

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté des Technologies, Département d'Ingénierie des  
Systèmes Electriques

**Mémoire de Master**

Pressé par :

Mendas Sara.

Oukacine Thilleli.

**Filière : Télécommunications**

**Spécialité : Réseaux et Télécommunication**

---

## **Conception et réalisation d'un système de vidéosurveillance intelligent à base d'une carte Raspberry PI**

---

**Le jury est composé de :**

|            |               |     |      |            |
|------------|---------------|-----|------|------------|
| HAMADOUCHE | M'Hamed       | Pr  | UMBB | Président  |
| MESSAOUDI  | Noureddine    | MCA | UMBB | Examineur  |
| RIAHLA     | Mohamed Amine | MCA | UMBB | Rapporteur |

**Année Universitaire : 2019/2020.**

## *Dédicace*

*Avant toute chose, je remercie dieu tout puissant de m'avoir aidé et éclairé mon chemin.*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, La flamme de Mon cœur, ma vie et mon bonheur :*

*Ma chère maman*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir mon père.*

*Que dieu vous donne votre santé et sa protection.*

*A toi mon chère frère Aghiles*

*A mes chères sœurs Kahina et Thiziri*

*A ma moitié Nassim.*

*A ma chère amie, ma binôme Sara.*

*A Sabrina Amelal et kehoul Sara et a Kenza pour leurs accueil chaleureux.*

*A monsieur Lamrani kamel et lyes pour leurs soutiens durant toute cette période.*

*A tout ma famille chaque un par son nom.*

*A tous ceux qui, ne serait-ce que par un mot, m'ont donné la force de continuer.*

*Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.*

**Oukacine Thilleli.**

## *Dédicace*

*Merci « Allah » Dieu le tout puissant qui m'a donné le*

*Courage, l'intelligence, la force et la patience pour réaliser ce Travail.*

*A la personne qui a tout donné pour que je ne risque jamais manquer de rien, et qui m'a toujours soutenue et encouragée le long de mon parcours scolaire, ainsi que dans tout ce que j'entreprends dans ma vie, à toi mon chère père.*

*A la source qui m'a entourée avec ses sentiments et le cœur qui m'a réchauffée avec son amour, à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite. La personne la plus chère au monde ; à toi ma Mère.*

*A mes chers frères, Mohamed, Mourad et Yanis ; mon petit porte bonheur pour mon projet.*

*A mes tantes : Saliha, Nadia, Ghenima, Feta, pour leurs soutien et leurs encouragement et en particulier Zahia ; qui ne cesse de me prouver son amour je t'aime ma chère*

*A la sœur que je n'ai jamais eue, la personne avec laquelle j'ai partagé ce présent mémoire Thilleli.*

*A monsieur Lamrani Kamel, et Lyes pour leur soutien, et pour l'aide qu'ils m'ont apportée à fin réaliser mon Travail.*

*A mes amies Sara Kehoul, Arab Assia, Sabrina Amelal , Saidi Fiaza, Sara Ait Aissa et Chahinez Chaou pour leur soutien, et encouragement.*

*Aux futurs développeurs Yanis Saadi et Amadou Porgo, pour leur effort et encouragement, merci.*

*J'adresse également mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis qui m'ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce Travail.*

**Mendas Sara.**

## *Remerciements*

*Au terme de ce mémoire, nous tenons à remercier tout naturellement et en premier lieu Allah le tout puissant pour la force, le courage, la santé, et la patience et qui nous a donné pour mener à bien ce travail.*

*Nos vifs remerciements vont également :*

*A notre promoteur Mr. RIAHLA Mohamed Amine, pour nous avoir dirigées et fournis toutes les informations nécessaires, ainsi que pour ses efforts et les conseils qu'il nous a donnés lors des différents suivis tout au long de la durée de notre projet.*

*Principalement au chef du Département de Technologies de l'Information "MONSIEUR ARAB AREZKI" pour son accueil chaleureux, son aide et son soutien.*

*A notre encadrant professionnel Monsieur "MERZOUK STAMBOULI" Ingénieur de réseau et télécommunication, pour son soutien et suivi tout au long de la durée de notre projet. Ce qui a permis à notre stage de se dérouler dans des bonnes conditions.*

*Messieurs, nous saisissons cette occasion pour vous exprimer notre profonde gratitude et notre reconnaissance tout en vous témoignant notre grand respect.*

*Nos remerciement s'adressent également à monsieur le président de jury et les membres de jury d'avoir accepté d'assister à notre soutenance et de juger notre travail.*

*Enfin, au terme de ce travail, nous tenons à présenter nos vifs remerciements à toutes les personnes qui ont contribués, de près ou de loin, à son bon déroulement.*

## **Résumé :**

De nos jours les problèmes de sécurité se font de plus en plus ressentir dans notre vie quotidienne : (menaces terroriste, cambriolages, etc...), ainsi la vidéosurveillance peut être un atout essentiel pour faire face à ce genre de situations.

Le besoin de renforcer le niveau de sécurité devient un sujet primordial dans différents domaines d'activité. Ce qui pousse à réfléchir à la possibilité de surveiller les lieux de travail afin de détecter des individus suspects et d'éviter d'éventuels attentats. Dans ce cadre, la vidéosurveillance peut servir comme outil d'authentification et de sécurité, en protégeant les biens et les personnes.

Notre travail consiste à doter l'entreprise SONATRACH CRD (Centre de Recherche et Développement), d'un dispositif qui permettra de mettre en place un système de vidéosurveillance intelligent, en intégrant un système de reconnaissance faciale capable de détecter tout mouvement de personnes dans une zone surveillée, et de déclencher par la suite des alertes emails .

**Mots clés** : vidéosurveillance, open cv, python, temps réel.

### **Abstract :**

Nowadays security problems are more and more felt in our daily life : (terrorist threats, burglaries, etc ...), thus video surveillance can be an essential asset to deal with this kind of situations.

The need to reinforce the level of security becomes a paramount subject in different fields of activity. This lead us to think about the possibility of monitoring workplaces in order to detect suspicious individuals and avoid possible attacks. In this context, video surveillance can serve as an authentication and security tool, protecting property and people.

Our work consists in providing the company SONATRACH CRD (Center for Research and Development) with a device that will allow the implementation of an intelligent video surveillance system, by integrating a facial recognition system able to detect any movement of people in a monitored area, and then trigger email alerts.

**Key wordes** : video surveillance, open cv, python, real time.

## ملخص:

في وقتنا الحاضر أصبحت المشاكل الامنية أكثر احساسا وشعورا في حياتنا اليومية، (تهديدات الارهابية، السطو، السرقة...) لهذا فإن كاميرات المراقبة هي الحل الأمثل لمواجهة مثل هذه المشاكل.

إن الحاجة إلى تقوية مستوى الحماية والأمن أصبح موضوع الحاضر في مختلف مجالات الحياة، وهي تخلق امكانية مراقبة الأشخاص المشتبه بهم لتجنب الهجمات المحتملة، بكل بساطة يمكن اختيار كاميرات المراقبة كوسيلة المصادقة والأمن لحماية الاملاك والاشخاص.

لهذا فإن عملنا يهدف لإكساب سوناطراك (مركز البحث والتطوير) بأداة التي تمكنها من وضع نظام مراقبة ذكي وذلك لإدماج نظام كشف الوجه الذي يسمح لنا بكشف اي حركة لشخص في منطقة المراقبة، ومن ثم إطلاق تنبيهات البريد الالكتروني.

كلمات مفتاحية: المراقبة بالفيديو، البايثون، opencv، الوقت الحالي

## **Table des matières**

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. CHAPITRE 01 : Présentation de l'organisme d'accueil :</b>             | <b>18</b> |
| <b>1.1 Historique SONATRACH :</b>                                           | <b>18</b> |
| <b>1.2 Les principales missions de la SONATRACH :</b>                       | <b>19</b> |
| <b>1.3 L'organisation de SONATRACH :</b>                                    | <b>20</b> |
| <b>1.4 Organigramme de la Macrostructure de SONATRACH :</b>                 | <b>21</b> |
| <b>1.5 Présentation de la Division Laboratoires :</b>                       | <b>22</b> |
| <b>1.5.1 Historique de la Division Laboratoire :</b>                        | <b>22</b> |
| <b>1.5.2 Les missions de la Division Laboratoires sont définies ainsi :</b> | <b>22</b> |
| <b>1.5.3 L'Organisation de la Division Laboratoire :</b>                    | <b>22</b> |
| <b>1.6 Cahier de charge du projet :</b>                                     | <b>23</b> |
| <b>1.6.1 Contexte :</b>                                                     | <b>23</b> |
| <b>1.6.2 Objectif :</b>                                                     | <b>23</b> |
| <b>1.6.3 Etude de l'existant :</b>                                          | <b>24</b> |
| <b>1.6.4 Description de la solution :</b>                                   | <b>25</b> |
| <b>1.6.5 Spécifications techniques :</b>                                    | <b>26</b> |
| <b>1.7 CONCLUSION :</b>                                                     | <b>26</b> |
| <b>2. CHAPITRE 02 : Généralité sur la vidéosurveillance :</b>               | <b>28</b> |
| <b>2.1 Introduction :</b>                                                   | <b>28</b> |
| <b>2.2 L'image numérique :</b>                                              | <b>28</b> |
| <b>2.2.1 Définition d'une image :</b>                                       | <b>28</b> |
| <b>2.2.2 Types d'images :</b>                                               | <b>28</b> |
| <b>2.3 Caractéristiques de l'image :</b>                                    | <b>29</b> |
| <b>2.4 Formats d'image :</b>                                                | <b>31</b> |
| <b>2.5 Les catégories d'images :</b>                                        | <b>32</b> |
| <b>2.6 La vidéo :</b>                                                       | <b>33</b> |
| <b>2.6.1 Définition d'une vidéo :</b>                                       | <b>33</b> |
| <b>2.6.2 Types de vidéo :</b>                                               | <b>33</b> |
| <b>2.6.3 Compression d'un fichier vidéo : [8]</b>                           | <b>35</b> |
| <b>2.7 Les différents types de codec :</b>                                  | <b>36</b> |
| <b>2.8 Principe de compression vidéo :</b>                                  | <b>37</b> |
| <b>2.9 Les avantages d'une vidéo numérique :</b>                            | <b>38</b> |
| <b>2.10 La vidéosurveillance :</b>                                          | <b>39</b> |
| <b>2.10.1 Définition :</b>                                                  | <b>39</b> |



|        |                                                              |    |
|--------|--------------------------------------------------------------|----|
| 2.10.2 | Objectifs d'un système de vidéosurveillance :                | 39 |
| 2.10.3 | Principe d'un système de vidéo surveillance :                | 39 |
| 2.10.4 | Les problèmes liés à la vidéosurveillance :                  | 40 |
| 2.10.5 | Les types de vidéosurveillance :                             | 40 |
| 2.10.6 | Passer de l'analogique au numérique :                        | 43 |
| 2.10.7 | Domaines d'application de vidéosurveillance : [13]           | 44 |
| 2.11   | Conclusion :                                                 | 44 |
| 3.     | CHAPITRE 03 : Synthèse de matériels de conception :          | 46 |
| 3.1    | Introduction :                                               | 46 |
| 3.2    | Présentation du Raspberry Pi :                               | 46 |
| 3.3    | Connexion de l'ensemble des éléments : [19]                  | 51 |
| 3.4    | Les différentes utilisations du Raspberry Pi : [17]          | 52 |
| 3.5    | Préparation du Raspberry Pi :                                | 53 |
| 3.5.1  | Système d'exploitation : [16]                                | 53 |
| 3.5.2  | Placement de la camera sur le port :                         | 54 |
| 3.6    | Configurer Raspberry Pi :                                    | 55 |
| 3.7    | Connexion à distance :                                       | 57 |
| 3.7.1  | Connexion SSH : [20]                                         | 57 |
| 3.7.2  | Connexion VNC (Virtual Network Computing): [21]              | 58 |
| 3.8    | Programmer Raspberry Pi : [22]                               | 59 |
| 3.8.1  | Présentation du python : [23]                                | 60 |
| 3.9    | Conclusion :                                                 | 61 |
| 4.     | CHAPITRE 04 : Conception et réalisation de la solution :     | 63 |
| 4.1    | Introduction :                                               | 63 |
| 4.2    | Etat de l'art sur la détection d'objet :                     | 63 |
| 4.2.1  | Système de détection :                                       | 63 |
| 4.2.2  | Problèmes de la détection de visage :                        | 64 |
| 4.2.3  | Détection de visage par l'algorithme de Viola et Jones :     | 64 |
| 4.2.4  | Fonctionnement de la détection des visages :                 | 66 |
| 4.2.5  | Caractéristiques de la méthode de Viola Jones :              | 67 |
| 4.2.6  | Reconnaitre des visages sous Open CV : [25]                  | 70 |
| 4.2.7  | Domaine d'application de la méthode de Viola et Jones : [37] | 72 |
| 4.3    | Réalisation, test et résultats :                             | 75 |
| 4.3.1  | Mise en place du système :                                   | 75 |
| 4.3.2  | Analyse des risques :                                        | 76 |
| 4.3.3  | Décomposition du travail :                                   | 76 |

|       |                                                             |     |
|-------|-------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.4 | Lancement des programmes et test de l'application : .....   | 92  |
| 4.3.5 | Conclusion : .....                                          | 95  |
| 5.    | Conclusion générale : .....                                 | 96  |
|       | Bibliographie .....                                         | 97  |
|       | Webographie : .....                                         | 99  |
|       | Annexe : .....                                              | 101 |
| 1-    | Langage de programmation python : [38].....                 | 101 |
| 1.1   | Introduction : .....                                        | 101 |
| 1.2   | Les différents types de variable : .....                    | 101 |
| 1.2.1 | Les nombres entiers : .....                                 | 101 |
| 1.2.2 | Les nombres flottants : .....                               | 101 |
| 1.2.3 | Les chaines de caractères : .....                           | 101 |
| 1.3   | Les structures (boucles et instruction conditionnels) ..... | 102 |
| 1.3.1 | Les boucles « For » : .....                                 | 102 |
| 1.3.2 | Les boucles « while » : .....                               | 102 |
| 1.3.3 | Les instructions conditionnelles « if » : .....             | 103 |
| 1.4   | Création des répertoires : .....                            | 103 |
| 1.5   | Les bibliothèques python : .....                            | 103 |
| 1.5.1 | La bibliothèque « Numpy » : [39].....                       | 103 |
| 1.5.2 | La bibliothèque « OS » : .....                              | 104 |

### **Liste des abréviations:**

**RVB : Rouge, Vert et Bleu.**

**RGB : Reed, Green and Bleu.**

**PPP : Pixel ou Point Par Pouce.**

**DPI : Dots Per Inch.**

**FPS : Frames Per Second.**

**NTSC : National Television Systems Commitee « usa ».**

**SECAM : System Electronique Color Aver Memoir « France ».**

**PAL : Phase Alternation Line « Allemagne ».**

**CO : Codeur.**

**DEC : Décodeur.**

**MPEG :Moving Picture Experts Group.**

**DIVX : Digital Video Express.**

**IP : Internet Protocole.**

**DVR : Digital Video Recorder.**

**HDMI : High Definition Multimedia Interface.**

**USB : Universal Serial Bus.**

**RCA : Radio Coporation of America.**

**GPIO : General Purpose Input/Output.**

**FTP : File Transfert Protocole.**

**VNC : Virtual Network Computing.**

**SSH : Secure Shell.**

**OPENCV : Open Source Computer Vision.**

### **Liste des tableaux:**

|                                                         |           |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tableau 1:Les standards analogiques. ....</b>        | <b>34</b> |
| <b>Tableau 2:Les caractéristiques des modèles. ....</b> | <b>47</b> |

## Liste des figures :

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Logo de l'entreprise. ....                                                              | 18 |
| Figure 2 : Schéma descriptif de la salle des serveurs. ....                                        | 24 |
| Figure 3: Armoires des serveurs. ....                                                              | 25 |
| Figure 4 : Synthèse additive des couleurs primaire. ....                                           | 29 |
| Figure 5 : Pixel dans une image numérique. ....                                                    | 29 |
| Figure 6 : Séquence type avec des images I, B et P. ....                                           | 33 |
| Figure 7: Compression spatiale. ....                                                               | 37 |
| Figure 8 : Compression temporelle. ....                                                            | 38 |
| Figure 9 : Le principe de la vidéosurveillance.....                                                | 39 |
| Figure 10: Vidéosurveillance analogique.....                                                       | 40 |
| Figure 11: Vidéosurveillance numérique.....                                                        | 42 |
| Figure 12: Schéma d'installation de la vidéosurveillance analogique et numérique. ....             | 43 |
| Figure 13: Différentes modèles de Raspberry pi. ....                                               | 47 |
| Figure 14: Raspberry pi 3 modèle B. ....                                                           | 48 |
| Figure 15: Les composants standards d'un Raspberry pi. ....                                        | 48 |
| Figure 16: Les ports GPIO. ....                                                                    | 50 |
| Figure 17: Boitier de la carte Raspberry pi. ....                                                  | 50 |
| Figure 18: Système Raspberry pi. ....                                                              | 51 |
| Figure 19: Le système d'exploitation Raspbian OS. ....                                             | 53 |
| Figure 20: Ecriture de l'image Raspbian for robots sur la carte SD. ....                           | 54 |
| Figure 21: Camera Raspberry pi. ....                                                               | 55 |
| Figure 22: Logiciel Putty. ....                                                                    | 57 |
| Figure 23: Invite de commande via SSH. ....                                                        | 58 |
| Figure 24: L'accès au VNC.....                                                                     | 59 |
| Figure 25: Interface graphique sur le logiciel TIGHTVNC VIEWER.....                                | 59 |
| Figure 26: Slogan de langage PYTHON. ....                                                          | 60 |
| Figure 27: Détection des yeux et le visage.....                                                    | 65 |
| Figure 28: Les 4 types de rectangle utilisés pour l'extraction des caractéristiques du visage..... | 66 |
| Figure 29: Méthode d'extraction d'un visage dans une image.....                                    | 66 |
| Figure 30: Exemple de caractéristique de Haar.....                                                 | 68 |
| Figure 31: L'algorithme de détection du visage. ....                                               | 69 |
| Figure 32: Classifieur en cascade. ....                                                            | 70 |
| Figure 33: Le logo d'OpenCV. ....                                                                  | 71 |
| Figure 34: Détection de visage.....                                                                | 71 |
| Figure 35: Reconnaissance faciale.....                                                             | 72 |

|                                                                                        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figure 36: Détection de visage et les résultats de la fonction de putText. ....</b> | <b>83</b> |
| <b>Figure 37: Accès au site web depuis plusieurs navigateurs en même temps. ....</b>   | <b>85</b> |
| <b>Figure 38: Ouverture d'une session web. ....</b>                                    | <b>88</b> |
| <b>Figure 39: Lancement de programme. ....</b>                                         | <b>89</b> |
| <b>Figure 40: IP adresse de Raspberry. ....</b>                                        | <b>92</b> |
| <b>Figure 41: Vidéos en direct depuis le web. ....</b>                                 | <b>93</b> |
| <b>Figure 42: Vidéos en direct depuis le Smartphone. ....</b>                          | <b>93</b> |
| <b>Figure 43: Les alertes par email. ....</b>                                          | <b>94</b> |
| <b>Figure 44: Les vidéos enregistrent après la détection de personne. ....</b>         | <b>94</b> |
| <b>Figure 45: Vidéo streaming par des différents navigateurs. ....</b>                 | <b>95</b> |

## INTRODUCTION GENERALE :

Depuis le début des années 40, la vision par ordinateur est un domaine de recherche qui n'a cessé de se développer. En 1950, Alan Turing un des pères fondateurs de l'intelligence artificielle se posait une question : « Est qu'une machine peut faire ce que nous les êtres humains faisons ? » dans son article scientifique 'Computing Machinery and Intelligence', cette question est au cœur même de L'intelligence artificielle. On peut définir l'intelligence artificielle par l'ensemble de théories et de techniques qui cherchent à développer des systèmes étant capables de simuler le comportement humain, parmi toute ces théories et techniques une fonction efficace c'est la ; vision par ordinateur.

La vision par ordinateur selon Arthus Samuel ; est une discipline qui vise à donner à un ordinateur la capacité d'apprendre plutôt que de le programmer de façon explicite. Elle se trouve aujourd'hui dans de nombreux secteurs d'activité tels que ; Les systèmes d'imagerie ; diagnostique de maladies ; et les caméras de surveillance...etc. Des développements importants ont été réalisés, mais la vision par ordinateur reste un champ d'investigation très actif malgré de nombreux problèmes, difficiles et non entièrement résolus.

Les développements technologiques récents de la vision par ordinateur et traitement des images ont révélé que les caméras vidéo sont très fiables, c'est un moyen très efficace pour collecter et analyser des données.

Durant les dix dernières années, diverses méthodes de détection des visages ont vu le jour. Cependant, la majorité des méthodes souffre de la complexité du contenu des images et du bruit. Pour notre cas de détection des visages, nous avons choisi d'utiliser une des techniques : la méthode de Viola et Jones. [37]

Viola et Jones ont présenté une nouvelle méthode de détection de visage qui est efficace, et capable de détecter des visages en temps-réel. Leur travail rend possible l'utilisation des applications de la détection de visage dans le monde réel tels que appareil photos numérique, mobile, caméra de surveillance, etc. [33]

Les Systèmes de Vidéosurveillances sont en voie de devenir des équipements courants de sécurité au même titre que les systèmes d'alarme. A l'aide des méthodes de détections de visages citées précédemment, l'objectif principal de notre travail est de mettre en place un système de vidéosurveillance intelligent qui permet de :

- Détecter un mouvement d'une personne dans la zone de surveillance et enregistrer une vidéo par la suite.
- Diffuser des vidéos d'une Picaméra de Raspberry PI vers un navigateur Web.
- Accéder, à distance à la visualisation des vidéos captées par la caméra de surveillance depuis un navigateur web et un Smartphone.
- Déclencher des alertes par Gmail en cas de détection de personnes.

## **INTRODUCTION GENERALE :**

Notre mémoire s'articulera autour de quatre chapitres : Dans le premier chapitre nous ferons une description de l'organisme d'accueil « lieu de stage ». Dans le deuxième, nous présentons des généralités sur la vidéosurveillance. Nous présentons la synoptique du matériel de conception dans le troisième chapitre. Le quatrième et dernier chapitre présente l'essentiel de notre travail, à savoir le développement d'une application de surveillance intelligente. Enfin, nous terminerons par une conclusion générale où l'essentiel de notre travail est présenté ainsi que les perspectives futures.



# CHAPITRE : 1

## *PRÉSENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL*

sonatrach

## 1. CHAPITRE 01 : Présentation de l'organisme d'accueil :

### 1.1 Historique SONATRACH :

**SONATRACH** est une compagnie étatique algérienne et un acteur international majeur dans l'industrie des hydrocarbures.

