

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

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE
Spécialité : Master 2 Intelligence artificielle

PROJET D'OBTENTION D'UN CERTIFICAT DE BREVET
SELON LE DECRET MINISTERIELLE 1275

Aman Guard : Innovation basée sur l'intelligence artificielle pour la sécurité des citoyens et la fluidité du trafic dans les villes intelligentes.

Réalisé par :

BAKECHE Somia

BECIT Nour-Chaima

BOUAFFAR Ibtissem

BOUDELAA Nada

Encadrant :

DR.CHEIKH MOHAMED

CO-ENCADRANT :

DR.BENOUDINA LAZHAR

2023-2024

Remerciements

{ وآخر دعوانهم أن الحمد لله رب العالمين }

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance envers notre encadrant de mémoire, DR. Cheikh Mohamed, pour son soutien inestimable, ses conseils éclairés et sa disponibilité constante tout au long de ce projet. Son expertise a été cruciale dans l'orientation de nos recherches et la structuration de nos idées. Nous remercions également notre Co-encadrant, DR. Benoudina Lezhar, pour son aide précieuse. Nous leur sommes particulièrement reconnaissants pour leur dévouement et leur patience.

Nous souhaitons également adresser nos sincères remerciements aux membres du jury.

Nous exprimons notre gratitude à nos enseignants et à nos amis pour leur soutien indéfectible tout au long de ce parcours académique.

DEDICACES

*C'est avec une profonde gratitude et de sincères mots que je dédie ce modeste travail de fin d'études à la mémoire de **Ma Mère**, que Dieu l'accueille dans son vaste paradis, ainsi qu'à **Mon Père**, qui fait tous les jours preuve d'une patience illimitée, d'une aide précieuse et d'un encouragement continu.*

*À mes chères sœurs que j'adore : **Imen, Lamia et Iness**, pour leur grand soutien et leur aide précieuse. Qu'elles trouvent ici l'expression de ma haute gratitude.*

*Sans oublier mes petits **Maïer, Meryouma, Sílazo, Mísho et Meyoussa**.*

*Je dédie ce travail aussi à toute **ma grande famille**. Je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.*

*Pour mes chères copines **Menala, Chaïma et Nouhed**, en témoignage de l'amitié qui nous unit, des souvenirs, et de tous les moments que nous avons passés ensemble.*

*Et surtout à mon groupe de travail et mes amies **Chaïma, Ibtissem et Soumia**, avec lesquelles j'ai partagé les émotions de joie, de rire et de stress.*

NADA

Dédicace

Au premier des lieux je remercie Dieu de m'avoir donné le courage pour accomplir ce modeste travail que me dédie :

À mes parents,

*Pour tous leurs sacrifices, leur soutien,
Leurs encouragements et leur amour qui ont été la raison de
ma réussite.*

Que Dieu leur accorde une bonne santé et une longue vie.

À mon frère Ramzi,

*Le frère, le premier soutien, le second père et le compagnon
fidèle.*

Merci pour le soutien et le courage que tu m'as enseigné.

À mes sœurs Salma et Mouna,

*Pour leur disponibilité à écouter mes frustrations et les
sources de mon stress,
Avec mes souhaits de bonheur et de réussite dans leur vie.*

À mes amies de la vie, Nadjla et Hiba El Rahman,

*Pour votre amour et votre soutien constant malgré la
distance,*

*Pour votre amitié fidèle et les moments beaux et drôles
inoubliables.*

À mes amies de piste, Nour-Chaïma, Soumia et Nada,

*Pour votre amitié, vos encouragements et les moments de
joie partagés.*

*Vous avez rendu cette aventure académique plus légère et
plus agréable.*

À tous ceux que j'aime et qui m'aiment,

*Que vous trouviez dans ce travail l'expression de mes
sentiments les plus affectueux.*

Ibtissem

Dédicace

*C'est avec joie que je dédie le fruit de mes 23 ans d'études.
À mon papa adoré (Que dieu l'accueille dans son vaste paradis),
Qui a toujours été debout et a travaillé sans relâche pour
m'élever, m'enseigner et façonner la personne que je suis
aujourd'hui, je ne pourrai jamais oublier sa générosité et je me
sens incapable de lui rendre pleinement hommage. Merci, mon
trésor, j'aurais tellement souhaité ta présence et ton soutien. Le
destin a décidé que tu sois maintenant dans un endroit meilleur,
mais j'espère que tu es fier de l'héritage que tu as laissé derrière
toi.*

À ma mère bien-aimée,

*Tu as toujours été là pour moi, me soutenant et m'encourageant
à devenir forte. Au cours des quatre dernières années, tu as
assumé le rôle de père et de mère avec tant de dévouement et de
courage. Maman, je souhaite que tu sois fière de ce que je suis
devenue grâce à toi. J'espère pouvoir te rendre toute la gratitude
et l'amour que tu mérites pour toutes les peines et les sacrifices
que tu as endurés pour moi.*

*À mes chères soeurs "Lina et Hadjer", et mon petit frère adoré
"Amar",*

*Leur soutien a été constant à chaque étape de ma vie, et leur
présence a été un pilier solide chaque fois que j'ai rencontré des
difficultés.*

À mes chères cousines "Lina, Serine et Sarah"

*Leur soutien constant et leur confiance en moi ont été des sources
d'inspiration inépuisables.*

À mes copines "Khadidja, Yasmine et Raïda"

*Pour leur affection sincère, leur amitié inébranlable et la
confiance constante qu'ils ont toujours eu en moi.*

À toute ma famille, tantes et oncles, cousins et cousines.

*À mes collègues, mon groupe de travail, mes copines "Ibtissem,
Soumia et Nada"*

*Pour l'amitié et tous les moments de joie que nous avons partagés
et toute les épreuves que nous avons traversé ensemble. À tous
mes amis filles et garçons.*

Nour-Chaïma

Dédicace

Au seuil de ce projet, je rends grâce à Dieu pour m'avoir donné le courage d'accomplir cet humble travail, dédié à :

À ma chère mère,

Ta présence aimante, ton soutien indéfectible et ton aide n'ont pas de pareil dans ce monde. Merci pour tout ce que tu as fait pour moi. Tu as fait de moi une fille très courageuse et forte après tout ce que nous avons traversé. Bien que le passé soit derrière nous, je ne peux pas ignorer tes efforts. Maintenant, je vais apaiser ta douleur.

À mes grands-parents,

Votre amour inconditionnel, vos conseils avisés et nos souvenirs partagés enrichissent chaque instant de ma vie. Je vous témoigne ma profonde gratitude pour votre présence et votre influence bienveillante qui continuent d'illuminer mon chemin.

À mon chère frère "Anis", et ma chère sœur "soulef"

A travers les hauts et les bas de la vie, vous êtes le pilier qui me soutiennent toujours. Je suis reconnaissante pour votre amour, votre soutien et votre présence. Vous êtes mes confidents, mes complices et mes meilleurs amis. Chaque souvenir partagé, chaque rire échangé est grave profondément dans mon cœur.

À mes tantes, oncles, cousins et cousines

À mon petit amour naïf

Chaque jour passe avec toi est rempli de sourires et de rires qui illuminent ma vie. Que chaque jour soit rempli de découvertes et de joie pure je t'aime mon hamey.

À ma meilleure "kawther"

A travers les années, nos souvenirs ont tissé une toile de bonheur et de complicité. Chaque rire partagé, chaque larme séchée ensemble a renforcé notre lien indéfectible. Tu es la lumière qui illumine mes jours sombres, et ton amitié est un trésor.

À mes chères "khouloud et achouak"

Chacune de vous apporte une couleur unique à notre amitié, un mélange parfait de rires, de soutien et de moments précieux, à travers les années nous avons construit des souvenirs inoubliables.

À mes copines, mon groupe Chaïma, Ibtissem et Nada

Votre amitié, vos encouragements et les moments de joie et de stress que nous partageons ensemble.

soumia

Résumé

Notre système vise à diffuser et à étendre la sécurité à travers le pays en s'appuyant sur l'apprentissage profond et l'intelligence artificielle. Il garantit une surveillance permanente des routes et une information instantanée. Le système repose principalement sur des caméras de haute qualité réparties dans plusieurs régions, facilitant ainsi la surveillance, et sur un logiciel visant à détecter immédiatement les personnes disparues ou les criminels, les véhicules volés, les accidents de la route, notamment dans les zones isolées, les excès de vitesse sur les routes, et à réduire les embouteillages grâce à ce système et aux panneaux de vitesse électroniques qui ajustent la vitesse en fonction de l'état des routes et des conditions météorologiques. De plus, une application web est installée dans les salles de contrôle pour faciliter la surveillance et la détection instantanée, le suivi des embouteillages en 3D, ainsi que la facilité de démarrage de la recherche des objets et des biens perdus. Ce système intelligent facilite et renforce la sécurité partout.

Mots Clés : Intelligence Artificielle, Apprentissage profond, Surveillance en temps réel, Caméra de surveillance.

Abstract

Our system aims to spread and expand security across the country by relying on Deep Learning and Artificial Intelligence. It ensures constant surveillance of the roads and instant reporting. The system primarily relies on high-quality cameras distributed across several areas, making surveillance easier, and on software designed to immediately detect missing persons or criminals, stolen vehicles, traffic accidents, especially in remote areas, excessive speeds on the roads, and to reduce traffic congestion through this system and electronic speed boards that adjust speed according to road conditions and weather conditions. In addition, a web application is installed in control rooms to facilitate monitoring and instant detection, tracking congestion in 3D, and making it easy to start searching for lost items and properties. This intelligent system facilitates and enhances safety everywhere.

Keywords : Artificial Intelligence, Deep Learning, Real-time Surveillance, Surveillance Camera.

