

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البلدية
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك
Département d'Électronique



Mémoire de Master

Filière Télécommunication
Spécialité Réseaux & Télécoms

présenté par

SAHOUR Djamel-Eddine

&

BENKARTALIA Mohamed-Amine

La détection des plaques d'immatriculation et la vidéosurveillance

Proposé par : Mr. BERSALI Mahdi

Année Universitaire 2020-2021

Remerciements

Nous tenons à remercier notre encadreur Mr. BERSALI Mahdi, pour nous avoir encadré et dirigé avec une grande rigueur scientifique, pour sa disponibilité, ses orientations et son aide, nous lui exprimons nos sentiments les plus respectueux et notre profonde gratitude.

Nous remercions les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer ce modeste travail.

Nous voudrions terminer en remerciant nos familles, Pour le soutien et les encouragements qu'ils nous ont donné.

ملخص:

في هذا العمل تم التطرق الى نظام المراقبة بواسطة الفيديو اين تم التعريف به وبمختلف مكوناته إضافة إلى الأهمية البالغة التي يكتسبها خاصة في الوقت الراهن, كما تم التطرق إلى تقنية التعرف على الواح الترقيم الخاصة بالسيارات من خلال التركيز على نظام تسيير حضانر السيارات وطرق الكشف عن الواح الترقيم, كما تم تحضير برنامج محاكات شبيه بالمعمول به اين تم تجريبه على مجموعة من الصور الملتقطة لألواح ترقيم السيارات وذلك بالالتزام بمجموعة من الشروط للحصول على النتائج الإيجابية, حيث تعتمد كفاءة النظام على نوعية الاجهزة المستعملة في النظام من كاميرات و معالجات رسومية عالية الدقة للتقليل من نسبة الخطأ و زيادة سرعة عملية التعرف.

كلمات المفاتيح: نظام المراقبة بواسطة الفيديو, التعرف على الواح الترقيم الخاصة بالسيارات, نظام تسيير الحضانر

Résumé :

Ce mémoire, aborde le système de vidéosurveillance, ses divers composants et son importance, ainsi que la technique de détection des plaques d'immatriculation en se concentrant sur le système d'accès au parking, et les méthodes de détection. Un programme de simulation a été préparé et testé sur un ensemble d'images prises de plaques d'immatriculation, en se limitant à un ensemble de conditions pour obtenir des résultats positifs, d'où l'efficacité du système dépend de la qualité des équipements utilisés dans le système de caméras UHD et de processeurs graphiques pour réduire le taux d'erreur et augmenter la vitesse du processus d'identification.

Mots clés : vidéosurveillance, technique de détection, accès au parking.

Abstract :

This work discusses the video surveillance system, its various components and its importance, as well as the technique of detecting license plates focusing on the system of access to a parking car, and the methods of detection. A simulation program was prepared and tested on a set of images taken from license plates, by limiting itself to a set of conditions to obtain positive results, The accuracy of the system depends on the quality of the equipment used in the system of UHD cameras and graphics processors to reduce the error rate and increase the speed of the identification process.

Keywords : video surveillance, technique of detecting, access to a parking car

Listes des acronymes et abréviations

UHD : Ultra High Definition

BBC : British Broadcasting Corporation

EAS : Équipement d'Accès au Service

GPS : Global Positioning System

DVR : Digital Video Recorder

NVR : Network Video Recorder

PV : Procès-Verbal

RGB : Red Green Blue

RVB : Rouge vert bleu

UIT : Union Internationale des Télécommunications

JPEG : Joint Photographic Experts Group

RAPI : Remote Application Programming Interface

ANPR : Automatic Number Plate Recognition

BSD : Berkeley Software Distribution

OCR : optical character recognition

ROC : Reconnaissance Optique des Caractères

LPR : License Plate Recognition

IR : infrarouge

GPU : Graphical Processing Unit

OpenCV : Open Computer Vision

Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre 1 : Les systèmes de vidéosurveillance	
1-1 Historique.....	2
1-2 Déploiement progressif.....	3
1-3 Objectifs.....	4
1-3-1 Prévention de la criminalité.....	4
1-3-2 Sécurité routière.....	5
1-3-3 Sécurité industrielle.....	5
1-3-4 Sûreté.....	6
1-4 La composition d'un système de vidéosurveillance.....	6
1-4-1 Les équipements de réception.....	6
1-4-2 Les équipements de gestion.....	6
1-4-3 Les équipements de visualisation.....	7
1-5 La vidéosurveillance dans la sécurité routière.....	7
1-5-1 Détections d'infractions.....	7
1-5-2 Détections d'incidents.....	8
1-6 Fonctionnement de la caméra de la vidéosurveillance.....	9
1-6-1 Application de la loi.....	9
1-6-2 Accès au Parking.....	10
1-6-3 Passage aux frontières.....	11
1-7 Infractions routières relevées par la vidéosurveillance.....	11
1-8 Conclusion.....	13
Chapitre 2 : La détection des plaques d'immatriculation	
2-1 Introduction.....	14
2-2 Système d'immatriculation Algérien.....	14
2-3 Système RGB.....	15
2-3-1 Synthèse additive des couleurs.....	16
2-4 Système YCbCr.....	17
2-4-1 Luminance (Luma).....	18
2-4-2 Chrominances.....	18

2-4-3 Utilisation du système YCbCr.....	19
2-5 Composition du système.....	20
2-6 Organisation générale d'un système RAPI.....	21
2-6-1 Acquisition d'images.....	21
2-6-2 Localisation de plaque d'immatriculation.....	22
2-6-2-1 OpenCV	23
2-6-2-2 Fonctionnalités.....	23
2-6-3 Segmentation des caractères.....	24
2-6-4 Reconnaissance des caractères.....	25
2-6-4-1 La reconnaissance optique de caractères.....	26
2-7 Conclusion.....	26
Chapitre 3 : Simulation et interprétation des résultats	
3-1 Introduction.....	28
3-2 Environnement matériel.....	28
3-3 Environnement logiciel.....	28
3-4 Limites de détection.....	28
3-5 Étapes impliquées dans la reconnaissance des plaques d'immatriculation.....	29
3-5-1 Redimensionnement de l'image.....	29
3-5-2 La conversion en niveau gris.....	30
3-5-3 Réduction du bruit.....	31
3-5-4 La détection des bords.....	32
3-5-5 La recherche des contours.....	33
3-5-6 Application du masque.....	34
3-5-7 Segmentation des caractères.....	35
3-5-8 Reconnaissance du caractère.....	36
3-6 Résultats de simulation.....	37
3-7 Interprétation des résultats.....	40
3-8 Conclusion.....	41
Conclusion générale.....	42
Bibliographie.....	43

Liste des figures

Figure 1-1 : Un système de vidéosurveillance.....	5
Figure 1-2 : Système de vidéosurveillance de la sécurité routière.....	6
Figure 1-3 : a- capture de l'infraction b- Identification, Edition du procès-verbal.....	9
Figure 1.4 : Caméra de circulation.....	9
Figure 1.5 : Stationnement au parking.....	10
Figure 1-6 : Passage aux frontières.....	11
Figure 2-1 : a- immatriculation avant b- immatriculation arrière.....	14
Figure 2-2 : Synthèse additive des couleurs.....	15
Figure 2-3 : Exemple de décomposition RGB.....	16
Figure 2-4 : Luminance, apparence du rouge, du vert et du bleu.....	17
Figure 2-5 : Luminance, Chrominance et Image couleur.....	18
Figure 2-6 : Système d'accès automatique au parking.....	19
Figure 2-7 : Schéma d'un système d'accès automatique au parking.....	19
Figure 2-8 : Schéma général d'un système RAPI.....	20
Figure 2-9 : Images acquises à l'entrée du système.....	21
Figure 2.10 : Processus de segmentation des caractères de plaques d'immatriculation	24
Figure 3.1 : Image redimensionnée.....	28
Figure 3.2 : Image en gris.....	29
Figure 3.3 : Image lisse.....	30
Figure 3.4 : Image pour détection des bords avec outil Canny.....	31
Figure 3.5 : Image résultante après application du masque.....	34
Figure 3.6 : Image recadrée et segmentée.....	35
Figure 3.7 : Résultat de la reconnaissance des caractères.....	35

Liste des tableaux

Tab 3.1 : Cas de détections positives.....37

Tab 3.2 : Cas de détections négatives.....38

Introduction générale

Durant les dernières années, l'Algérie a connu une croissance importante dans le nombre de véhicules, ce qui a conduit par conséquent à une augmentation du taux d'accidents et d'infractions. D'autre part le développement technologique dans le domaine de l'intelligence artificiel a donné naissance à des systèmes de vidéosurveillance dotés de techniques pour relever les infractions et gérer le trafic de circulation ainsi que les parkings de stationnement.

La plaque d'immatriculation est l'élément essentiel pour identifier le véhicule et son propriétaire, elle est unique pour chaque véhicule.

RAPI (reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation), est le système utilisé pour l'identification des plaques d'immatriculation des véhicules.

La reconnaissance des plaques d'immatriculation est basée sur la technologie de traitement d'image et de reconnaissance des caractères.

Dans ce travail on va présenter un système d'accès automatique au parking, ce dernier consiste à l'identification de la plaque d'immatriculation afin de donner accès ou pas à un véhicule pour entrer au parking.

Pour cela notre travail est organisé comme suit :

- Le premier chapitre est consacré à la vidéosurveillance.
- Le deuxième chapitre est sur les plaques d'immatriculation algériennes et le processus de détection et reconnaissance.
- Le troisième chapitre est sur la simulation et interprétation des résultats.