Le groupe pétrolier et gazier est classé 1<sup>ère</sup> en Afrique et 12<sup>ème</sup> dans le monde en 2013, toutes activités confondues, avec un chiffre d'affaires à l'exportation de plus de 63 milliards de US\$.

Née le 31 décembre 1963, la compagnie intervient dans l'exploration, la production, le transport par canalisations, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Elle est 4<sup>ème</sup> exportateur mondial de GNL, 3<sup>ème</sup> exportateur mondial de GPL et 5<sup>ème</sup> exportateur de Gaz Naturel.

Adoptant une stratégie de diversification, SONATRACH se développe aussi bien dans les activités de génération électrique, d'énergie nouvelle et renouvelables, de dessalement d'eau de mer, de recherche et d'exploitation minière.

Pour suivre sa stratégie d'internationalisation, SONATRACH opère en Algérie et dans plusieurs régions de monde : Afrique (Mali, Niger, Libye, Egypte), Europe (Espagne, Italie, Portugal, Grande Bretagne), Amérique Latine (Pérou) et USA.

Depuis plus de 50 ans, SONATRACH joue pleinement son rôle de locomotive de l'économie nationale. Elle a pour mission de valoriser les importantes réserves en hydrocarbures de l'Algérie. Cet acteur majeur de l'industrie pétrolière, surnommé la majeure africaine, tire sa force de sa capacité à être un groupe entièrement intégré sur toute la chaîne de valeur des hydrocarbures.



**Figure 1 :** Logo de l'entreprise.

## 1.2 Les principales missions de la SONATRACH :

Les missions dévolues à la SONATRACH, vu son rôle moteur dans la dynamique du développement de l'économie du pays, tant en Algérie qu'à l'étranger sont :

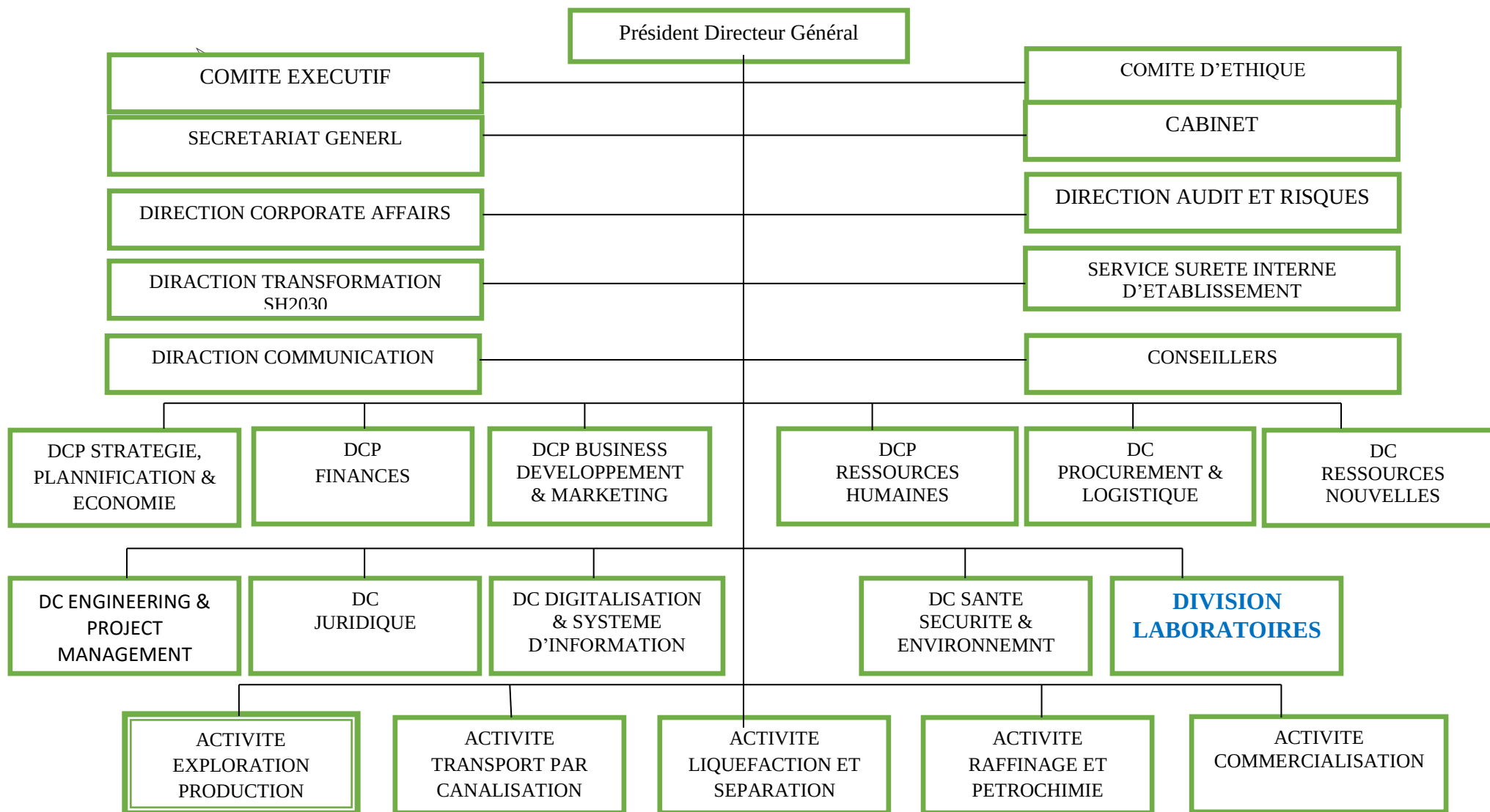
- La prospection, la recherche et l'exploitation d'hydrocarbures.
- L'exécution et le développement des gisements de pétrole et de gaz naturel.
- Contribution au développement national par la maximisation de la valeur à long terme des ressources hydrocarbures en Algérie.
- La construction, l'exploitation industrielle et commerciale de tous les moyens de transport d'hydrocarbures par voie terrestre.
- Le traitement et la transformation des hydrocarbures et des produits dérivés.
- L'approvisionnement des hydrocarbures et des produits dérivés du marché national et international.
- La transformation, le raffinage et la commercialisation des hydrocarbures.
- La prise et la détention de tous portefeuilles d'actions, les prises de participations et autres valeurs mobilières dans toutes les sociétés existantes ou à créer en Algérie ou à l'étranger.
- Le développement de toutes les formes d'activités conjointes en Algérie et hors Algérie, avec des sociétés nationales ou étrangères.
- Développement et maintenance des complexes de perfection, de transport et de conditionnement des hydrocarbures.
- Développement des techniques modernes de gestion nationale par le biais de la formation continue.
- L'intensification des efforts d'exploitation et capitalisation des études réalisées dans ce domaine, pour une meilleure connaissance de sous-sol et la mise en évidence des réserves d'hydrocarbures potentielles.
- Le développement, l'exploitation et la gestion des réseaux de transport, de stockage et de chargement des hydrocarbures.

### 1.3 L'organisation de SONATRACH :

L'entreprise <<SONATRACH>> est chargée et administrée par :

- **Une Direction Général représentée par :**
  - Un Président Directeur General.
  - Six Vices Présidents Adjoints.
  - Plusieurs postes de conseillers et assistant.
  - Inspection général.
- **Des Directions Centrales Fonctionnelles :**
  - Direction Finance et Juridique.
  - Direction Ressource Humaine.
  - Direction Stratégie, Planification & Economie.
  - Direction Business Développement & Marketing.
  - Direction Production & Logistique.
  - Direction Ressource Nouvelle.
- **Des Structures Opérationnelles :**
  - Activité Exploration-Production.
  - Activité Commercialisation.
  - Activité Raffinage & Pétrochimie.
  - Activité Liquéfaction & Séparation.
  - Activité Transport Par Canalisations.
- **Des Structures de soutiens constituées de :**
  - Division Laboratoires.
  - Centre de traitement informatique.
  - Direction sport et performance.

#### 1.4 Organigramme de la Macrostructure de SONATRACH :



## **1.5 Présentation de la Division Laboratoires :**

### **1.5.1 Historique de la Division Laboratoire :**

La division laboratoires (est la nouvelle appellation du centre de recherche et de développement) est une unité de la SONATRACH créée par la décision A-001(R7) Installé à BOUMERDES depuis 1975, elle fait partie de L'activité Amont.

L'activité de la Division relève du domaine de l'exploitation des hydrocarbures et constitue le support technique en analyse et l'étude de laboratoire.

### **1.5.2 Les missions de la Division Laboratoires sont définies ainsi :**

Fournir à l'entreprise des prestations en matière d'analyses et d'études de synthèse et d'expertises.

- Participer à l'activité de veille scientifique et technologique au profit de l'expertise.
- Assurer le développement de nouveaux procédés, techniques et méthodes d'analyses et d'interventions.
- Le développement de l'activité de recherche appliquée aux différents Domaines de l'entreprise.
- La réalisation des études, synthèses, prestations d'analyses, d'expérimentation de soutien se rapportant aux besoins d'exploitation, de production, de transport d'hydrocarbures, de liquéfaction et de valorisation du gaz naturel.
- La promotion de l'expertise dans le domaine des hydrocarbures, de la pétrochimie et de l'environnement.
- Le développement de la mise en œuvre de la politique et des techniques nécessaires à la protection de l'environnement.
- L'intégration des potentialités nationales dans les processus de développement de l'activité recherche de l'entreprise.

### **1.5.3 L'Organisation de la Division Laboratoire :**

#### **Des Structures opérationnelles constituées par :**

- Direction géologie.
- Direction gisement.
- Direction Assistance aux unités industrielles.
- Direction Laboratoire & cartothèque centrale (HMD).

- **Des Structures fonctionnelles constituées par :**

- Direction logistique.
- Direction Gestion du personnel.
- Direction Finances.
- Département qualité et HSE.
- Département Technologie de l'Information.
- Département Technique.
- Département juridique.

## 1.6 **Cahier de charge du projet :**

### 1.6.1 **Contexte :**

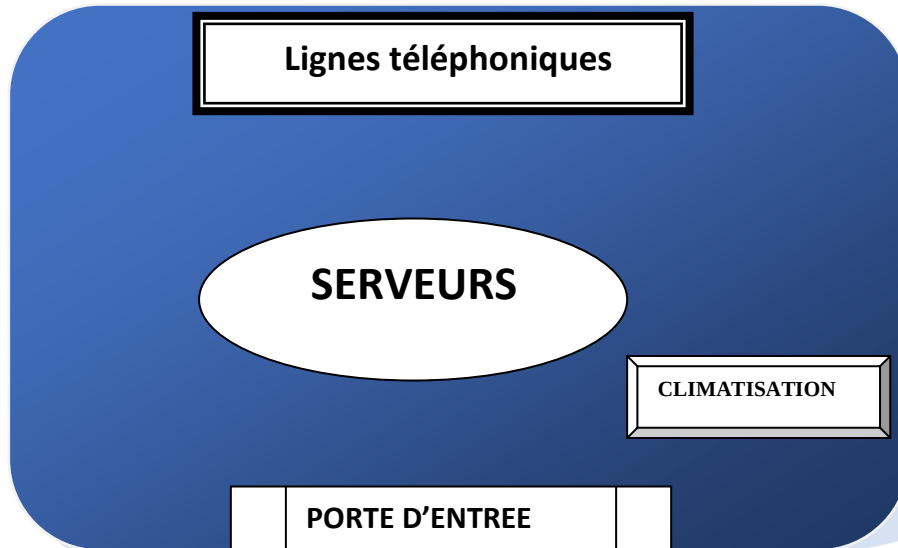
Dans le cadre de renforcement de la sécurité du département de technologies d'information et de communication du CRD (Centre de Recherche et Développement) localisé à Boumerdes, la mise en place d'une application de surveillance à distance pour la salle des serveurs est indispensable, afin d'assurer les différents contrôles.

### 1.6.2 **Objectif :**

- Le but premier de notre projet est de détecter un mouvement d'une personne dans la zone de surveillance.
- L'envoi des alertes par email à l'administrateur de la salle des serveurs en cas d'anomalie (détection de mouvements d'une personne), enregistrer les vidéos par la suite.
- L'accès à distance pour visualiser les vidéos captées par la caméra de surveillance depuis un navigateur web et un Smartphone.

### 1.6.3 Etude de l'existant :

La salle serveur est la salle de gestion du parc informatique de l'entreprise SONATRACH « CRD » le schéma suivant d'écrit l'état actuel de cette dernière :



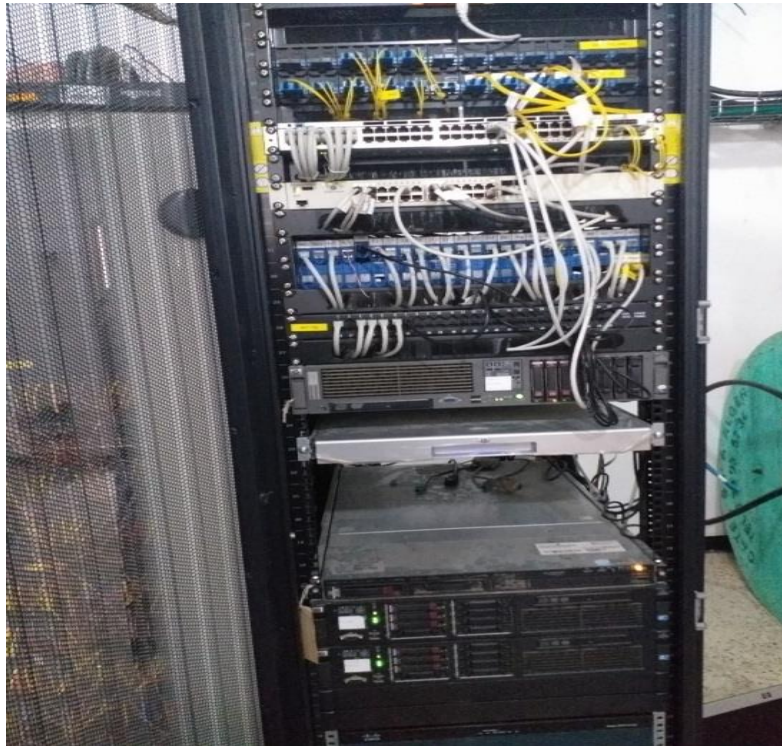
**Figure 2 :** Schéma descriptif de la salle des serveurs.

La salle contient :

- Les serveurs.
- Les lignes téléphoniques (lignes quatre chiffres, lignes six chiffres, lignes analogiques et numériques).
- Climatisation pour garder la température stable dans la salle.

D'après cette description, et Après discussion avec l'encadrant sur les besoins de la société, l'idée de mettre en œuvre un système de surveillance de la salle apparaît nécessaire, ce dernier va servir à contrôler cette salle à distance.





**Figure 3:** Armoires des serveurs.

#### **1.6.4 Description de la solution :**

Pour réaliser les objectifs cités précédemment, nous avons fait une étude détaillée du projet, suite à cette étude nous avons décidé de travailler avec les matériels suivants :

- Raspberry pi 3 model B.
- Carte SD.
- Picaméra.
- Ecran.
- Souris.
- Clavier.
- Modem.
- Câble RJ45.
- Câble HDMI.
- Chargeur (5V/2A).

### 1.6.5 Spécifications techniques :

Les spécifications techniques de notre système sont les suivantes :

- Installer le système d'exploitation « Raspbian for Robots » sur la carte Raspberry Pi.
- Accès au Raspberry Pi à distance avec le protocole SSH et VNC.
- Utilisation de python comme langage de programmation et la bibliothèque OpenCV.
- Utilisation des fichiers XML de Haar pour la détection d'objet.
- Création d'un mini site web en local sur Raspberry Pi pour consulter le flux vidéo de la caméra en direct depuis un navigateur et un Smartphone à l'aide de Flask.
- Utilisation d'un serveur SMTP Gmail, pour envoyer un e-mail avec une image de l'objet détecté par la caméra de surveillance.

### 1.7 CONCLUSION :

L'objectif de ce chapitre, est de présenter l'environnement de stage, d'exposer une vue globale sur la société, et aussi de donner une description brève du cahier de charge et de contexte de travail. Dans les prochains chapitres, on va voir la réalisation du projet et comment mettre en œuvre le système de surveillance afin de répondre au problème demandé.

# CHAPITRE 2 :



## *GENERALITES SUR LA VIDEO SURVEILLANCE*

## **2. CHAPITRE 02 : Généralité sur la vidéosurveillance :**

### **2.1 Introduction :**

Les Systèmes de Vidéosurveillances sont en voie de devenir des équipements de sécurité courants au même titre que les systèmes d'alarme. Ils complètent efficacement ces derniers en offrant la possibilité de vérifier le bienfondé des alertes et peuvent également rendre de nombreux services. Il est en effet très pratique de pouvoir surveiller une ou plusieurs pièces à distance, que ce soit pour un usage privé ou professionnel. Ce chapitre est consacré pour présenter une vue globale sur l'image numérique et la vidéo surveillance.

### **2.2 L'image numérique :**

#### **2.2.1 Définition d'une image :**

L'image est une représentation visuelle d'un objet réel, elle correspond au nombre de pixels qui la composent. L'image est définie comme étant une représentation bidimensionnelle, contenant un certain nombre de lignes et de colonnes. [1]

#### **2.2.2 Types d'images :**

Il existe trois types d'images :

- **Image noir et blanc :**

C'est l'image la plus simple, elle est utilisée pour le traitement de texte, elle est codée en un seul bit. Chaque case de la matrice est soit un 0 (noir) ou bien 1 (blanc). [2]

- **Image en nuances de gris :**

La couleur est codée souvent sur un octet soit 8 bits ce qui offre la possibilité d'obtenir 256 niveaux de gris (0 pour le noir et 255 pour le blanc). [2]

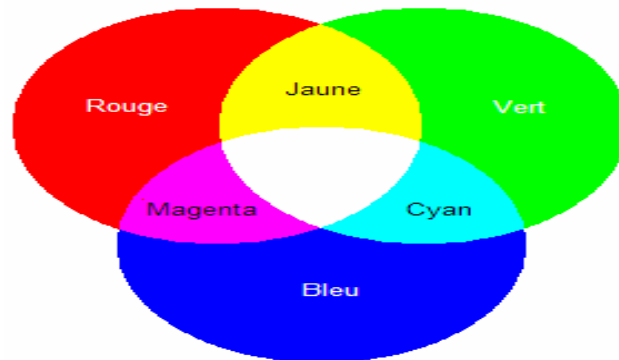
- **Image en couleur :**

On réalise une synthèse additive lorsqu'on superpose plusieurs faisceaux de lumières colorées.

Les couleurs primaires, ou bien les couleurs de base : rouge, vert et bleu (système RVB ou RGB en anglais) permettant de reproduire toutes les couleurs qui peuvent être aperçues par l'œil humain pour cela on déduit que la couleur de chaque pixel est définie par 3 composants :

- Si les trois composants sont à 255, on obtient le blanc.

- Si les trois composants sont identiques, on obtient une nuance de gris.
- Si les trois composants sont à 0, on obtient le noir. [2]



**Figure 4 :** Synthèse additive des couleurs primaire.

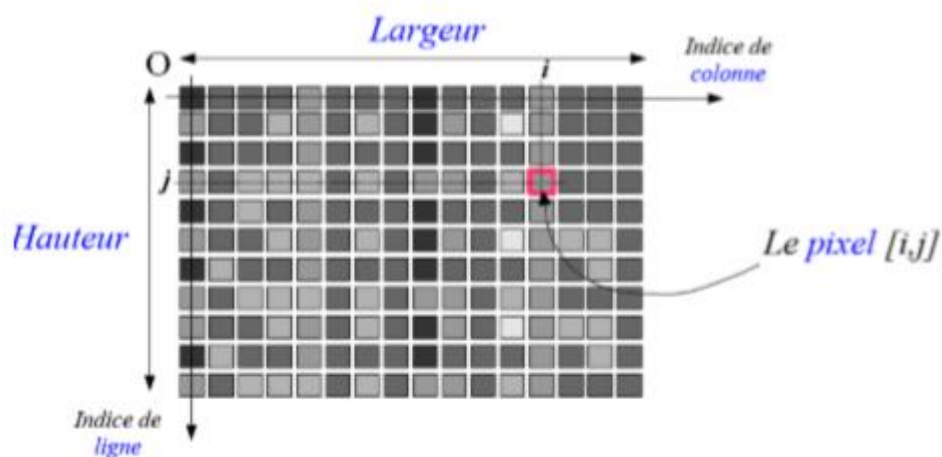
### 2.3 Caractéristiques de l'image :

- **Le pixel :**

L'image contient un nombre fini des points appelés pixel. C'est le plus petit élément d'une surface d'affichage pour une image.

Le rassemblement des différents pixels qui possède plusieurs couleurs construit une image.

Quand la résolution d'une image baisse, le nombre des pixels diminue, ce qui cause la dégradation de la qualité de cette image. [3]



**Figure 5 :** Pixel dans une image numérique.

- **Le poids de l'image :**

Le poids se mesure en octets (et ses multiples : Ko, Mo, Go ) (une unité de mesure informatique), qui présente aussi la taille de l'image.

**Exemple :**

On a une image d'une résolution de (800x474) pixels en couleur, sachant que le poids de chaque pixel est égal à 3 octets, donc :

Le nombre de pixel=  $800 \times 474 = 379200$  pixels.

Le poids de l'image=  $379200 \times 3 = 1137600$  octet.

- **Le bruit :**

On appelle un bruit toute fluctuation parasite ou dégradation, C'est un phénomène causé par un éclairage insuffisant lors de la prise de vue.

- **La luminance :**

La luminance est la puissance de la lumière visible, d'une autre façon on peut dire que c'est le degré de luminosité des points d'une image.

La luminance s'exprime en candela par mètre carré ( $\text{cd/m}^2$ ).

- **La transparence :**

C'est la possibilité de voir à travers l'image des éléments graphiques situés derrière celle-ci, la transparence est une caractéristique définissant le niveau d'opacité des éléments de l'image.

- **La Contraste :**

Une image contrastée présente une bonne dynamique de la distribution des valeurs de gris sur tout l'intervalle des valeurs possibles avec des blancs bien clairs et des noirs profonds.

- **La résolution d'une image :**

Sur les ordinateurs, la résolution est exprimée en nombre de pixels par unité de mesure, aussi pour désigner le nombre total de pixels horizontaux et verticaux sur un moniteur.

Elle est donnée en PPP « pixel ou point par pouce » ou bien DPI « dots per inch ». On a « 1pouce=2.54cm » cette résolution elle nous donne en fait le nombre de pixel par centimètre.

- **Le seuillage :**

Le seuillage d'image est la méthode la plus simple de segmentation d'image. À partir d'une image en niveau de gris, le seuillage d'image peut être utilisé pour créer une image comportant uniquement deux valeurs, noir et blanc.