ملخص

نظامنا يهدف إلى نشر الأمن وتوسيعه على نطاق ربوع الوطن، من خلال الاعتماد على التعلم العميق والذكاء الاصطناعي. حيث يضمن الحراسة الدائمة للطرق والإخبار الفوري. يعتمد النظام في الدرجة الأولى على كاميرات ذات جودة عالية موزعة في عدة مناطق، مما يسهل علينا الرصد، ومن جزء برمجي يهدف إلى الكشف الفوري عن الأشخاص المفقودين أو المجرمين، المركبات المسروقة، حوادث المرور خاصة في المناطق النائية، السرعات الزائدة في الطرقات، والحد من ازدحام المرور بواسطة هذا النظام ولوحات السرعة الإلكترونية التي تغير السرعة حسب حالة الطرق والحالة الجوية. بالإضافة إلى كل هذا، هناك تطبيق ويب يتم تثبيته في قاعات المراقبة من أجل تسهيل عملية المراقبة والكشف الفوري، تتبع حالة الازدحام بتقنية ثلاثية الأبعاد، بالإضافة إلى سهولة البدء في البحث عن المفقودات والممتلكات. هذا النظام الذكي يسهل ويعزز الأمان في كل مكان

الكلمات المفتاحية : التعلم العميق ، الذكاء الاصطناعي ، كاميرات المراقبة ، المراقبة في الوقت الحقيقي

Table de matières :

Partie 01 : Aspect théorique

Introduction générale.	2
---	---

Chapitre 1 : Les systèmes de vidéo surveillance. 3

1-Introduction.	4
2-La Sécurité Urbaine : (Avant l'Avènement des Caméras de Surveillance.	4
3-Optimisation de la Sécurité par les Caméras de Surveillance.	5
3-1- Caméras de surveillance traditionnelles.	6
3-2-Exploration des Diverses Catégories de Caméras de Surveillance	7
3-3- Caméras intelligentes : Une Révolution dans la Surveillance.	9
4- Applications de l'Intelligence Artificielle dans la Surveillance Vidéo.	10
5- Les feux de circulation tricolores.	11
5-1- Terminologie.	12
5-2-Histoire et l'évolution des feux de circulation.	12
5-3- Systèmes existants de gestion des feux tricolores.	13
5-3-1- TRANSYT.	13
5-3-2- SCOOT.	14
5-3-3- SCATS.	14
5-3-4- PRODYN.	15
5-4-Limites des Approches Actuelles.	15
6- Optimisation du Trafic Urbain grâce à l'Intelligence Artificielle.	16
7- Avantages de l'Intégration de l'Intelligence Artificielle.	17
8- Considérations Éthiques.	17
9- Conclusion	18

Chapitre 2 : Intelligence Artificielle19

1-Introduction.	20
2-Intelligence Artificielle	20
3-Apprentissage automatique « machine-learning »	20
3-1-Les types d'apprentissage automatique	21

3-1-1-Apprentissage supervisé	21
3-1-2-Apprentissage non supervisé	21
3-1-3-Apprentissage semi-supervisé	22
3-1-4-Apprentissage par renforcement	23
4-Apprentissage profond (Deep Learning)	23
5-Réseaux De Neurones (RNs)	23
5-1- Neurone biologique	24
5-2- Neurone artificiel	24
5-3- Fonctions d'activation	26
6-Types de réseaux de neurones	29
6-1- réseau de neurones récurrents(RNNs)	29
6-2- Réseaux de Neurones Convolutifs (CNN)	30
7-L'algorithme YOLO (You Only Look Once)	33
7-1- Une brève histoire	33
7-2- Le modèle yolov8	34
8-Agent et système multi-Agent	35
8-1- L'Agent	35
8-1-1- Définition	35
8-1-2- Architectures d'agent	36
8.1.3. Comportement d'agent	38
8.1.4. Propriétés d'agent.	39
8-2- Systèmes Multi-Agents (SMA).	39
8-2-1- Définition.	39
8-2-2- Caractéristiques d'un SMA.	40
8-2-3- Typologies de SMA	41
9-Conclusion	42

Chapitre 03 : Conception du système. 44

1-Introduction.	45
2-Structure du système Aman Guard.	45
2-1-Structure général du système.	45
2-2-Structure du système multi agent.	46
3-Discussion des choix effectués.	47
4-Conclusion.	48

Chapitre 04 : La réalisation du système. 49

1-Introduction.	50
-------------------------	----

2-Partie électronique.	50
2-1- Composants utilisés.	50
3- Partie logicielle.	52
3- Partie logicielle.	52
4-Quelques captures d'écran de l'interface de l'application.	57
5-Conclusion.	64

Conclusion générale. 66

Partie 02 : Aspect Commerciale

Axe 01 : Présentation du projet. 67

1-Idee du Projet.	67
2- Les valeurs proposées.	67
3-L'équipe.	67
4- Objectifs du projet et raisons de son choix.	68
4-1- Raisons du choix du projet.	68
4-2- Objectifs du projet.	69
5-Le calendrier de réalisation du projet.	70

Axe 02: Aspects innovants.

71

1-La nature des innovations.	71
2-Les domaines d'innovation.	71
2-1-Initiative Nationale.	71
2-2-Assurance de la Sécurité et de la Qualité.	71
2-3-Collaboration avec les Parties Prenantes Clés.	72
2-4-Partenariats Commerciaux.	72

Axe 03: Analyse stratégique du marché.

73

1-Le Marché Potentiel et le Segment Cible.	73
2-Mesure de l'intensité de la concurrence.	74
3-La stratégie marketing.	75
3-1-Le marketing mix(4P)	75
3-2-Analyse SWOT.	78

Axe 04: Plan de production et d'organisation. 79

1-Le processus de production.	79
2-L'approvisionnement.	80
3- La main d'œuvre.	81
4- Les principaux partenaires.	81
Axe 05 : Plan financier.	82
1-Scénario optimiste pour les entreprises.	82
2-Scénario pessimiste pour les entreprises	83
3-Scénario optimiste pour les autorités	84
4-Scénario pessimiste pour les autorités.	84
5-Tableau des charges et coûts.	85
Axe 06 : Description du brevet d'invention.	86
1-Titre du brevet d'invention	86
2- Domaine technique auquel appartient l'invention	86
3- État antérieur de la technique.	86
4- Objectif de l'invention.	88
5- Liste des figures.	88
6- Essence de l'invention.	89
Axe 07: Le prototype.	92

Table de figure :

Figure 01 : Vintage-CCTV-multiple-Monitors.	6
Figure 02 : Salle de surveillance.	7
Figure 03 : Caméras analogique	7
Figure 04 : Caméras TVI	8
Figure 05 : Caméras à 360 degrés	8
Figure 06 : Caméras sans fil et IP	9
Figure 07 : feu tricolore.	11
Figure 08 : L'apprentissage supervisé.	21
Figure 09 : Apprentissage non supervisé.	22
Figure 10 : Apprentissage semi-supervisé.	22
Figure 11 : Apprentissage par renforcement.	23
Figure 12 : Neurone biologique.	24
Figure 13 : Neurone artificielle.	25
Figure 14 : Couches de réseaux de neurone.	26
Figure 15 : Fonctions d'activation couramment utilisées.	27
Figure 16 : GELU.	29
Figure 17 : Structure d'un réseau de neurones récurrents simple (RNN) et RNN déplié.	30
Figure 18 : Architecture typique d'un CNN.	31
Figure 19 : Explication de l'opération de convolution.	32
Figure 20 : Exemple de couche de regroupement.	32
Figure 21 : YOLO TimeLine.	33
Figure 22 : Architecture de YOLOv8.	34
Figure 23 : Agent Réactif	36
Figure 24 : Agent cognitif.	37
Figure 25 : Système multi-agents.	40
Figure 26 : structure générale du système Aman Guard.	46
Figure 27 : le fonctionnement du système multi-agents.	47
Figure 28 : Logo Phyton.	52
Figure 29 : Logo Kears.	53
Figure 30 : Logo Tensorflow.	53
Figure 31 : Logo OpenCV.	54
Figure 32 : Logo Matplotlib.	54
Figure 33 : logo django.	55
Figure 34 : logo Vs Code.	55

Figure 35 :Logo Google Colaboratory.	56
Figure 36 :Logo Arduino Ide.	56
Figure 37 : Login.	57
Figure 38 : Sign up.	58
Figure 39 : Page d'accueil.	59
Figure 40 : Liste des personnes.	60
Figure 41 : page de liste des cameras.	61
Figure 42 : page de liste notification.	62
Figure 43 : page de la carte.	63
Figure 44 : page de la 3D.	64
Figure 45 : Les valeurs propose.	67
Figure 46 : Analyse SWOT.	78
Figure 47 : Le processus de production.	79
Figure 48 : le premier prototype du projet.	92
Figure 49 : le premier prototype du projet.	93
Figure 50 : Test du système en temps réel sur le prototype.	94
Figure 51 : le système Aman Guard comprenant une application web.	95
Figure 52 : Représentation du BMC de Aman Guard.	95

Liste de tableaux :

Tableau 01 : Comparaison entre agents cognitifs et agents réactifs.	42
Tableau 02 : calendrier de réalisation du projet.	70
Tableau 03 : le scénario optimiste pour les entreprises.	82
Tableau 04 : le scénario pessimiste pour les entreprises.	83
Tableau 05 : le scénario optimiste pour les autorités.	84
Tableau 06 : le scénario pessimiste pour les autorités.	84
Tableau 07 : Tableau des charges et coûts.	85

Partie 01 : Aspect théorique

Introduction générale

Introduction générale

La sécurité routière et la gestion du trafic urbain sont des préoccupations majeures pour les gouvernements et les citoyens du monde entier. Avec l'urbanisation croissante et l'augmentation constante du nombre de véhicules, les défis liés à la fluidité du trafic et à la sécurité des routes deviennent de plus en plus complexes. Les accidents de la route, les embouteillages chroniques et les incidents de criminalité liés aux véhicules volés ou aux personnes disparues nécessitent des solutions innovantes et efficaces. Notre mémoire se penche sur l'utilisation des technologies avancées, telles que l'apprentissage profond et l'intelligence artificielle, pour développer un système intelligent de gestion du trafic et de sécurité routière. Ce système vise à offrir une surveillance permanente des routes, une détection immédiate des incidents et une gestion proactive des conditions de circulation. En intégrant des caméras de haute qualité, des dispositifs de communication et des algorithmes sophistiqués, notre solution propose une approche complète pour améliorer la sécurité et l'efficacité du trafic urbain. Le système s'articule autour de plusieurs axes principaux : la détection des personnes disparues et des criminels, l'identification des véhicules volés, la surveillance des accidents de la route, la gestion des excès de vitesse et la réduction des embouteillages. Grâce à l'utilisation de panneaux de vitesse électroniques et d'une application web dédiée, notre solution permet d'ajuster les limitations de vitesse en fonction des conditions routières et météorologiques, tout en facilitant la gestion en temps réel des incidents depuis les salles de contrôle. Ce mémoire explore en détail les différentes composantes de notre système, ses avantages potentiels pour la sécurité publique et la fluidité du trafic, ainsi que les défis et perspectives futurs dans ce domaine en constante évolution.

Chapitre 01 : Les systèmes de vidéos surveillance

1- Introduction

Dans le monde contemporain, les avancées technologiques transforment rapidement les infrastructures et les services urbains, notamment dans la gestion du trafic. Ce chapitre se concentre sur l'application de l'intelligence artificielle (IA) pour répondre aux défis croissants de circulation, de sécurité et d'efficacité en milieu urbain. En examinant des technologies telles que la reconnaissance faciale pour améliorer la sécurité des individus, l'analyse prédictive pour anticiper les embouteillages, les systèmes de gestion automatisés pour optimiser les flux de véhicules, ainsi que la reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation pour une meilleure régulation du trafic, nous découvrirons comment l'IA redéfinit les dynamiques de nos villes. À travers une exploration des principes fondamentaux, des études de cas et des implications éthiques, ce chapitre offre une vue d'ensemble complète des opportunités et des défis posés par l'intégration de l'IA dans la gestion du trafic urbain.

