voitures au Maroc.

# Chapitre 3 : Interface de l'Application sous Python

## 1. Introduction

Après avoir vu les différents outils de développement de notre système, nous passons à l'implémentation de l'application définies et détaillée dans ce chapitre en mettant en œuvre deux modèles de détection et de reconnaissance des plaques d'immatriculations, un pour les images statiques et un pour les images prises par camera en temps réel afin de les implémenter pour générer une application capable de reconnaître l'écriture manuscrite et les chiffres d'une plaque d'immatriculation.

## 2. Outils de développement

Pour la réalisation de ce projet, nous avons utilisé un ensemble d'outils de développements tel que :

- Le langage de programmation Python 3.5
- la bibliothèque de vision par ordinateur OpenCV
- L'outil Tkinter pour la Création d'interface graphique python

### 2.1 Python

Python est un langage de programmation merveilleux, puissant et facile à utiliser (facile à lire est à écrire). Il permet l'interaction de Raspberry Pi avec le monde réel. La syntaxe Python est très propre, avec un accent sur la lisibilité. Il utilise des mots clés en anglais standard comme : print, input, if...

Python est un langage de programmation interprété, multi-paradigme et multiplateformes. Il favorise la programmation impérative structurée, fonctionnelle et orientée objet. Il est doté d'un typage dynamique fort, d'une gestion automatique de la mémoire par ramasse-miettes (recyclage de mémoire) et d'un système de gestion d'exceptions.

Le langage python est placé sous une licence libre. Il fonctionne sur la plupart des plateformes informatiques, des Smartphones aux ordinateurs centraux, de Windows à Unix avec notamment GNU/Linux en passant par MacOS, ou encore Android, IOS.



**Figure 3.1 logo python**

## **2.2 OpenCV**

Open Source Computer Vision Library en anglais, est une librairie ou bibliothèque qui contient un ensemble de fonctions de programmation dédiées à la vision par ordinateur (traitement d'image ou vidéo) en temps réel et d'apprentissage automatique. Cette bibliothèque est développée par Intel en 1999 dans le but d'améliorer les applications intensives du CPU. OpenCV est constituée de plus de 2500 algorithmes. Ces algorithmes peuvent être utilisés pour détecter et reconnaître des visages, identifier des objets, classer les actions humaines dans des vidéos, suivre les mouvements de caméra, suivre des objets en mouvement, extraire des modèles 3D d'objets. Il a été conçu pour divers objectifs tels que l'apprentissage automatique, la vision par ordinateur, l'algorithme, les opérations mathématiques, la capture vidéo, le traitement d'images ... etc

## **2.3 Définition du Tkinter**

Tkinter (Tk interface) est un module intégré à la bibliothèque standard de Python, bien qu'il ne soit pas maintenu directement par les développeurs de Python. Il offre un moyen de créer des interfaces graphiques via Python. Tkinter est disponible sur Windows et la plupart des systèmes Unix. Les interfaces que nous pouvons développer auront donc toutes les chances d'être portables d'un système à l'autre.

# **3. Présentation de l'interface graphique de l'application**

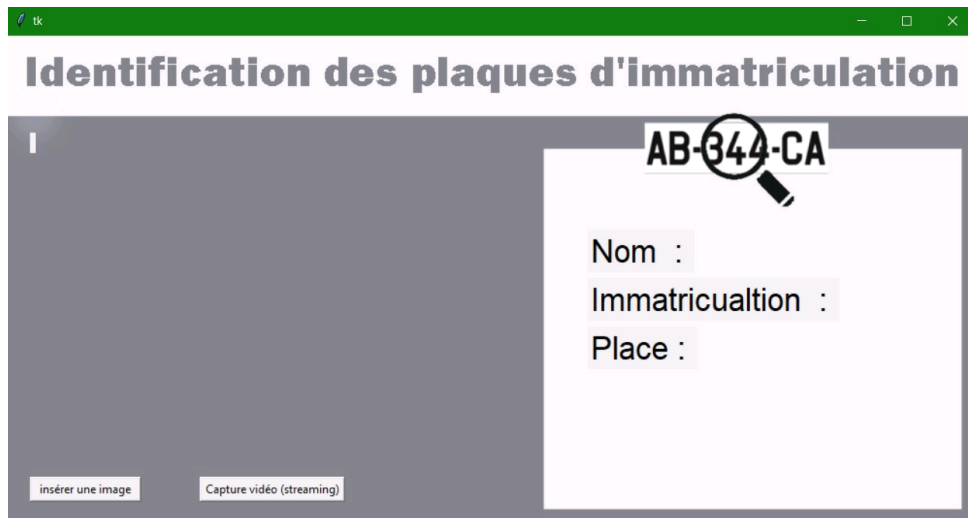
## **3.1 Les interfaces de l'application**