Le seuillage d'image remplace un à un les pixels d'une image à l'aide d'une valeur seuil fixée. Ainsi, si un pixel a une valeur supérieure au seuil (par exemple 150), il prendra la valeur 255 (blanc), et si sa valeur est inférieure (par exemple 100), il prendra la valeur 0 (noir). [5]

## 2.4 **Formats d'image :**

- **Format vectorielle :**

L'image Vectorielle utilise également la technique du Pixel, mais cette fois, leur position et leur couleur ne sont pas figées puisqu'elles sont calculées dynamiquement par le logiciel.

Une image vectorielle est une image numérique composée d'objets géométriques individuels (segments de droite, polygones, arcs de cercle, etc.) défini chacun par divers attributs de forme, de position, de couleur, etc. Par exemple pour afficher une ligne, le logiciel détermine le point de départ, le point d'arrivée puis la trajectoire à suivre. Ensuite, il calcule et positionne l'ensemble des pixels nécessaires pour afficher cette ligne. Il en va de même pour des formes et des couleurs plus complexes. [6]

- **Format matricielle :**

Encore appelée image Bitmap, l'image matricielle est certainement celle la plus répandue et la plus couramment utilisée. Elle est tout simplement constituée d'une grille de milliers de Pixels représentant les points de couleur successifs de l'image.

Nous parlons de points lorsque ces images sont imprimées ou destinées à l'impression (photographies, publicités, cartes etc.) et nous parlons de pixel pour les images stockées sous forme « binaire » ou « numérique ».

Chaque Pixel est alors un tout petit carré ayant une place bien définie avec sa propre couleur, et l'image devient alors un quadrillage de Pixels, placés les uns à côté des autres, et restituent le rendu visuel. [6]

## 2.5 Les catégories d'images :

Dans le domaine de la compression vidéo une image vidéo est compressée en utilisant différents algorithmes avec des avantages et des inconvénients, axés principalement sur la quantité de compression de données. Ces différents algorithmes pour les trames vidéo sont appelés types d'image ou types de cadre. Les trois principaux types d'images utilisés dans les différents algorithmes vidéo sont I, P et B. Ils sont différents dans les caractéristiques suivantes :

- **Une image I :**

C'est une image de référence appelée Intra-frame. Ou intra-image, elle est autonome et décodée indépendamment, sans référence à d'autres images. La première image d'une séquence vidéo est toujours une intra-image. Elle fait généralement l'objet d'une compression spatiale intra-image. L'intégration régulière d'image I garantit la qualité résultant de la décompression.

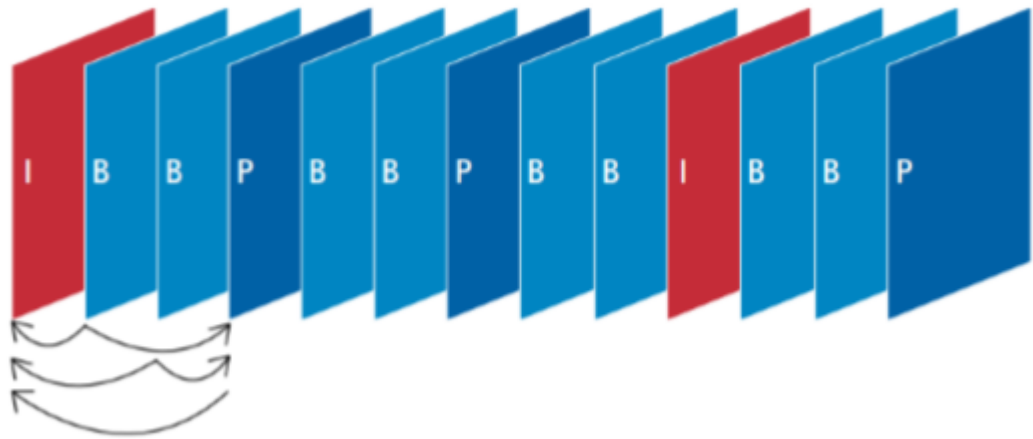
- **Une image P :**

C'est une inter-image prédictive qui fait référence aux parties des images I et/ou P antérieures pour le codage de l'image. Les images P nécessitent généralement moins de bits que les images I, mais elles sont généralement très sensibles aux erreurs de transmission en raison de la dépendance complexe vis-à-vis des images de référence P et I antérieures.

- **Une image B :**

C'est une inter-image bi-prédictive elle dépend de l'information appartenant à elle-même et à des images futures (compression temporelle).





**Figure 6 : Séquence type avec des images I, B et P.**

Lorsqu'un décodeur vidéo rétablit une vidéo en décodant le train de bits image par image, le décodage doit toujours commencer par une image I. Les images P et B, si elles sont utilisées, doivent être décodées avec les images de référence.

## 2.6 La vidéo :

### 2.6.1 Définition d'une vidéo :

Vidéo est un mot latin qui signifie « je vois ». C'est un terme qui regroupe l'ensemble des techniques permettant la visualisation ou l'enregistrement d'images animées accompagnées de son, sur un support électronique.

Une vidéo est une succession d'images qui défile à un rythme fixe pour donner l'illusion du mouvement. En effet, l'œil humain est capable de distinguer environ 20 images par seconde.

On caractérise la fluidité (vitesse) d'une vidéo par le nombre d'images par secondes (en anglais frame rate), exprimé en FPS (Frames par second).

### 2.6.2 Types de vidéo :

Il existe deux grandes familles des systèmes vidéo :

- Vidéo analogique :

Décrit le signal analogique comme un signal électrique dont l'intensité varie dans le temps de façon continue. La qualité du signal final dans ce mode est plus faible car le bruit rajouté au signal lors son traitement altère sa qualité. [7]

✓ **Les standards analogiques :**

| Standard analogiques                                   | Format                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NTSC (National Television Systems Committee - USA)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vidéo analogique en couleur.</li> <li>- 30 images par seconde.</li> <li>- vidéo 525 lignes.</li> <li>- Il peut être exploité pour les DVD vidéo avec une résolution de <math>720 \times 480</math> lignes.</li> <li>- Les deux signaux de chrominance (U et V) sont transmis simultanément.</li> <li>- Bande passante à 60 Hz.</li> </ul> |
| SECAM (System Electronique Color Avec Memoir - France) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vidéo analogique en couleur.</li> <li>- 25 images par seconde.</li> <li>- 625 lignes par image.</li> <li>- Les informations U et V sont transmises alternativement une ligne sur deux.</li> <li>- Bande passante à 50 Hz.</li> </ul>                                                                                                      |
| PAL (Phase Alternation Line - Allemagne)               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vidéo analogique en couleur.</li> <li>- 25 images par seconde.</li> <li>- 625 lignes par image (576 seulement sont affichées).</li> <li>- Bande passante à 60 Hz.</li> </ul>                                                                                                                                                              |

**Tableau 1: Les standards analogiques.**

- **Vidéo numérique :**

La vidéo numérique est l'ensemble des techniques qui permettent d'enregistrer, traiter et de produire les images vidéo sous forme des données numériques .Elle consiste à afficher une succession d'images numériques à une certaine cadence. La vidéo numérique utilise un signal binaire cela signifie que le signal vidéo prend que l'une de deux valeurs 0 et 1. [7]

### 2.6.3 **Compression d'un fichier vidéo : [8]**

Compresser une vidéo c'est jouer sur ce qui la compose, on l'utilise lorsqu'on souhaite réduire la taille d'un fichier numérique, afin que celui-ci prenne moins d'espace de stockage et soit aussi plus facile à transmettre notamment sur internet.

En ce qui concerne les fichiers multimédias de type image, audio, ou vidéo, la compression consiste à réduire la quantité de données tout en minimisant les pertes sur la qualité, on entend par qualité, une résolution de l'image et une bonne fluidité dans le mouvement, autrement, c'est le nombre de pixels qui peuvent être affichés par un dispositif d'affichage. Trouver le compromis entre ces paramètres et les limitations imposées par la technologie permet d'obtenir une qualité de vidéo optimale.

Avant d'exposer des techniques majeures de compression nous devons comprendre ce qui constitue le format d'une vidéo. En avant pour une petite explication des concepts de format conteneur et de codec :

- **Le conteneur :**

Décrit la structure du fichier, il est utilisé pour stocker la vidéo, c'est-à-dire : son flux d'image, son flux audio, et les métadonnées. Il précise notamment quel codec vidéo et audio sont utilisés.

Il peut également intégrer des sous-titres. Le principal objectif de conteneur et donc d'organiser la coexistence entre l'image, le son et éventuellement du texte, et d'autres données liés dans le langage de mode vidéo, on parle du multiplexage, il s'agit globalement de prendre les flux ou les objets séparés et les regrouper dans un seul fichier. On retrouve dans chaque conteneur les données audio et vidéo, ces données doivent être encadrées pour correspondre au format attendu en optimisant la compression, c'est le rôle de codec.

- **Le Codec :**

Abréviation de : « Co: codeurs », « Dec: décodeur » ; Il propose une méthode pour encoder le signal vidéo et audio, selon un format attendu par le conteneur.

L'efficacité d'un Codec se mesure d'une part dans ses capacités de compression, mais aussi de décompression d'une autre part, c'est-à-dire à rétablir la vidéo lors de sa diffusion au plus près de sa qualité d'origine et dans un débit performant.

Il est important de bien séparer le rôle des conteneurs et celui des codecs :

- Le conteneur permet de stocker des flux vidéo et audio.
- Un codec permet de coder et décoder ces flux.

## 2.7 **Les différents types de codec :**

- **MJPEG (Motion JPEG):**

Qui compresse la vidéo image par image, en utilisant la technologie JPEG appliquée à l'image fixe, et réunit ces images en mouvement et le son dans un même format de fichier. C'est le codec le plus utilisé pour les captures vidéo des ensembles cartes d'acquisition et logiciels d'édition vidéo.

- **MPEG (Moving Picture Experts Group):**

Les formats MPEG sont des formats de compression avec pertes pour les séquences vidéo.

- **DivX (Digital Video Express) :**

Codec vidéo propriétaire et fermé proposé par DivX Inc., conçu à partir de MPEG-4 part 2, ce dernier ayant été modifié afin d'y ajouter la possibilité de compresser le son au format MP3. Cela permet ainsi d'obtenir des vidéos compressées très peu volumineuses avec une perte de qualité raisonnable. Ainsi le format DivX permet de stocker un film complet de plusieurs heures sur un CD-ROM de 650 ou 700 Mo.

- **H.263 :**

La technique de compression H.263 est conçue pour une transmission vidéo à faible débit binaire. La norme H.263 était initialement destinée aux applications de vidéoconférence et non à la surveillance où les détails ont plus d'importance que la régularité du débit.

- **H.264 :**

La norme H.264, est une norme de codage pour l'enregistrement et la distribution de vidéo. En effet, un encodeur H.264 peut réduire la taille d'un fichier vidéo numérique de plus de 80 % par rapport à la norme Motion JPEG et de 50 % par rapport à la norme MPEG-4 Part 2, sans affecter la qualité d'image. Cela permet de compresser des images en full HD (720p et 1080p) et résolution inférieure.

## 2.8 **Principe de compression vidéo :**

C'est une méthode de compression de données qui consiste à réduire la quantité de données stockées en minimisant l'impact sur la qualité de visuelle de la vidéo, on distingue deux types de compression qui sont :

- ✓ **La compression sans perte :** Aucune donnée n'est réellement supprimée de l'image.
- ✓ **La compression avec perte :** Qui élimine des données de manière sélective, pour réduire la taille d'une vidéo, il est possible de combiner différentes techniques que l'on définira comme des algorithmes de compressions de vidéo.

La compression des images et des données vidéo peut suivre deux approches différentes :

- **Compression spatiale (technique intra-image) :**

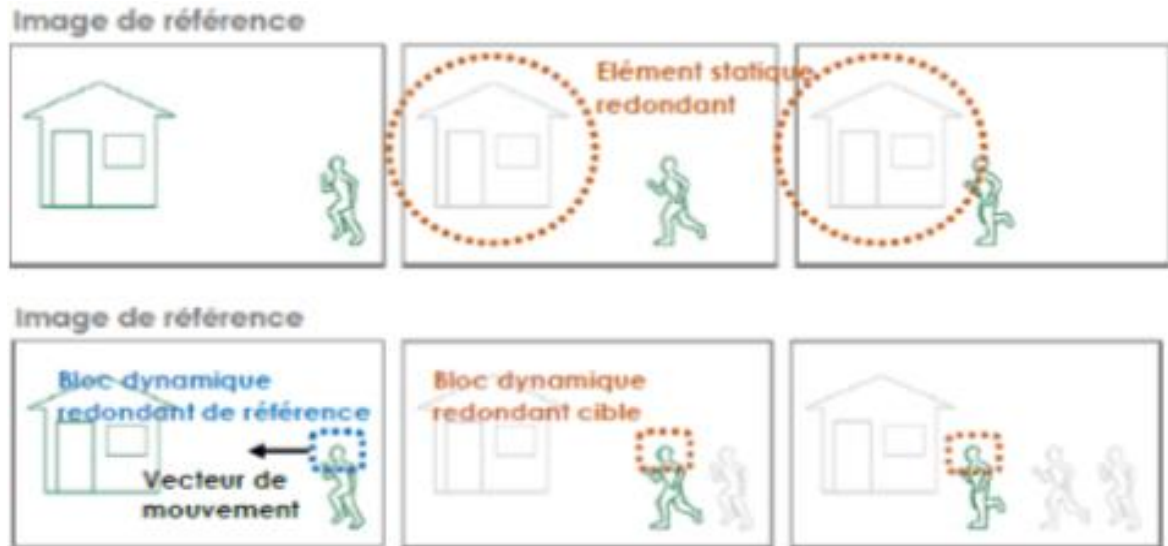
Exploiter la redondance de l'information dans des zones appartenant à la même image et ne stocke que les différences.



**Figure 7: Compression spatiale.**

- **Compression temporelle (technique inter-image) :**

Exploiter la redondance de l'information dans des zones appartenant à des images précédentes une image est décrite en fonction de sa différence par rapport à la précédente (passée ou future).



**Figure 8 : Compression temporelle.**

## 2.9 **Les avantages d'une vidéo numérique :**

Le passage au numérique :

- A pour fonction principale de tout ramener à l'outil Informatique.
- Minimise la chaîne de production d'une vidéo (utilisation d'ordinateurs et de logiciels particuliers).
- Simplifie la conversion de vidéo.
- On trouve plusieurs applications possibles : télévisions, vidéoconférence, cinéma, ...etc.
- A facilité l'opération de manipulation et de traitement d'image.

## 2.10 La vidéosurveillance :

### 2.10.1 Définition :

La vidéosurveillance consiste à surveiller à distance un lieu public ou privé, des machines ou des individus, à l'aide de caméras, ces dernières transmettent les images saisies à un équipement de contrôle pour les enregistrer ou les reproduire sur un écran, la vidéosurveillance est employée dans de nombreuses situations, comme dans le cadre de notre travail : surveiller la salle des serveurs pour renforcer son aspect sécurité. [9]

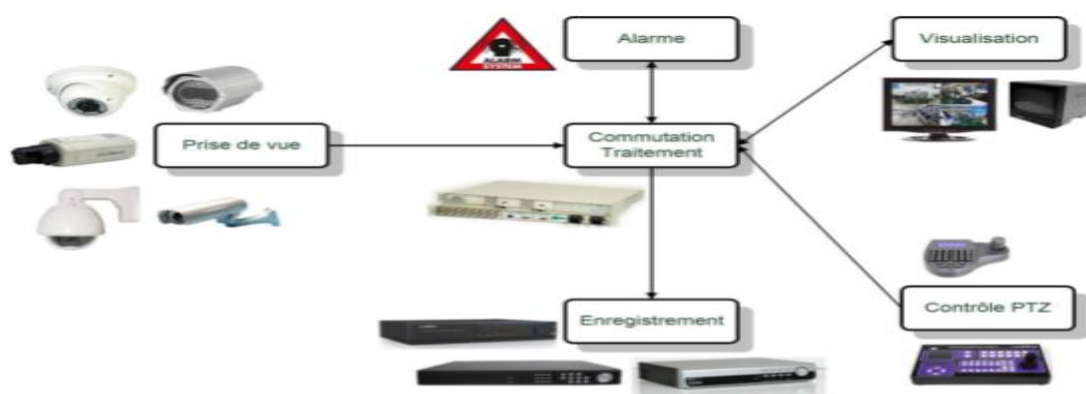
Les systèmes de vidéosurveillance sont composés de différents types de matériel en fonction des besoins de son utilisateur (les caméras de surveillance, l'écran, l'alimentation des caméras de, les enregistreurs, Câble de vidéosurveillance ou liaison sans fil. [10]

### 2.10.2 Objectifs d'un système de vidéosurveillance :

L'objectif général d'un système de vidéosurveillance est de contribuer à la sécurité de biens et/ou de personnes. Cette contribution peut se focaliser sur diverses composantes tels que : [11]

- Prévention de la criminalité.
- Sécurité routière.
- Sécurité industrielle.
- Sûreté.

### 2.10.3 Principe d'un système de vidéo surveillance :



**Figure 9 : Le principe de la vidéosurveillance.**

Ce schéma représente les différentes fonctions d'un système de vidéosurveillance. Celles-ci peuvent être assurées par un ou plusieurs appareils (Un DVR3 peut remplir les fonctions de commutation et d'enregistrement).

#### 2.10.4 Les problèmes liés à la vidéosurveillance :

Le plus important des problèmes est lié à l'atteinte de la vie privée puisque nous sommes constamment surveillés. Les familles ne se sentent pas à l'aise en sachant qu'une caméra les surveille en permanence. Cela pose une restriction des libertés.

L'autre problème est celui de la mise en place de caméra qui est très coûteuse, puisque si l'on souhaite un système sophistiqué de vidéo surveillance cela représentera un investissement considérable et à cela s'ajoutera la maintenance du système qui devra être régulière. De plus, on ne peut pas surveiller toutes les rues d'une ville puisque pour le faire, il faudrait un nombre important de caméras. [12]

#### 2.10.5 Les types de vidéosurveillance :

Il existe deux types vidéosurveillance : la vidéosurveillance IP et la vidéosurveillance analogique, plus traditionnelle.

- Vidéosurveillance analogique :

Décrit le signal analogique comme un signal électrique dont l'intensité varie dans le temps de façon continue. La qualité du signal finale dans ce mode est plus faible car le bruit rajouté au signal lors son traitement altère sa qualité.

Ce système est composé d'une ou plusieurs caméras, d'un moniteur (ou téléviseur), d'un enregistreur et d'un câblage (le transfert d'images se fait via un câble dit coaxial). [12]



**Figure 10: Vidéosurveillance analogique.**



- **Avantages de vidéosurveillance analogique :**

La position dominante de ce type de vidéosurveillance sur le marché apporte quelques avantages importants :

- Son principal avantage est la qualité et la fluidité des images ainsi que sa facilité d'utilisation.
- Une grande diversité de caméras analogiques : dimensions, formes, applications.
- Le prix des caméras analogiques : plus économique que celui des caméras IP. [12]

- **Inconvénients de vidéosurveillance analogique :**

Par rapport à la vidéosurveillance en réseau, le système analogique est assez limité en termes de fonctionnalités :

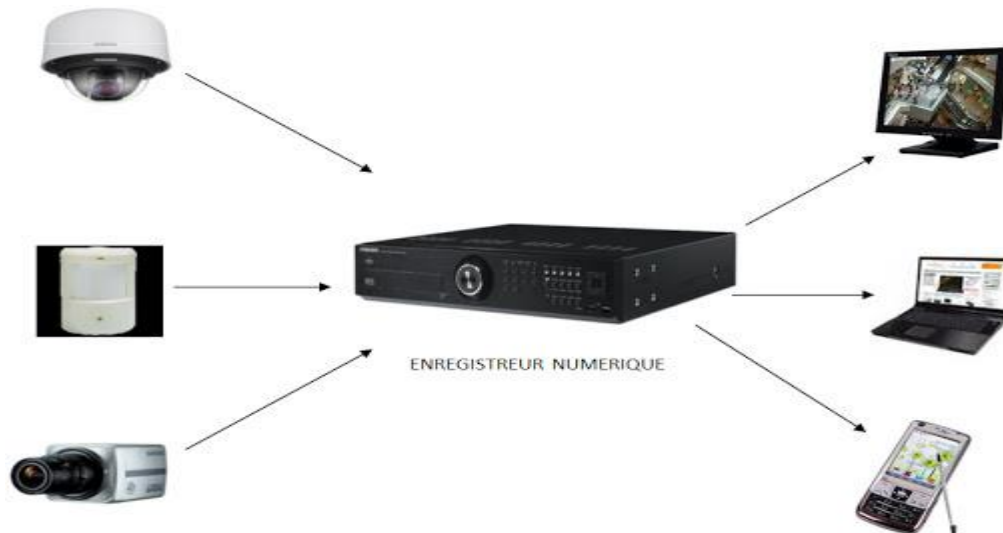
- Capacité de stockage limitée dans la durée.
- Format peu flexible des images.
- Pas d'accès en temps réel par l'Internet (sauf si les caméras sont connectées à un réseau).
- Evolutivité limitée : difficile d'ajouter des caméras supplémentaires avec le temps (longueur de câble, travaux...).
- Pas de gestion à distance : installation, maintenance...etc. [12]

- **Vidéosurveillance IP :**

La vidéosurveillance IP (Internet Protocole) est venue compléter la vidéosurveillance analogique, qui équipe encore la majorité des installations.

Elle fonctionne avec les mêmes composants (caméras, moniteur, enregistreur, câbles) mais passe par un réseau informatique :

- Les caméras IP sont installées sur un réseau IP et reliées à un serveur de vidéosurveillance central : elles capturent les images et les acheminent vers le réseau.
- Le serveur de vidéosurveillance est équipé d'un logiciel de vidéosurveillance : c'est lui le cœur du système, il récupère les images et les stocke sur un disque dur. [12]



**Figure 11: Vidéosurveillance numérique.**

- **Avantages de la vidéosurveillance IP :**

- Elle bénéficie de toutes les fonctionnalités d'Internet.
- Elle est multiple grâce à la technologie réseau : la vidéosurveillance IP peut s'intégrer à d'autres technologies qui relèvent de l'IP (système de sécurité, visioconférence...).
- Elle peut s'installer sur un réseau informatique qui existe déjà (économie).
- Elle est compatible avec tous types de câblage : IP, coaxial... ou sans fil (WiFi).
- Tout passe par un ordinateur : pas besoin de moniteur, d'enregistreur...etc.
- Grande flexibilité d'installation des caméras : possibilité d'en ajouter facilement ou de les changer de place.
- Visualisation des images en temps réel.
- Réglage possible des images (dimension, zoom...).
- Les caméras peuvent être commandées à distance (selon les modèles).
- Pas de contrat de maintenance nécessaire : peut se faire à distance par le service informatique. [12]
- Verrouillage de l'accès aux images par mot de passe peut se coupler avec un système de sécurité (alarme...).