2- La Sécurité Urbaine : (Avant l'Avènement des Caméras de Surveillance)

Avant le développement et l'adoption généralisée des caméras de surveillance, les stratégies de sécurité urbaine reposaient principalement sur des méthodes traditionnelles de maintien de l'ordre et de prévention de la criminalité. Ces méthodes se caractérisaient par une combinaison d'engagement communautaire, de présence policière visible et de mesures de dissuasion physique telles que :

- **Police de Proximité** : Les agences de maintien de l'ordre mettaient l'accent sur l'engagement communautaire et l'interaction proactive avec les résidents. Les agents effectuaient des patrouilles à pied régulières, favorisant la confiance et recueillant des renseignements essentiels sur les activités criminelles potentielles dans les quartiers.
- **Présence Visible** : Maintenir une présence policière visible était primordial pour dissuader les comportements criminels. Les agents patrouillaient dans les rues à pied, à cheval ou en voiture de patrouille, servant de dissuasion visible et offrant un sentiment de sécurité au public.
- **Éclairage des Rues** : Un éclairage adéquat des rues était essentiel pour améliorer la sécurité publique, car les zones bien éclairées étaient moins susceptibles aux activités criminelles pendant les heures nocturnes.

- **Programmes de Surveillance de Quartier** : Les communautés établissaient des programmes de surveillance de quartier, encourageant les résidents à surveiller activement et à signaler les activités suspectes aux autorités chargées de l'application des lois.
- **Mesures de Sécurité Physique** : L'utilisation de barrières physiques telles que des clôtures, des portails et des serrures jouait un rôle crucial dans la sécurisation des propriétés et la restriction de l'accès non autorisé à des zones spécifiques.
- **Collecte de Renseignements** : Les agences chargées de l'application des lois s'appuyaient sur des informateurs et des réseaux de renseignements pour recueillir des informations exploitables et prévenir les activités criminelles.

Ces premières approches nécessitaient une surveillance manuelle en temps réel, sans possibilité d'enregistrer les images. Les caméras de surveillance ont évolué à partir de systèmes plus rudimentaires vers des technologies plus avancées, notamment grâce au développement des supports d'enregistrement comme les cassettes. Les premières utilisations de caméras de surveillance étaient souvent liées à des besoins militaires, et leur déploiement s'est progressivement étendu à d'autres domaines tels que la sécurité publique et la protection des biens.

3- Optimisation de la Sécurité par les Caméras de Surveillance

Les caméras de surveillance ont connu une évolution significative depuis leur invention au début des années 1940. Le premier usage des caméras dans la surveillance a eu lieu en Allemagne pendant la Seconde Guerre mondiale, où elles étaient utilisées pour observer le lancement de fusées. [1-2] Ces premiers systèmes se composaient de caméras et de moniteurs, sans capacité d'enregistrement. Dans les années 1960, la prochaine percée majeure est survenue avec l'introduction de plusieurs caméras connectées à un seul moniteur, permettant une meilleure visualisation et des capacités de reconnaissance faciale. Les années 1970 ont vu l'ajout de caméras à semi-conducteurs, de magnétoscopes et de multiplexeurs, améliorant encore la sophistication de la technologie CCTV. Dans les années 1980, les caméras de surveillance sont devenues plus couramment utilisées par la police pour la surveillance publique [1, 3].



Figure [01] : Vintage-CCTV-multiple-Monitors-

3-1- Caméras de surveillance traditionnelles

Il y a eu une expansion accélérée de la surveillance par télévision en circuit fermé (CCTV: Closed-Circuit TeleVision en anglais) ces dernières années, principalement en réponse aux angoisses croissantes concernant la criminalité et sa menace pour la sécurité. Un nombre substantiel de caméras de surveillance ont été déployées dans des espaces publics allant des infrastructures de transport (par exemple, les aéroports, les stations de métro) aux centres commerciaux, en passant par les arènes sportives et les rues résidentielles, servant d'outil de réduction de la criminalité et de gestion des risques. Les systèmes de surveillance visuelle conventionnels reposent fortement sur des opérateurs humains pour surveiller les activités et déterminer les actions à entreprendre en cas d'incident, par exemple, suivre une cible suspecte d'une caméra à une autre ou alerter les agences concernées sur les zones de préoccupation. Malheureusement, de nombreux incidents pouvant être traités échappent simplement à la détection dans un tel système manuel en raison des limitations inhérentes à l'utilisation uniquement d'opérateurs humains surveillant les écrans de CCTV. Les manquements à la détection peuvent être causés par un nombre excessif d'écrans vidéo à surveiller, l'ennui et la fatigue dus à une surveillance prolongée, un manque de connaissance a priori et facilement accessible sur ce qu'il faut rechercher, la distraction par d'autres responsabilités telles que d'autres tâches administratives [4]. Par conséquent, les images de surveillance sont souvent utilisées uniquement comme enregistrements passifs ou comme preuves pour les enquêtes post-événementielles. Les manquements à la détection d'événements importants peuvent être dangereux dans des tâches de surveillance critiques telles que le contrôle des frontières ou la surveillance des aéroports. Les fournisseurs de technologie et les utilisateurs finaux

reconnaissent que le processus manuel seul est insuffisant pour répondre au besoin de filtrer en temps opportun et de rechercher de manière exhaustive la quantité colossale de données vidéo générées par le nombre croissant de caméras dans les espaces publics. Pour répondre à un tel besoin, le paradigme de l'analyse de contenu vidéo évolue d'un modèle entièrement opéré par l'homme vers un modèle assisté par machine et automatisé [5].



Figure [02] : salle de surveillance.

3-2-Exploration des Diverses Catégories de Caméras de Surveillance

- **Caméras analogiques** : Ces caméras transmettent des images via des câbles coaxiaux à un enregistreur vidéo numérique (DVR) pour le stockage et la visualisation.



Figure [03] : Caméras analogiques [6].

- **Caméras TVI** : Ces caméras utilisent une technologie avancée appelée Transport Vidéo Interface (TVI) pour transmettre des vidéos hautes définitions via des câbles coaxiaux, offrant une meilleure qualité d'image que les caméras analogiques traditionnelles.



Figure [04] : Caméras TVI [6].

- **Caméras à 360 degrés** : Ces caméras offrent une vue panoramique de la zone environnante, fournissant une vision globale de l'espace surveillé. Elles sont idéales pour la surveillance de grandes zones, telles que les entrepôts ou les parkings.



Figure [05] : Caméras à 360 degrés [6].

- **Caméras sans fil et IP** : Ces caméras transmettent des images via Wi-Fi ou des câbles Ethernet à un enregistreur vidéo en réseau (NVR) ou à un stockage cloud pour la visualisation et le stockage [6].



Figure [06] : Caméras sans fil et IP [6].

3-3- Caméras intelligentes : Une Révolution dans la Surveillance

Une caméra intelligente est une caméra capable d'analyser et d'interpréter les images qu'elle capture. Cette analyse se déroule en temps réel et permet donc une réactivité immédiate, et non plus à posteriori. L'Intelligence Artificielle a donc l'avantage de rendre l'extraction d'informations beaucoup plus efficace.

Les capacités d'analyse sont innombrables. Une caméra intelligente peut par exemple simplement détecter la présence d'un animal ou d'une personne dans son champ de vision. Au-delà de ce type de requête assez simple, la technologie offre des possibilités bien plus complexes ! Des caméras sont en effet capables de détecter un défaut de quelques millimètres d'une pièce sur une chaîne de production en marche.

Que ce soit dans des lieux sensibles classiques, comme les gares, aéroports, lignes de métro ; pour des événements ponctuels ; sur la voie publique ou dans les entreprises, tous les domaines et sites peuvent être concernés par la mise en place de caméras intelligentes [7].

4- Applications de l'Intelligence Artificielle dans la Surveillance Vidéo.

L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans le domaine de la surveillance vidéo a révolutionné la manière dont les sociétés abordent la sécurité, la gestion du trafic et la planification urbaine. Grâce aux avancées technologiques, les systèmes de surveillance vidéo sont désormais capables d'analyser en temps réel de vastes quantités de données visuelles et d'extraire des informations précieuses pour améliorer la sécurité publique et la gestion des infrastructures. Parmi les nombreuses applications de l'IA dans ce domaine, la détection des personnes par reconnaissance faciale, la reconnaissance des plaques d'immatriculation, la surveillance des accidents, la mesure de la vitesse des véhicules et la surveillance de la circulation jouent un rôle crucial.

- **Détection des personnes par reconnaissance faciale :** Les algorithmes d'IA analysent les caractéristiques faciales pour identifier et suivre les individus dans les environnements surveillés. Cette technologie est largement utilisée dans la sécurité publique, la surveillance des aéroports, et le suivi des personnes recherchées.
- **Reconnaissance des plaques d'immatriculation :** Les systèmes d'IA utilisent des réseaux neuronaux pour lire et interpréter les caractères des plaques d'immatriculation des véhicules. Cette fonctionnalité est essentielle pour la sécurité routière, la gestion des parkings et la lutte contre la criminalité.
- **Surveillance des accidents :** Les algorithmes analysent les séquences vidéo pour détecter les signes d'accidents, permettant ainsi une réponse rapide des services d'urgence et des autorités compétentes pour minimiser les conséquences des incidents sur la sécurité routière.
- **Mesure de la vitesse des véhicules :** Les caméras équipées d'algorithmes d'IA peuvent suivre les véhicules et mesurer leur vitesse en temps réel. Cette information est cruciale pour le contrôle de la vitesse, la sécurité routière et la gestion du trafic.
- **Surveillance de la circulation :** Les systèmes d'IA analysent les flux de circulation en temps réel à partir de caméras de surveillance pour identifier les modèles de trafic, les points de congestion et les temps de trajet. Ces données sont utilisées pour optimiser la planification urbaine et la gestion du trafic.

5- Les feux de circulation tricolores

Un feu de circulation routière est un dispositif essentiel pour réguler le trafic entre les usagers de la route, y compris les véhicules et les piétons. Les feux destinés aux véhicules à moteur sont généralement de type tricolore, avec parfois des flèches directionnelles supplémentaires. Pour les piétons, les feux sont bicolores et souvent reconnaissables par la silhouette d'un piéton. De même, les feux pour les cyclistes sont reconnaissables par la silhouette d'une bicyclette.

Un feu tricolore est composé d'un système électronique contrôlé, comportant trois couleurs principales. Le rouge indique l'obligation d'arrêt pour les véhicules. Le orange, qui apparaît brièvement, signale la transition du rouge vers le vert. Le vert indique aux véhicules qu'ils ont la priorité pour avancer. Ces couleurs ont été choisies pour leur grande distinction visuelle [8].