Chapitre 1

LES SYSTEMES DE VIDEO-SURVEILLANCE

Chapitre 1 Les systèmes de vidéo-surveillance

1-1 Historique

La vidéo-surveillance est un système de caméras disposées dans un espace public ou privé pour le surveiller. Les images obtenues avec ce système, sont ensuite visionnées et/ou archivées. Selon ses partisans, un tel système permet de prévenir la criminalité (vols, agressions,.....etc.) et d'opérer un contrôle social (mouvements de foule,... etc.) [1].

Le premier système de vidéo-surveillance fut installé par Siemens AG en 1942 en Allemagne, pour observer le lancement des fusées V-25. Un système est commercialisé en 1949 (Vericon) aux USA, sans avoir besoin d'une autorisation du gouvernement.

En 1969, on autorise un système de sécurité domestique, avec une caméra qui peut être dirigée vers quatre points d'observation avec un moniteur, pour voir une personne qui se présente devant la porte d'entrée. Comme les premiers systèmes n'enregistrent pas, ils nécessitent une surveillance humaine permanente.

En 1968, la ville d'Olean, dans l'État de New York, est la première aux USA à surveiller ses rues, dans un objectif de lutte contre la criminalité [6].

En 1980, le Royaume-Uni a été le premier pays au monde à généraliser ce système (suite aux attentats de l'IRA). Il reste actuellement le pays d'Europe le plus « télé-surveillé », Londres étant réputée comme la ville où la vidéosurveillance tant publique que privée est la plus importante.

Le développement de la vidéo-surveillance des espaces publics et des entreprises dans les années 1980 et 90, s'étend à des bâtiments divers (écoles, banques, parking, parcs) publics et privés [7].

Chapitre 1 Les systèmes de vidéo-surveillance

Le déploiement de ces systèmes dans l'espace public est soumis à un régime d'autorisations juridiques, de règles et de contrôles, en particulier sur l'espace public.

Les nouvelles installations doivent se conformer à la loi. C'est l'utilisateur du système qui est responsable de sa conformité à la loi.

1-2 Déploiement progressif

Dès 2006, le Royaume-Uni abritait 4,2 millions de caméras de vidéo-surveillance (dans la rue, sur les autoroutes, dans les trains, les bus, les couloirs du métro, les centres commerciaux, les stades). Un Londonien pouvait être déjà filmé jusqu'à trois cents fois par jour [13],[14].

Aujourd'hui, on avance des chiffres approximatifs allant de 65 000 à 500 000 caméras à Londres [16],[17].

En France les professionnels reconnaissent installer chaque année entre 25 000 et 30 000 nouveaux systèmes de vidéo-surveillance [20]. En 2007, le nombre de caméras « autorisées » dans l'espace public était estimé à 340 000 mais pourrait atteindre un million d'ici peu [21].

Certains pays ont mis en place des lois pour réglementer la mise en place des caméras de vidéosurveillance. C'est le cas de la Nouvelle-Zélande, où des lois relatives à l'installation de caméras ont été instaurées. Ces dernières prévoient notamment la consultation des personnes touchées par la mise en place de surveillance électronique [41]. En Allemagne, la législation ne permet la vidéosurveillance que pour des lieux publics dans lesquels a été constaté un taux de délinquance élevé [42].

Chapitre 1 Les systèmes de vidéo-surveillance

En Chine, plus de 349 millions de caméras de vidéo-surveillance étaient déployées en 2018 [43]. Le développement des systèmes de reconnaissance faciale par les entreprises SenseTime et Megvii est très rapide, la BBC décrit la Chine comme «le réseau le plus étendu et sophistiqué de vidéosurveillance au monde» [44].

En 2020, à Moscou (Russie) avec 12 millions des habitants, le système de reconnaissance faciale de la ville est fort d'au moins 100 000 caméras de vidéo-surveillance [49].

En Chine, on a déployé plus de 500 millions de caméras de vidéo-surveillance à travers le pays [50], [51].

En 2014, le chiffre d'affaires des équipements de vidéo-surveillance a atteint 15 milliards de dollars [52].

1-3 Objectifs

L'objectif général d'un système de vidéo-surveillance est de contribuer à la sécurité de biens et/ou de personnes.

Cette contribution peut se focaliser sur diverses composantes :

1-3-1 Prévention de la criminalité

La vidéo-protection permettrait l'augmentation des taux d'élucidation des crimes et délits. Seulement, ce taux est très faible, comme en France où les caméras de surveillance ne permettraient l'élucidation de 1 % à 3 % des infractions commises sur la voie publique [45].

Chapitre 1 Les systèmes de vidéo-surveillance

Dans cette approche, les systèmes de vidéo-surveillance permettent également de décompter les clients d'une boutique, ou des véhicules entrant et sortant d'une entreprise, d'incruster dans l'image vidéo les informations d'un badge ou d'une carte d'accès, de reconnaître automatiquement les plaques d'immatriculation des véhicules (permet l'accès d'un parking sans ticket, clé ou badge), de signaler automatiquement un objet égaré, abandonné ou volé.

1-3-2 Sécurité routière

Dans le domaine de la sécurité routière, la vidéo-surveillance permet notamment de lever les angles morts. Ainsi, dans certains camions le chauffeur peut voir les mouvements des employés à l'arrière de son véhicule. Cette technique est également utilisée dans les transports public, dans le cadre des équipements à agent seul (EAS)[27].

La vidéo-surveillance se développe pour l'accès en temps réel de la circulation routière des voies les plus fréquentées (autoroutes, voies rapides), ainsi que pour la détection d'accident. Des compagnies privées mesurent le niveau de circulation pour informer les conducteurs équipés d'un GPS.

1-3-3 Sécurité industrielle

Dans le domaine de la sécurité industrielle, des sites de production sont équipés de systèmes de vidéo-surveillance permettant notamment de multiplier les points d'observation en temps réel de l'état des installations et du déroulement des procédés.

Chapitre 1 Les systèmes de vidéo-surveillance

1-3-4 Sûreté

Au titre de la sûreté, divers lieux (sites industriels, installations stratégiques, objets du patrimoine...) sont vidéo-surveillés pour prévenir les intrusions et les dégradations de la part de personnes malveillantes.

1-4 La composition d'un système de vidéo-surveillance

Un système de vidéo-surveillance est composé de trois types d'équipements :



Figure 1-1 Un système de vidéo-surveillance[27]

1-4-1 Les équipements de réception

L'élément fondamental qui assure la réception dans un système de vidéo-surveillance, c'est la caméra. En fonction de l'environnement, du besoin de l'utilisateur et du budget alloué à ce système, on doit choisir les caméras adéquates pour bien filmer les zones à surveiller (caméra en couleur ou noir et blanc, caméra fixe ou mobile, caméra anti-vandalisme ou discrète, caméra sonore, infrarouge...).

1-4-2 Les équipements de gestion

Pour la gestion du système de vidéo-surveillance et l'exploitation des images filmées, il y a plusieurs équipements (DVR, NVR, serveurs, logiciels...etc.).

Mais pratiquement, on doit choisir les équipements de gestion nécessaires en fonction des besoins exprimés par le client dans le cahier des charges.

Chapitre 1 Les systèmes de vidéo-surveillance

1-4-3 Les équipements de visualisation

L'équipement de base qui assure la visualisation des images filmées en direct par les caméras ou enregistrées dans un système de vidéo-surveillance, c'est le moniteur « écran ». Mais actuellement le client a plus de choix entre une visualisation fixe au bureau sur un téléviseur ou sur un PC et une visualisation mobile et même à distance par internet via un PC, tablette ou Smartphone. Suivant le besoin de l'utilisateur, on doit choisir les dimensions et la technologie de ce dernier.

1-5 La vidéo-surveillance dans la sécurité routière



Figure 1-2 système de vidéo-surveillance de la sécurité routière [27]

Une caméra de surveillance routière est un système de contrôle vidéo de la circulation routière. Elle peut être de deux types:

- Pour détecter une infraction routière.
- Pour détecter un incident ou un accident sur le réseau routier.

1-5-1 Détections d'infractions

Parmi les dispositifs les plus courants :

Chapitre 1 Les systèmes de vidéo-surveillance

➤ Caméras de surveillance en réseau

Telles qu'il en existe dans les grandes agglomérations, où les images sont centralisées vers un PC comme la préfecture de Police. Elles permettent surtout au surveillant de police de vérifier la véracité des alertes radios ou téléphoniques.

➤ Radars automatiques

Pour identifier les véhicules circulant au-dessus la vitesse maximale autorisée, la plupart de ces systèmes utilisent le radar pour calculer la vitesse. Le rôle de la caméra est la prise d'image pour identifier le véhicule.

➤ Caméras de carrefour

Pour identifier les véhicules franchissant un carrefour alors que le feu est rouge. Ces caméras permettent aussi de mesurer les véhicules en attente d'un passage au carrefour.

Certaines caméras offrent une combinaison de ces différents contrôles.

1-5-2 Détections d'incidents

Les progrès au cours de cette dernière décennie dans le traitement de l'image, ont permis d'automatiser les contrôles d'incident par imagerie vidéo. Les images sont toujours renvoyées vers un poste de contrôle (PC), elles sont souvent traitées par des algorithmes de traitement d'images numériques, permettant de détecter automatiquement un incident et permettent donc un traitement plus important des sources vidéo par un seul PC de sécurité.

Chapitre 1 Les systèmes de vidéo-surveillance

Les principaux incidents détectés par traitement d'images sont:

- Un embouteillage.
- Un véhicule arrêté sur la chaussée.
- Un incendie d'un véhicule.
- Un véhicule à contre sens.
- Un objet sur la voie.

1-6 Fonctionnement de la caméra de la vidéo-surveillance

L'image du véhicule en cause est capturée pour identifier sa marque et lire les numéros de sa plaque d'immatriculation voir figure 1-3. L'agent verbalisateur édite alors, par voie électronique, le procès-verbal. Ce procès-verbal est ensuite transféré automatiquement au centre qui édite et adresse un avis de contravention au domicile du titulaire de la carte grise.