- **Inconvénients de la vidéosurveillance IP :**

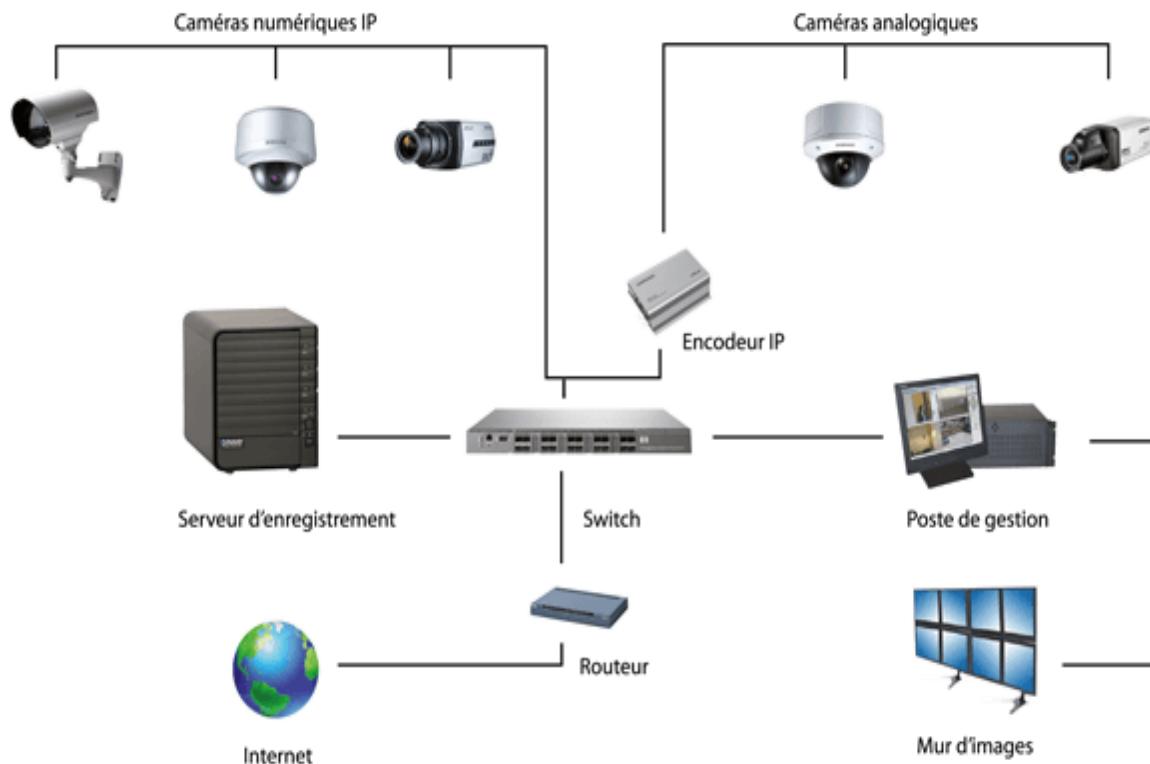
- Peu de choix de caméras (taille, forme...).
- Complexe : nombreux réglages, présence d'un informaticien indispensable.
- Images de moins bonne qualité qu'avec une installation analogique.

#### 2.10.6 **Passer de l'analogique au numérique :**

Si l'on est équipé d'un système de vidéosurveillance analogique et que l'on souhaite passer au numérique, cela ne nécessite pas forcément de remplacer tout le matériel.

Pour bénéficier des avantages du numérique, on peut utiliser une carte télé (à installer dans l'ordinateur) ou un magnétoscope numérique (DVR) qui peuvent convertir les signaux analogiques en signaux numériques : cela permet de stocker les images numérisées sur un ordinateur.

Grâce aux enregistreurs numériques, on peut facilement mettre en place un système de vidéosurveillance hybride qui associe caméras analogiques et caméras numériques ou IP via un réseau unique. [12]



**Figure 12:** Schéma d'installation de la vidéosurveillance analogique et numérique.

### 2.10.7 **Domaines d'application de vidéosurveillance : [13]**

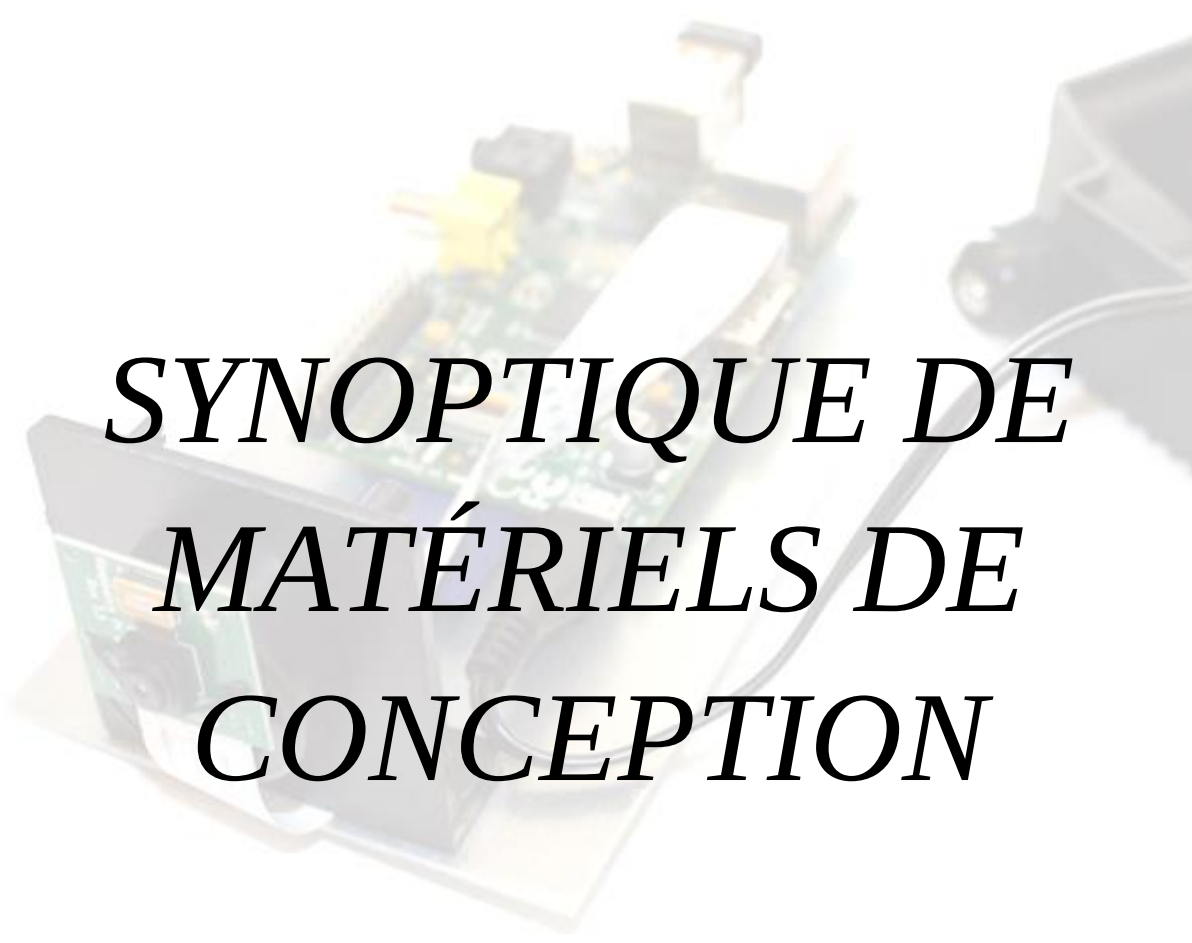
La vidéosurveillance, a un champ d'application illimité :

- L'industrie.
- Le transport privé ou collectif.
- Le commerce et la distribution.
- Les administrations et les services publics.
- La santé.
- Les lieux publics.
- Les banques.

### 2.11 **Conclusion :**

Dans ce chapitre dédié sur les généralités de la vidéosurveillance, nous avons présenté, la définition d'image, de vidéo, les méthodes de compression pour la transmission des données vidéo et audio, la définition de la vidéo surveillance ainsi que ses types, ses avantages et ses inconvénients. Dans le prochain chapitre, nous allons présenter les outils utilisés pour réaliser notre système de surveillance.

# CHAPITRE 3 :



## *SYNOPTIQUE DE MATÉRIELS DE CONCEPTION*

### **3. CHAPITRE 03 : Synoptique de matériels de conception :**

#### **3.1 Introduction :**

Après la présentation de la société et les généralités sur la vidéosurveillance, ce troisième chapitre est consacré à expliquer toutes les bases théoriques et techniques nécessaires à la réalisation de ce projet. Dans ce qui suit, nous allons présenter en premier lieu la carte électronique Raspberry pi et décrire ses différentes fonctionnalités. Ensuite, nous allons détailler l'importance d'utilisation du langage de programmation python dans le domaine de la vidéosurveillance.

- **Choix de la solution :**

Durant notre recherche sur la partie électronique qui va être implémentée pour réaliser notre système de vidéosurveillance, nous avons constaté qu'au cours des dernières années, de nombreuses cartes de développement modulaire sont apparues. Chaque carte présente des avantages et des inconvénients. Elles se différencient selon leurs fonctionnalités, leurs complexités et leurs prix. On peut citer parmi ces cartes Raspberry PI.

#### **3.2 Présentation du Raspberry PI :**

Raspberry PI est une carte mère d'un mini-ordinateur qui peut être branchée à n'importe quel périphérique (souris, clavier...ect). Cette carte est fabriquée pour aider à étudier les ordinateurs et pour représenter un moyen de l'apprentissage de la programmation informatique en plusieurs langages (**python, C, C++.**). Elle est aussi capable de lire les vidéos à haute définition et même d'installer des jeux vidéo. L'intérêt d'utiliser Raspberry Pi c'est sa capacité d'interaction avec le monde extérieur et d'exécuter plusieurs variantes du système d'exploitation libre (**GNU/Linux, Raspbian Debian ...**) et des autres logiciels compatibles.

[14]

- **Les modèles de Raspberry Pi :**

Dans cette partie on va faire une brève présentation des modèles et des caractéristiques du Raspberry Pi, et nous ferons l'impasse sur les tous premiers modèles, ainsi que sur la gamme professionnelle.



RASPERRY PI 3 modèle B



RASPERRY PI 3 modèle B+



RASPERRY PI 3 modèle A+



RASPERRY PI 4 modèle B

**Figure 13:** Différentes modèles de Raspberry pi.

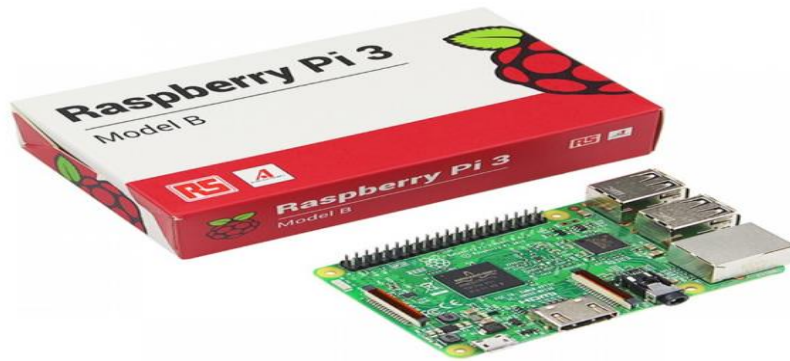
Chacun de ces modèles a des caractéristiques bien spécifiques, nous allons, donc procéder à la présentation de chaque modèle dans un schéma qui fait une comparaison entre les uns et autres.

|              | 3B                                | 3B+                               | 3A+                               | 4B                                |
|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Sortie       | févr-16                           | mars-18                           | nov-18                            | juin-19                           |
| SoC          | Broadcom BCM2836                  | Broadcom BCM2837B0                | Broadcom BCM2837B0                | Broadcom BCM2711                  |
| CPU          | 4 cœurs ARM Cortex A53<br>1,2 GHz | 4 cœurs ARM Cortex A53<br>1,4 GHz | 4 cœurs ARM Cortex A53<br>1,4 GHz | 4 cœurs ARM Cortex A72<br>1,5 GHz |
| GPU          | Broadcom VideoCore IV             | Broadcom VideoCore IV             | Broadcom VideoCore IV             | Broadcom VideoCore VI             |
| Mémoire      | 1 Go                              | 1 Go                              | 512 Mo                            | 1/2/4 Go                          |
| USB 2        | 4                                 | 4                                 | 1                                 | 2                                 |
| USB 3        | 0                                 | 0                                 | 0                                 | 2                                 |
| Vidéo        | HDMI Full HD                      | HDMI Full HD                      | HDMI Full HD                      | 2 micro HDMI 4K                   |
| Ethernet     | 10/100                            | 10/100/300                        |                                   | 10/100/1000                       |
| WiFi         | 802.11n                           | 802.11ac                          | 802.11ac                          | 802.11ac                          |
| Bluetooth    | 4.1                               | 4.2                               | 4.2                               | 5.0 BLE                           |
| Consommation | 700 mA                            | 800 mA                            | 600 mA                            | 900 mA                            |

**Tableau 2:** Les caractéristiques des modèles.



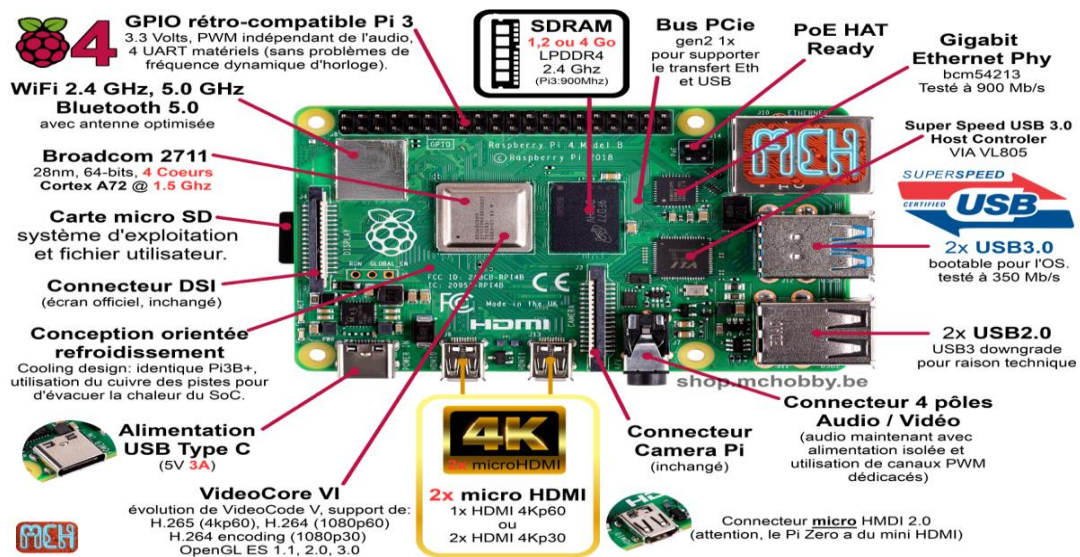
Pour notre projet, nous avons opté pour Raspberry Pi3 modèle B pour beaucoup de raisons notamment sa puissance et sa rapidité par rapport au Raspberry Pi2 Type B. Raspberry Pi3 Type B est la carte mère idéale pour un système d'architecture ARM. Equipée d'un processeur quadri cœur Broadcom BCM2837 64 bits à 1,2 GHz, c'est pour cela il peut fonctionner toute la gamme des distributions ARM GNU / Linux, y compris Snappy UbuntuCore, ainsi que Microsoft Windows 10.



**Figure 14:** Raspberry pi 3 modèle B.

- **Les composants de Raspberry Pi :**

Après le choix de la carte sur laquelle on va développer notre système, nous allons procéder à la présentation de cette dernière :



**Figure 15:** Les composants standards d'un Raspberry pi.



- **Processeur ARM :**

Les architectures ARM sont des architectures de processeurs, à faible consommation, introduites à partir de 1983 par « Acorn Computers » et développées depuis 1990 par « ARM Ltd ».

- **Mémoire vive RAM :**

C'est la mémoire dans laquelle Raspberry PI place les données lors de son traitement, elle a une capacité de 1GO.

- **HDMI :**

« High Definition Multimedia Interface » permet de relier Raspberry Pi à un dispositif compatible : écran LCD ou un vidéoprojecteur...etc.

- **Port USB 2.0 :**

Le port « Universal Serial Bus » est un port série qui sert à connecter le Raspberry aux autres périphériques, et il y a 4 ports USB. Raspberry Pi fonctionne pratiquement avec n'importe quels claviers et souris USB. Vous pouvez aussi utiliser la plupart des claviers et des souris sans fil (ceux qui marche avec un dongle que l'on branche sur un port USB).

- **Port Ethernet :**

C'est un port qui correspond au protocole international Ethernet de réseau local à commutation de paquets.

- **Prise RCA :**

« Radio Corporation of America » est un connecteur électrique utilisé dans le domaine audio/vidéo via jack.

- **Un slot les cartes SD :**

Raspberry a besoin d'une mémoire externe supplémentaire pour fonctionner. Vous devez préparer votre carte SD pour faire fonctionner Raspbian le système d'exploitation sur la Raspberry.

- **Une prise jack :**

C'est une connectique audio-vidéo sa dimension est égale à 3.5 mm.

- **Bloc Alimentation :**

Source d'alimentation micro USB commutée et améliorée jusqu'à 2,5A.

- **GPIO :**

Les broches GPIO « General Purpose Input/Output » du Raspberry Pi nous permettent de contrôler d'autres composants électroniques ainsi que des interfaces telles que des LED, des moteurs et des relais.

| Pin# | NAME                               |  | NAME                               | Pin# |
|------|------------------------------------|--|------------------------------------|------|
| 01   | 3.3v DC Power                      |  | DC Power 5v                        | 02   |
| 03   | GPIO02 (SDA1 , I <sup>2</sup> C)   |  | DC Power 5v                        | 04   |
| 05   | GPIO03 (SCL1 , I <sup>2</sup> C)   |  | Ground                             | 06   |
| 07   | GPIO04 (GPIO_GCLK)                 |  | (TXD0) GPIO14                      | 08   |
| 09   | Ground                             |  | (RXD0) GPIO15                      | 10   |
| 11   | GPIO17 (GPIO_GEN0)                 |  | (GPIO_GEN1) GPIO18                 | 12   |
| 13   | GPIO27 (GPIO_GEN2)                 |  | Ground                             | 14   |
| 15   | GPIO22 (GPIO_GEN3)                 |  | (GPIO_GEN4) GPIO23                 | 16   |
| 17   | 3.3v DC Power                      |  | (GPIO_GEN5) GPIO24                 | 18   |
| 19   | GPIO10 (SPI_MOSI)                  |  | Ground                             | 20   |
| 21   | GPIO09 (SPI_MISO)                  |  | (GPIO_GEN6) GPIO25                 | 22   |
| 23   | GPIO11 (SPI_CLK)                   |  | (SPI_CE0_N) GPIO08                 | 24   |
| 25   | Ground                             |  | (SPI_CE1_N) GPIO07                 | 26   |
| 27   | ID_SD (I <sup>2</sup> C ID EEPROM) |  | (I <sup>2</sup> C ID EEPROM) ID_SC | 28   |
| 29   | GPIO05                             |  | Ground                             | 30   |
| 31   | GPIO06                             |  | GPIO12                             | 32   |
| 33   | GPIO13                             |  | Ground                             | 34   |
| 35   | GPIO19                             |  | GPIO16                             | 36   |
| 37   | GPIO26                             |  | GPIO20                             | 38   |
| 39   | Ground                             |  | GPIO21                             | 40   |

Rev. 2  
29/02/2016

www.element14.com/RaspberryPi

**Figure 16:** Les ports GPIO.

- **Boîtier :**

Raspberry Pi est livré nu, sans protection. Cela permet d'abaisser son prix, mais cela le rend vulnérable à la casse. Il est par conséquent préférable d'acheter un boîtier dès que possible ou bien d'en réaliser un. La figure suivante illustre un exemple d'un boîtier prêt à l'emploi qui est commercialisé. Le choix du boîtier dépend de l'objectif d'utilisation du Raspberry pi.



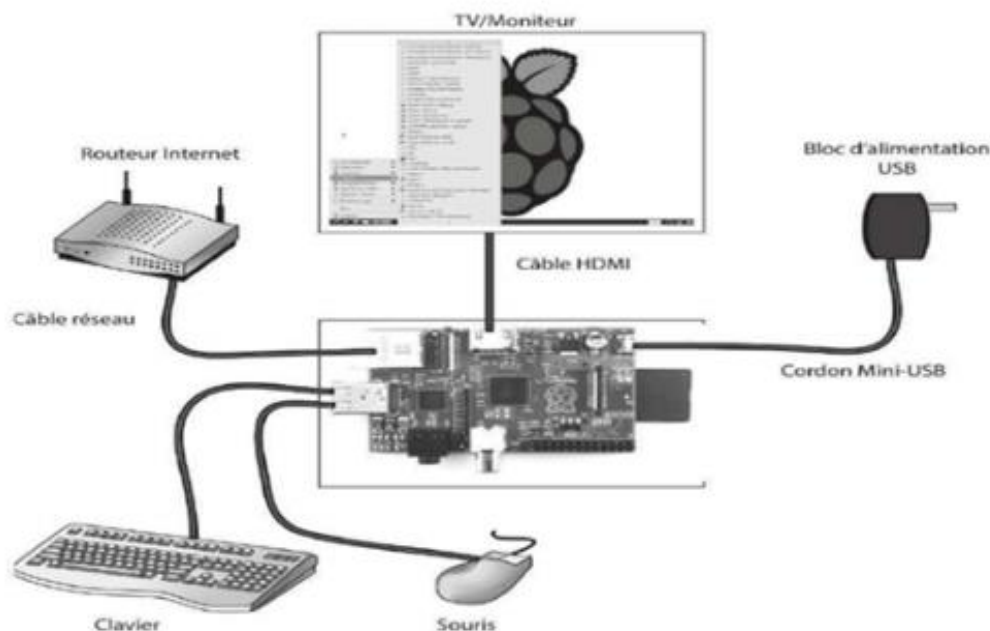
**Figure 17:** Boîtier de la carte Raspberry pi.

### 3.3 Connexion de l'ensemble des éléments : [19]

Une fois que nous avons tous les éléments dont nous avons besoin, nous pouvons tous brancher et démarrer notre Raspberry Pi pour la première fois. Pour démarrer notre Raspberry Pi, on a procédé comme suit :

1. Insérer la carte SD dans son support.
2. Brancher un clavier USB et une souris au Raspberry Pi.
3. Connecter la sortie HDMI à votre téléviseur ou moniteur.
4. Brancher l'alimentation du Pi au chargeur (5V/2A).
5. Connecter notre carte sur le réseau avec un câble RJ45.