Pour mieux comprendre le fonctionnement de l'application, les figures qui suivent décrivent la chronologie des principales fonctionnalités de l'application.

Au lancement de notre application, une fenêtre s'affiche et qui caractérisée par deux boutons en bas :

- Le premier bouton nous permet d'ouvrir et d'insérer une image à partir d'un dataset

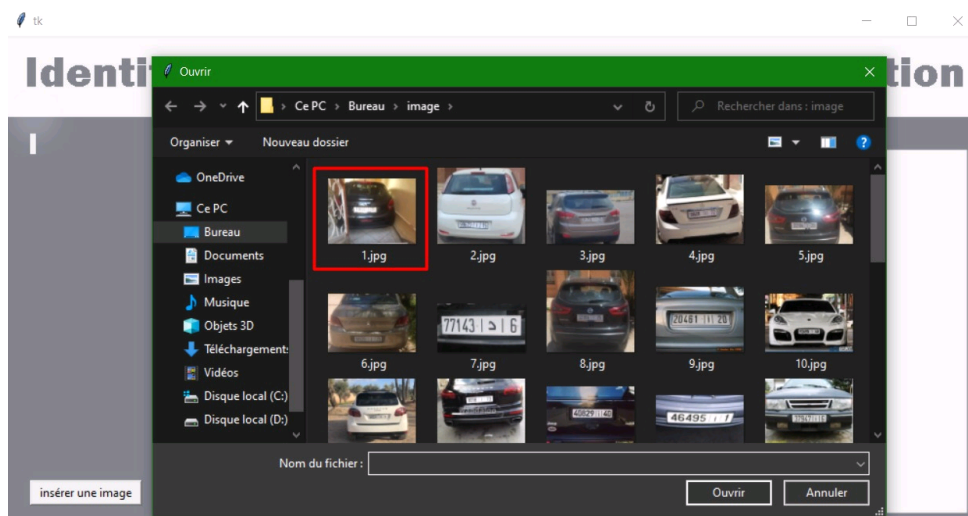
- Le deuxième bouton nous permet d'ouvrir un appareil photo pour la capture vidéo streaming



**Figure 3.2 :** Formulaire principale de l'interface.

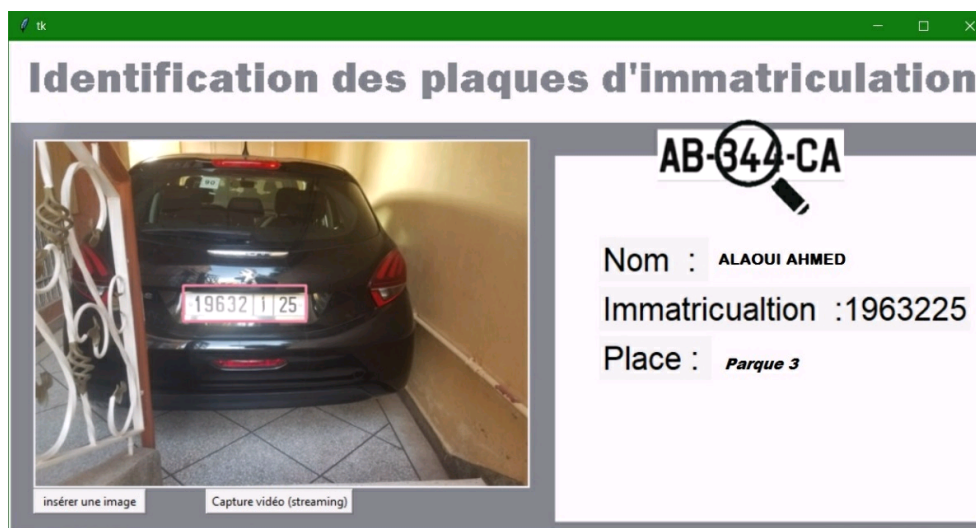
#### 4. Identification des plaques d'immatriculation à partir d'une image statique