Le système de feux de signalisation est considéré comme le plus efficace pour la gestion du trafic, car il évite les malentendus entre les différents conducteurs au moment du passage. Cependant, il est aussi source de retards significatifs, car il favorise à chaque instant un ou deux flux de circulation (qui ne se croisent pas) et nécessite l'arrêt systématique de tous les autres flux entrants [9].



Figure [07] : feu tricolore.

5-1- Terminologie

-Flux de véhicules : Un flux de véhicules désigne l'ensemble des véhicules qui entrent par une voie spécifique d'une intersection et en ressortent par une autre voie. Le trafic dans une intersection se compose de plusieurs flux de véhicules, chacun provenant d'une source différente. Deux flux sont dits cohérents s'ils peuvent traverser l'intersection simultanément. Une intersection régulée par des feux de signalisation comporte plusieurs feux tricolores situés sur les voies entrantes de l'intersection [9].

- Cycle d'un feu : Le cycle d'un feu représente la durée qui sépare deux phases identiques de l'intersection. Il est défini par une séquence de phases, chaque phase étant une période pendant laquelle un ou plusieurs flux cohérents sont autorisés à traverser l'intersection [9].

- Phase d'un feu : Une phase d'un feu est une période pendant laquelle un ou plusieurs flux cohérents peuvent traverser l'intersection. Chaque phase correspond à une configuration spécifique des feux tricolores, permettant à certains flux de véhicules de se déplacer tout en arrêtant les autres [9].

- Carrefour : Un carrefour est une intersection où plusieurs rues se croisent, et où différents flux de véhicules doivent circuler de manière ordonnée pour assurer la sécurité et la fluidité du trafic. Un ensemble de carrefours constitue un réseau routier, et chaque carrefour possède un cycle déterminé par les phases successives des feux de signalisation qui contrôlent les mouvements des véhicules [10].

5-2- Histoire et l'évolution des feux de circulation

Au début du XXe siècle [11], le monde connaissait une croissance rapide, notamment avec l'essor de l'industrialisation, ce qui entraînait une augmentation significative de la population urbaine. Parallèlement, l'invention de l'automobile a provoqué une forte hausse du trafic routier, rendant impérative l'amélioration des systèmes de circulation.

En 1912, Lester Wire, un policier américain préoccupé par la croissance du trafic, a eu l'idée du premier feu de signalisation électrique. Ce concept a été concrétisé à Cleveland, dans l'Ohio, le 5 août 1914, à l'angle de la 105^e rue et d'Euclid Avenue.

1914 : le premier signal électrique à commande manuelle arrive à Cleveland :

Comme le sémaphore de 1910 [12], le premier signal électrique utilisait des mots. Cependant,

les mots n'étaient plus écrits sur les bras qui se soulevaient et tombaient. Les mots "Stop" ou "Move" étaient allumés. Les poteaux s'illuminaient sur chacun des quatre poteaux d'angle autour d'une intersection. Ce n'était pas automatisé, cependant. Une cabine avec un opérateur était nécessaire pour actionner les commutateurs.

En 1918, des signaux tricolores ont été installés à New York, actionnés manuellement depuis une tour au milieu de la rue. Puis, en 1920 [11], William Potts, un policier à Detroit, Michigan, a inventé les premiers feux de circulation à trois et quatre couleurs, introduisant la couleur orange (ou jaune) en plus du rouge et du vert. C'est ainsi que Detroit est devenue la première ville à utiliser des feux tricolores.

Au cours des années 1920, plusieurs villes importantes dans le monde ont installé des feux de signalisation automatisés. Ce modèle de feu tricolore en forme de T avec trois couleurs distinctes (rouge, orange, vert) est devenu la norme pour les feux de circulation modernes.

En Grande-Bretagne, les premiers feux de signalisation ont été mis en place à Londres en 1925, où ils étaient actionnés manuellement par des policiers. Les premiers signaux automatiques, fonctionnant sur un intervalle de temps, ont été installés à Wolverhampton en 1926. En 1932, les premiers feux de signalisation activés par un véhicule ont été déployés à la jonction entre Gracechurch Street et Cornhill on the City. Depuis lors, les feux tricolores standardisés avec les couleurs rouge-orange-vert sont largement adoptés dans le monde entier [13-14].

5-3- Systèmes existants de gestion des feux tricolores

Certains systèmes de gestion des feux de circulation ont été développés et commercialisés. Ces systèmes utilisent généralement des capteurs qui détectent la position des véhicules en temps réel, ou bien une méthode de simulation du déplacement des véhicules, voire une combinaison des deux approches.

5-3-1- TRANSYT

TRANSYT (Traffic Network Study Tool), le premier outil commercial de gestion du trafic, a été développé par le Laboratoire de recherche sur les transports et les routes (TRRL) en Grande-Bretagne en 1967 [15]. Son objectif était d'optimiser la gestion des feux de signalisation dans les réseaux routiers. En considérant un flux de trafic constant, TRANSYT calcule des plans de signalisation optimaux pour plusieurs intersections et segments de route. Ces plans répartissent les temps de feu vert entre les branches des intersections et coordonnent les durées entre les

intersections, assurant ainsi l'efficacité du réseau. TRANSYT a eu un impact mondial, servant de base aux systèmes de contrôle du trafic dans le monde entier. Sa dernière version, la Version 10 New Release de 1996, souligne sa pertinence continue. En utilisant une représentation du réseau et des données de trafic, TRANSYT calcule un indice de performance global, permettant l'optimisation des plans de signalisation pour réduire la congestion et les temps d'attente, améliorant ainsi le flux de trafic.

5-3-2- SCOOT

SCOOT (Split Cycle Offset Optimization Technique) [16], développé par le Traffic Research Laboratory (TRL), est un système de contrôle des feux de circulation britannique. Centralisé et réactif, il utilise des capteurs sur le terrain pour ajuster les plans de feux en fonction de la demande des utilisateurs et des conditions de circulation en temps réel. Malgré sa réactivité, sa centralisation limite son passage à l'échelle, car il nécessite une grande quantité de calculs en temps réel et une interconnexion des capteurs. SCOOT convient mieux aux grands carrefours avec une densité de trafic élevée, où ses capacités de gestion de la circulation sont plus nécessaires.

5-3-3- SCATS

SCATS (Sydney Coordinated Adaptive Traffic System) [17], initialement développé pour Sydney et d'autres villes australiennes, est un système entièrement adaptatif qui utilise une hiérarchie pour organiser la gestion du trafic sur le réseau. Contrairement à SCOOT, SCATS insère des contrôleurs intermédiaires entre les collecteurs de données sur le terrain et le centre de contrôle, ce qui permet de diviser le contrôle en plusieurs zones synchronisées. SCATS ajuste les cycles de feux et autres paramètres en fonction des données récoltées pour réduire les retards et les arrêts, mais adopte une approche différente en sélectionnant des plans de feux parmi une bibliothèque étendue, sur lesquels le système se base pour proposer des plans adaptés. Les capteurs sont placés uniquement au niveau des feux de circulation. SCATS repose sur des bibliothèques distinctes de durées de cycle, de décalages et de durées de feux verts, ainsi que sur un algorithme en temps réel pour la reconstitution dynamique du plan de feux. Son objectif est de minimiser les retards et les arrêts en ajustant les paramètres fondamentaux du système de régulation du trafic. La régulation se divise en deux niveaux : une régulation stratégique sur des ensembles de carrefours et une régulation tactique au niveau de chaque carrefour.

5-3-4- PRODYN

PRODYN (PROgrammation DYNamique) [18], est un système décentralisé et adaptatif au trafic développé par le CERT (Centre d'Étude et de Recherche de Toulouse) en France dans les années 1980. Ce système utilise 2 à 3 boucles électromagnétiques disposées sur chaque tronçon pour estimer l'état présumé du trafic sur chaque voie. Ces estimations sont réalisées à l'aide d'un modèle simple d'écoulement qui permet d'anticiper la progression des véhicules sur la voie.

PRODYN effectue une optimisation sur chaque intersection de manière isolée. Cependant, certaines versions de ce système autorisent la communication entre intersections voisines pour anticiper les flux entrants. La stratégie de ce système repose sur l'analyse constante, à chaque pas de temps (généralement toutes les 5 secondes), pour déterminer si changer l'état du feu (c'est-à-dire passer à une nouvelle phase) est la décision optimale. Cette décision optimale est déterminée en minimisant le temps d'attente des véhicules devant l'intersection pour les 75 prochaines secondes, selon le modèle d'écoulement utilisé.

5-4-Limites des Approches Actuelles

Ces systèmes présentent plusieurs limitations importantes qui méritent d'être examinées :

- **Hypothèses simplificatrices** : Un premier défi réside dans les hypothèses simplificatrices faites par ces systèmes, telles que la prédiction du trafic pour TRANSYT, la variation des durées de feux selon des intervalles prédéfinis pour SCOOT, ou l'utilisation de bibliothèques prédéfinies de décalages et de durées de feux verts pour SCATS. Ces simplifications sont nécessaires pour rendre les plans de feux de signalisation calculables et exécutables en temps réel, mais elles peuvent ne pas toujours refléter fidèlement la réalité du trafic sur le terrain.
- **Approches pour véhicules non autonomes** : Un autre défi majeur est que ces systèmes ont été développés pour des véhicules conduits par des humains, et non pour des véhicules autonomes. L'optimisation dynamique des feux de signalisation peut poser problème pour les véhicules non autonomes, car ces derniers ont besoin d'anticipation pour adapter leurs profils d'accélération de manière optimale aux changements de feux.
- **Préférence pour les routes principales** : Les optimisations proposées par ces systèmes ont tendance à favoriser les routes principales, souvent les plus congestionnées, au détriment des routes secondaires. Cependant, les routes secondaires deviennent de plus en plus importantes dans les grandes villes en raison de la saturation des axes

principaux, ce qui nécessite une approche plus équilibrée pour garantir une fluidité de circulation globale.

- **Gestion des incidents** : Ces systèmes ne prennent souvent pas en compte les incidents imprévus tels que les accidents ou les blocages de routes. Une gestion efficace du trafic nécessite des approches plus robustes et flexibles pour s'adapter rapidement aux conditions changeantes sur la route.

Passer d'une approche traditionnelle de gestion du trafic à une approche basée sur l'intelligence artificielle marque une transition majeure vers des systèmes de gestion plus adaptatifs et intelligents. Les approches traditionnelles reposent sur des modèles simplifiés et des règles fixes, tandis que l'IA utilise des algorithmes d'apprentissage automatique pour analyser en temps réel les données complexes de trafic et proposer des ajustements dynamiques. Cette évolution offre la possibilité de développer des systèmes capables d'apprendre des schémas de circulation, de prédire les congestions et de s'adapter aux conditions changeantes, ouvrant ainsi la voie à des solutions de gestion du trafic plus efficaces et évolutives.