Figure 1-3. a- capture de l'infraction b- Identification, Edition du procès-verbal[27]

1-6-1 Application de la loi

Le numéro d'immatriculation est utilisé pour imposer une amende aux véhicules qui roulent à grande vitesse, à l'utilisation illégale des voies de bus et à la détection de véhicules volés ou recherchés. La figure 1.3 montre un exemple de voiture capturée par la caméra de circulation. La partie arrière du véhicule est extraite de

Chapitre 1 Les systèmes de vidéo-surveillance

l'image filmée et transmise au système pour traitement. Le résultat traité est introduit dans la base de données en tant qu'entrée. Les contrevenants peuvent payer l'amende en ligne et se voir présenter l'image de la voiture comme preuve avec les informations relatives à la vitesse [49].



Figure I.5. Caméra de circulation [27]

1-6-2 Accès au Parking

Le système de reconnaissance des plaques d'immatriculation, est utilisé pour les entrées automatiques des membres prépayés et de calculer les frais de stationnement pour les non-membres (en comparant les heures de sortie et d'entrée).

La Figure I.6 Montre une voiture entrant dans une aire de stationnement. La plaque d'immatriculation est reconnue et marquée. À sa sortie, la plaque d'immatriculation est relue et le conducteur est facturé pour la durée du stationnement [30].

Chapitre 1 Les systèmes de vidéo-surveillance



Figure 1.6. Stationnement au parking [30]

1-6-3 Passage aux frontières

Ce système peut être utilisé pour surveiller les postes frontières. Cette installation est illustrée à la figure 1.7. Chaque information de véhicule est enregistrée dans une base de données centrale et peut être liée à des informations supplémentaires [35].



Figure 1-7 Passage aux frontières [35].

1-7 Infractions routières relevées par la vidéosurveillance

Afin d'intensifier la lutte contre les comportements dangereux, les mesures permettent d'étendre le nombre des infractions pouvant être constatées sans

Chapitre 1 Les systèmes de vidéo-surveillance

interception au bord de route, par l'intermédiaire de la vidéo-verbalisation et des radars homologués.

Nous présentons quelques catégories d'infractions routières qui sont verbalisables sans interception du conducteur :

- Le non-respect des signalisations imposant l'arrêt des véhicules (feu rouge, stop...etc.).
- Le non-respect des vitesses maximales autorisées.
- Le non-respect des distances de sécurité entre les véhicules.
- L'usage de voies et chaussées réservées à certaines catégories de véhicules comme les bus et les taxis.
- Le défaut du port de la ceinture de sécurité.
- L'usage du téléphone portable tenu en main.
- La circulation, l'arrêt et le stationnement sur les bandes d'urgence.
- Le chevauchement et le franchissement des lignes continues.
- Le non-respect des règles de dépassement.
- Le défaut de port du casque à deux-roues motorisé.

Chapitre 1 Les systèmes de vidéo-surveillance

1-8 Conclusion

Grace à la vidéo-surveillance, une simple capture d'écran des images filmées par les caméras du système permet d'identifier le véhicule contrevenant et son propriétaire via son immatriculation.

Le PV est alors automatiquement édité, selon une procédure identique à celle déjà en vigueur pour les radars automatiques.

Pour une meilleure efficacité du système il est nécessaire de créer des techniques de traitement d'images afin de simplifier la reconnaissance et l'identification des plaques d'immatriculation des véhicules dans ces images capturées.

Chapitre 2

LA DETECTION DES PLAQUES D'IMMATRICULATION

Chapitre 2 La détection des plaques d'immatriculation

2-1 Introduction

A l'origine, les plaques d'immatriculation ont été inventées et mises en usage réel pour les chariots, mais pas pour les voitures.

Au Canada, la plaque d'immatriculation a d'abord été introduite en 1884 pour un chariot tiré par des chevaux. La première règle de la plaque d'immatriculation du monde est appliquée en France le 14 Août 1983. Suite à cette règle, toutes les plaques d'immatriculation doivent être enregistrées avec leurs propres noms, adresse et numéro d'enregistrement.

La première plaque d'immatriculation enregistrée dans le monde en 14 Avril 1899, Cette plaque est une pièce rectangulaire, dans laquelle seul « 1 » a été écrit.

Les plaques d'immatriculation sont utilisées pour l'identification des véhicules dans toutes les nations. La plaque d'immatriculation désigne une voiture d'une manière unique, et son image représente une information importante pour identifier son propriétaire.

L'identification automatique de véhicule est une technique de traitement d'image, permettant d'identifier les véhicules à l'aide de leurs plaques d'immatriculation.

Les systèmes d'identification automatique des véhicules sont utilisés pour contrôler efficacement la circulation et le contrôle d'accès aux zones restreintes, ainsi que le suivi des véhicules recherchés.

2-2 Système d'immatriculation algérien

La plaque a une forme rectangulaire, le style des caractères varie d'une plaque à l'autre et la distance entre les caractères n'est pas standardisé, elle dépend du constructeur de la plaque.

Chapitre 2 La détection des plaques d'immatriculation

Les plaques sont de fond blanc avec des chiffres en noir à l'avant, et de fond jaune avec des chiffres en noir en arrière, comme c'est illustré dans la **Figure 2.1** ci-dessous :



Figure 2-1 a- immatriculation avant



b- immatriculation arrière

Le numéro d'immatriculation est composé de 3 groupes de chiffres séparés par un espace :

- 1er groupe : 5 chiffres, 6 chiffres au maximum, qui correspond au numéro de dossier du véhicule.
- 2eme groupe, composé de 3 chiffres : le premier chiffre permet d'identifier le type de véhicule (ex : 1 : véhicule classique, 2 pour un poids lourd, 3 voiture commerciale, 4 bus, 5 pour un tracteur de semi-remorque ,6 tracteur, 7 engins, 8 remorques, 9 motos.). Les deux chiffres suivants renvoient à l'année de mise en circulation du véhicule.
- 3eme groupe : 2 chiffres qui identifient la wilaya d'immatriculation. (De 01 à 48).

2-2 Système RGB

RGB est un sigle anglophone qui signifie « Red Green Blue », soit en Français « Rouge Vert Bleu » ou RVB. C'est un système pour coder informatiquement les couleurs.

Chapitre 2 La détection des plaques d'immatriculation

L'objectif principal du modèle de couleur RVB est la détection, la représentation et l'affichage d'images dans des systèmes électroniques, tels que les téléviseurs et les ordinateurs, bien qu'il ait également été utilisé dans la photographie conventionnelle. Avant l'ère électronique, le modèle de couleurs RVB avait déjà une théorie solide, basée sur la perception humaine des couleurs.

C'est le modèle idéal pour expliquer la synthèse additive des couleurs puisqu'il consiste à représenter l'espace des couleurs à partir des trois couleurs primaires.

2-2-1 Synthèse additive des couleurs

Pour former une couleur avec RVB, trois faisceaux lumineux (un rouge, un vert et un bleu) doivent être superposés (par exemple par émission à partir d'un écran noir ou par réflexion à partir d'un écran blanc). Chacun des trois faisceaux est appelé un composant de cette couleur [50].

C'est par superposition de rouge, de vert et de bleu que l'affichage couleur est réalisé.

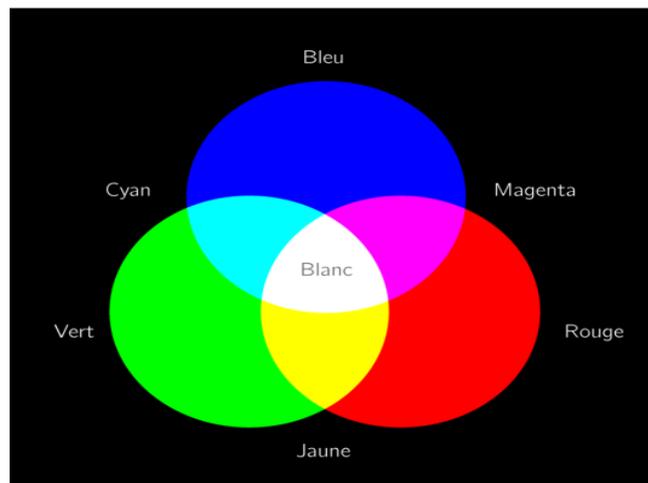


Figure 2-2 Synthèse additive des couleurs [50].

Chapitre 2 La détection des plaques d'immatriculation

Chaque point d'un écran s'appelle un pixel. Il est constitué de trois sous pixels, un pour chaque couleur primaire.

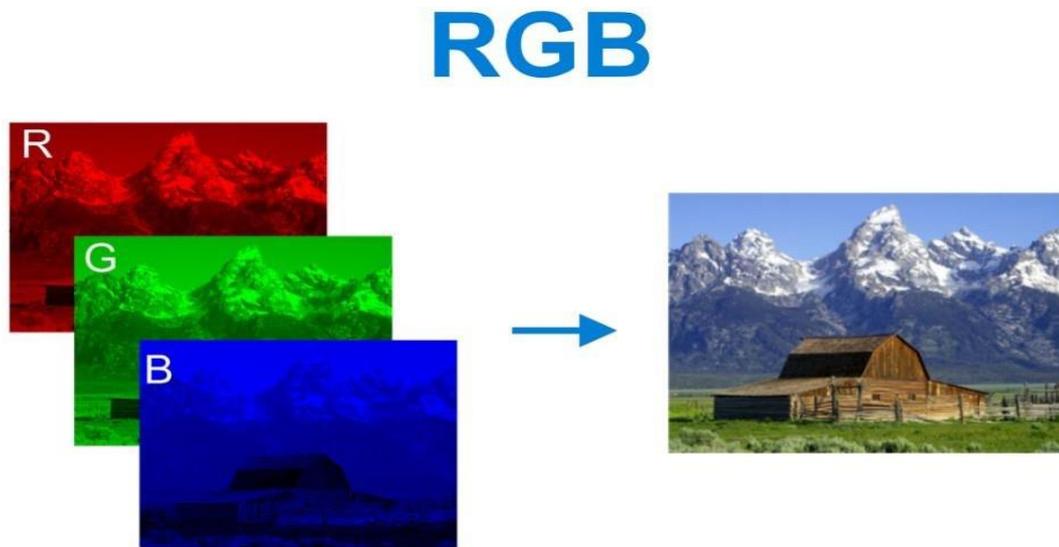


Figure 2-3 Exemple de décomposition **RGB**[50].