La figure suivante illustre le branchement de chacun des éléments :



**Figure 18:** Système Raspberry pi.

Si tout se passe correctement, une liste de messages s'affiche sur l'écran. Ces messages montrent tous les processus du système d'exploitation qui se lancent au démarrage de la Pi. L'interface réseau va ensuite s'initialiser et les différents périphériques seront détectés. Les messages affichés peuvent être examinés par la suite, en saisissant la commande 'dmesg' sur la ligne de commande du 'bash'. A chaque premier démarrage de la Pi, l'outil 'raspi-config' se lancera automatiquement pour personnaliser la carte. La configuration par défaut devra être adaptée pour assurer le bon fonctionnement du Raspberry pi.

### 3.4 Les différentes utilisations du Raspberry Pi : [17]

- Les serveurs :

Dans le cadre d'un serveur, le Raspberry branché fonctionne en permanence sans la moindre interruption. Il restera probablement proche du box internet, et sera contrôlée à distance via SSH. Dans certains cas le moins souvent possible, le fait d'avoir besoin de prendre le contrôle d'un serveur est en général dû au problème de celui-ci.

- Le serveur web :

Il s'agit d'un serveur visant à héberger un ou plusieurs sites web, qui devront être accessibles depuis l'extérieur.

- Le serveur de stockage :

Il s'agit d'un serveur qui permet de stocker vos fichiers pour y avoir accès depuis n'importe où. Il s'agira en général d'un serveur dit « FTP », c'est-à-dire une machine exécutant un logiciel permettant de traiter le protocole « File Transfert Protocole », qui est un protocole dédié au transfert de fichiers.

- Le serveur de service :

Il s'agit d'un serveur un peu à part, qui vise à héberger un service, en général pour pouvoir y accéder depuis n'importe où. On entend par « service » un logiciel, mais qui ne sera pas un client, c'est-à-dire un logiciel tournant au niveau de la machine de l'utilisateur, et permettant de faire des appels vers une entité centrale. Il va justement s'agir de cette entité centrale, responsable des opérations, des calculs, de la coordination des différents clients, etc...).

- **Les systèmes embarqués :**

Raspberry pi étant particulièrement petit, et possédant des entrées GPIO, elle est souvent utilisée dans le cadre des projets liés à l'électronique, en tant que contrôleur central d'un système informatique, système de surveillance, etc. De nombreux projets émergent, comme le contrôle d'une voiture télécommandée avec caméra, contrôle d'une maison avec une caméra.

- **Un ordinateur, tout simplement :**

On l'oublie souvent, mais avant tout, le Raspberry Pi est un ordinateur Petit, bon marché, et souvent suffisant pour bien des utilisations, c'est sa raison d'exister. Il fournit une alternative aux personnes n'ayant pas les moyens d'acheter un ordinateur standard. Il permet aussi d'encourager l'apprentissage de la programmation.

### 3.5 **Préparation du Raspberry Pi :**

#### 3.5.1 **Système d'exploitation : [16]**

La plupart des systèmes qui fonctionnent sur Raspberry Pi sont des versions du système d'exploitation Linux car, les développeurs peuvent l'adopter pour des buts spécifiques.

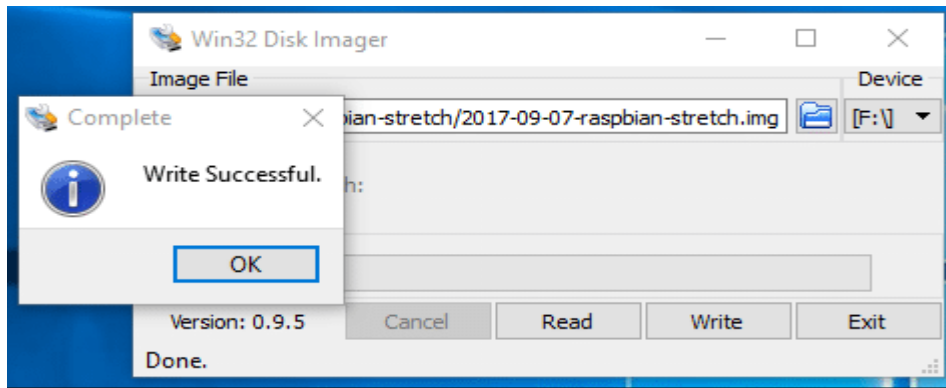
La distribution recommandée est Raspbian ; c'est un système d'exploitation libre basé sur Debian optimisé pour le matériel Raspberry Pi. Cependant Raspbian fournit plus qu'un simple système d'exploitation : il est livré avec plus de 35.000 paquets, des logiciels précompilés qui nous facilitent le développement soft.



**Figure 19:** Le système d'exploitation Raspbian OS.

- **Installation de l'OS « Raspbian » : [18]**

Dans un premier temps, on a installé le système d'exploitation et quelques logiciels sur Raspberry Pi car ce dernier est initialement sans système d'exploitation. Ensuite On a téléchargé Raspbian à partir du site officiel : [raspberrypi.org/ downloads](http://raspberrypi.org/downloads). Puis, nous passons à la deuxième étape qui sert à installer le système sur la Carte SD par le biais d'un logiciel d'écriture d'image : « Win32 Disk Imager ».



**Figure 20:** Ecriture de l'image Raspbian for robots sur la carte SD.

### 3.5.2 **Placement de la camera sur le port :**

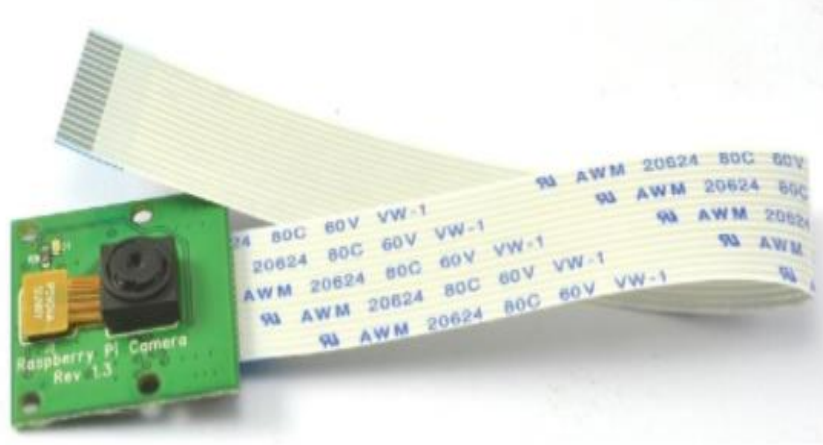
Dans notre projet de vidéosurveillance, la caméra est un outil très essentiel, elle nous servira à visualiser à distance notre salle de serveur. Le meilleurs choix est d'utiliser le module de caméra dédié au Raspberry Pi ; La caméra choisie est «Camera Rev 1.3 », elle dispose d'un capteur de 5 méga pixels Sony IMX219.

L'avantage de cette caméra est les nombreuses bibliothèques déjà construites pour commander cette dernière, parmi elles, on trouve la Picamera bibliothèque Python qu'on va utiliser par la suite.

Les caractéristiques de la camera se résument comme suit :

- ✚ La caméra se branche sur le connecteur CSI existant sur la carte Raspberry Pi par câble plat à l'interface 15-pin.
- ✚ Elle est dotée d'un capteur 5 Méga pixels, les dimensions de ce dernier 3280 x 2464 pixels.
- ✚ Elle possède la résolution photo 2592 x 1944.

- ✚ Elle a une résolution vidéo 1080p à 30fps (30 images/s), 720p à 60fps et 640x480p à 60fps ou 90fps.
- ✚ La dimension du capteur 3280 x 2464 pixels.



**Figure 21: Camera Raspberry pi.**

### 3.6 **Configurer Raspberry Pi :**

Nous allons à présent passer en revue les différents paramètres de base et distinguer ceux qui sont essentiels de ceux qui pourront être réglés par la suite. Dans l'outil 'raspi-config', on utilise les flèches de direction du clavier haut et bas pour naviguer dans la liste, la barre d'espace permet de sélectionner une option et la touche 'Tab' est utilisée pour passer d'un champ à un autre ou déplacer le curseur en bas de l'écran pour quitter. Les options disponibles sont les suivantes :

- **Expand rootfs :**

Cette option doit être toujours sélectionnée, elle agrandit le système de fichiers Linux, afin d'utiliser l'intégralité d'une carte SD. Par exemple, si on dispose d'une carte SD de 4 Go, Linux pourra accéder à 2 Go supplémentaires.

- **Overscan :**

Pour commencer il faut laisser cette option désactivée. Si on possède un moniteur de haute définition, il est possible que l'affichage du texte dépasse l'écran, pour résoudre ce problème il faut activer l'option « overscan » et modifier les valeurs pour que l'image s'adapte à la taille de l'écran.

- **keyboard :**

Par défaut, les paramètres du clavier sont réglés pour un clavier britannique (QWERTY). Pour que les bonnes lettres soient saisies lorsqu'on tape sur les touches correspondantes, on doit choisir le type de clavier approprié. Linux supporte énormément de langues et de dispositions de touches.

- **Password :**

Il est préférable de modifier le mot de passe par défaut (Raspberry) pour le rendre plus fiable.

- **Change locale :**

Modifier la valeur de cette option pour activer la langue et les préférences d'encodage des caractères. Le paramètre par défaut est l'anglais (en) britannique (UK) avec un encodage de caractères en UTF-8 (ce qui donne en\_GB.UTF-8). Pour basculer vers le français Il faut sélectionner l'option (fr\_FR.UTF-8).

- **Change timezone :**

Cette option permet de sélectionner le fuseau horaire correspondant.

- **memory split :**

Cette option nous permet de changer la quantité de mémoire allouée à l'affichage. Le partage par défaut convient pour le moment.

- **overclock :**

Nous avons la possibilité de faire tourner le processeur à des vitesses supérieures à 700 MHz. Pour notre premier démarrage, on a conservé les paramètres par défaut. S'il faut par la suite modifier ces paramètres, il faut essayer les valeurs Medium ou Modest. Le mode Turbo permet de monter à 1 GHz avec un dissipateur.

- **ssh (Serveur Secure Shell) :**

Cette option active l'accès au 'shell' sécurisé, ce qui nous permet de nous connecter à notre Raspberry Pi en passant par le réseau. Activer cette option, elle est vraiment très pratique.



- **Vnc (Virtual Network Computing) :**

Cette option active l'accès à distance de PI elle est pratique pour deux raisons : Dispenser la Raspberry Pi d'un écran HDMI et d'un boîtier ; elle peut être installée n'importe où. De plus, nous profitons d'un environnement graphique.

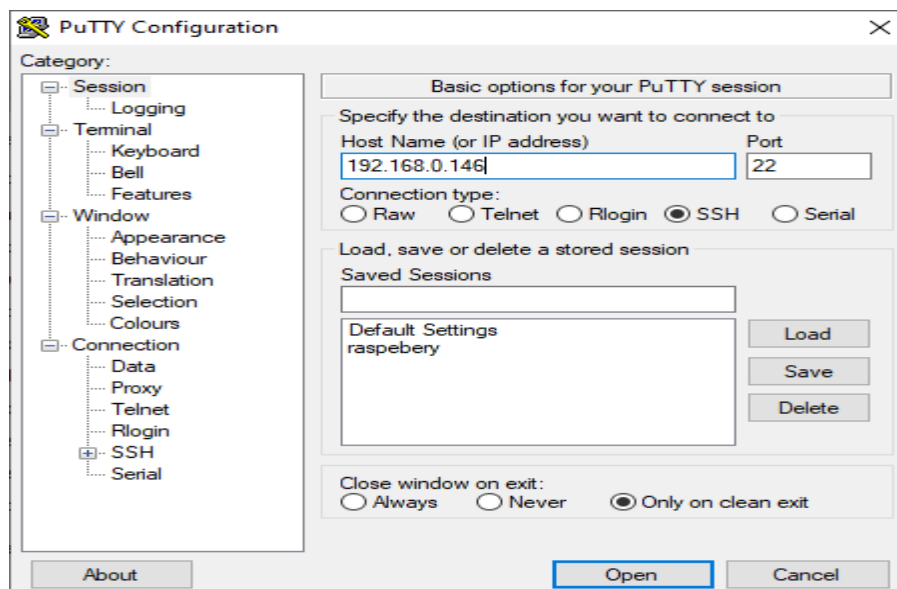
### 3.7 **Connexion à distance :**

Pour pouvoir se connecter à distance à la Raspberry, il faut le connecter à un réseau local et faire appel aux différents protocoles.

#### 3.7.1 **Connexion SSH : [20]**

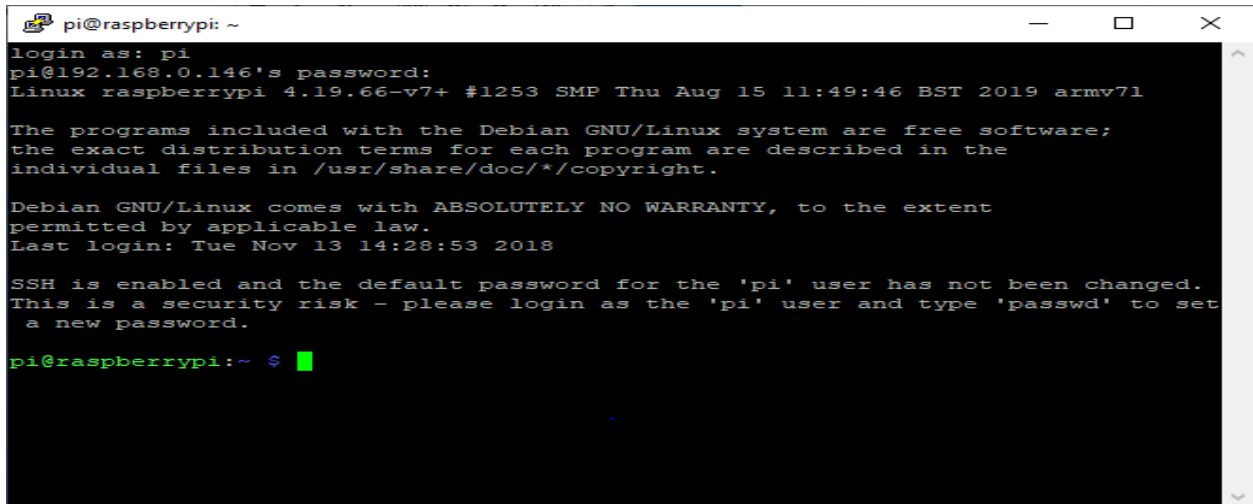
Serveur Secure Shell est un protocole de réseau crypté initiée de textuelles sur des machines distantes de manière sécurisée. Cela permet à un utilisateur d'exécuter des commandes sur l'invite de commande d'une machine sans qu'ils soient physiquement présents à proximité de la machine. Il permet la prise de contrôle à distance d'une machine à travers une interface en lignes de commande.

Afin de contrôler notre Raspberry Pi à distance on a installé le SSH côté serveur sur ordinateur, Raspberry Pi est un client SSH sur notre ordinateur pour cela on va installer le logiciel 'Putty' sous Windows qui est un client SSH.



**Figure 22: Logiciel Putty.**

Après avoir installé le client SSH sur notre machine on tape l'adresse IP de la carte puis on clique sur « Open », et après l'authentification (en entrant le nom d'utilisateur pi et le mot de passe), on se connectera directement sur l'invite de commande de notre système d'exploitation Raspbian For robots comme l'indique la figure suivante :



```
pi@raspberrypi: ~
login as: pi
pi@192.168.0.146's password:
Linux raspberrypi 4.19.66-v7+ #1253 SMP Thu Aug 15 11:49:46 BST 2019 armv7l

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Tue Nov 13 14:28:53 2018

SSH is enabled and the default password for the 'pi' user has not been changed.
This is a security risk - please login as the 'pi' user and type 'passwd' to set
a new password.

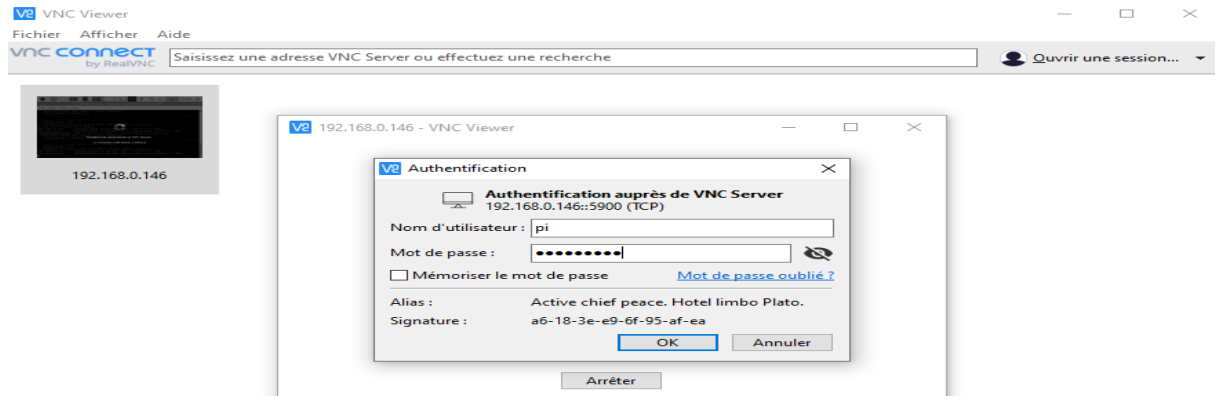
pi@raspberrypi:~ $
```

**Figure 23:** Invite de commande via SSH.

### 3.7.2 Connexion VNC (Virtual Network Computing): [21]

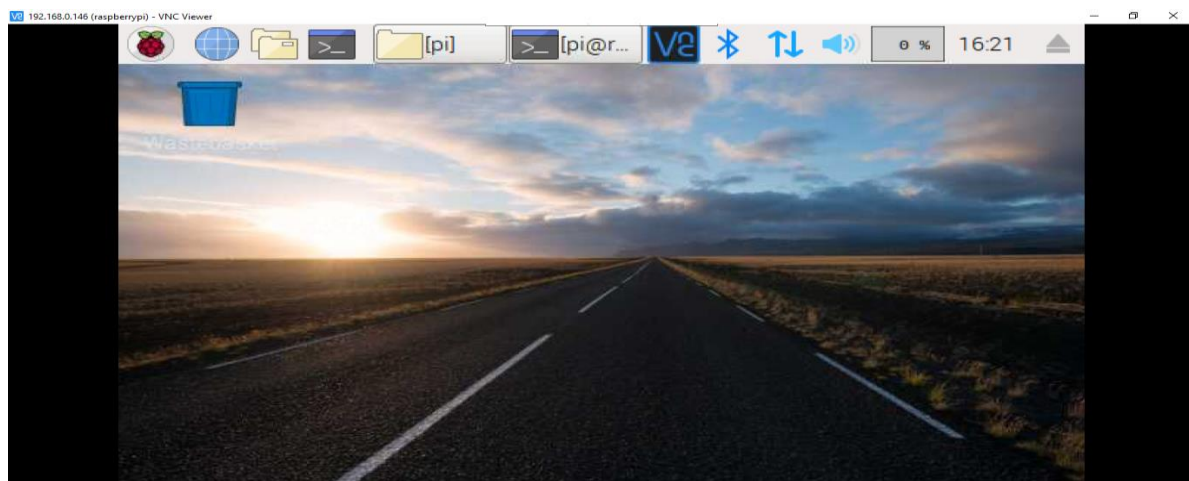
C'est un système de visualisation et de contrôle d'un ordinateur distant. Il permet au logiciel client VNC de transmettre les informations de saisie du clavier et de la souris à l'ordinateur distant, possédant un logiciel serveur VNC à travers un réseau informatique. Il utilise le protocole RFB qui est un protocole simple pour l'accès à distance aux interfaces graphiques des utilisateurs.

Comme pour le SSH, le contrôle à distance sur le Raspberry Pi nécessite une installation du VNC du côté serveur sur notre Raspberry Pi et d'un autre côté un client VNC sur ordinateur, la distribution de Raspbian For Robots contient déjà un serveur VNC, le logiciel qui va jouer le rôle d'un client VNC est TightVNC VIEWER. La connexion est très simple en entrant l'adresse IP suivie de port de l'interface graphique, puis en cliquant sur « Connect » comme montre la figure suivante :



**Figure 24: L'accès au VNC.**

Après l'authentification (en entrant notre mot de passe) le logiciel TightVNC VIEWER affiche l'interface graphique du système d'exploitation (voir figure suivante), donc à ce moment on a tous les droits et toute la liberté d'utiliser l'interface graphique de notre système d'exploitation sur notre ordinateur en bénéficiant du clavier, souris et écrans de notre propre ordinateur, comme si le Raspberry est branché à un écran par le câble HDMI et utilise un clavier et souris via les ports USB.



**Figure 25: Interface graphique sur le logiciel TIGHTVNC VIEWER.**

### 3.8 Programmer Raspberry Pi : [22]

Le moment est venu de commencer à créer nos propres programmes pour le Raspberry Pi. Le langage que nous allons utiliser s'appelle Python. Il a un grand avantage d'être facile à apprendre tout en étant assez puissant pour créer des programmes intéressants.

### 3.8.1 Présentation du python : [23]

Le langage de programmation que nous avons choisi c'est le python qui est un langage recommandé pour les nouvelles technologies comme par exemple : Raspberry, Arduino... etc.

Ce choix n'est pas arbitraire :

- La société 'Dexter Industries' recommande à ses utilisateurs de la 'Grove Pi' de programmer avec le python.
- L'existence des bibliothèques facilitant la programmation du Raspberry Pi.
- La richesse documentaire de ce langage et l'existence des exemples fournis.



**Figure 26: Slogan de langage PYTHON.**

Python est un langage puissant, à la fois facile à apprendre et riche en possibilités. Dès l'instant où nous l'installons sur ordinateur, nous disposons de nombreuses fonctionnalités intégrées au langage. Ainsi, il existe ce qu'on appelle des bibliothèques qui aident le développeur à travailler sur des projets particuliers.

Python est un langage de programmation interprété, c'est-à-dire que les instructions que nous lui envoyons sont transcrites en langage machine au fur et à mesure de leur lecture. D'autres langages (comme le C / C++) sont appelés langages compilés car, avant de pouvoir les exécuter, un logiciel spécialisé se charge de transformer le code du programme en langage machine.

En contrepartie, un langage compilé se révélera bien plus rapide qu'un langage interprété (la traduction à la volée de votre programme ralentit l'exécution), bien que cette différence tende à se faire de moins en moins sentir au fil des améliorations.

- **A quoi sert le langage Python ?**

Les principales utilisations de Python par les développeurs sont :

- La programmation d'applications.
- La création de services web.
- La génération de code.
- La méta programmation.
- Techniquement, ce langage servira surtout pour le Scripting et l'automatisation (interaction avec les navigateurs web).