6- Optimisation du Trafic Urbain grâce à l'Intelligence Artificielle

La gestion efficace du trafic urbain est essentielle pour assurer la fluidité et la sécurité des déplacements dans les villes modernes. Une approche innovante et intelligente combine l'utilisation de technologies avancées telles que les caméras de surveillance 24/24, un système intelligent d'optimisation de la circulation, et des plaques de vitesse électroniques adaptatives pour répondre de manière dynamique aux conditions changeantes sur les routes.

- **Caméras de Surveillance 24/24** : Des caméras de surveillance installées à des points stratégiques surveillent en permanence le trafic routier. Ces caméras captent des données en temps réel sur le flux de véhicules, les congestions, les accidents éventuels, et d'autres incidents qui pourraient affecter la circulation. Les informations collectées sont analysées par un système intelligent qui prend des décisions rapides pour optimiser la gestion du trafic.
- **Système Intelligent d'Optimisation de la Circulation**

Un système d'optimisation de la circulation basé sur l'intelligence artificielle traite les données provenant des caméras de surveillance ainsi que d'autres sources telles que les capteurs de météorologie et les informations sur les événements spéciaux (comme les visites officielles ou les travaux routiers). Ce système utilise des algorithmes avancés pour prédire les modèles de

trafic, anticiper les problèmes potentiels et proposer des ajustements en temps réel pour optimiser les feux de signalisation, les itinéraires recommandés et les restrictions de vitesse.

- **Plaques de Vitesse Électroniques Adaptatives**

Les plaques de vitesse électroniques installées sur les routes principales sont équipées de capteurs qui détectent les conditions environnementales et les événements spéciaux. En cas d'accident, de travaux routiers, de congestion à proximité ou de changements météorologiques soudains, ces plaques peuvent ajuster automatiquement les limitations de vitesse pour assurer la sécurité des conducteurs et faciliter la fluidité du trafic. Par exemple, si un président ou un dignitaire local se déplace dans la ville, les plaques de vitesse peuvent temporairement réduire les vitesses pour garantir un passage sûr.

7- Avantages de l'Intégration de l'Intelligence Artificielle

Cette approche intégrée offre plusieurs avantages :

- **Amélioration de la sécurité routière** : La détection rapide des incidents et des conditions dangereuses permet de réduire les risques d'accidents.
- **Réduction des embouteillages** : L'optimisation en temps réel des feux de signalisation et des limitations de vitesse contribue à fluidifier la circulation.
- **Adaptabilité aux événements spéciaux** : La capacité à ajuster les règles de circulation en fonction d'événements prévus ou imprévus améliore la flexibilité du système.

Marquant une nouvelle ère dans la gestion du trafic urbain, cette combinaison efficace de surveillance continue, d'analyse de données avancée et d'adaptabilité aux conditions changeantes vise à améliorer la sécurité et la fluidité des déplacements en milieu urbain.

8- Considérations Éthiques

-Respect de la vie privée : Nous nous engageons à garantir le respect de la vie privée en utilisant les données personnelles collectées uniquement dans le cadre spécifique de la gestion du trafic et en nous conformant aux lois sur la protection des données en vigueur.

-Transparence : Nous assurons une transparence totale quant à l'utilisation des technologies de surveillance et de reconnaissance, en informant le public sur les méthodes de collecte de données et les objectifs de leur utilisation dans nos systèmes de gestion du trafic.

-Consentement et contrôle des données : Nous obtenons le consentement préalable des individus pour la collecte et l'utilisation de leurs données personnelles, tout en offrant des options de contrôle sur la manière dont ces données sont stockées et utilisées.

-Sécurité des données : Nous mettons en œuvre des mesures de sécurité robustes pour protéger les données collectées contre tout accès non autorisé, garantissant ainsi la confidentialité et l'intégrité des informations personnelles.

-Équité et non-discrimination : Nous nous engageons à utiliser les technologies de manière équitable, en évitant toute discrimination ou ciblage injuste basé sur des caractéristiques personnelles telles que l'origine ethnique, le sexe ou l'apparence physique.

-Responsabilité et redevabilité : Nous définissons clairement les responsabilités des parties prenantes impliquées dans l'utilisation des technologies de surveillance et de reconnaissance, et nous établissons des mécanismes de redevabilité pour assurer une utilisation responsable des données.

-Limitation des finalités : Nous nous engageons à utiliser les données collectées uniquement aux fins spécifiques de la gestion du trafic, évitant ainsi toute utilisation abusive ou détournée des informations personnelles.

-Évaluation de l'impact sur la vie privée : Nous réalisons des évaluations d'impact sur la vie privée pour identifier et atténuer les risques potentiels associés à l'utilisation de nos technologies de surveillance avancée et de reconnaissance.

Ces énoncés reflètent notre engagement envers des pratiques éthiques dans le développement et l'utilisation de technologies pour la gestion du trafic, en veillant à respecter les droits fondamentaux des individus tout en assurant la sécurité et l'efficacité de nos systèmes.

9- Conclusion

En somme, l'intégration de l'intelligence artificielle dans la gestion du trafic urbain ouvre la voie à des villes plus fluides et sécuritaires. Bien que cela présente des défis, tels que la protection des données et la nécessité d'investissements, les avantages potentiels en termes d'efficacité et de sécurité sont considérables. Avec une approche équilibrée, mettant l'accent sur l'innovation responsable et la collaboration, les municipalités peuvent exploiter pleinement le potentiel de l'IA pour améliorer la qualité de vie de leurs citoyens.

Chapitre 02 : Intelligence Artificielle

1-Introduction

Ce chapitre explorera en profondeur les concepts fondamentaux de l'apprentissage automatique, ses différentes techniques et ses applications pratiques. Nous aborderons également les types spécifiques d'apprentissage, y compris l'apprentissage supervisé, non supervisé, semi-supervisé et par renforcement, ainsi que l'apprentissage profond et les réseaux de neurones. Par ailleurs, nous examinerons la notion des systèmes multi-agents (SMA), qui permet à plusieurs agents intelligents de coopérer ou de concurrencer pour atteindre des objectifs communs ou individuels. Ces technologies, essentielles à la progression de l'IA, nous offrent un aperçu fascinant de la manière dont les machines peuvent non seulement apprendre, mais aussi imiter des processus cognitifs humains complexes.

2-Intelligence Artificielle

L'intelligence artificielle est l'étude de la façon de faire accomplir aux ordinateurs des tâches intelligentes qui, par le passé, ne pouvaient être accomplies que par des humains. Ces dernières années, l'IA s'est développée rapidement et a changé le mode de vie des gens. Le développement de l'IA est devenu une stratégie de développement importante pour les pays du monde entier, renforçant la compétitivité nationale et assurant la sécurité. De nombreux pays ont introduit des politiques préférentielles et renforcé le déploiement de technologies clés et de talents afin de prendre la tête dans une nouvelle phase de compétition internationale. L'IA est devenue un sujet de recherche très en vogue dans le domaine de la science et de la technologie ; des grandes entreprises telles que Google, Microsoft et IBM s'engagent dans l'IA et l'appliquent à un nombre croissant de domaines

3-Apprentissage automatique « machine-learning »

L'apprentissage automatique est un sous-domaine de l'intelligence artificielle. Pour résoudre de nombreux problèmes du monde réel, l'apprentissage automatique est l'un des outils les plus largement utilisés de notre époque. Il permet à l'ordinateur d'effectuer des opérations complexes et des prédictions uniquement sur la base de données, sans aucune intervention humaine ou codage explicite. Les algorithmes d'apprentissage automatique sont donc plus rapides et plus puissants que d'autres techniques qui nécessitent la programmation manuelle de règles. L'apprentissage automatique aide à développer des algorithmes ou des programmes utiles pour comprendre, gérer, résoudre et analyser des problèmes de données volumineuses et complexes,

ainsi que des problèmes qui ne peuvent pas être résolus manuellement. L'apprentissage automatique gagne en importance en raison de l'augmentation du volume et de la variété des données, de l'accessibilité et de l'abordabilité de la puissance de calcul, ainsi que de la disponibilité d'Internet haut débit.

3-1-Les types d'apprentissage automatique

Il existe plusieurs méthodes pour effectuer l'apprentissage automatique. Elles peuvent être classées en quatre catégories principales selon leur besoin d'intervention de l'acteur humain. Cela conduit à l'apprentissage supervisé, à l'apprentissage non supervisé, à l'apprentissage semi-supervisé, et à l'apprentissage par renforcement que nous expliquerons ci-dessous. L'auto-apprentissage et la détection d'anomalies sont également considérés comme des types d'apprentissage avec certaines particularités.

3-1-1-Apprentissage supervisé

L'apprentissage supervisé concerne la prédiction d'une valeur cible donnée des observations en entrée. En apprentissage automatique, nous appelons les entrées du modèle "caractéristiques". Les valeurs cibles que les modèles supervisés sont formés à prédire sont également souvent appelées étiquettes [19-20].

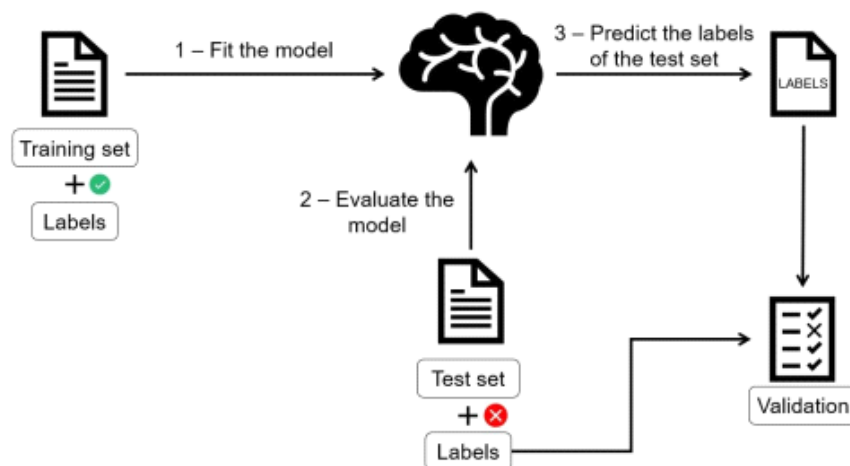


Figure [08] : L'apprentissage supervisé [21].

3-1-2-Apprentissage non supervisé

Ce type d'apprentissage consiste à fournir à un algorithme des données non étiquetées. Sa tâche sera de trouver les similarités entre ces données. Cette méthode est utile car les données brutes

non étiquetées sont plus abondantes que les données structurées. Cette technique est utilisée pour découvrir des motifs cachés dans un ensemble de données ou pour déterminer automatiquement les caractéristiques des entrées. Par exemple, il est particulièrement utile de l'utiliser pour étiqueter automatiquement les données.