2-3 Système YCbCr

Le modèle **YcbCr** est une manière de représenter l'espace colorimétrique en vidéo issue essentiellement des problèmes de transmission hertzienne.

Une image captée par n'importe quel appareil est la somme des couleurs qui la composent, que le résultat soit en couleur ou en noir et blanc. Ainsi, même dans une image en noir et blanc, le signal Y qui représente la luma a été créé par la somme du rouge, du bleu et du vert (Rouge + Vert + Bleu).

Avec le signal de luminance (noir et blanc), plus deux informations de chrominance : Cb ($Y - \text{Bleu}$) et Cr ($Y - \text{Rouge}$), le récepteur peut recréer le vert et reproduire une image couleur[51].

Chapitre 2 La détection des plaques d'immatriculation

2-3-1 Luminance (Luma)

Luma (ou signal de luminance) : partie du signal vidéo qui transporte l'information de luminosité (intensité des niveaux de gris).

La sensibilité de l'œil dépend de la couleur de la lumière, elle est maximale dans le vert.

Norme ITU-R BT 601 définie par l'UIT* :

$$Y = 0,299R + 0,587V + 0,114B \quad (2.1)$$

Si R , V et B sont des nombres entiers compris entre 0 et 255, on notera $L=E(Y)$ la luminance entière comprise entre 0 et 255 également[51].



Figure 2-3 [51].

2-3-2 Chrominance

Chroma désigne la partie du signal vidéo correspondant à l'information de couleur.

La chrominance C_b (resp. C_r) est une fonction affine de l'écart entre le niveau de bleu B (resp. Rouge R) et la luminance Y .

Chapitre 2 La détection des plaques d'immatriculation

Selon la même norme ITU-R BT 601 :

$$Cb = [(B - Y) / 1,772] + 128 \quad (2.2)$$

$$Cr = [(R - Y) / 1,402] + 128 \quad (2.3)$$

On obtient :

$$Cb = -0,16874 R - 0,33126 V + 0,5 B + 128 \quad (2.4)$$

$$Cr = 0,5 R - 0,41869 V - 0,08131 B + 128 \quad (2.5)$$

Il n'est pas nécessaire d'étudier l'écart entre le niveau de vert V et la luminance Y . Dans la suite, on notera $M=E(Cb)$ et $N=E(Cr)$ afin d'obtenir des entiers. On peut les visualiser en niveaux de gris [51].

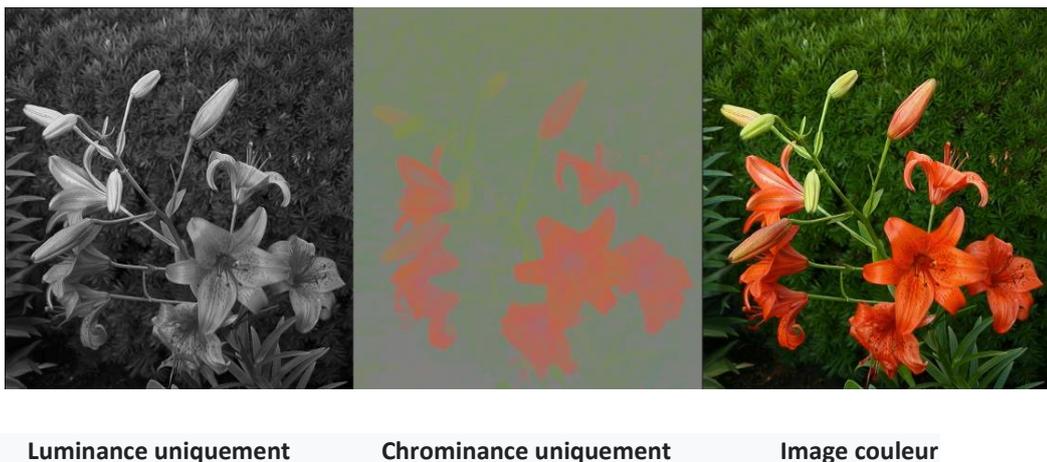


Figure 2-4 Luminance, Chrominance et Image couleur [51].

2-3-3 Utilisation du système YCbCr

Le système YCbCr est utilisé pour les images JPEG. Ce modèle colorimétrique permet en effet de réduire la taille d'une image. Cette réduction se base sur la constatation suivante : l'œil humain est plus sensible à la luminance qu'à la chrominance. Il est par conséquent possible de dégrader la chrominance d'une image tout en gardant une bonne qualité.

Chapitre 2 La détection des plaques d'immatriculation

Dans notre projet on va se concentrer sur la détection des plaques d'immatriculation dans un système d'accès au parking



Figure 2-5 Système d'accès automatique au parking [59].

2-4 Composition du système

Comme montré dans la figure 2-5 le système d'accès automatique au parking est composé de :

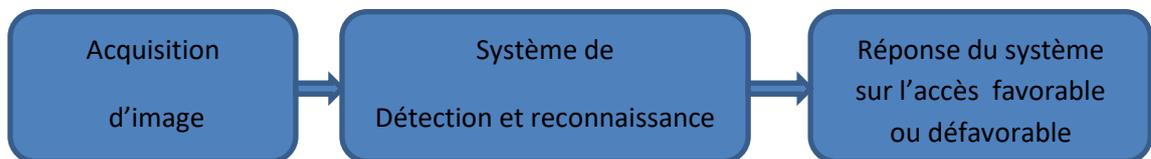


Figure 2-6 Schéma d'un système d'accès automatique au parking [59].

Chapitre 2 La détection des plaques d'immatriculation

- **Acquisition de l'image** : doté d'une caméra UHD
- **Système de détection et reconnaissance** : système RAPI ou ANPR
- **Barrière automatisé** avec le système selon la réponse favorable (accès autorisé c-à-d levé de barrière) ou accès non autorisé signaler le véhicule.

2-5 Organisation générale d'un système RAPI

Dans leur version la plus simple, les systèmes de reconnaissance automatique de plaques d'immatriculation (RAPI) utilisent, en cascade quatre phases primaires pour qu'ils puissent identifier une plaque d'immatriculation, à savoir [60]:

- Acquisition d'images.
- Localisation de la plaque d'immatriculation.
- Segmentation des caractères.
- Reconnaissance des caractères.

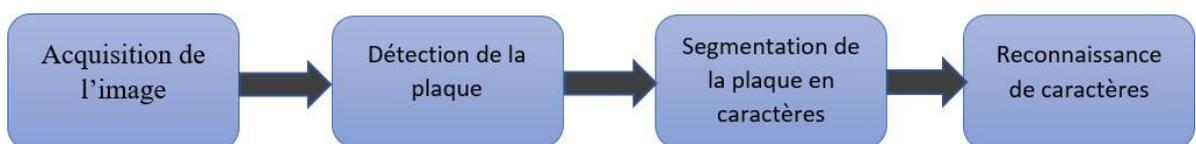


Figure 2-5 Schéma général d'un système RAPI [60].

2-6-1 Acquisition d'images

En entrée, le système RAPI peut recevoir des séquences des images détectées directement par la caméra suite à un passage de véhicules, ou qui ont été enregistré précédemment dans une base de données.

Chapitre 2 La détection des plaques d'immatriculation



Figure 2-6 Images acquises à l'entrée du système

2-6-2 Localisation de plaque d'immatriculation

La localisation et l'isolation de la plaque d'immatriculation est la phase la plus importante et la plus difficile, elle détermine la rapidité et la robustesse du système.

Plusieurs études et recherches sont consacrées à cette phase depuis plusieurs années, ainsi différentes méthodes ont été proposées, on peut citer dans ce cas les méthodes de détection de contours, les méthodes basées sur les opérations morphologiques et d'autres sur les caractéristiques de l'image comme la couleur. [61]

Les conditions de luminance non uniforme et la distance variable entre la caméra et le véhicule, peuvent influencer sur le résultat de la détection des plaques d'immatriculation. Pour cela, dans notre projet nous allons utiliser la méthode de détection des contours, basée sur les caractéristiques du contour et des propriétés des caractères.

Pour la détection des contours et l'isolation de la plaque d'immatriculation, nous utiliserons OpenCV.

Chapitre 2 La détection des plaques d'immatriculation

2-6-2-1 OpenCV

OpenCV (Open Computer Vision) est une bibliothèque graphique libre, initialement développée par Intel, spécialisée dans le traitement d'images en temps réel. La société de robotique Willow Garage et la société ItSeez se sont succédé au support de cette bibliothèque. Depuis 2016 et le rachat de ItSeez par Intel et le support est de nouveau assuré par Intel. Cette bibliothèque est distribuée sous licence BSD. [62]

2-6-2-2 Fonctionnalités

La bibliothèque OpenCV, met à disposition de nombreuses fonctionnalités très diversifiées, permettant de créer des programmes en partant des données brutes pour aller jusqu'à la création d'interfaces graphiques basiques. [62]

a-Pour le traitement d'images

Elle propose la plupart des opérations classiques en traitement bas niveau des images :

- Lecture, écriture et affichage d'une image ;
- Calcul de l'histogramme des niveaux de gris ou d'histogrammes couleurs ;
- Lissage, Filtrage ;
- Seuillage d'image (méthode d'Otsu, seuillage adaptatif) ;
- Segmentation (composantes connexes, GrabCut) ;
- Morphologie mathématique.