Dans la première partie de notre application on a travaillé sur une image statique c'est à dire quand l'utilisateur clique sur le bouton insérer une image il est dirigé vers un fichier ou il doit sélectionner l'image souhaitée comme la montre la figure si dessus



**Figure 3.3** : sélection d'image

Une fois l'image est sélectionné un traitement d'image se fait automatiquement par les différentes étapes déjà cité à la partie conception et un appel se fait au modèle du réseau neurone YOLO qui est déjà entraîné dans le répertoire du travail, puis il retourne l'image sélectionné avec une détection de la plaque qui est encadre par un rectangle



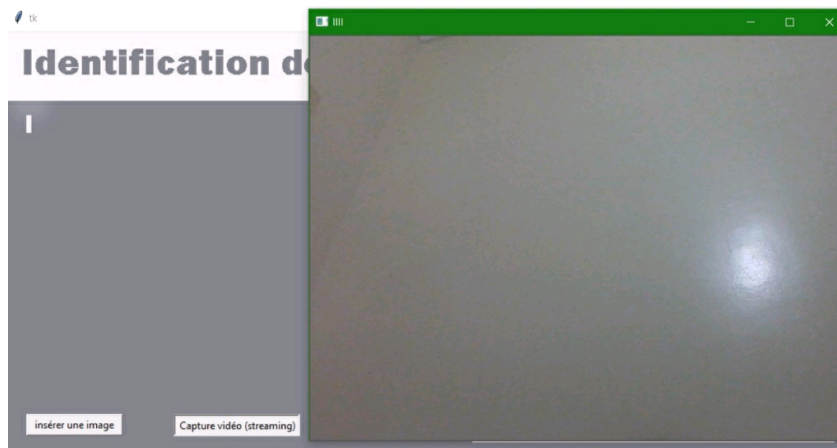
**Figure 3.4** : sélection d'image

Finalement une lecture est effectuée par La fonction Tesseract est le résultat est affiché à droite contenant le nom du propriétaire du vehicule et le numero d'immatriculation et la place du stationnement . Les OCR ne sont pas si précis. Ce qui explique la mauvaise lecture du lettre de l'alphabet arabe qui est incrémentée au milieu de la plaque

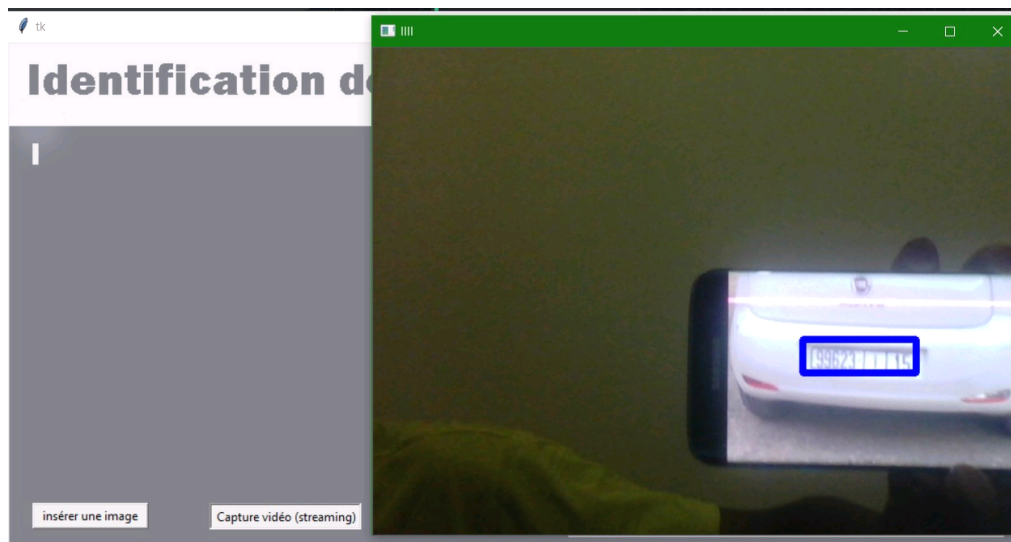
## 5. Identification des plaques d immatriculation a partir d une capture vidéo