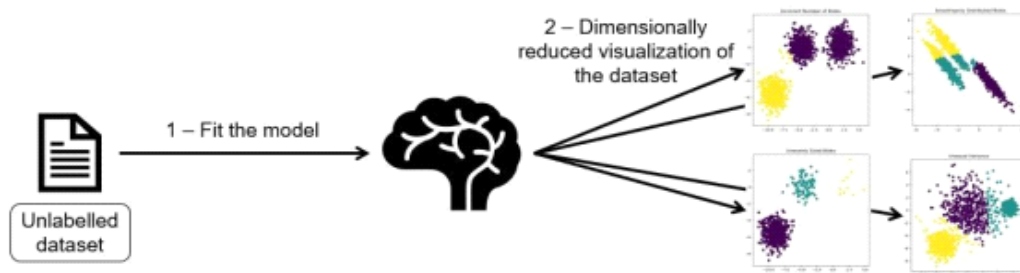


Figure [09] : Apprentissage non supervisé [21].

3-1-3-Apprentissage semi-supervisé

L'apprentissage semi-supervisé utilise les deux méthodes mentionnées ci-dessus, c'est-à-dire que les entrées contiennent des données étiquetées et non étiquetées. Ce type d'apprentissage peut améliorer la qualité d'un algorithme dans certains cas, mais peut également la détériorer, cela dépend de la sensibilité de l'algorithme par rapport aux données.

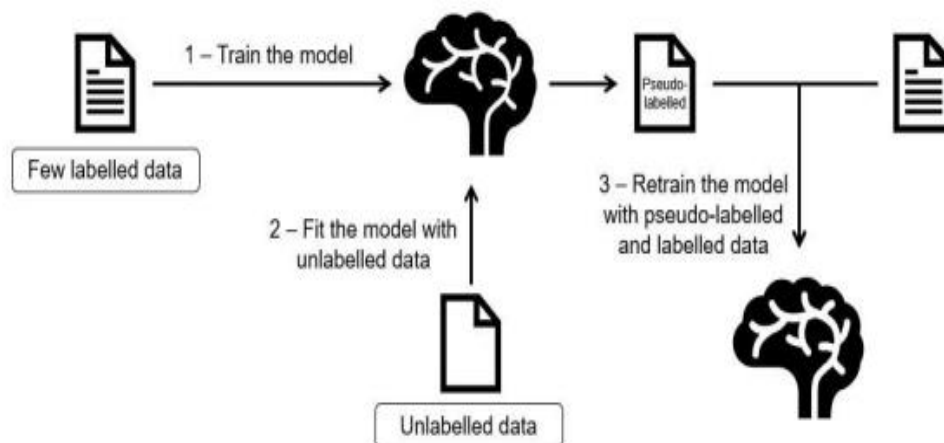


Figure [10] : Apprentissage semi-supervisé [21].

3-1-4-Apprentissage par renforcement

L'apprentissage par renforcement est un type d'apprentissage automatique qui permet aux machines de déterminer automatiquement le comportement idéal dans un contexte spécifique, afin de maximiser leurs performances. La méthode d'apprentissage par renforcement vise à utiliser les observations recueillies lors de l'interaction avec l'environnement pour prendre des actions qui maximiseraient la récompense ou minimiseraient le risque. Cela permet de produire des programmes intelligents (également appelés agents). [22].

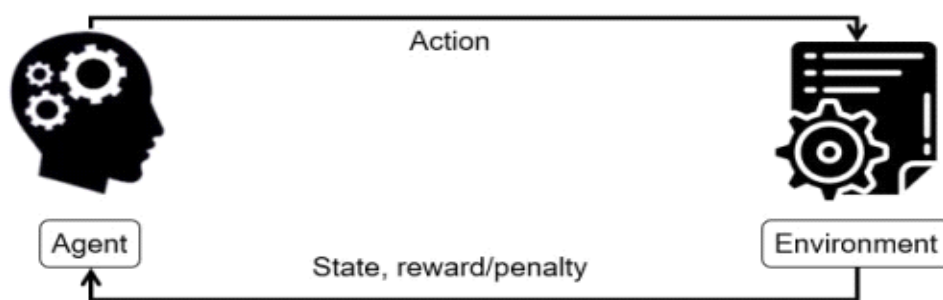


Figure [11] : Apprentissage par renforcement [21].

4-Apprentissage profond (Deep Learning)

L'apprentissage profond (Deep Learning) est un sous-ensemble des méthodologies et techniques d'apprentissage automatique qui utilisent plusieurs couches cachées de réseaux neuronaux artificiels (ANNs). Il s'agit de l'adaptation de réseaux neuronaux qui imitent la structure du cerveau humain. La force de l'apprentissage profond réside dans le fait que la machine peut extraire des caractéristiques et apprendre par elle-même, indépendamment de l'intervention d'un expert. La méthodologie de l'apprentissage profond applique des transformations non linéaires et des abstractions de modèle de haut niveau dans de grandes bases de données [23].

5-Réseaux De Neurones (RNs)

Pratiquement tous les algorithmes d'apprentissage profond sont des réseaux de neurones, également appelés ANNs. Les ANNs sont des modèles de traitement de l'information qui simulent le fonctionnement d'un système nerveux biologique. Cela est similaire à la manière

dont le cerveau traite l'information au niveau fonctionnel. Tous les réseaux neuronaux sont composés de neurones interconnectés organisés en couches [24].

Les détails du neurone et la description de son fonctionnement seront expliqués dans la prochaine partie.

5-1- Neurone biologique

Le neurone, considéré comme le bloc de construction fondamental du système nerveux central, est composé d'un corps cellulaire appelé soma qui se ramifie pour produire ce qu'on appelle des dendrites. Les dendrites transportent l'information à travers le corps cellulaire. L'information sera transmise aux autres neurones à travers une extension appelée axone. Une synapse, qui est un espace vide entre un axone et une dendrite, à travers lequel la transmission se fait par des produits chimiques [25].

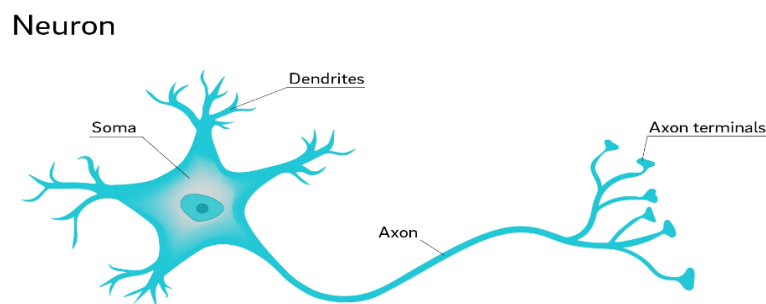


Figure [12] : Neurone biologique.

Le cerveau est composé d'environ un trillion de cellules nerveuses appelées neurones [26]. La sortie de chaque neurone est liée à des milliers d'autres neurones. Chaque neurone effectue un traitement local. Il recueille les signaux des dendrites et les additionne. Si l'amplitude résultante dépasse un certain seuil interne, un signal est envoyé à d'autres neurones.

5-2- Neurone artificiel

Un neurone artificiel est un modèle de calcul dont la construction a été influencée par le fonctionnement des neurones réels. Ce neurone formel peut être considéré comme un opérateur qui reçoit une variété d'entrées de l'environnement ou d'autres neurones. Chacune de ces entrées

est pondérée par un poids appelé poids synaptique, et il ne produit une sortie que lorsque la somme de ces entrées est supérieure à un seuil interne spécifique.

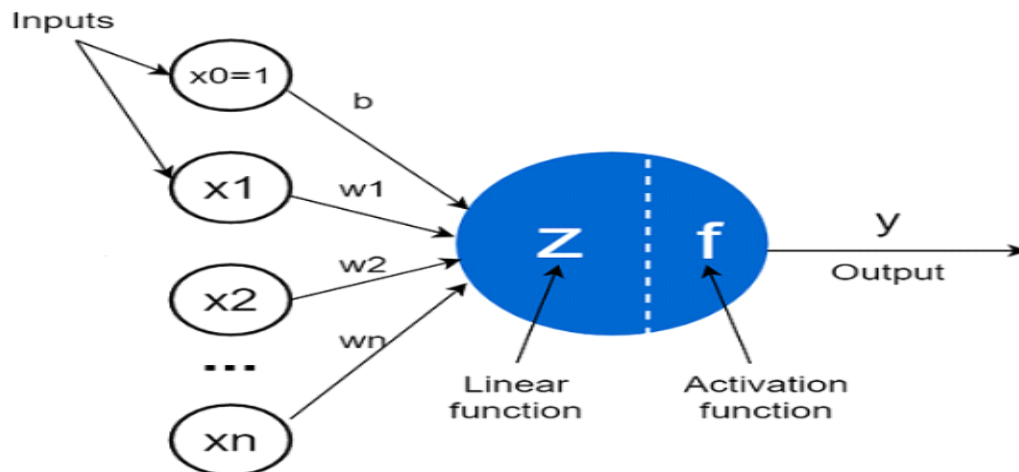


Figure [13] : Neurone artificielle.

Le neurone a plusieurs entrées (x_1, x_2, \dots, x_n), associées à leurs poids (w_1, w_2, \dots, w_n), en plus d'une entrée de biais $x_0 = 1$ et son poids w_0 , et une seule sortie y est calculée via l'application d'une fonction d'activation, par exemple, la fonction sigmoïde (σ) sur z qui est la somme de la multiplication des entrées par leurs poids.

Les réseaux de neurones artificiels se composent de couches, qui peuvent être les suivantes :

- **Couche d'entrée** : La première couche est la couche d'entrée ; la couche d'entrée se compose d'un vecteur représentant les données sous forme vectorisée.
- **Couche cachée** : Les couches cachées sont des couches intermédiaires entre la couche d'entrée et la couche de sortie.
- **Couche de sortie** : Elle produit les résultats du réseau neuronal en fonction des entrées données.

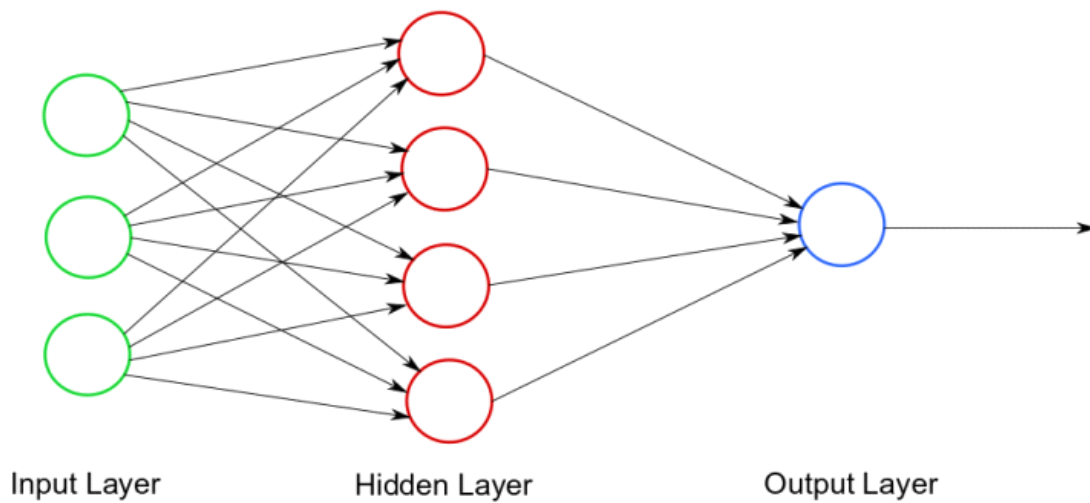


Figure [14] : Couches de réseaux de neurones.