Chapitre 2 La détection des plaques d'immatriculation

b-Traitement vidéo

Cette bibliothèque s'est imposée comme un standard dans le domaine de la recherche parce qu'elle propose un nombre important d'outils issus de l'état de l'art en vision des ordinateurs tels que :

- Lecture, écriture et affichage d'une vidéo (depuis un fichier ou une caméra) ;
- Détection de droites, de segment et de cercles par la transformée de Hough ;
- Détection de visages par la méthode de Viola et Jones ;
- Cascade de classifieurs boostés ;
- Détection de mouvement, historique du mouvement ;
- Poursuite d'objets par mean-shift ou Camshift ;
- Détection de points d'intérêts ;
- Estimation de flux optique (Méthode de Lucas–Kanade) ;
- Triangulation de Delaunay ;
- Diagramme de Voronoi ;
- Enveloppe convexe ;
- Ajustement d'une ellipse à un ensemble de points par la méthode des moindres carrés.

2-6-2 Segmentation des caractères

La plaque une fois extraite, va être segmentée en séparant les caractères. La segmentation basée sur les caractéristiques de la projection verticale des caractères en niveau de gris et sur l'extraction de composants connexes, est faisable et valable pour

Chapitre 2 La détection des plaques d'immatriculation

l'image de bonne qualité, mais cette méthode repose sur les résultats précédents de localisation de la plaque. [40]

Il existe deux types de segmentation des caractères : la segmentation horizontale et la segmentation verticale :

a-Segmentation horizontale

Elle est principalement utilisée pour filtrer les bruits des frontières supérieures et inférieures, supprimer certains rivets et localiser les limites supérieures et inférieures de la région des caractères de la plaque d'immatriculation. [40]

b-Segmentation verticale

Elle est principalement utilisée pour filtrer les bruits des frontières gauche et droite, supprimer certains rivets entre les caractères et segmenter tous les caractères de la plaque d'immatriculation sans erreur. [40]

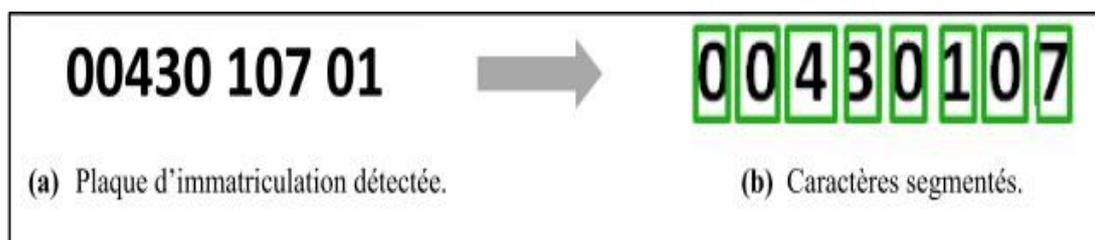


Figure 2.7. Processus de segmentation des caractères de plaques d'immatriculation.[40]

2-6-3 Reconnaissance des caractères

Après la segmentation, on passe à la reconnaissance des caractères, pour cela nous allons utiliser l'outil OCR (Reconnaissance Optique des Caractères) sur l'image détectée pour identifier le numéro de la plaque (Chiffres / Lettres) écrits dessus [62].

Chapitre 2 La détection des plaques d'immatriculation

2-6-3-1 La reconnaissance 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 de textes imprimés ou dactylographiés en fichiers de texte.

Un ordinateur réclame pour l'exécution de cette tâche un logiciel d'OCR. Celui-ci permet de récupérer le texte dans l'image d'un texte imprimé et de le sauvegarder dans un fichier pouvant être exploité dans un traitement de texte pour enrichissement, et stocké dans une base de données ou sur un autre support exploitable par un système informatique [62].

2-Conclusion

La plaque d'immatriculation est utilisée pour l'identification d'un véhicule, elle désigne une voiture d'une manière unique, et son image représente une information importante pour identifier son propriétaire.

L'identification automatique de véhicule est une technique de traitement d'image permettant d'identifier les véhicules à l'aide de leurs plaques d'immatriculation.

Les systèmes d'identification automatique des véhicules sont utilisés pour contrôler efficacement la circulation et le contrôle d'accès aux zones restreintes et le suivi des véhicules recherchés.

Chapitre 2 La détection des plaques d'immatriculation

Pour les systèmes d'accès au parking le processus se fait comme suit :

- Acquisition d'images.
- Localisation de la plaque d'immatriculation.
- Segmentation des caractères.
- Reconnaissance des caractères.
- La réponse du système pour autoriser l'accès ou pas.

Chapitre 3

Simulation et interprétation des résultats

Chapitre 3 Simulation et interprétation des résultats

3-1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons rédiger un programme pour simuler la détection des plaques d'immatriculations et voir les différentes étapes du traitement ainsi que les résultats.

3-2 Environnement matériel

- Pour l'acquisition d'image : un Smartphone.
- Pour la programmation et le traitement : un PC portable.

3-3 Environnement logiciel

- Logiciel de programmation Python.
- Bibliothèque OpenCV outil de détection des objets.
- OCR (reconnaissance optique de caractères) outil de reconnaissance des caractères (nombres / alphabets).

3-4 Limites de détection

Pour que le programme fonctionne correctement, il faut respecter des conditions :

- Image nette.
- Image ne comporte pas trop de reflet.
- Plaque d'immatriculation propre.

Chapitre 3 Simulation et interprétation des résultats

- La plaque doit être encadrée avec un contour de couleur noire.
- L'épaisseur du contour doit être importante pour le séparer du pare-choc.
- La distance entre la caméra et la voiture est de 01 mètre environ.
- La taille des caractères doit être grande par rapport à la plaque d'immatriculation.

3-5 Étapes impliquées dans la reconnaissance des plaques d'immatriculation

La reconnaissance des plaques d'immatriculation ou LPR implique les étapes suivantes :

3-5-1 Redimensionnement de l'image

```
# Redimensionnement de l'image  
image = imutils.resize(img, width=500)
```



Figure 3.1. Image redimensionnée.

Chapitre 3 Simulation et interprétation des résultats

Le redimensionnement, nous aide à éviter tout problème avec des images de plus grande résolution, on s'assure que la plaque d'immatriculation reste toujours dans le cadre après le redimensionnement.

3-5-2 La conversion en niveau de gris

La mise à l'échelle des gris est courante dans toutes les étapes de traitement d'image. Cela accélère les autres processus, nous n'avons plus à traiter les détails de la couleur lors du traitement d'une image.

```
# conversion en niveau de gris
gray = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
cv2.imshow('1-image en niveau de gris', gray)
cv2.waitKey(0)
```



Figure 3.2. Image en niveau de gris.

Chapitre 3 Simulation et interprétation des résultats

3-5-3 Réduction du bruit

Chaque image aura des informations utiles et inutiles, pour notre cas pour nous, seule la plaque d'immatriculation est l'information utile, le reste est inutile pour notre programme.

Ces informations inutiles s'appellent le bruit. L'utilisation d'un filtre bilatéral supprimera les détails indésirables d'une image, son code est :

```
# reduction du bruit
bfilter = cv2.bilateralFilter(gray, 11, 17, 17)
cv2.imshow('2-filtre bilatéral', gray)
cv2.waitKey(0)
```

La syntaxe est *destination_image = cv2.bilateralFilter(source_image, diamètre du pixel, sigmaColor, sigmaSpace)*. On peut augmenter la couleur sigma et l'espace sigma de 17 à des valeurs plus élevées pour brouiller plus d'informations d'arrière-plan, mais on veille à ce que la partie utile ne soit pas floue. L'image de sortie est illustrée ci-dessous :



Figure 3.3. Image lisse.

Chapitre 3 Simulation et interprétation des résultats

3-5-4 La détection des bords

Il existe de nombreuses façons de le faire, le moyen le plus simple et le plus populaire est d'utiliser la méthode de bord canny d'OpenCV, son code est :

```
# detection des contours
edged = cv2.Canny(bfilter, 30, 200)
cv2.imshow('3-canny edged', edged)
cv2.waitKey(0)
```

La syntaxe sera *destination_image = cv2. Canny(source_image, thresholdValue 1, thresholdValue 2)*. La valeur de seuil 1 et la valeur de seuil 2 sont les valeurs de seuil minimal et maximal. Seuls les tronçons dont le gradient d'intensité est supérieur à la valeur de seuil minimale et inférieur à la valeur de seuil maximale sont affichés. L'image résultante est illustrée ci-dessous :

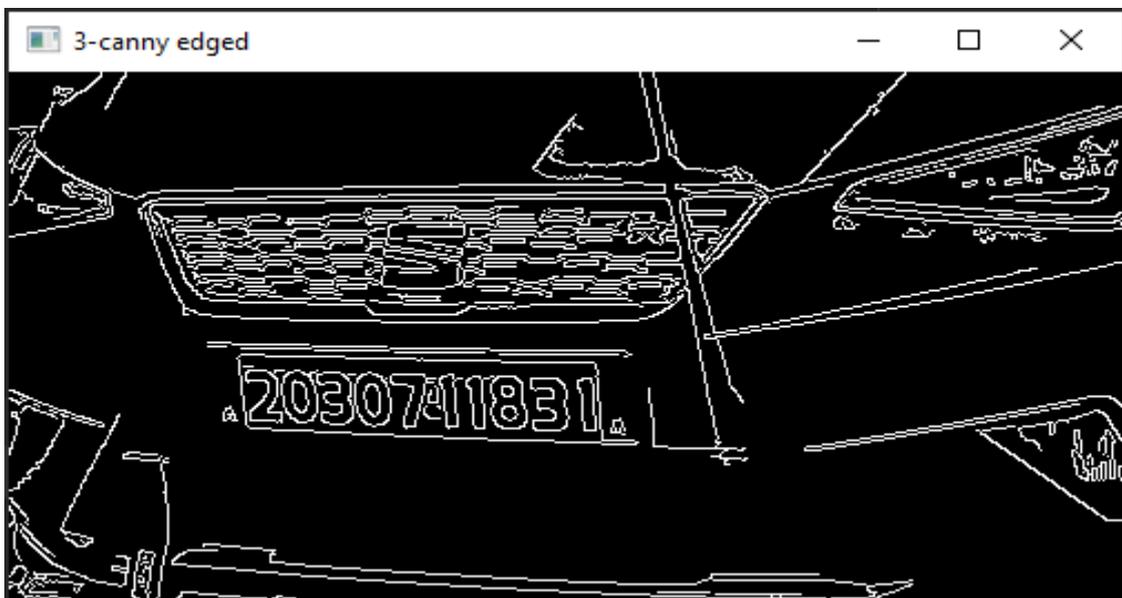


Figure 3.4. Image pour détection des bords avec outil Canny.