Dans la deuxième partie de notre application on a travaillé sur une capture video quand l'utilisateur clique sur le bouton capture video la camera s'ouvre pour capturer un video en temps reel





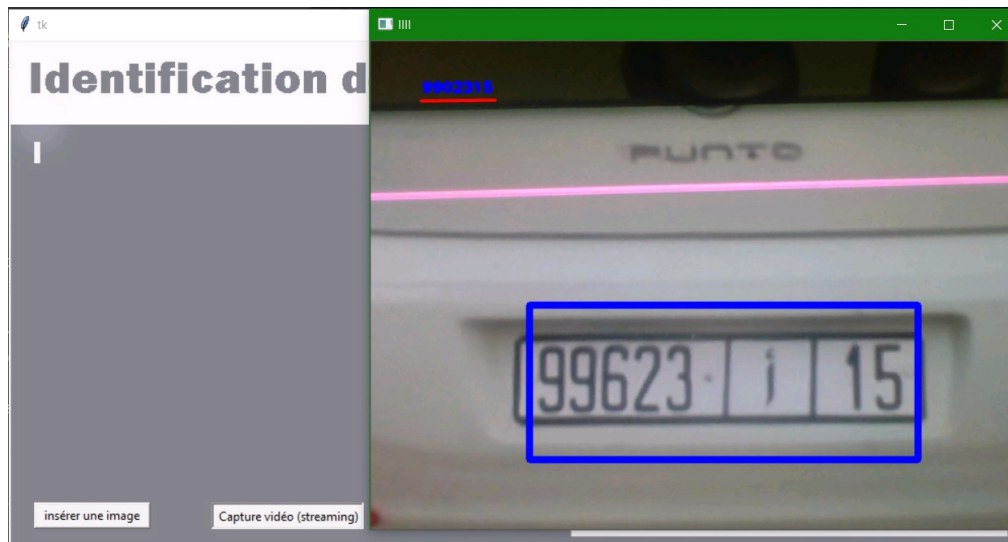
**Figure3.5** ouverture du camera



**Figure3.6** détection de plaque

Deuxieme partie la voiture s affiche et la plaque est encadre par un rectangle bleu en faisant le zoom sur la plaque pour la detecter automatiquement





**Figure3.7** zoom et détection de plaque

## 6. Analyse des résultats et discussions

L'analyse des résultats obtenus est scindée en deux parties à savoir la détection de la plaque d'immatriculation et la reconnaissance des caractères de la plaque :

La détection de la plaque dans l'image capturée a souvent été bien réalisée. Soit pour une image statique ou bien pour une capture vidéo Ceci peut être observé à travers les figures citées au-dessous. Pour la partie de la reconnaissance optique de caractères : La fonction OCR Tesseract nous a donné de bons résultats de reconnaissance de caractères (ici des chiffres) contenus dans l'image de la plaque. Cependant il y a des cas où la reconnaissance ne se fait pas correctement. Surtout ce qui concerne la lettre de l'alphabet arabe qui est incriminée au milieu de la plaque de contrôle. On peut citer quelques-unes des causes probables qui conduisent aux résultats erronés :

1. La forme inclinée du chiffre qui peut conduire à une fausse classification du

Chiffres. La solution consiste à essayer de corriger l'inclinaison des chiffres pour avoir un format correct de chaque chiffre (La correction de l'inclinaison de la plaque peut corriger ce problème).

2. L'espace entre les caractères est très réduit.
3. Le type de police non retrouvée dans la base de données de Tesseract. Cela est due à

plusieurs raisons

4. La taille petite des segments ou la qualité faible des images capturés (flou) peut entraîner des fausses identifications. Une des solutions est de capturer des images (vidéos) à haute résolution ce qui va entraîner des coûts supplémentaires de calcul, ou de faire des captures très proches à la voiture pour avoir des images de plaques plus grandes.