### 3.9 **Conclusion :**

Dans ce chapitre dédié à la présentation du Raspberry Pi, nous avons présenté les divers composants de cette carte, son utilité spécialement pour notre projet sur la surveillance et comment utiliser les électroniques à l'aide de langage de programmation python. Dans le chapitre suivant, on va expliquer notre projet pratique qui est la réalisation d'un prototype de système de vidéosurveillance.

# CHAPITRE :4



## *CONCEPTION ET REALISATION DE LA SOLUTION*

## **4. CHAPITRE 04 : Conception et réalisation de la solution :**

### **4.1 Introduction :**

Ce chapitre est divisé en deux parties, la première est un état de l'art sur la détection d'objet, dans cette partie on va voir : la définition de la détection d'objet et présenter les techniques sur laquelle se base cette détection, afin de les utiliser pour la détection des visages qui est le but de notre projet. Nous allons apprendre cette détection de visage à l'aide de plusieurs techniques qui consistent à utiliser la bibliothèque de vision par ordinateur OpenCV avec le langage python.

La deuxième partie est dédiée à notre solution aux tests et aux résultats, le contenu de cette partie est divisé en trois sous parties : La première consiste à détecter un mouvement dans la salle des serveurs, et lancer l'enregistrement d'une vidéo, la deuxième pour les alertes et l'envoi de l'email au propriétaire « l'administrateur de la salle », la troisième partie consiste à créer un mini site web en local sur Raspberry Pi pour consulter le flux vidéo de la caméra en direct à partir d'un navigateur web « chrome , opéra...etc.) ou Smartphone.

### **4.2 Etat de l'art sur la détection d'objet :**

La détection de visage est un processus qui sert à utiliser des techniques afin de trouver tous les visages humains qui existent dans une image ou une vidéo. Bien que cela semble comme une tâche triviale pour l'être humain, mais c'est une tâche très difficile pour les ordinateurs.

La détection de visage joue un rôle primordial dans une large gamme d'applications telles que l'identification, la surveillance et le suivi du visage...etc.

#### **4.2.1 Système de détection :**

Actuellement, nous vivons dans l'ère de la technologie et nous essayons d'attribuer les capacités humaines aux machines.

Le développement scientifique tel que l'intelligence artificielle est utilisée pour gérer d'une manière optimale les systèmes et les équipements complexes, elle permet de les aider à prendre des décisions appropriées. Pour parvenir à un tel résultat on doit passer par ; la détection des objets et des visages humains dans leur milieu naturel et réel. [33]

#### 4.2.2 **Problèmes de la détection de visage :**

Tout processus automatique de détection de visages doit prendre en compte plusieurs facteurs qui contribuent à la complexité de sa tâche, sachant le visage est une entité dynamique qui change constamment sous l'influence de ces facteurs.

Malgré toutes les solutions proposées pour la détection automatique de visage, on trouve beaucoup de difficultés ; parmi ces problèmes : [33]

- **La complexité de l'image :**

La détection peut être sur des images très complexes c'est-à-dire : plusieurs personnes dans la même image, des visages cachés ou cachés partiellement et éventuellement des arrière-plans complexes ce qui augmente ; la difficulté de la détection.

- **Les conditions d'éclairage et d'illumination :**

Dans toute action de détection, la lumière est un facteur important et c'est le problème le plus délicat à résoudre. Il s'est avéré qu'on ne peut réaliser un système fiable sans prendre ce facteur en considération, d'où la nécessité de faire des prétraitements de l'image comme la normalisation et l'égalisation d'histogramme afin de minimiser les effets d'éclairage et d'illumination.

- **La pose :**

Les images d'un visage changent en raison de la position relative à la caméra et au visage (frontal, profil...etc.), et certaines caractéristiques faciales telles qu'un œil ou un nez peut devenir partiellement ou complètement occlus.

- **Présence ou absence des composants structuraux :**

Les caractéristiques faciales telles que la barbe, la moustache, et les lunettes peuvent avoir plusieurs variabilités comme : la forme, la couleur, et la taille. De plus, si celles-ci apparaissent, elles peuvent cacher d'autres caractéristiques faciales de base.

#### 4.2.3 **Détection de visage par l'algorithme de Viola et Jones :**

La méthode de Viola et Jones est une méthode de détection d'objets dans une image numérique, proposée par les chercheurs Paul Viola et Michael Jones, elle fait partie des premières méthodes capables de détecter efficacement et en temps réel un objet dans une image. Inventée à l'origine pour la détection des visages, elle peut également être utilisée pour détecter d'autres types d'objets comme des voitures ou des avions. C'est l'une des méthodes les plus connues et les plus utilisées, en particulier pour la détection de visage et de personne.

Aujourd'hui, les algorithmes de détection de visage peuvent être exécutés sur un matériel simple et moins coûteux tels que nos ordinateurs personnels avec quelques lignes de code.

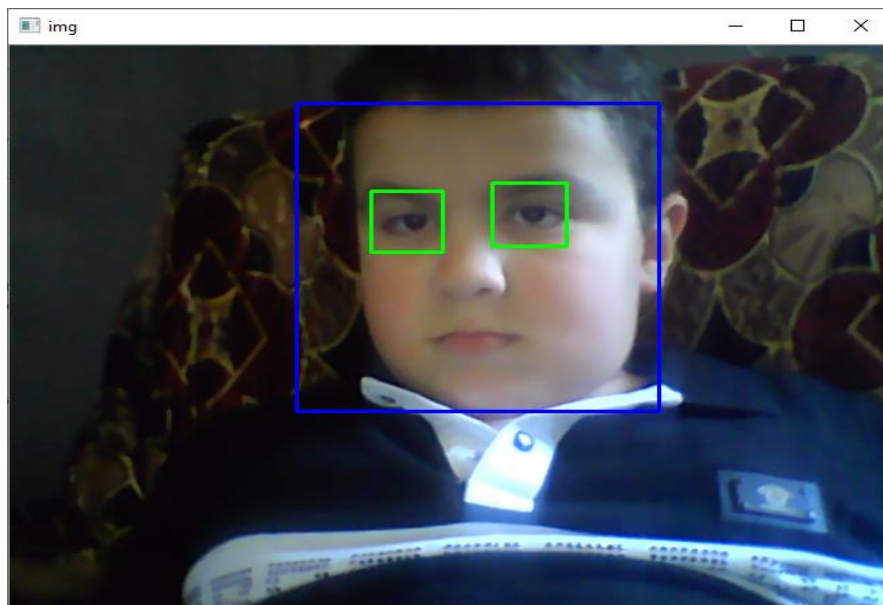


- **Haarcascades de Viola et Jones : [34]**

Pour détecter la présence d'un visage dans un flux d'images et de vidéos on va utiliser des méthodes telles que les cascades de Haar. Cette méthode, utilise l'apprentissage en profondeur qui permet de localiser ce dernier.

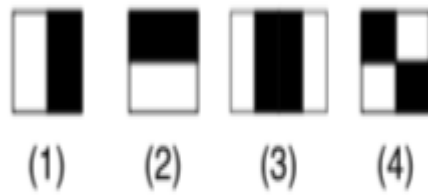
Les caractéristiques pseudo-Haar sont comme suit :

- + La plupart des visages partagent des propriétés similaires :
- + La région des yeux est plus sombre que celle du front et des joues.
- + La région du nez et plus claire que celle des yeux.



**Figure 27:** Détection des yeux et le visage.

Dans une image frontale qui utilise la cascade « front-face-default » on peut voir des caractéristiques telles que les yeux, le nez et les lèvres. Si nous examinons attentivement le contour des yeux nous verrons un motif répété de pixel sombre et clair.



**Figure 28:** Les 4 types de rectangle utilisés pour l'extraction des caractéristiques du visage.

#### 4.2.4 Fonctionnement de la détection des visages :

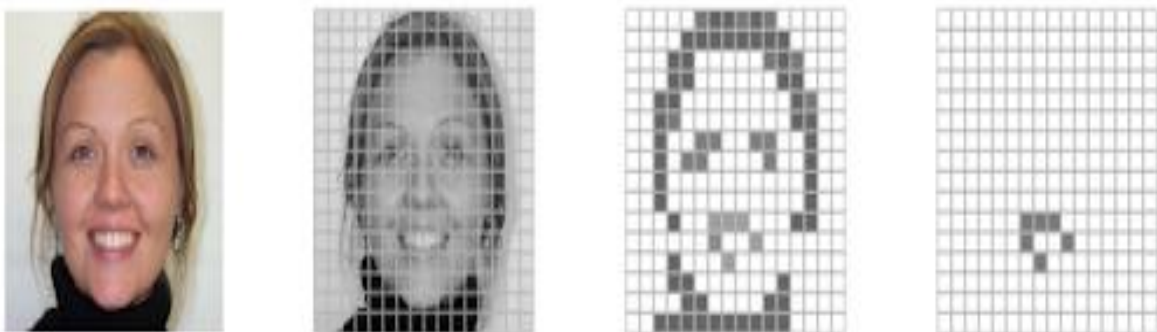
Bien que le processus soit quelque peu complexe, les algorithmes de détection de visages commencent souvent par recherche des yeux humains ou un visage frontal.

Les yeux constituent ce qu'on appelle une région de valles et sont l'une des caractéristiques les plus faciles à détecter.

Une fois les yeux détectés, l'algorithme pourrait alors tenter de détecter les régions du visage, notamment les sourcils, la bouche, le nez, les narines et l'iris.

Une fois que l'algorithme présume qu'il a détecté une région faciale, il peut alors appliquer des tests supplémentaires pour valider s'il a effectivement détecté un visage.

La sortie sera un rectangle ou des rectangles sur les faces de l'image.



**Figure 29:** Méthode d'extraction d'un visage dans une image.

#### 4.2.5 Caractéristiques de la méthode de Viola Jones :

Une caractéristique est une représentation synthétique et informative, calculée à partir des valeurs de pixel, les caractéristiques utilisées ici sont les caractéristiques pseudos Haar, elles sont calculées par la différence des sommes de pixel de deux ou plusieurs zones rectangulaires adjacentes.

##### Exemple :

Deux zones rectangulaires adjacentes, la première en blanc, la deuxième en noire :



Le calcul des caractéristiques est très simple, en soustrait la somme de tous les pixels dans le rectangle blanc de la somme de tous les pixels dans le rectangle noir, comme suit :

**Valeur caractéristique =  $\sum$  (pixels dans la zone blanche) -  $\sum$  (pixels dans la zone noir).**

Les caractéristiques sont calculées à toute la position et à toute les échelles dans une fenêtre de détection de petite taille, typiquement de « 24\*24pixels ».

Un très grand nombre de caractéristiques par fenêtre est ainsi généré.

**Caractéristiques de bord**

(1)



(2)



(3)



(4)

**Caractéristiques de ligne**

(5)



(6)



(7)



(8)



(9)



(10)



(11)



(12)

**Caractéristiques centre-pourtour**

(13)



(14)

**Figure 30: Exemple de caractéristique de Haar.**

Ces caractéristiques avec une alternance de régions de pixels sombres et claires sont appelées caractéristiques de Haar.

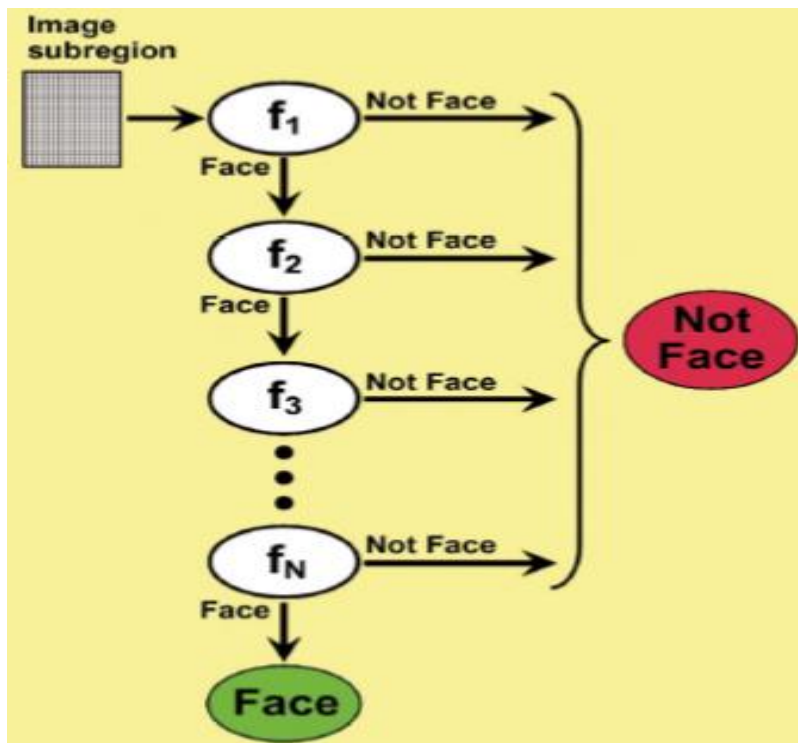
Pour utiliser les fonctionnalités de Haar, nous les faisons glisser sur toutes les régions de l'image et nous calculons la similarité des pixels. Cependant, étant donné que la plupart des zones d'une image ne contiennent pas des visages, il est inutile de tester toutes les fonctionnalités, c'est pour cela que Viola et Jones ont introduit un classificateur en cascade pour résoudre ce problème.

Ce dernier est un algorithme de classement statistique, son rôle est de classer dans des groupes (des classes) les échantillons qui ont des propriétés similaires, mesurées sur des observations.

L'idée est de commencer par la fonctionnalité la plus simple de Haar. Si la région candidate échoue ; c'est-à-dire que cette région prédit qu'elle ne contient pas de visages, cette fonctionnalité de Haar nous permet de passer immédiatement à la région candidate suivante, de cette façon, nous ne gaspillons pas de ressources informatiques sur des régions sans visages. Nous passons progressivement à des fonctionnalités plus complexes de Haar, et nous répétons le processus. Finalement, les régions de l'image avec un visage sont celles qui transmettent tous les caractéristiques de Haar, Ce classificateur est appelé classificateur en cascade.

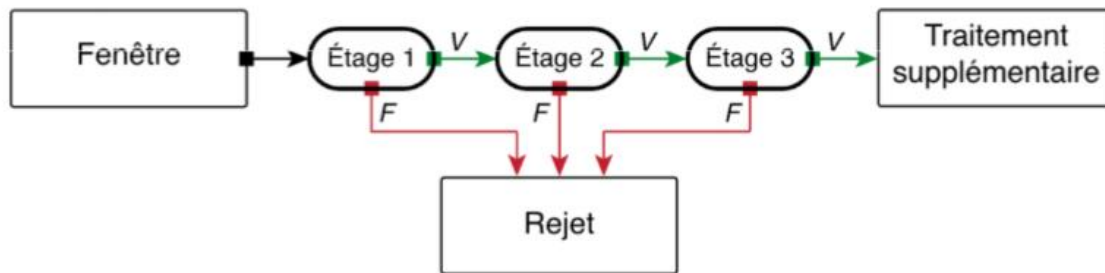
Une étape préliminaire et très importante pour l'apprentissage du classifieur. Il s'agit d'entraîner le classifieur afin de le sensibiliser à ce que l'on veut détecter, dans notre cas c'est des visages.

Ainsi dès que l'un des étages estime qu'il n'y a pas de visage, la fenêtre est rejetée et l'algorithme passe à la suite ce qui permet un gain de temps considérable.



**Figure 31:** L'algorithme de détection du visage.

Une mise en cascade de Classifieur dont le critère de sélection serait moins sévère se présenterait de la sorte :



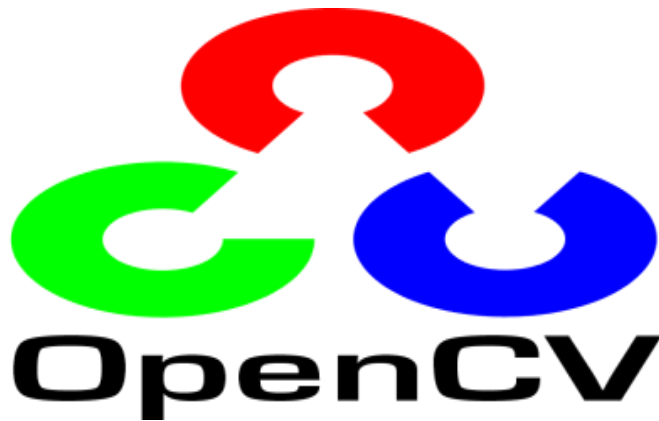
**Figure 32:** Classifieur en cascade.

#### 4.2.6 Reconnaitre des visages sous Open CV : [25]

Open CV (open source computer vision Library) a été lancé chez Intel en 1999 par Gary Brodsky et la première publication est sortie en 2000, qui prend en charge une grande variété de langage de programmation tel que c++, java et python (le langage de programmation choisi dans notre projet), elle est disponible sur différentes plates-formes, notamment Windows, Linux, Raspbian...etc.

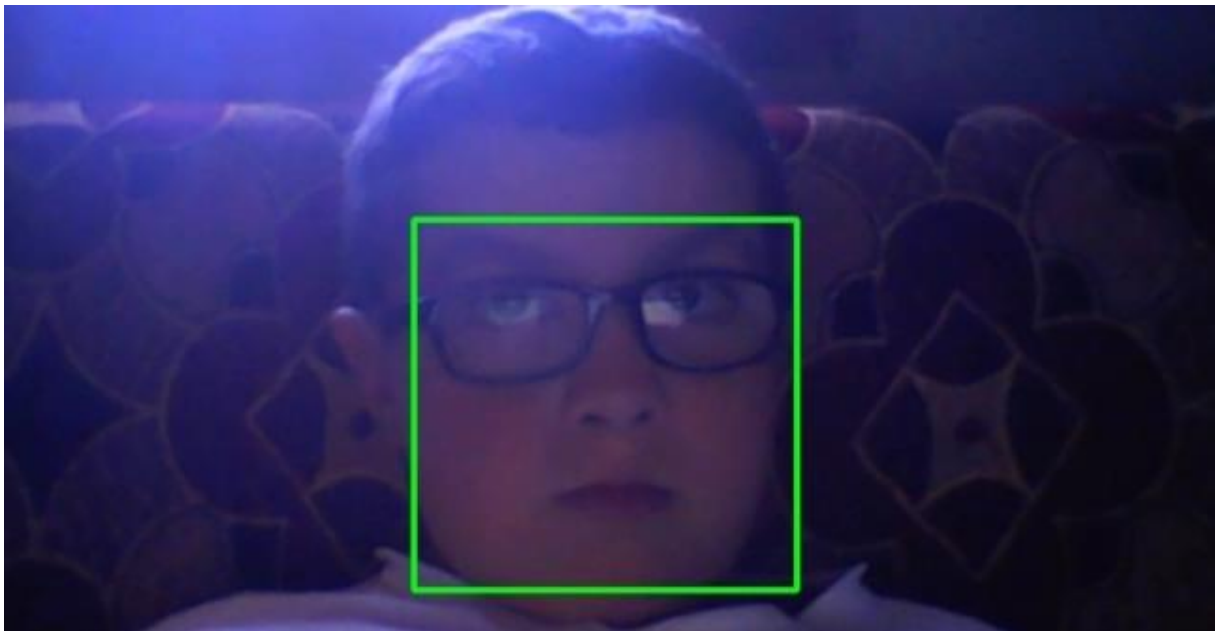
La bibliothèque OpenCV met à sa disposition de nombreuses fonctionnalités très diversifiées, elle propose la plus part des opérations classiques en traitement d'image :

- Lecture, écriture et affichage d'image.
- Calcul de l'histogramme des niveaux de gris ou d'histogramme de couleur.
- Lissage, filtrage.
- Proposition d'un nombre important d'outils en traitement vidéo : lecture, écriture et affichage d'une vidéo à partir d'un fichier ou d'une caméra.
- Détection de visage par la méthode de viola et Jones qui représente des classificateurs en cascade basé sur les fonctionnalités Haar, détection de mouvement poursuit d'objet.



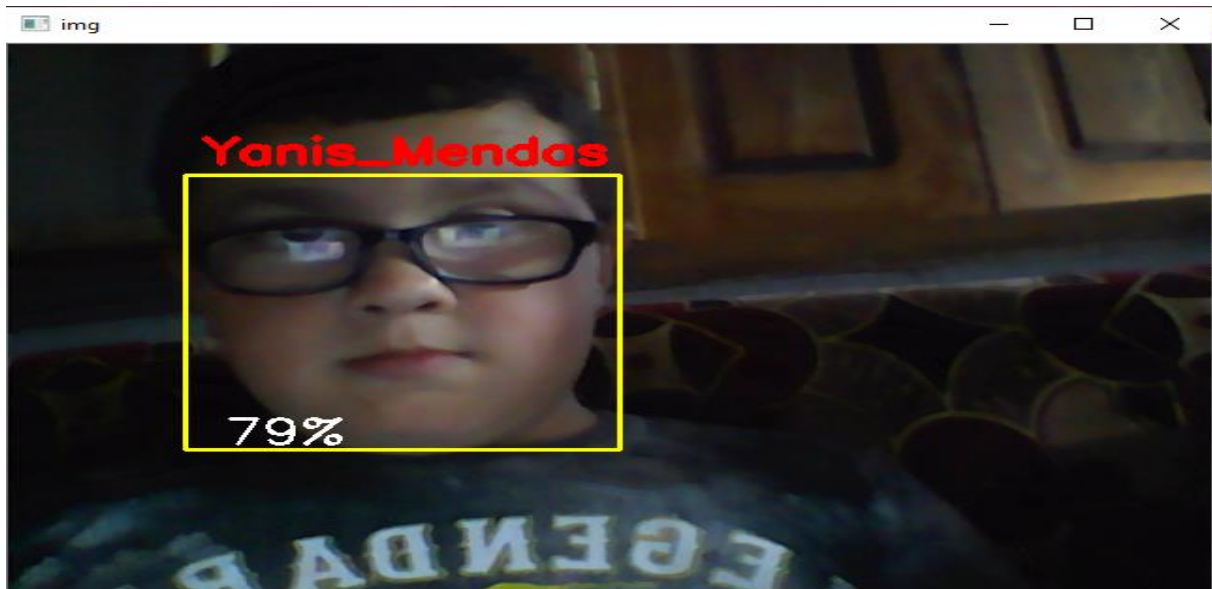
**Figure 33:** Le logo d'OpenCV.

La bibliothèque OpenCV offre une liste des fichiers « .XML » dits classifieur en cascade de Haar pour la méthode de détection de visages « Viola & Jones ». Nous avons donc pu éviter la phase d'apprentissage d'un détecteur en exploitant le classifieur évalué dans le fichier « haarcascade\_frontalface\_alt.xml » destiné à détecter un visage en particulier lorsqu'il est présent en vue frontale.



**Figure 34:** Détection de visage.

On peut également utiliser les fichiers « .XML » dits classifieur en cascade de Haar pour la méthode de détection des visages « Viola & Jones » pour la reconnaissance faciale.