Chapitre 3 Simulation et interprétation des résultats

3-5-5 La recherche des contours

Maintenant, nous pouvons commencer à chercher des contours sur notre image, donc nous procédons comme suit :

```
keypoints = cv2.findContours(edged.copy(), cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
contours = imutils.grab_contours(keypoints)
contours = sorted(contours, key=cv2.contourArea, reverse=True)[:10]
location = None
```

Une fois que les contours ont été détectés, nous les trions du plus grand au plus petit et considérons seulement les 10 premiers résultats en ignorant les autres.

Dans notre image, les contours pourraient être tout ce qui a une surface fermée, mais de tous les résultats obtenus, le numéro de plaque d'immatriculation sera également là, car il s'agit également d'une surface fermée.

Pour filtrer l'image de la plaque d'immatriculation parmi les résultats obtenus, nous allons boucler tous les résultats et vérifier qu'il y'a un contour de forme rectangulaire avec quatre (04) côtés et une figure fermée.

```
for contour in contours:
    peri = cv2.arcLength(contour, True)
    approx = cv2.approxPolyDP(contour, 0.018*peri, True)
    if len(approx) == 4:
        location = approx
        break
```

La valeur 0,018 est expérimentale ; on peut jouer autour de cette valeur pour vérifier ce qui fonctionne le mieux pour nous. Ou passez au niveau supérieur en

Chapitre 3 Simulation et interprétation des résultats

utilisant l'apprentissage automatique pour s'entraîner en fonction des images de voiture, puis utilisez la bonne valeur. Une fois que nous avons trouvé le bon contour, nous l'enregistrons dans une variable appelée `location`, puis dessinons un rectangle autour de lui pour nous assurer que nous avons détecté correctement la plaque d'immatriculation.

3-5-6 Application du masque

Maintenant que nous savons où se trouve la plaque d'immatriculation, les informations restantes sont inutiles pour nous. Nous pouvons donc procéder au masquage de l'ensemble de l'image, à l'exception de l'endroit où se trouve la plaque d'immatriculation. Le code est indiqué ci-dessous :

```
# application du mask
mask = np.zeros(gray.shape, np.uint8)
new_image = cv2.drawContours(mask, [location], 0, 255, -1)
new_image = cv2.bitwise_and(image, image, mask=mask)
plaque = cv2.cvtColor(new_image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
cv2.imshow('4- application du mask', plaque)
cv2.waitKey(0)
```

On peut clairement voir que notre programme a bien isoler la plaque d'immatriculation du reste de l'image comme dans la Figure 3.5. ci-dessous :

Chapitre 3 Simulation et interprétation des résultats

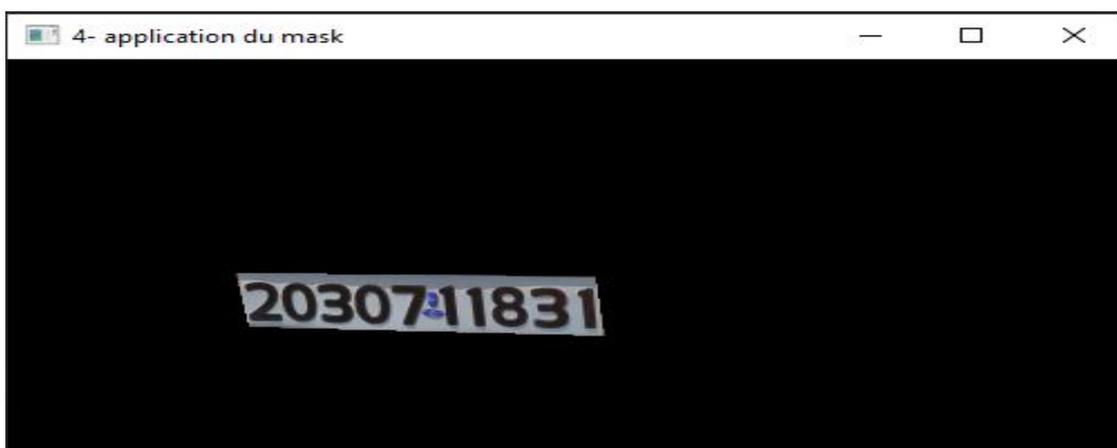


Figure 3.5. Image résultante après application du masque.

3-5-7 Segmentation des caractères

On passe à la segmentation de la plaque d'immatriculation hors de l'image en la recadrant et en l'enregistrant en tant que nouvelle image. Nous pouvons ensuite utiliser cette image pour détecter la plaque qu'elle contient. Le code pour recadrer l'image (Région d'intérêt) de l'image principale est montré ci-dessous :

```
# affichage de la zone d'interet avec le mask
(x, y) = np.where(mask == 255)
(x1, y1) = (np.min(x), np.min(y))
(x2, y2) = (np.max(x), np.max(y))
cropped_image = gray[x1:x2+1, y1:y2+1]
plaque1 = cv2.cvtColor(cropped_image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
cv2.imshow('5- plaque1', plaque1)
cv2.waitKey(0)
```

L'image résultante dans la Figure 3.6, ajoutée au recadrage de l'image, nous pouvons également la griser et la border si nécessaire. Ceci est fait pour améliorer la reconnaissance des caractères à l'étape suivante.

Chapitre 3 Simulation et interprétation des résultats



Figure 3.6. Image recadrée et segmentée.

3-5-8 Reconnaissance du caractère

La dernière étape de cette reconnaissance de plaque d'immatriculation consiste à lire les informations de plaque d'immatriculation de l'image segmentée.

Nous utiliserons le paquet OCR pytesseract pour lire les caractères de l'image, Le code est donné ci-dessous :

```
# extraction du text
text = pytesseract.image_to_string(plaque1, lang='eng')
print("Number is :", text)
cv2.waitKey(0)
```

Le caractère détecté est ensuite imprimé sur la console suivante :

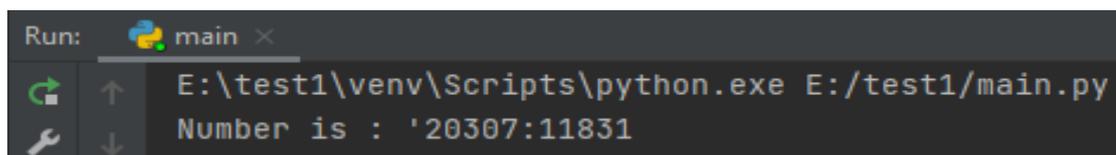
A screenshot of a terminal window titled 'Run: main'. The terminal shows the command 'E:\test1\venv\Scripts\python.exe E:/test1/main.py' and the output 'Number is : '20307:11831'. The terminal has standard navigation icons on the left.

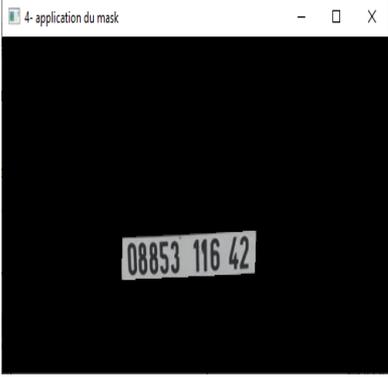
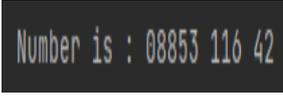
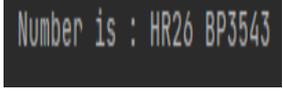
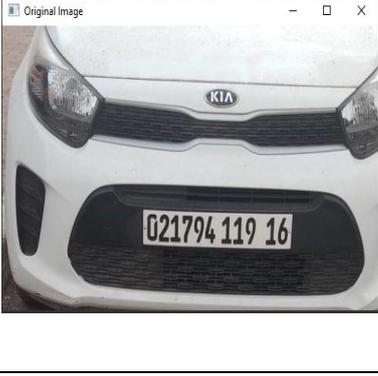
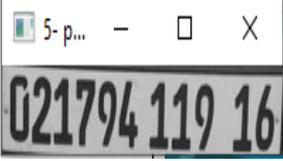
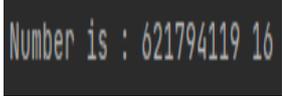
Figure 3.7. Résultat de la reconnaissance des caractères.

Comme on peut le voir, le numéro de la plaque est : « 20307 118 31 » et notre programme a affiché la même valeur sur l'écran.