## 7. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la conception et l'implémentation de notre application de détection et de reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation. Nous avons présenté séparément, par la suite, les résultats obtenus pour les deux modules ; localisation et reconnaissance. Enfin, nous avons fait une analyse des résultats obtenues en présentant les problèmes rencontrés et les solutions proposés pour améliorer le travail.

## Conclusion générale

Ce projet de fin d'étude avait pour ambition de réaliser une application de détection et de reconnaissance automatique de plaque d'immatriculation. Il a fallu dans un premier temps se renseigner sur les méthodes et les techniques de traitement d'image pour la détection des plaques d'immatriculation, ainsi que la reconnaissance optique des caractères où nous avons réussi à détecter avec une grande précision les chiffres formant le matricule du véhicule. Ce projet a été très enrichissant, car il nous a permis de découvrir le domaine de l'intelligence artificielle, ces caractéristiques et ses contraintes. Il nous a permis de creuser au fond des

notions de l'apprentissage profond, les réseaux de neurones et ses algorithmes dérivés spécialement le CNN, ainsi que la L'application réalisée dans ce PFE a montré de bonnes performances. Cependant il y a quelques points qui nécessitent des améliorations que nous allons présenter dans les perspectives.

### **Perspectives :**

Dans le but d'améliorer notre application et la rendre plus fiable, nous pensons à :

- L'utilisation des techniques de prétraitements plus robustes pour avoir des résultats de traitement (détection de contours) plus propres.
  - L'amélioration de la méthode de détection de la reconnaissance optique des caractères (l'intégration d'une méthode pour la détection des lettres en différentes langues...).
  - La détection de présence des numéros d'immatriculation par caméra (traitement vidéo).
  - L'adaptation de l'application pour une utilisation durant la nuit (éclairage automatique et ajustable).
- on s'attend à un futur brillant de l'intelligence artificielle, nous avons vu l'horizon de YOLOV3 d'où on désire créer notre propre modèle avec notre propre Data Set, et l'implémenter dans des applications de domaine médical ou social, afin d'essayer de dépasser le débat épuisant de l'éthique de l'intelligence artificielle et mettre en exergue l'amélioration que l'IA va apporter à notre société et aussi d'utiliser OCR pour pouvoir fragmenter une image qui contient beaucoup de chiffres ou de lettres.

## Références et bibliographie

[1] <https://www.lebigdata.fr/tensorflow-definition-tout-savoir>, [consulté le 20/04/2020]

[2] <https://dzone.com/articles/10-innovative-machine-learning-apis-you-should-lea-1> ,  
[consulté le 20/03/2020]

[3] Aurélien Géron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, 2nd Edition (2019) ISBN 9781492032649.

[4] [https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau\\_neuronal\\_convolutif#Traitement\\_convolutif](https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_neuronal_convolutif#Traitement_convolutif)  
, [consulté le 28/03/2020]

5]. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Plaque\\_d%27immatriculation\\_alg%C3%A9rienne](https://fr.wikipedia.org/wiki/Plaque_d%27immatriculation_alg%C3%A9rienne). Dernière modification le 09 Mars 2020.

[6] " Lecture automatique de plaques minéralogiques ",

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Lecture\\_automatique\\_de\\_plaques\\_minéralogiques](https://fr.wikipedia.org/wiki/Lecture_automatique_de_plaques_minéralogiques), Dernière visite : 15/06/17.

[7] "LAPIEngine", <http://www.alphanumeric-vision.com/fr/logiciel-lapi/>, Dernière visite : 31/05/17.

[8] "Reconnaissance de plaques d'immatriculation avec LAPI de SeeTec", <https://www.seetecvideo.com/fr/produits/extensions-seetec-cayuga/reconnaissance-des-plaquesdimmatriculation/>, Dernière visite : 31/05/17.

[9] "Asia Vision Technology Limited (AVT) ", <https://asiavisionweb.com/> Dernière visite : 03/06/17.

[10] " Tess4J - JNA wrapper for Tesseract - SourceForge", <http://tess4j.sourceforge.net/>, Dernière visite : 19/05/17.

[11]. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Traitement\\_d%27images](https://fr.wikipedia.org/wiki/Traitement_d%27images). Dernière modification le 23 février 2