**Figure 35: Reconnaissance faciale.**

#### 4.2.7 Domaine d'application de la méthode de Viola et Jones : [37]

- La méthode de Viola et Jones a essentiellement été appliquée à la détection de visages et à la détection de personnes, principalement en raison des nombreuses applications pratiques qu'offrent ces deux domaines, notamment en vidéosurveillance, en indexation d'images et de vidéo ou pour les interfaces homme-machine multimodales.
- Un exemple d'application grand public de la méthode est donné par les appareils photographiques numériques, où elle sert à effectuer la mise au point automatique sur les visages.
- Les constructeurs automobiles s'intéressent également à la méthode pour concevoir des systèmes de sécurité capables de détecter automatiquement les autres usagers de la route, en particulier les piétons. Des recherches ont également montré que l'efficacité de la méthode ne se limite pas au domaine visible, mais qu'elle s'étend également au domaine infrarouge.



- La méthode de Viola et Jones a également été utilisée pour détecter d'autres types d'objets, par exemple des mains, pour la commande gestuelle d'une interface homme-machine, des voitures dans des images satellites pour la création de systèmes d'information géographique débarrassés de toute présence visuelle d'automobiles, ou pour l'évaluation et le suivi du trafic routier.
- La méthode a également été évaluée pour la détection d'avions dans des images de basse résolution à partir d'une caméra embarquée dans un véhicule aérien, pour l'évitement de collisions. Des applications militaires existent aussi pour la détection de cibles (chars, avions) dans des images aériennes ou satellitaires.

Nous avons présenté la définition de la méthode de Viola et Jones, le fonctionnement et le principe de cette dernière et enfin présenté les applications utilisées par cette méthode. Dans ce qui suit, nous allons appliquer ces méthodes de détection afin de réaliser notre système de surveillance intelligente.

# CHAPITRE 4 :



### 4.3 Réalisation, test et résultats :

#### 4.3.1 Mise en place du système :

Sur le terminal de Raspberry PI on exécute ces commandes :

- Installation de python sur Raspberry pi :

- ✚ sudo apt-get install python3-pip python3-dev

- Installation d'OpenCV sur Raspberry :

- ✚ Sudo apt-get update.

- ✚ Sudo apt-get upgrade.

- ✚ Sudo apt-get install libhdf5-dev libhdf5-serial-dev libhdf5-100.

- ✚ Sudo apt-get install libqtgui4 libqtwebkit4 libqt4-test python3-pyqt5.

- ✚ Sudo apt-get install libatlas-base-dev.

- ✚ Sudo apt-get install libjasper-dev.

- ✚ wget <https://bootstrap.pypa.io/get-pip.py>.

- ✚ sudo python3 get-pip.py.

- ✚ Sudo pip install opencv-contrib-python == 4.1.0.25.

- Installation du paquet NumPy :

- ✚ Pip install numpy.

- « Guide d'installation : [28].

- Installation de Flask et les bibliothèques utilisées :

- ✚ Pip install flask.

- ✚ Pip install Flask-BasicAuth.

- Installation de Picaméra :

- ✚ Pip install picamera.

- Installation de la bibliothèque Imutils :

- ✚ Pip install imutils.

#### 4.3.2 Analyse des risques :

Comme tout projet, toujours il peut y avoir des risques lors de sa réalisation, pour cela cette partie a pour vocation de déceler les risques pour les éviter. Parmi ces risques on cite :

- ✚ Problème lié à l'installation du logiciel python et le dysfonctionnement des packages des bibliothèques.
- ✚ Problème de non comptabilité des logiciels.
- ✚ Problème d'installation du système d'exploitation Raspbian.
- ✚ Interruption lors d'accès aux serveurs des packages.
- ✚ Utilisation des logiciels ou des outils non souhaitables est saturation de système par la suite.
- ✚ Ne pas mettre en considération les paramètres de sécurité.

#### 4.3.3 Décomposition du travail :

Ce que nous allons faire ici, c'est de créer un répertoire, dans notre cas « caméra de surveillance intelligente ». Dans ce répertoire on va créer trois scripts python :

- **camera.py** : C'est pour la première partie : Détection de mouvement).
- **mail.py** : C'est pour la deuxième partie : Les alertes et l'envoi des emails.
- **main.py** : C'est la troisième partie : Nous créerons un mini site web en local sur Raspberry Pi pour consulter le flux vidéo de la caméra en direct.

- | — caméra de surveillance intelligente
- | | — models
- | | | — haarcascade\_frontalface\_default.xml
- | | | — fullbody\_recognition\_model.xml
- | | — upperbody\_recognition\_model.xml
- | — templates
- | — index.html
- | — camera.py
- | — mail.py
- — main.py

```
pi@raspberrypi:~/caméra de surveillance intelligente $ ls
camera.py mail.py main.py models templates
pi@raspberrypi:~/caméra de surveillance intelligente $
```

### **I. Première partie (détection de mouvement) :**

Le but principal de cette partie est de détecter le mouvement d'une personne dans notre zone de surveillance « salle des serveurs dans notre cas », grâce à une caméra Raspberry pi. Pour réaliser cette détection, nous utiliserons la librairie OpenCV4 pour la détection d'un corps d'une personne (corps entier ou facial). Le moyen le plus courant de la détection d'un Corps ou d'un objet consiste à utiliser le « classificateur de Haar Cascade ».

OpenCV nous donne la possibilité de créer notre propre classificateur si on le souhaite, sinon on peut les utiliser directement, il suffit juste de les télécharger à partir du répertoire de 'haarcascade' et utiliser le fichier XML que l'on souhaite « classificateur pour : le visage, le corps, les yeux...ect).

Dans notre cas on a utilisé le fichier XML « haarcascade\_frontalface\_default », pour la détection de visage, nous devons l'enregistrer dans le même répertoire qu'on a créé déjà «caméra de surveillance intelligente », le fichier XML est facilement téléchargeable [29].

Après la détection, on va lancer l'enregistrement de vidéos tout au long de la durée de détection de mouvement dans la salle, pour avoir plus de sécurité et donner la chance à l'administrateur de revoir tous changement dans cette durée.

Le programme qui nous permettra de faire la détection c'est le scripte nommée « camera.py » et données-ci-dessous :

```
import cv2

from imutils.video.pivideostream import PiVideoStream

import imutils

import time

import numpy as np

import datetime

import os
```

```
class VideoCamera(object):
```

```
    def __init__(self, flip = False):
```

```
        self.vs= PiVideoStream().start()
```

```
        self.flip = flip
```

```
        time.sleep(2.0)
```

**Définition de la fonction pour l'enregistrement de vidéo :**

```
def save_video(self,video_name):
```

```
    os.makedirs("./record",exist_ok=True)
```

```
    frame_per_second = 25
```

```
    fourcc = cv2.VideoWriter_fourcc(*'DIVX')
```

```
    out = cv2.VideoWriter(f"./record/{str(video_name)}.avi", fourcc, frame_per_second, (640, 480))
```

```
    dure = 60
```

```
    num_of_picture = frame_per_second*dure
```

```
    i=0
```

```
    while i < num_of_picture:
```

```
        self.vs= PiVideoStream().start()
```

```
        frame = cv2.flip(frame, 1)
```

```
        out.write(frame)
```

```
        i+=1
```

```
    out.release()
```

```
def __del__(self):
```

```
    self.vs.stop()
```

```
def flip_if_needed(self, frame):

    if self.flip:

        return np.flip(frame, 0)

    return frame

def get_frame(self):

    frame = self.flip_if_needed(self.vs.read())

    frame = cv2.flip(frame, 1)

    ret, jpeg = cv2.imencode('.jpg', frame)

    return jpeg.tobytes()

def get_object(self, classifier):

    found_objects = False

    frame = self.flip_if_needed(self.vs.read()).copy()

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

    gray = cv2.GaussianBlur(gray, (7, 7), 0)

    objects = classifier.detectMultiScale(

        gray,

        scaleFactor=1.1,

        minNeighbors=5,

        minSize=(30, 30),

        flags=cv2.CASCADE_SCALE_IMAGE

    )

    if len(objects) > 0:
```

```
found_objects = True

# ajouter des rectangle au Toure de l'objet:

for (x, y, w, h) in objects:

    cv2.rectangle(frame, (x, y), (x + w, y + h), (0, 255, 0), 2)

    timestamp = datetime.datetime.now()

    cv2.putText(frame, "SALLE DES SERVEURS", (10, 60), cv2.FONT_HERSHEY_
_COMPLEX_SMALL, 1, (0, 0, 255), 2)

    cv2.putText(frame, timestamp.strftime(
"%A %d %B %Y %I:%M:%S%p"), (10, frame.shape[0] - 10),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (255, 255, 255), 1)

ret, jpeg = cv2.imencode('.jpg', frame)

return (jpeg.tobytes(), found_objects)
```

Les lignes de commandes ci-dessus sont tout ce dont on a besoin pour la détection de visage à l'aide d'OpenCV et python :

- `self.vs= PiVideoStream().start()`
  - C'est la ligne qui permet de lancer la Picaméra de Raspberry Pi.
- `frame_per_second = 25`
  - Cette ligne permet de définir le nombre d'images dans une seconde.
- `self.fourcc = cv2.VideoWriter_fourcc(*'DIVX')`  
`self.out = cv2.VideoWriter("output.avi", self.fourcc, 25, (640, 480))`
  - Ces lignes permettent de définir l'encodage de la vidéo.



```
dure = 60 # En seconde  
num_of_picture = frame_per_second*dure  
i=0  
while i < num_of_picture:  
    ret, frame = self.vs.read()  
    frame = cv2.flip(frame, 1)  
    out.write(frame)  
    i+=1  
out.release()
```

- **durer = 60** : Définition de la durée de la vidéo enregistrée par seconde.
- **num\_of\_picture = frame\_per\_second\*dure** : Définition du nombre d'images dans une durée donnée.

```
gray=cv2.cvtColor(frame,cv2.COLOR_BGR2GRAY)
```

- **Gray** : C'est l'image d'entrée ou niveau de gris, elle permet de prendre les images en noir et blanc pour une meilleure détection.

```
objects  
=classifier.detectMultiScale(gray,  
  
scaleFactor=1.1,  
minNeighbors=5,  
minSize=(30, 30),  
  
flags=cv2.CASCADE_SCALE_IMAGE)
```

- **DetecMultiscale** : Elle permet de détecter des objets de différentes tailles dans l'image d'entrée. Les objets détectés sont renvoyés sous forme de liste de rectangles.
- **scaleFactor** : C'est le paramètre spécifiant la réduction de la taille de l'image à chaque échelle d'image (1.1 à 1.5).

- **minNeighbors** : C'est le paramètre spécifiant le nombre de voisins que chaque rectangle candidat doit avoir pour le conserver.
- **minSize** : C'est la **taille** minimale possible de l'objet. Les objets plus petits que cela sont ignorés. [30].

•

```
cv2.rectangle (frame, (x, y), (x + w, y + h), (0, 255, 0), 2)
```

- **cv2.rectangle** : C'est une fonction qui sert à détecter le visage sur l'image, par la suite nous allons marquer le visage par des rectangles.
- **(x,y)** : C'est les coordonnées de départ.
- **(x+w,y+h)** : C'est les coordonnées d'arriver.
- **(0, 255,0)** : C'est la couleur des rectangles dans ce cas « vert ».
- **2** : C'est l'épaisseur de trait.

•

```
cv2.putText (frame, timestamp.strftime("%A %d %B %Y  
%I:%M:%S%p"),(10,frame.shape[0] - 10),cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1 , (255, 255,  
255), 1)
```

- **putText** : C'est une fonction qui permet d'ajouter un texte sur l'image par exemple : « salle des serveurs ».
- **timestamp.strftime** : C'est une Fonction qui permet d'ajouter le temps. [31].
- **%A** : Signifie le jour de la semaine par exemple : samedi.
- **%d** : Signifie le jour du mois sous forme de nombre décimale par exemple : 5.
- **%B** : Signifie le mois comme nom complet par exemple : juin.
- **%Y** : Signifie le l'année avec siècle comme nombre décimal par exemple : 2020.
- **%I** : Signifie l'heure sous forme d'un nombre décimale.
- **%M** : Signifie la minute sous forme d'un nombre décimale.
- **%S** : Signifie deuxième en tant que nombre décimal à remplissage zéro par exemple : 05.
- **%p** : Equivalent des paramètres régionaux AM ou PM.



**Figure 36:** Détection de visage et les résultats de la fonction de putText.

## II. Deuxièmes parties (les alertes) :

Après la détection du mouvement, un email sera envoyé à l'administrateur de la salle qui aura préalablement enregistré son adresse email dans le code et aussi une adresse qui sera utilisée pour envoyer l'email par Raspberry Pi.

Le programme qui nous permet de faire cette étape, c'est le script nommé « mail.py », le fichier se connecte à un serveur SMTP Gmail et envoie un e-mail avec une image de l'objet détecté par la caméra de sécurité.

Le script est donné ci-dessous :

```
import smtplib

from email.mime.multipart import MIMEMultipart
from email.mime.text import MIMEText
from email.mime.image import MIMEImage

# Email email pour envoyer les mises à jour (on peut l'utiliser juste avec gmail)

fromEmail = 'saramendas97@gmail.com'
```

```
# mot de passe de mon email  
  
fromEmailPassword = "mon mot de passe "  
  
# Email pour envoyer the update to  
  
toEmail = 'mendassara@gmail.com'
```

- **fromEmail** : C'est l'adresse email pour envoyer les mises à jour depuis Raspberry Pi (on peut utiliser une adresse Gmail).
- **fromEmailPassword** : Le mot de passe de notre compte Gmail.
- **toEmail** : C'est l'adresse email de l'administrateur de la salle des serveurs pour recevoir les mises à jour depuis l'email de Raspberry PI.

### III. Troisième partie (création d'un mini site web en local sur la Raspberry) :

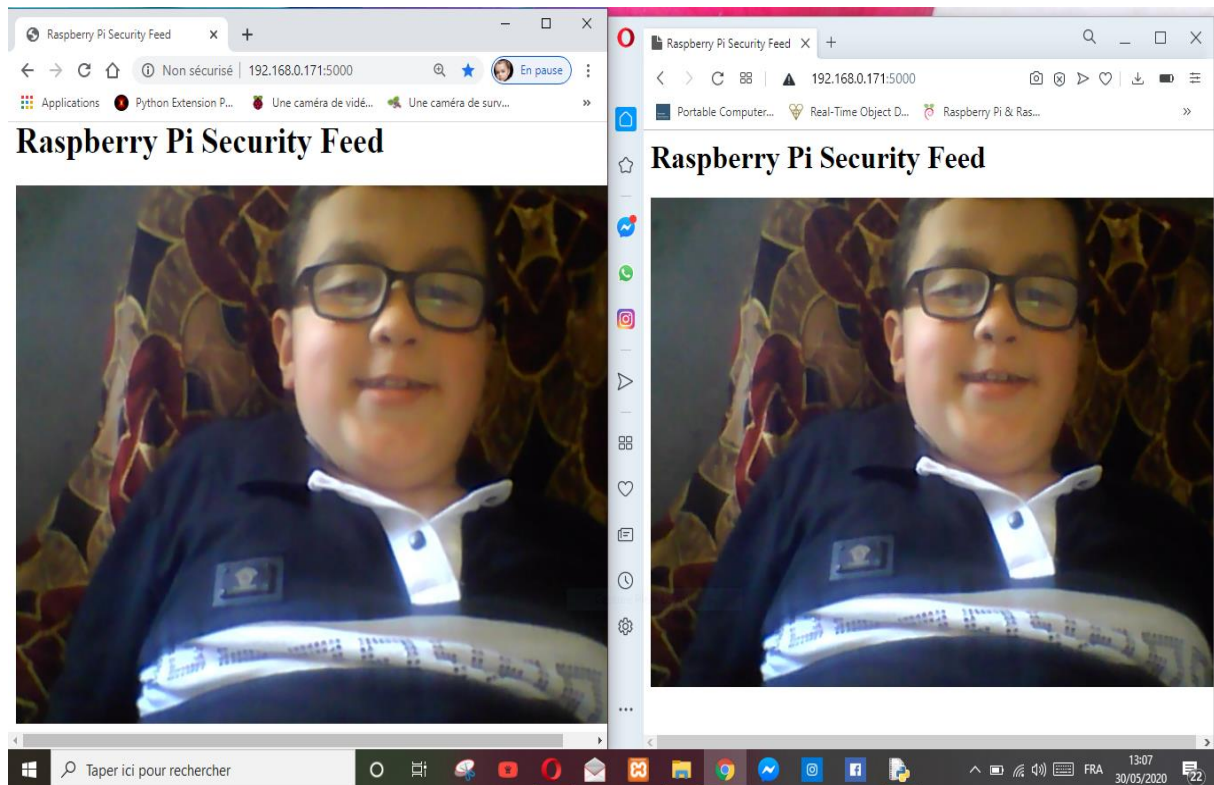
- **Introduction :**

Dans cette partie, nous allons utiliser OpenCV pour diffuser des vidéos d'une Picaméra de Raspberry PI vers un navigateur Web / une page HTML à l'aide de Flask et Python.

De là, nous combinerons Flask avec OpenCV, ce qui nous permettra de :

- Accéder aux cadres depuis le module de la Picaméra de Raspberry PI (ou la webcam).
- Diffuser les flux vidéo sur une page Web/ navigateur ou Smartphone.

De plus, le programme que nous couvrirons pourra prendre en charge plusieurs clients en même temps c'est-à-dire plusieurs personnes peuvent accéder au flux vidéo depuis plusieurs navigateurs en même temps.



**Figure 37:** Accès au site web depuis plusieurs navigateurs en même temps.

- **Flask(le Framework web Flask) :**

Flask est un serveur qui utilise une réponse de streaming pour fournir un flux vidéo capturé à partir d'une caméra « Picaméra de Raspberry » au format Motion JPEG, ce format est simple, il n'est pas le plus efficace mais son avantage c'est qu'il peut prendre en charge tous les navigateurs sans aucun script coté client, c'est pour cette raison qu'il est utilisé pour les caméras de sécurité.

- **Présentation du programme main.py :**

Le programme qui nous permet de faire la visualisation de flux vidéo sur le web en streaming c'est « main.py », son contenu est donné ci-dessous :

```
import os
import cv2
import sys
from mail import sendEmail
from flask import Flask, render_template, Response
```

```
from camera import VideoCamera
from flask_basicauth import BasicAuth
import time
import threading
import datetime

email_update_interval = 60 #

video_camera = VideoCamera(flip=True)

object_classifier = cv2.CascadeClassifier("models/haarcascade_frontalface_default.xml") #
# App Globals (do not edit)
app = Flask(__name__)
app.config['BASIC_AUTH_USERNAME'] = 'SARA'
app.config['BASIC_AUTH_PASSWORD'] = 'sara97'
app.config['BASIC_AUTH_FORCE'] = True
basic_auth = BasicAuth(app)
last_epoch = 0

def check_for_objects():
    global last_epoch
    while True:
        try:
            frame, found_obj = video_camera.get_object(object_classifier)#
            if found_obj and (time.time() - last_epoch) > email_update_interval:
                last_epoch = time.time()
                video_name = time.strftime("%m_%d_%Y_%H_%M_%S", time.gmtime())
                print ("l'envoi de l'email...")
                sendEmail(frame)
                print ("c'est fais !")
                video_camera.save_video(video_name)
        except:
            print ("Erreur de l'envoi de l'email: "), sys.exc_info()[0]
```

```
@app.route('/')
@basic_auth.required
def index():
    return render_template('index.html')

def gen(camera):
    frame, found_obj = video_camera.get_object(object_classifier)
    frame = camera.get_frame()
    yield (b'--frame\r\n'
           b'Content-Type: image/jpeg\r\n\r\n' + frame + b'\r\n\r\n')

@app.route('/video_feed')
def video_feed
    return Response(gen(video_camera),
                    mimetype='multipart/x-mixed-replace; boundary=frame')

if __name__ == '__main__':
    t = threading.Thread(target=check_for_objects, args=())
    t.daemon = True
    t.start()
    app.run(host='0.0.0.0', debug=False
```

- 

**email\_update\_interval = 60**

- Cette ligne permet d'envoyer un email dans l'intervalle '60s', il est possible de le changer.

Pour l'enregistrement de la vidéo, on a choisi « 60s » pour la mise à jour de l'envoi de l'email et par mesure de sécurité « 60 s » la durée d'enregistrement, c'est à dire si une autre personne rentre dans notre zone de surveillance pendant le moment de l'envoi de l'email on peut le voir dans les vidéos enregistrées.

- `video_camera = VideoCamera (flip=True)`
  - Cette ligne permet de créer un objet caméra, retourne verticalement.
- `object_classifier=cv2.CascadeClassifier("models/haarcascade_frontalface_default.xml")`
  - C'est la ligne qui charge le « classificateur » pour la détection.
- ```
app = Flask(__name__)  
app.config['BASIC_AUTH_USERNAME'] = 'SARA'  
app.config['BASIC_AUTH_PASSWORD'] = 'mot de passe'  
app.config['BASIC_AUTH_FORCE'] = True
```

  - `app.config['BASIC_AUTH_USERNAME'] = 'SARA'` : Nom d'utilisateur pour accéder au site.
  - `app.config['BASIC_AUTH_PASSWORD'] = 'mot de passe'` : Mot de passe pour accéder au site.