Chapitre 3 Simulation et interprétation des résultats

3-6 Résultats de simulation

Le tableau 3.1 présente des cas de détections des plaques d'immatriculations positives :

Image original	Application du masque	Reconnaissance des caractères
		 
		 
		 

Chapitre 3 Simulation et interprétation des résultats



Chapitre 3 Simulation et interprétation des résultats

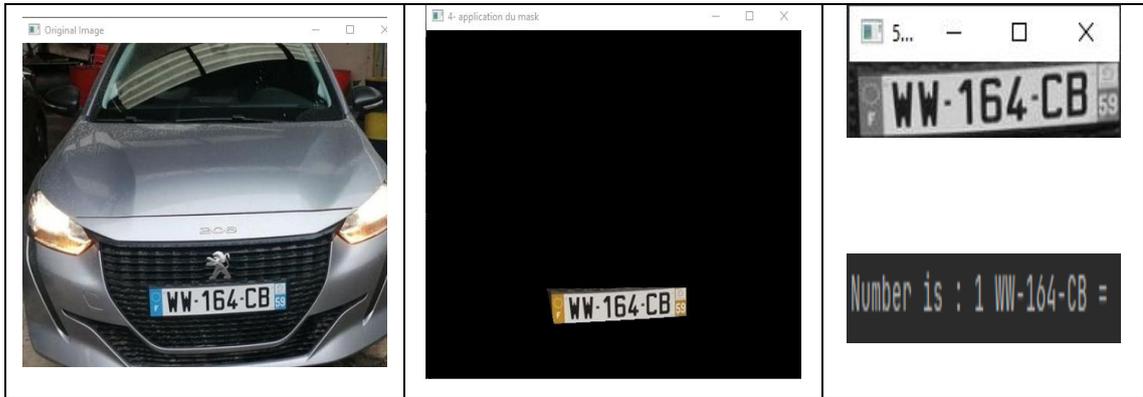


Tableau 3 .1. Cas de détections positives

Le tableau 3.2 présente des cas de détections des plaques d'immatriculations négatives :

Image original	Application du masque	Résultats
		<p>image source floue</p>
		<p>plaque non propre et contour déformé</p>

Chapitre 3 Simulation et interprétation des résultats

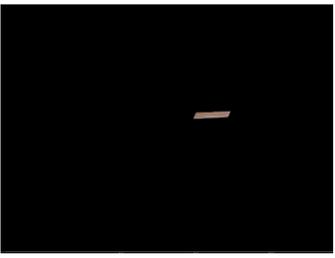
		 <p>plaque non conforme, contours non respecté.</p>
		<p>Absence du contour noir qui recadre la plaque</p>
		 <p>plaque non conforme, Trop de reflet</p>

Tableau 3 .2. Cas de détections négatives

3-7 Interprétation des résultats

L'échec dans la reconnaissance des plaques d'immatriculation et l'efficacité dépend de :

- La netteté de l'image.
- L'orientation et l'exposition à la lumière (trop de reflet).

Chapitre 3 Simulation et interprétation des résultats

- Plaque d'immatriculation non conforme ou non propre.
- Absence du contour noir qui recadre la plaque d'immatriculation.
- La distance entre la caméra et la voiture...etc.

3-8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons vu que notre système est basée sur trois étapes principales :

1-Détection de plaque d'immatriculation en utilisant OpenCV pour détecter les objets rectangulaires afin de trouver la plaque d'immatriculation ;

2-Segmentation des caractères : une fois que nous avons détecté la plaque d'immatriculation, nous devons la recadrer et l'enregistrer en tant que nouvelle image ;

3-Reconnaissance de caractères : la nouvelle image que nous avons obtenue contient des caractères (Chiffres / Lettres) écrits dessus. Ainsi, nous pouvons effectuer OCR (reconnaissance optique de caractères) sur elle pour détecter le numéro de la plaque.

Nous avons vu aussi que l'efficacité du programme dépend du respect de différents critères (netteté de l'image, L'orientation et l'exposition à la lumière...etc.).

Conclusion générale

La détection et l'identification des plaques d'immatriculation demeurent des problèmes complexes, malgré les recherches actives actuelles. Il y a de nombreuses conditions réelles, difficiles à modéliser et à prévoir, parmi lesquelles le non-respect des normes, qui limitent les systèmes actuels.

Dans ce mémoire nous avons mis en œuvre une approche de détection et d'identification des plaques d'immatriculations algériennes pour avoir accès au parking.

Parmi les technique utilisé pour réaliser un tel système, nous avons choisi la technique de détection des contours en utilisant des outils de détection des contours et d'objet rectangulaire (Open-CV) et de reconnaissance optique des caractères (OCR) installées sur langage de programmation le Python.

La détection et l'identification de la plaque d'immatriculation dans un système d'accès au parking passe par trois étapes principales : la détection de plaque d'immatriculation, la segmentation et la reconnaissance de caractères pour identifier le numéro de la plaque.

Dans la partie simulation, nous avons utilisé des photos réelles prisent par un Smartphone, les résultats obtenus étaient de 80% positifs et de 20% négatifs, d'où l'efficacité du programme dépend du respect de différents critères (netteté de l'image, L'orientation et l'exposition à la lumière...etc.) qui ont un impact sur les résultats de la simulation obtenus.

Pour améliorer les résultats et augmenter l'efficacité du système, on peut utiliser des équipements d'acquisition d'image de haute qualité : comme les caméras ultra HD (UHD) avec infrarouge (IR) et détection de mouvement, et en utilisant des processeurs graphiques (GPU) plus performant pour le traitement d'image.

- [1] Jean-Pierre Langellier, « La Grande-Bretagne se transforme en une "société sous surveillance" » Le Monde, 3 novembre 2006 (consulté le 1er juin 2021)
- [2] Emmanuel Riondé, « #TousSurveillés : Petit à petit, les caméras de vidéosurveillance maillent la métropole toulousaine », sur www.mediacites.fr, 10 février 2020 (consulté le 10 juin 2021)
- [3] Vincent Mazet, "Traitements et outils de base", Cours de la matière Outils fondamentaux en traitements d'images, Université de Strasbourg, 2018-2019.
- [4] Maxime Fayolle, « #TousSurveillés : À Nantes, la vidéosurveillance flirte avec les limites de la légalité », sur www.mediacites.fr, 10 février 2020 (consulté le 26 juin 2021)
- [5] Maxime Fayolle et Emmanuel Riondé, « #TousSurveillés : Entre massification et reconnaissance faciale, la vidéosurveillance à l'aube d'une nouvelle ère », sur www.mediacites.fr, 10 février 2020 (consulté le 28 juin 2021)
- [6] Dornberger, Walter: V-2, Ballantine Books 1954, ASIN: B000P6L1ES, page 14.
- [7] Yesil, Bilge., « "Watching Ourselves" », Cultural Studies. Vol 20(4-5) pg. 400-416], 2006
- [8] Matas, J., Zimmermann, "Unconstrained licence plate Detection", In: Proceedings of the 8th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems. pp. 572–577, isbn 07803-9216-7, Wien Austria (2005)
- [9] Sylvain Louvet, « Tous surveillés - 7 milliards de suspects » , 14 avril 2020 (consulté le 1er juillet 2021)
- [10] Simon Ludovic, "Systèmes et équipements de lecture automatique de plaques d'immatriculation des véhicules Principes et aperçu des applications", Rapport d'études, SETRA, Ministère de l'Ecologie – du Développement durable et de l'Energie – France, Mai 2013
- [11] Gérard Wajeman, Ed. Donël, L'Œil absolu, 2010, p. 13
- [12] Nijhuis, J., Brugge, M., Helmholt, K., Pluim, J., Spaanenburg, L., Venema, R., Westenberg M., "Car license plate recognition with neural networks and fuzzy logic", In: Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks, vol. 5, pp. 2232–2236 (1995)

- [13] Jean Lee « surveiller les automobilistes britanniques », sur Le Monde, 27 décembre 2005 (consulté le 5 juin 2020)
- [14] Cyrielle Chazal, « La vidéosurveillance est-elle efficace ? », sur Le Monde, 17 mai 2018 (consulté le 5 juillet 2021).
- [15] Jacques Lecomte, « La vidéosurveillance est très efficace... politiquement », sur la-croix.com, 26 juillet 2016 (10 juillet 2021)
- [16] Charlotte Cieslinski, « 11 repérages effectués avant l'attentat de Nice : "la vidéosurveillance est un échec" », sur nouvelobs.com, 23 décembre 2016 (1er juillet 2021)
- [17] Article 17 de la loi n° 2011-267 du 14 mars 2011 d'orientation et de programmation pour la performance de la sécurité intérieure .
- [18] La vidéosurveillance, une étrange passion française », sur Le Monde, 5 janvier 2021 (consulté 15 juillet 2021)
- [19] « Quand la "vidéo protection" remplace la "vidéosurveillance" », Le Monde, 16 février 2010 (consulté 20 juillet 2021)
- [20] « Vidéosurveillance - Vidéo protection », sur www.cnil.fr (consulté le 16 1er juillet 2021)
- [21] Revenir plus haut en : a b et c (en) CCTV boom has failed to slash crime, say police - The Guardian, 6 mai 2008
- [22] Robb, Gary C., "Police Use of CCTV Surveillance : Constitutional Implications and Proposed Regulations", University of Michigan, Journal of Law Reform., 1979, pg. 572
- [23] <http://www.prefecture-police-paris.interieur.gouv.fr/demarches/securite/video.htm> (consulté le 18 juillet 2021)
- [24] Shyang-Lih, C., Li-Shien, C., Yun-Chung, C., Sei-Wan, C. Automatic license plate recognition. In: IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol.5, No.1, pp.42–53(2004)
- [25] <http://www.levif.be/actualite/monde/72-58-16621/la-videosurveillance-a-londres---un-fiasco--.html> (consulté le 18 juillet 2021)
- [26] Grande-Bretagne: caméras partout, résultats nulle part, Rue 89, 30 mai 2008.