5-3- Fonctions d'activation

Pour que les réseaux neuronaux fonctionnent correctement, les fonctions d'activation sont essentielles, surtout lorsqu'il y a plusieurs couches. Les poids de chaque strate sont identiques. Cela est accompli en calculant le gradient de la fonction de perte globale par rapport à chaque vecteur de poids. Pour que le gradient soit calculé efficacement, il doit traverser chaque couche. La valeur du gradient est déterminée par la manière dont nous convertissons l'entrée de la couche. Pour continuer l'entraînement avec le bon gradient, il serait également préférable de fournir des fonctions d'activation non saturantes [27]. Voici quelques exemples de fonctions d'activation fréquemment utilisées (voir Figure 15).

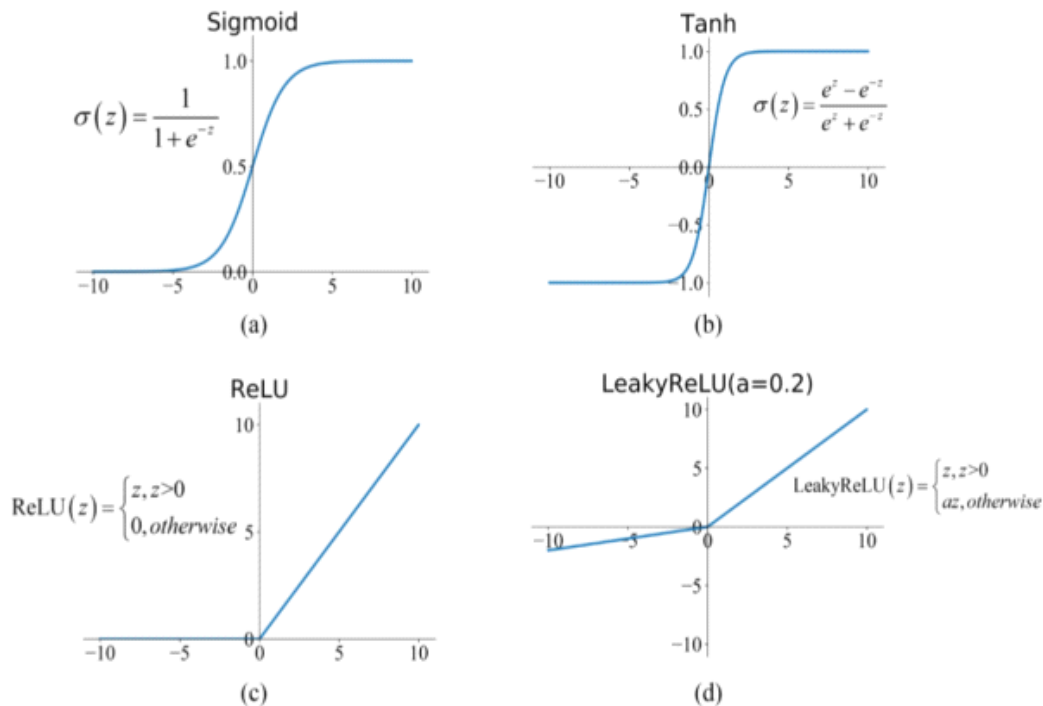


Figure [15] : Fonctions d'activation couramment utilisées [28].

A. Fonction logistique (Sigmoid) : Il s'agit de l'une des fonctions les plus fréquemment utilisées. Elle est communément appelée fonction logistique ou sigmoïde logistique, et elle est limitée entre 0 et 1. Elle peut être comprise de manière stochastique comme la probabilité que le neurone s'active. Elle est définie comme suit :

$$\sigma(z) = \frac{1}{1+e^{-z}} \quad (1)$$

B. Tangente hyperbolique (TanH) : La fonction TanH est une fonction trigonométrique dont la forme d'onde lui confère le privilège d'être choisie parmi les fonctions d'activation. Elle est similaire à la fonction sigmoïde logistique, mais sa plage de valeurs est entre 1 et -1. Après différenciation, la valeur de cette fonction devient inférieure à 1. Elle est définie comme suit :

$$\sigma(z) = \frac{e^z - e^{-z}}{e^z + e^{-z}} \quad (2)$$

- La relation entre la fonction TanH et la fonction Sigmoid est :

$$T(z) = 2 \text{ sigmoid}(2z) - 2 \quad (3)$$

C. Rectified Linear Unit (ReLU): La fonction ReLU est probablement celle qui est la plus similaire à son homologue biologique. Récemment, de nombreux emplois (en particulier ceux liés à la vision par ordinateur) ont commencé à privilégier cette fonction. Comme dans la formule ci-dessous, cette fonction renvoie 0 si l'entrée z est inférieure à 0 et renvoie z lui-même si elle est supérieure à 0, comme illustré dans la Figure 07. Elle est définie comme suit :

$$R(z) = \max(0, z) \quad (4)$$

D. Leaky-ReLU : Leaky Rectified Linear Unit est un type de fonction d'activation basé sur un ReLU qui tente de résoudre le problème connu sous le nom de ReLU mourant.

Une unité rectifiée linéaire traditionnelle $\text{ReLU}(z)$ renvoie 0 lorsque $z \leq 0$. Le problème du ReLU mourant fait référence au fait que l'unité reste bloquée de cette manière, renvoyant toujours 0 pour toute entrée. Le Leaky ReLU vise à résoudre ce problème en renvoyant une petite valeur négative non nulle à la place de 0, comme suit :

$$\text{LeakyReLU}(z) = (\alpha z, z) \quad (5)$$

E. UNITÉ LINÉAIRE D'ERREUR GAUSSIENNE (GELU) : Cette fonction résout la plupart des problèmes des fonctions d'activation précédentes et, plus important encore, évite le problème des gradients qui disparaissent. Elle fournit un gradient bien défini dans la zone négative et empêche les neurones de mourir ; de plus, elle fonctionne mieux dans les modèles de transformateurs [29]. Le GELU est une formule approximative :

$$\text{GELU}(z) = 0.5z(1 + \tanh[\sqrt{2/\pi}(z + 0.044715z^3)]) \quad (6)$$

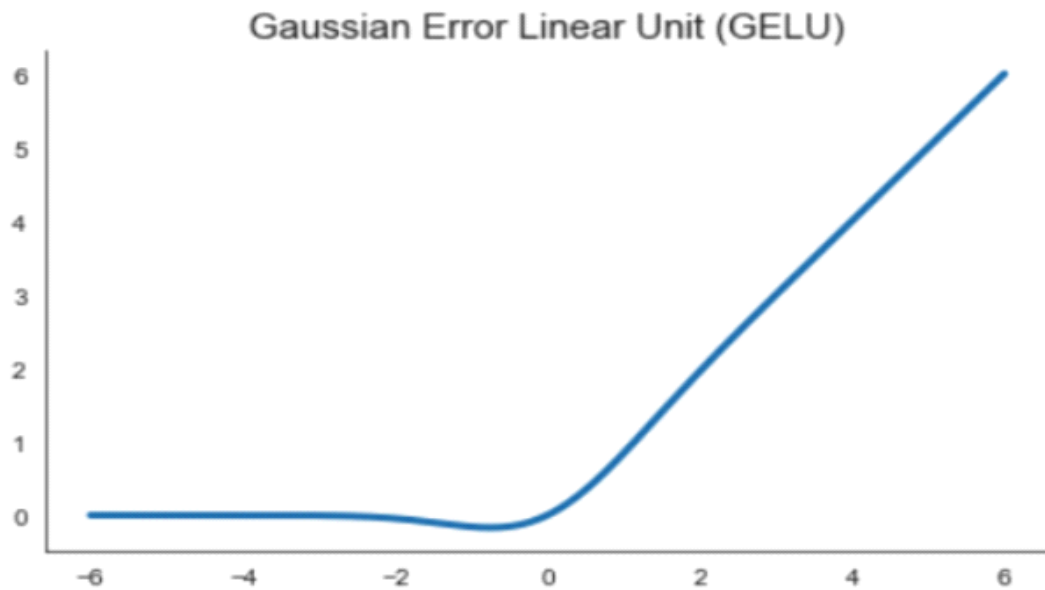


Figure [16] : GELU

6-Types de réseaux de neurones

6-1- réseau de neurones récurrents(RNNs)

Les RNN sont une classe de réseaux neuronaux profonds, qui possèdent des caractéristiques uniques appelées état de cellule interne ou mémoire pour étudier les caractéristiques d'entrée et les dépendances temporelles des données d'entrée séquentielles afin de prédire la sortie future. Par conséquent, la sortie de chaque neurone dépend non seulement de l'entrée actuelle mais aussi de l'historique des sorties d'état caché précédentes [30].

La Figure 17 illustre le fonctionnement de la structure RNN dépliée avec la boucle de rétroaction sur un RNN simple. En fonction du nombre d'étapes temporelles, les RNN peuvent conserver efficacement des informations sur le passé. Les RNN ont été largement utiles dans le traitement du langage naturel, la reconnaissance vocale et la traduction automatique en fournissant des mots ou des caractères en tant que paramètres d'entrée. De plus, les RNN peuvent être plus adaptés aux applications de prévision de séries temporelles comme l'estimation SOC et SOH, qui prédisent leur sortie actuelle en fonction de l'historique des sorties précédentes et de l'entrée actuelle sur une période de temps [30].

Cependant, les RNN et leurs variantes LSTM et GRU sont facilement sujets au problème de dépendance à long terme, qui fait soit disparaître soit exploser le gradient lors de

l'opération de rétropropagation. Néanmoins, ces variantes conduisent à une décroissance du gradient sur les couches en raison de l'utilisation du sigmoïde ou de la tangente comme fonction d'activation [30].