Ouvrir une session

http://192.168.0.146:5000 nécessite un nom d'utilisateur et un mot de passe. Votre connexion à ce site n'est pas privée

Nom d'utilisateur

Mot de passe

Annuler Ouvrir une session

**Figure 38:** Ouverture d'une session web.

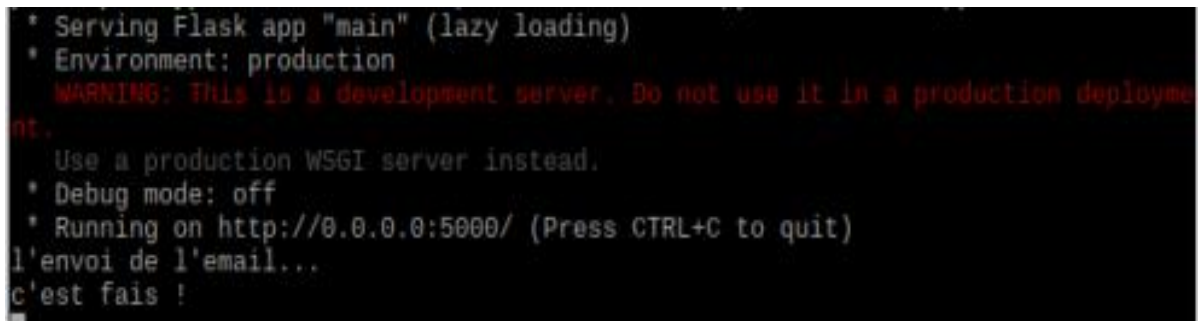


- ```
video_name = time.strftime  
("%m_%d_%Y_%H_%M_%S")
```

➤ Cette ligne permet d’afficher l’heure et la date d’enregistrement de la vidéo créée déjà dans le fichier « camera.py ».

- ```
print ("l'envoi de l'email...")  
sendEmail(frame)  
print ("c'est fait !")
```

➤ Ces lignes permettent d’envoyer un email si l’objet est détecté, un message s’affiche que l’email est envoyé « c’est fait !.. ».



```
* Serving Flask app "main" (lazy loading)  
* Environment: production  
WARNING: This is a development server. Do not use it in a production deployment.  
Use a production WSGI server instead.  
* Debug mode: off  
* Running on http://0.0.0.0:5000/ (Press CTRL+C to quit)  
l'envoi de l'email...  
c'est fais !
```

**Figure 39:** Lancement de programme.

- ```
video_camera.save_video(video_name)
```

➤ Cette ligne permet d’enregistrer la vidéo après l’envoi de l’email.

- ```
defgen(camera):  
    whileTrue:  
        frame = camera.get_frame()  
        yield (b'--frame\r\n'b'ContentType:image/jpeg\r\n\r\n'+frame+b'\r\n\r\n')
```
- **Gen** : Fonction de générateur de flux vidéo. Pendant toute la durée de l'utilisation de l'application, nous allons récupérer les images en format JPEG grâce à la fonction « **get\_frame()** » de l'objet camera.
- ```
@app.route('/video_feed')  
defvideo_feed():  
    return Response(gen(video_camera),  
        mimetype='multipart/x-mixed-replace; boundary=frame')
```
- Le « **@app.route** » : indique à Flask que cette fonction permet d'envoyer les réponses de diffusion en continu. Etant donné que ce flux renvoi les images à afficher dans la page Web, l'URL se trouve dans « **src** »attribut de la balise d'image « fichier HTML (l'index) », et que les données sont servies à partir de « **Http : // adresse ip / video\_feed** ». Nous allons revoir le fichier « index.html » dans les prochaines étapes.
- La sortie « **video\_feed'** »: c'est la sortie de la détection de mouvement en direct, codée sous la forme d'un tableau d'octets, le navigateur WEB est intelligent pour prendre ce tableau d'octets et l'afficher dans le navigateur sous forme d'un flux vidéo en directe. [32].

```
• if __name__ == '__main__':  
    t = threading.Thread(target=check_for_objects, args=())  
  
    t.daemon = True  
  
    t.start()  
  
    app.run(host='0.0.0.0', debug=False)
```

- **Thread:** Lancement d'un « Thread », qui sera utilisé pour effectuer la détection de mouvement.
- **app.run :** Lancement de l'application Flask.

- **La structure de la page HTML :**

Comme nous l'avons vu dans « main.py », nous rendons un modèle HTML nommé « index.html ».

Le modèle lui-même est rempli par le serveur Flask, puis suivi au navigateur web. Le navigateur web prend le code HTML généré et le rend à votre écran.

Inspectons le contenu du fichier « index.html » :

```
<html>  
  
<head>  
  <title>Raspberry Pi Security Feed</title>  
</head>  
  
<body>  
  <h1>Raspberry Pi Security Feed</h1>  
    
</body>  
</html>
```

- Il s'agit d'une simple page Web HTML avec un entête et une balise d'image.

- 

```
imgid="bg" src="{{ url_for('video_feed') }}"
```

- Cette ligne permet de demander à Flask de rendre dynamiquement l'URL de notre video\_feed route. Depuis « video\_feed » la fonction est responsable de la diffusion d'image depuis la Picaméra, « src » de l'image sera automatiquement remplie avec nos cadres de sortie. Le navigateur Web est suffisamment intelligent pour afficher correctement la page web et visualiser le flux vidéo en streaming. [32].

#### 4.3.4 Lancement des programmes et test de l'application :

L'assemblage de tous ces scripts nous permettra d'avoir un système de surveillance à distance capable d'effectuer une détection de mouvement, de déclencher des alertes par email, et de diffuser le résultat vidéo sur un navigateur Web ou Smartphone.

On peut voir le flux vidéo en direct en allant sur `http://<ip_raspberry>:5000` dans un navigateur internet sur le réseau local.

- ✓ Pour connaître l'adresse IP de la Raspberry Pi tapons dans le terminal :  
**hostname -I.**

```
pi@raspberrypi:~ $ hostname -I
192.168.0.146
pi@raspberrypi:~ $
```

**Figure 40:** IP adresse de Raspberry.

- Visualisation des flux vidéo depuis le web :



**Figure 41:** Vidéos en direct depuis le web.

- Visualisation du flux vidéo depuis un Smartphone :

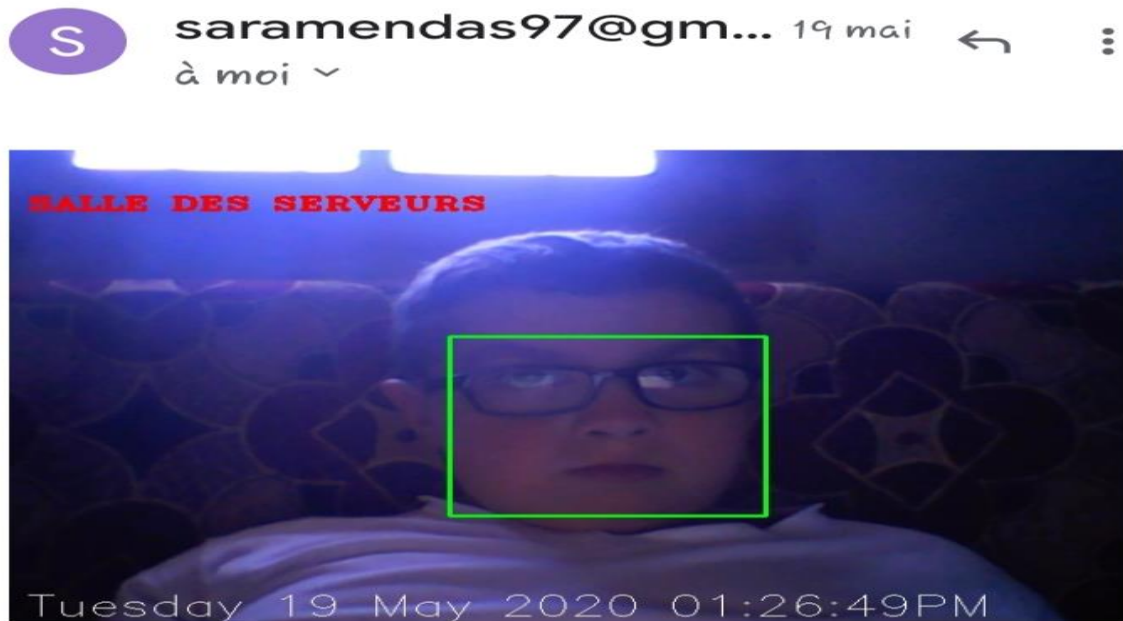
C'est la même chose que le web, pour accéder nous allons sur :

[http://<ip\\_raspberry>:5000](http://<ip_raspberry>:5000) dans un navigateur de Smartphone dans le réseau local.



**Figure 42:** Vidéos en direct depuis le Smartphone.

Après la détection déclenchement des alertes par email comme la figure ci-dessous le montre :



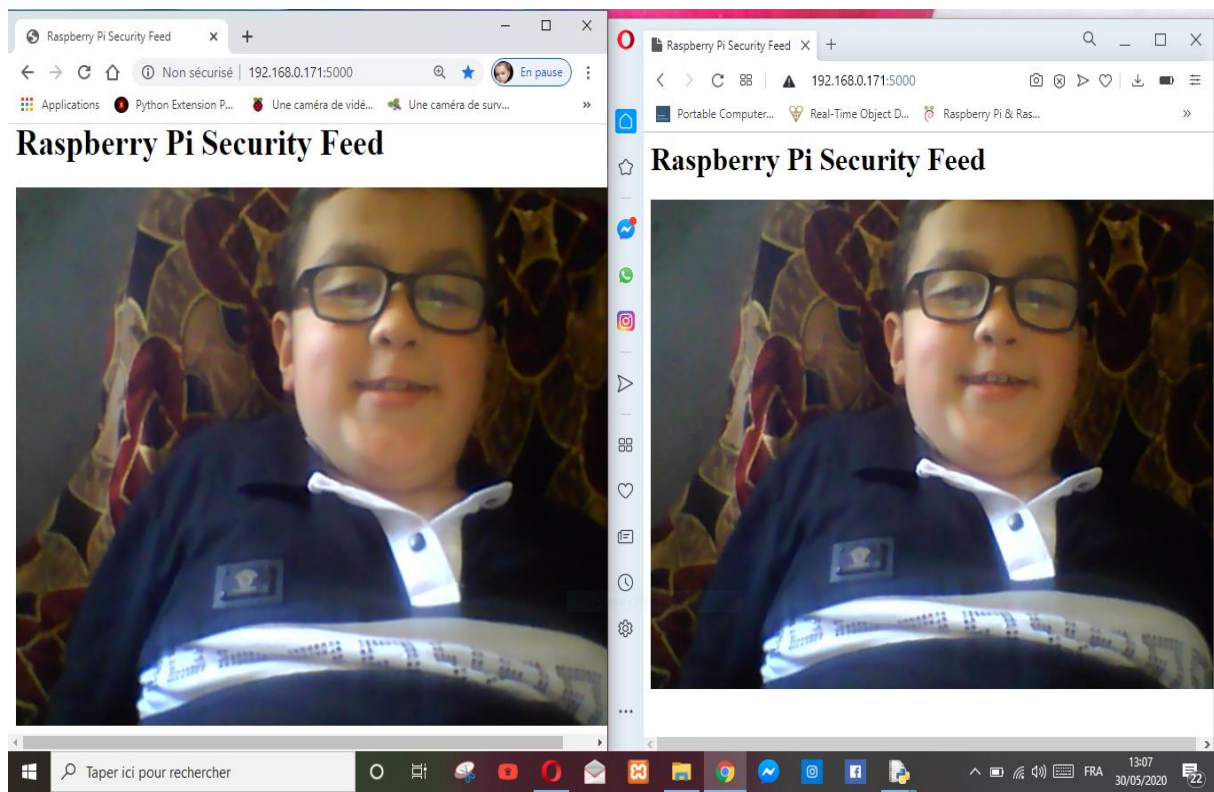
**Figure 43:** Les alertes par email.

| Nom                 | Date             | Type                  | Taille   | Durée    |
|---------------------|------------------|-----------------------|----------|----------|
| 06_11_2020_11_51_20 | 11/06/2020 11:51 | VLC media file (.avi) | 2 443 Ko | 00:01:00 |
| 06_15_2020_17_02_43 | 15/06/2020 17:02 | VLC media file (.avi) | 6 699 Ko | 00:01:00 |
| 06_15_2020_17_05_28 | 15/06/2020 17:05 | VLC media file (.avi) | 5 855 Ko | 00:01:00 |
| 06_15_2020_17_07_52 | 15/06/2020 17:08 | VLC media file (.avi) | 7 278 Ko | 00:01:00 |
| 06_15_2020_17_10_13 | 15/06/2020 17:10 | VLC media file (.avi) | 8 399 Ko | 00:01:00 |

**Figure 44:** Les vidéos enregistrent après la détection de personne.

- **Teste sur Windows**

Nous avons également testé les codes sur Windows et cela fonctionne bien, et la possibilité d'accéder à la vidéo en direct au même temps par différents navigateurs telle que (chrome, opéra,...ect), figure ci-après :



**Figure 45:** Vidéo streaming par des différents navigateurs.

#### 4.3.5 **Conclusion :**

Dans cette partie nous avons présenté notre application de détection des visages basées sur la programmation python et la méthode Haar Cascade de viola et Jones, nous pouvons dire que notre implémentation est fonctionnelle et que l'expérimentation de notre travail a donné des résultats satisfaisants.

## 5. Conclusion générale :

Tout au long de la préparation de notre projet de fin d'études, nous avons essayé de mettre en pratique les connaissances acquises durant nos études universitaires, et cela dans le but de réaliser une application de vidéosurveillance intelligente à base d'une carte Raspberry pi et une Picaméra.

Dans ce mémoire, nous avons apporté notre contribution dans le domaine de détection de visages dans une image ou une séquence vidéo. Ce domaine a émergé comme un secteur actif de recherches durant ses dernières années, de nombreuses méthodes ont été proposées dont plusieurs d'entre elles ont été appliquées avec succès. Dans le cas idéal, la détection doit être rapide et économique.

Nous avons détaillé dans le chapitre quatre « 4 » les méthodes de détections utilisées dans une séquence de vidéosurveillance, ainsi que le langage de programmation python et la librairie OpenCV.

Grâce à la réalisation de ce système, nous avons atteint l'objectif de notre travail qui consiste à surveiller notre salle de serveurs et détecter les anomalies.

Comme perspectives, nous proposons une amélioration des résultats obtenus, et cela on transférant les vidéos enregistrées ; vers une base de données externe comme un DVR ou NVR sur le réseau locale.

Après avoir atteint l'objectif final demandé, ce projet nous a été très bénéfique car il nous a permis de maîtriser plusieurs techniques et de manipuler des outils très complexes dans le domaine de traitement d'images. Enfin, ce projet a été une bonne occasion pour réaliser un travail très concret, avec des objectifs clairs et bien définis et de se familiariser avec un environnement de développement professionnel



## **Bibliographie**

- [1] C.F.CREATIS, " Traitement et analyse d'image-ANIMAG ", Institut national des sciences, Université Claude Bernard, 2013-Lyon.
- [2] Benchrife Ali, " Traitement d'image ", Université Abou Bakar Belkaid Tlemcen, 2008.
- [3] J-L. Baril "Outils Mathématique pour l'informatique" Université de Bourgogne Labo.le2i, UMR- CNRS 5158. 2007.
- [4] N. Laouar, M. S. Laraba, Détection d'un mouvement dans une séquence vidéo par filtres morphologiques, Mémoire de Master, ENP, Alger, 2009.
- [5] Introduction au traitement des images et à la stéréo-vision,cours <http://perso.univ-lemans.fr/~berger/CoursStereoVision/co/Seuillage.html> consulté : mai 2020.
- [7] Touati R., "Reconnaissance des actions humaines à partir d'une séquence vidéo", Mémoire pour l'obtention du grade de Maîtres sciences (M.Sc.) en informatique, Université de Montréal, Janvier 2014.
- [11] The Raspberry Pi Education Manual, Version 1.0 consulté le : 21mai 2020.
- [12] Nadia BOUTADARA, Fatima Zahra BOUAZZA, Proposition d'une approche intelligente pour la reconnaissance d'actions humaines à partir d'image de vidéosurveillance, mémoire de fin d'études (master), Université Ahmed Draia – Adrar ,2017.
- [14] BOUAMOR Boujemaa, OUCHA Mohamed, Conception et réalisation d'un système de surveillance d'une salle des serveurs à base de raspberry pi, Pour l'obtention du diplôme Ingénieur d'Etat en SYSTEMES ELECTRONIQUES & TELECOMMUNICATIONS, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah ,2016.
- [24] Y.Ma, X.Ding. Face Detection based on hierarchical support vector machines. s.l. IEEE, 2002.
- [27] BESBES, Nouredine. Indexation En Intervenant D'un Document Vidéo Par Identification Du Visage. France : Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, 2007. UMR 5505.

- [33] Khammari,Mohammed. Détection et suivi de visages en temps Réel sur Flux Vidéo, pour l'obtention du diplôme De doctorat troisième cycle LMD, Faculté des Sciences de l'Ingéniorat Département Informatique, Université Badji Mokhtar Annaba 2016.
- [34] Benjelil. Le système de reconnaissance biométrique, Reconnaissance du visage.
- [35] James Loy,"Neural-network-projects", Edition packt. juin2020.
- [36] Viola.P,Jones.M, "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features",Proceedings of the 2001 IEEE computer Society Conference,Vol 1 ,pp511-518,2001.
- [37] BERKANE, Chahrazed. BERKANI,Afef. La détection des visages, pour l'obtention du diplôme Master en informatique, Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi ,2014.

## **Webographie :**

- [6] <http://www.informatique-enseignant.com/image-bitmap-ou-vectorielle/> consulté le : 20 mai2020.
- [8] <https://youtu.be/voO3lmWLdmQ> consulté le 15mai2020.
- [9] <http://tpemultimedia.e-monsite.com/pages/qu-est-ce-que-la-videosurveillance.html> consulté le : 15 mai 2020.
- [10] <http://www.inter-assistance.com/videosurveillance-guide.html> consulté : mai 2020.
- [13] <http://www.idvideo.com/solutions/videosurveillance/domainesdapplications> consulté le: 20mai2020.
- [16] <https://raspberrypi.fr/acheter-raspberry-pi-3-accessoires/> consulté le 22 mai2020
- [17] <https://raspberrypis.net/les-differentes-utilisations-du-raspberry-pi/> consulté le 23 mai2020.
- [18] <https://magpi.raspberrypi.org/issues/92> consulté le 24mai 2020.
- [19] [https://docs.opencv.org/2.4/opencv\\_tutorials.pdf](https://docs.opencv.org/2.4/opencv_tutorials.pdf) consulté le 1juin 2020.
- [20] <https://www.supinfo.com/articles/single/4185-connexion-distance-au-raspberry-pi-3-ssh> consulté le mai2020.
- [21] <https://www.clubic.com/ordinateur-pc/mini-pc/article-850496-1-connecter-distance-raspberry-pi-vnc.html> consulté le mai 2020.
- [22] <https://raspberrypi.fr/video-surveillance-raspberry-pi-camera/> consulté le mai 2020.
- [23] [https://inforef.be/swi/download/apprendre\\_python3.pdf](https://inforef.be/swi/download/apprendre_python3.pdf) consulté le mai2020.
- [25] <https://opencv.org/> consulté le juin2020.
- [26] <https://www.hpl.hp.com/techreports/Compaq-DEC/CRL-2001-1.pdf> consulté le juin 2020.
- [28] <https://www.pyimagesearch.com/2018/09/19/pip-install-opencv/> consulté le juin2020.
- [29] <https://pymotion.com/detection-objet-cascade-haar/> consulté le juin2020.
- [30] [https://docs.opencv.org/2.4/modules/objdetect/doc/cascade\\_classification.html](https://docs.opencv.org/2.4/modules/objdetect/doc/cascade_classification.html) consulté le juin 2020.
- [31] <https://strftime.org/> consulté le juin2020.
- [32] <https://www.pyimagesearch.com/2019/09/02/opencv-stream-video-to-web-browser-html-page/> consulté le juin2020.

- 38 <https://openclassrooms.com/fr/courses/235344-apprenez-a-programmer-en-python/231174-creez-des-structures-conditionnelles> consulté le 27 octobre 2019.
- 39 [https://www.w3schools.com/python/numpy\\_intro.asp](https://www.w3schools.com/python/numpy_intro.asp) consulté le 29 aout 2020

## **Annexe :**

### **1- Langage de programmation python : [38]**

#### **1.1 Introduction :**

Python est un langage puissant, à la fois facile à apprendre et riche en possibilités. Il permet d'écrire des programmes compacts et lisibles. Les programmes écrits en Python sont généralement beaucoup plus court que l'équivalent en C, C++, ou Java.

Il est, en outre, très facile d'étendre les fonctionnalités existantes. Ainsi, il existe ce qu'on appelle des **bibliothèques** qui aident le développeur à travailler sur des projets particuliers.

#### **1.2 Les différents types de variable :**

Le type des variables utilisées a une grande importance dans le code utilisé car leurs utilités et leurs manipulations sont bien différentes. Pour reconnaître le type d'une variable, il existe une fonction intégrée à Python, la fonction `type()`.

##### **1.2.1 Les nombres entiers :**

La syntaxe d'un entier est un nombre sans virgule « par exemple '2' ». En Python le type entier se nomme « int » qui correspond à l'anglais « integer », c'est-à-dire entier.

##### **1.2.2 Les nombres flottants :**

Les nombres flottants sont les nombres à virgule « par exemple '2.21' ». Il se nomme en Python « float » ce qui signifie « flottant » en anglais.

##### **1.2.3 Les chaînes de caractères :**

Une chaîne de caractères (string ou str en abrégé) permet de stocker une série de lettres ou de chiffres (ou les deux) encadrée par des guillemets ou des apostrophes. Pour afficher la chaîne de caractères on utilise la fonction `print('le nom de la chaîne de caractère')`.

Exemple :

```
>>>test1='envoi de l'email'

>>>print(test1)

envoi de l'email
```

### **1.3 Les structures (boucles et instruction conditionnels)**

#### **1.3.1 Les boucles « For » :**

On utilise les boucles « for » lorsqu'une opération doit être réalisée un nombre de fois fini. Le bloc indenté est exécuté pour toutes les valeurs de la ligne d'instruction « for ».

Exemple :

```
chaine = "Bonjour "
for lettre in chaine:
    print(lettre)

B
o
n
j
o
u
r
```

#### **1.3.2 Les boucles « while » :**

On utilise les boucles « while » lorsqu'une opération sera répétée tant que la condition est vraie. Dans l'exemple suivant, on affiche la valeur de i tant que i est inférieur ou égal à 4.

Exemple :

```
>>> i=1

>>> while i<=4 :

    print(i)

    i=i+1
```

1  
2  
3  
4

### **1.3.3 Les instructions conditionnelles « if » :**

La condition « if » permet de faire une action précise n'est exécutée que si le test est vrai.

Exemple :

```
>>> age = 21
>>> if age >= 18: # Si age est supérieur ou égal à 18
...     print("Vous êtes majeur.")
... else: # Sinon (age inférieur à 18)
...     print("Vous êtes mineur.")
```

### **1.4 Création des répertoires :**

Pour créer un dossier sur python on utilise le module « os » qui est une bibliothèque dédié aux besoins de gestion de fichiers et de dossiers.

- Pour créer un répertoire on utilise la commande « mkdir 'le nom de fichier' » par exemple : mkdir caméra de surveillance intelligente.
- Pour créer un fichier un fichier on utilise la commande « touch 'le nom de fichier' » par exemple : touch main.py.
- Pour modifier dans un fichier on utilise la commande « gedit, vim, vi et nano » par exemple : gedit main.py.

### **1.5 Les bibliothèques python :**

#### **1.5.1 La bibliothèque « Numpy » : [39]**

NumPy a été créé en 2005 par Travis Oliphant. C'est une bibliothèque python utilisée pour travailler avec des tableaux.

Les tableaux NumPy sont stockés à un endroit continu de la mémoire contrairement aux listes, de sorte que les processus peuvent y accéder et les manipuler très efficacement.

### **1.5.2 La bibliothèque « OS » :**

Le but principal du module « OS » est d'interagir avec le système d'exploitation. La principale utilisation de la bibliothèque « OS » est de créer, de supprimer, de déplacer des dossiers et parfois de changer le répertoire de travail.