- [27] http://www.premier-ministre.gouv.fr/information/actualites_20/un_million_cameras_videosurveillance_57751.html (consulté le 20 juillet 2021)
- [28] D Sundarajan, "Digital Image Processing", A signal processing and algorithmic approach, 2017
- [29] Gérard Swinnen, "Apprendre à programmer avec Python 3", Edition Eyrolles (Paris), 2010. URL : <http://inforef.be/swi/python.htm>
- [30] « Quand la "vidéo protection" remplace la "vidéosurveillance" », sur Lemonde.fr, 16 février 2010 (consulté le 22 juillet 2021)
- [31] Vidéosurveillance / vidéo protection : les bonnes pratiques pour des systèmes plus respectueux de la vie privée, article de la Commission nationale de l'informatique et des libertés, 21 juin 2012
- [32] Le Palmarès des villes sous surveillance, publié par le site d'information OWNI en décembre 2011
- [33] « Privacy and CCTV: A guide to the Privacy Act for businesses, agencies and organisations », sur www.privacy.org.nz (consulté le 24 octobre 2020)
- [34] Kai Strittmatter, Dictature 2.0: Quand la Chine surveille son peuple (et demain le monde), Tallandier, 27 août 2020 (ISBN 979-10-210-4319-0, lire en ligne), p. 221
- [35] « Est-il possible d'échapper à la vidéosurveillance en Chine ? », Le Monde.fr, 11 décembre 2017 (lire en ligne, consulté le 18 avril 2021)
- [36] « La vidéosurveillance est-elle efficace ? », sur lemonde.fr, Quotidien généraliste, 17 mai 2018 (consulté le 3 mai 2019)
- [37] Jean-Pierre Langellier, « La Grande-Bretagne se transforme en une "société sous surveillance" », Le Monde, 3 novembre 2006 (consulté le 1er juin 2020)
- [38] « Est-il possible d'échapper à la vidéosurveillance en Chine ? », Le Monde, 11 décembre 2017 (consulté le 1er juin 2020)
- [39] « En Chine, des caméras devinent qui sont les passants dans la rue », Le Monde Video, Dailymotion, 2017 (consulté le 1er juin 2020)
- [40] Worldwide Analog Security Camera Unit Shipments to Near 44 Million by 2014 (version du 8 novembre 2018 sur internet).

- [41] Assessing the impact of CCTV (February 2005) Home Office Research, Development and Statistics Directorate [PDF]
- [42] 'Very few resources are given to the police to analyse the material' - Owen Bowcott, The Guardian, 6 mai 2008
- [43] Bruce Schneier - bibliographie de Bruce Schneier sur son site officiel
- [44] Bruce Schneier, chef de la sécurité de British Telecom, CCTV doesn't keep us safe, yet the caméras are everywhere, The Guardian, 26 juin 2008
- [45] Le voyeurisme récompensé en Grande-Bretagne, article publié dans Le Monde le 6 octobre 2009.
- [46] Jerry Ratcliffe, Video Surveillance of Public Places, Département de la Justice des États-Unis, Office of Community Oriented Policing Services, février 2006, (ISBN 1932582584)
- [47] « Dalle du Val-Fourré. L'échec de la vidéosurveillance », Le Courrier de Mantes, 8 novembre 2006
- [48] Rapport d'observations définitives - Ville de LYON - Sécurité publique, Exercices 2003 et suivants, cité par Jean-Marc Manach, L'impact de la vidéosurveillance est de l'ordre de 1 %, Bug Brother, blog hébergé par Le Monde, 28 juillet 2010
- [49] Rapport sur l'efficacité de la vidéo protection, Ministère de l'Intérieur, de l'Outre Mer et des Collectivités territoriales, juillet 2009
- [50] Eric Heilmann et Tanguy Le Goff, "Vidéosurveillance, un rapport qui ne prouve rien"
- [51] Vidéo-surveillance ou vidéo-protection ? Contradicteurs : Éric Heilmann et Philippe Melchior ; médiateurs : Anne-Cécile Douillet et Séverine Germain. Le Muscadier, 2013
- [52] « Inefficacité de la vidéosurveillance », sur Voie militante, Denis Szalkowski, 3 septembre 2008 (consulté le 7 juillet 2020).
- [53] <http://partisocialistebezierscentre.midiblogs.com/archive/2008/06/27/video-surveillance-une-fausse-bonne-solution.html> (consulté le 7 juillet 2021)
- [54] <https://www.clubic.com/actualite-134714-cnil-encadrer-videosurveillance.html> (consulté le 7 juillet 2021).

- [55] LOI no 2011-267 du 14 mars 2011 d'orientation et de programmation pour la performance de la sécurité intérieure : Article 17, 14 mars 2011 (lire en ligne)
- [56] Eric Heilmann, Philippe Melchior, Anne-Cécile Douillet, Séverine Germain, Vidéo-surveillance ou vidéo-protection ?, Paris, Le Muscadier, 2012, 125 p.(ISBN 979-10-90685-07-9), p. 13-15
- [57] Martin Untersinger, « Marseille, Nice, Saint-Etienne : les semonces de la CNIL face à de nouveaux projets sécuritaires », sur Le Monde, 30 octobre 2019 (consulté le 18 mai 2020).
- [58] « Safe city à Marseille premier recours contre la vidéosurveillance automatisée de l'espace public ? », sur Ligue des droits de l'homme (France), 20 janvier 2020.
- [59] « Confinement : la surveillance policière par drones dénoncée par deux associations », Le Monde.fr, 4 mai 2020 (lire en ligne , consulté le 21 mai 2020)
- [60] Lakhdar Imlouli, GUIDE DE LA VIDÉOSURVEILLANCE : tout ce qu'il faut savoir sur les différentes technologies de la vidéosurveillance, Suresnes, Les Editions du Net, 2014, 152 p. (ISBN 978-2-312-02810-1)
- [61] Gouaillier V, Fleurant A-E () La vidéosurveillance intelligente : promesses et défis, rapport de veille technologique et commerciale, mars 2009
- [62] Iordanova V, Khoudour L, Tanniou P-Y, Durlin T (2014), Vidéoprotection intelligente sur les réseaux mobiles 3G appliquée au trafic autoroutier ; congrès ATEC ITS France 2014 : Les rencontres de la Mobilité Intelligente
- [63] Identification faciale : traque à la tête du client - Le Point, 17 janvier 2008
- [64] Qigui Zhang, Yu Chen, (2014), Design of Wireless Intelligent Video Surveillance System Based on 3G Network, Telkomnika
- [65] Minority Report comes to Britain: The CCTV that spots crimes BEFORE they happen - James Slack, Daily Mail, 28 novembre 2008
- [66] Claire Legros, Antoine Courmont, « La crise du coronavirus accélère la recomposition de la gouvernance de la ville numérique », Le Monde, 9 octobre 2020 (consulté le 10 octobre 2020).
- [67] Félix Tréguer, « La « ville sûre » ou la gouvernance par les algorithmes », sur Le Monde Diplomatique, juin 2019 (consulté le 1er avril 2020)

- [68] « Reconnaissance faciale : un nécessaire débat », Le Monde, 16 novembre 2019 (consulté le 1er juin 2020)
- [69] « Surveillance camera tesla hack/ », sur japantimes.co.jp, 10 mars 2021 (consulté le 19 mars 2021)
- [70] « Des images de vidéosurveillance à la frontière américaine piratées », Le Monde avec AP, 11 juin 2019 (consulté le 19 mars 2021)
- [71] « Tesla, hôpitaux, écoles... Des dizaines de milliers de caméras de vidéosurveillance d'entreprises piratées », Le Monde avec AFP, 10 mars 2021 (consulté le 19 mars 2021)
- [72] Références disponibles sur le site [https://a \[archive\] m z n. t o/2GchLVW](https://a[archive]mzn.t o/2GchLVW)
- [73] « Vidéosurveillance : paradigme du technosolutionnisme », InternetActu, 2 juin 2018 (lire en ligne , consulté le 3 juin 2018)
- [74] Contributeurs de Stack Overflow, "Apprenez OpenCV", eBook gratuit. URL : <https://riptutorial.com/Download/opencv-fr.pdf>
- [75] David, L., Andres, M., Vicente, P., Juan, V.: "Car license plates extraction and recognition based on connected components analysis and HMM decoding". In: *lbPRIA*, vol. 1, pp.571–578 (2005)
- [76] Dlagnekov, L., "Video-based car surveillance: License plate makes, and model recognition". Dissertation, U.C. San Diego. AdaBoost and a detector cascade. In: *NIPS*, vol. 14 (2002).
- [77] Dai, Y., Ma, H., Liu, J., Li, L.: "A high performance license plate recognition system based on the web technique". In: *Proceedings of IEEE Intelligent Transportation Systems*, pp.325–329 (2001)
- [78] Lingrand Diane, " COURS DE RAITEMENT D'IMAGES", Rapport de recherche, Laboratoire I3S, Univeristé de Nice, Janvier 2004.
- [79] Yannick Copin, "Analyse scientifique avec Python", Cours en ligne, Février 2019. URL: <https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/informatique-python/m2/informatique-python.pdf>
- [80] Ameer CHHAYDER et Imene BELHADJ MOHAMED, "Système de Reconnaissance Automatique des Plaques Minéralogiques", Communication, 5th International Conference: Sciences of Electronic, Technologies of Information and Telecommunications, Tunisie, Mars 2009.

- [81] Mohamed cheriet, Nawwaf kharma, Cheng lin liu, Ching y suen, " Character Rocognition System" 2007.
- [82] Beatriz, A "Experiments in image segmentation for automatic US license plate recognition." Dissertation, Virginia Polytechnic Institute and state university 2004
- [83] BAI, H LIU C."A hybrid license plate extraction method based on edge statistics and morphology in :proceedings of the 17th international conference on pattern recognition" vol 2, pp, 831 ,23-26Aug 2004