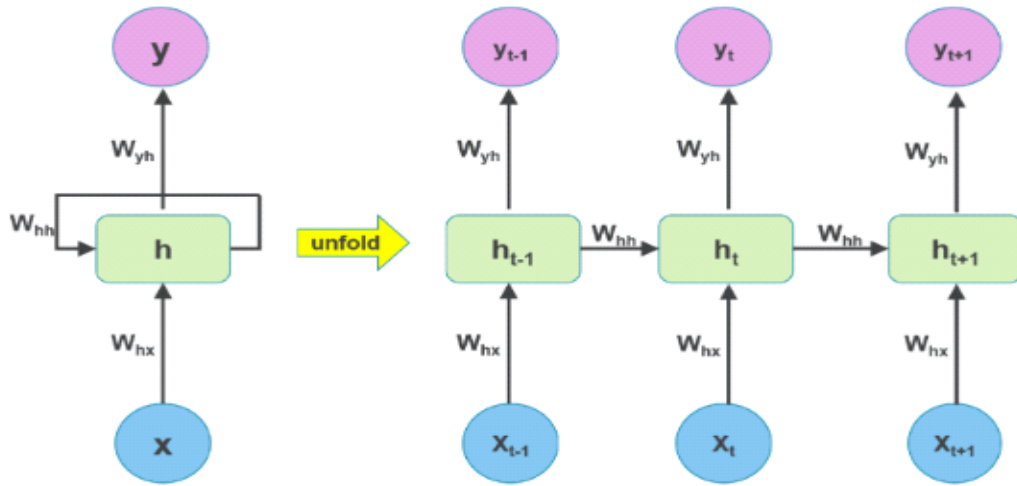


Figure [17] : Structure d'un réseau de neurones récurrents simple (RNN) et RNN déplié.

6-2- Réseaux de Neurones Convolutifs (CNN)

Un réseau de neurones convolutionnel est un type spécial de réseau de neurones à propagation avant introduit en 1989 [31], et initialement utilisé dans des domaines tels que la vision par ordinateur et les systèmes de recommandation. Une architecture de CNN se compose généralement de multiples couches de convolution et de regroupement alternées pour extraire des caractéristiques de l'image, suivies par une ou plusieurs couches entièrement connectées à la fin, permettant la classification des images à partir des caractéristiques extraites (voir Figure 18).

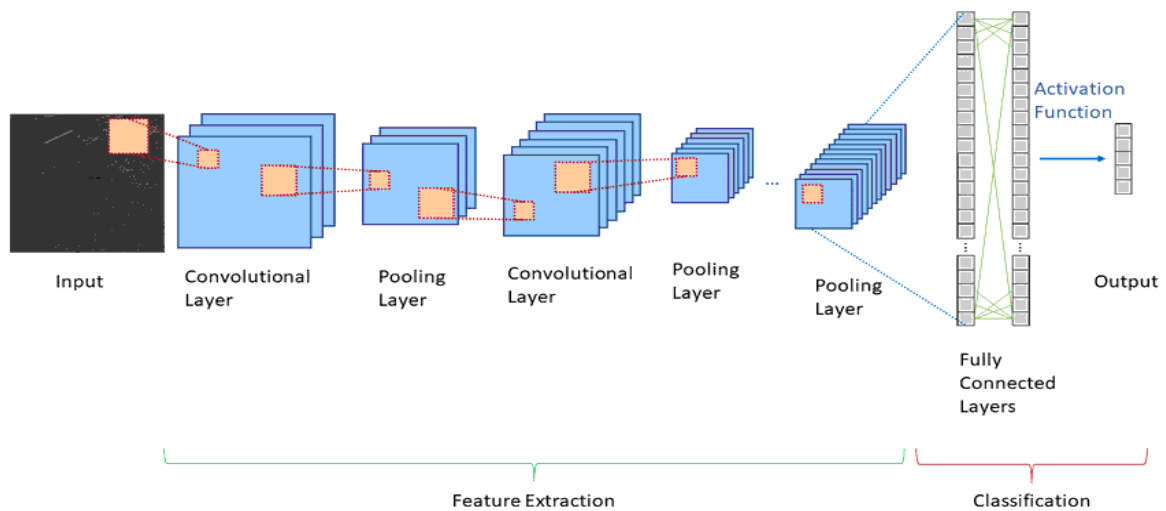


Figure [18] : Architecture typique d'un CNN.

Les différentes couches d'un réseau de neurone convolutif sont les suivantes :

A. Couche de convolution (CONV)

La convolution est une opération mathématique qui consiste à appliquer un filtre (noyau) à un tableau n-dimensionnel (image). Le filtre est également un tableau de nombres appelés poids ou paramètres.

Alors que le filtre se déplace, ou convole, autour de l'image d'entrée, il multiplie les valeurs du filtre avec les valeurs de pixels d'origine de l'image. En d'autres termes, il effectue une multiplication élément par élément. Les résultats de ces multiplications sont tous additionnés. Ainsi, le déplacement du filtre le long de toute l'image nous donne une image filtrée (appelée carte d'activation/carte de caractéristiques). Il convient de noter que dans cette couche, nous appliquons de nombreux filtres à l'image initiale et chaque filtre constitue un ensemble de poids que nous apprenons pendant le processus d'entraînement. Une couche de convolution peut être suivie d'une couche de fonction d'activation (fonction ReLu).

Pour mieux comprendre le fonctionnement de la couche de convolution, voici un exemple simple. Nous appliquons un filtre à une image de 5×5 pixels.

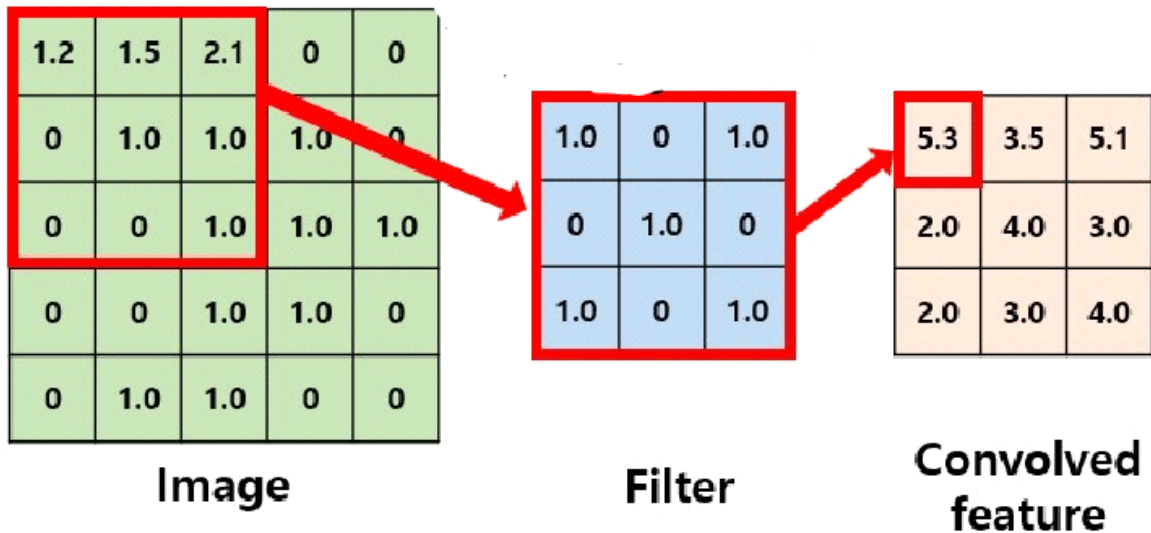


Figure [19] : Explication de l'opération de convolution.

B. Couche de regroupement (Pooling)

Est une opération qui calcule la valeur pour des patches d'une carte de caractéristiques, et l'utilise pour créer une carte de caractéristiques échantillonnée (poolée). Le pooling fonctionne en faisant glisser une fenêtre à travers l'entrée.

Les opérations de pooling constituent un autre élément important dans les CNN. Les opérations de pooling réduisent la taille des cartes de caractéristiques en utilisant une fonction pour résumer des sous-régions, comme prendre la moyenne ou la valeur maximale.

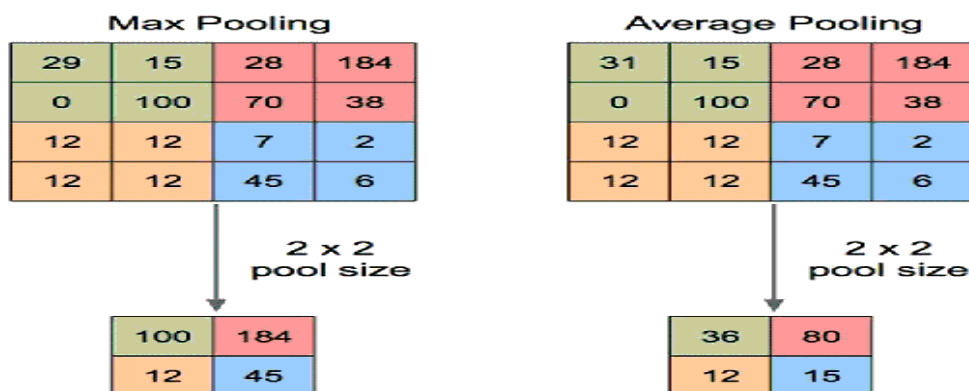


Figure [20] : Exemple de couche de regroupement.

C. Couche entièrement connectée (Fully Connected)

Il s'agit de la couche finale du réseau de convolution qui peut effectuer une classification hautement spécifique en combinant toutes les caractéristiques spécifiques détectées par les couches précédentes dans les données d'entrée. Ces caractéristiques sont générées pour former un vecteur de caractéristiques 1D à partir du vecteur de caractéristiques 2D (appelé aplatissement). Les couches entièrement connectées réalisent les mêmes tâches que les réseaux de neurones standards et tentent de créer des scores de classe à partir des activations pour la classification [32].

7-L'algorithm YOLO (You Only Look Once)

YOLO - You Only Look Once - est un algorithme extrêmement rapide de détection multi-objets qui utilise un réseau de neurones convolutionnel (CNN) pour détecter et identifier des objets. Développé par Joseph Redmon et Ali Farhadi à l'Université de Washington, ce modèle populaire de détection d'objets et de segmentation d'images a été lancé en 2015 et a rapidement gagné en popularité en raison de sa grande rapidité et de sa précision [33-34].

7-1- Une brève histoire

Les différentes versions de YOLO, de YOLOv2 à YOLOv8, ont progressivement amélioré les performances du modèle de détection d'objets et de segmentation d'images. Chaque itération a apporté des innovations importantes, telles que l'intégration de la normalisation des lots, l'utilisation de réseaux dorsaux plus efficaces, des améliorations dans la gestion des données et des fonctionnalités avancées telles que l'estimation de la pose et le suivi. YOLOv8, la version la plus récente développée par Ultralytics, représente la somme de ces améliorations, offrant une polyvalence accrue pour une gamme complète de tâches d'intelligence artificielle visionnaire, allant de la détection à la classification. Son adoption dans divers domaines témoigne de son efficacité et de sa pertinence dans des applications réelles.



Figure [21] : YOLO TimeLine.

7-2- Le modèle yolov8

Dans notre travail, nous avons adopté YOLOv8 qui est le modèle le plus récent de la série d'algorithmes YOLO, la famille la plus connue de modèles de détection et de classification d'objets dans le domaine de la vision par ordinateur (CV). Avec la dernière version, l'héritage de YOLO perdure en fournissant des résultats de pointe pour l'analyse d'images ou de vidéos, avec un framework facile à mettre en œuvre [35].

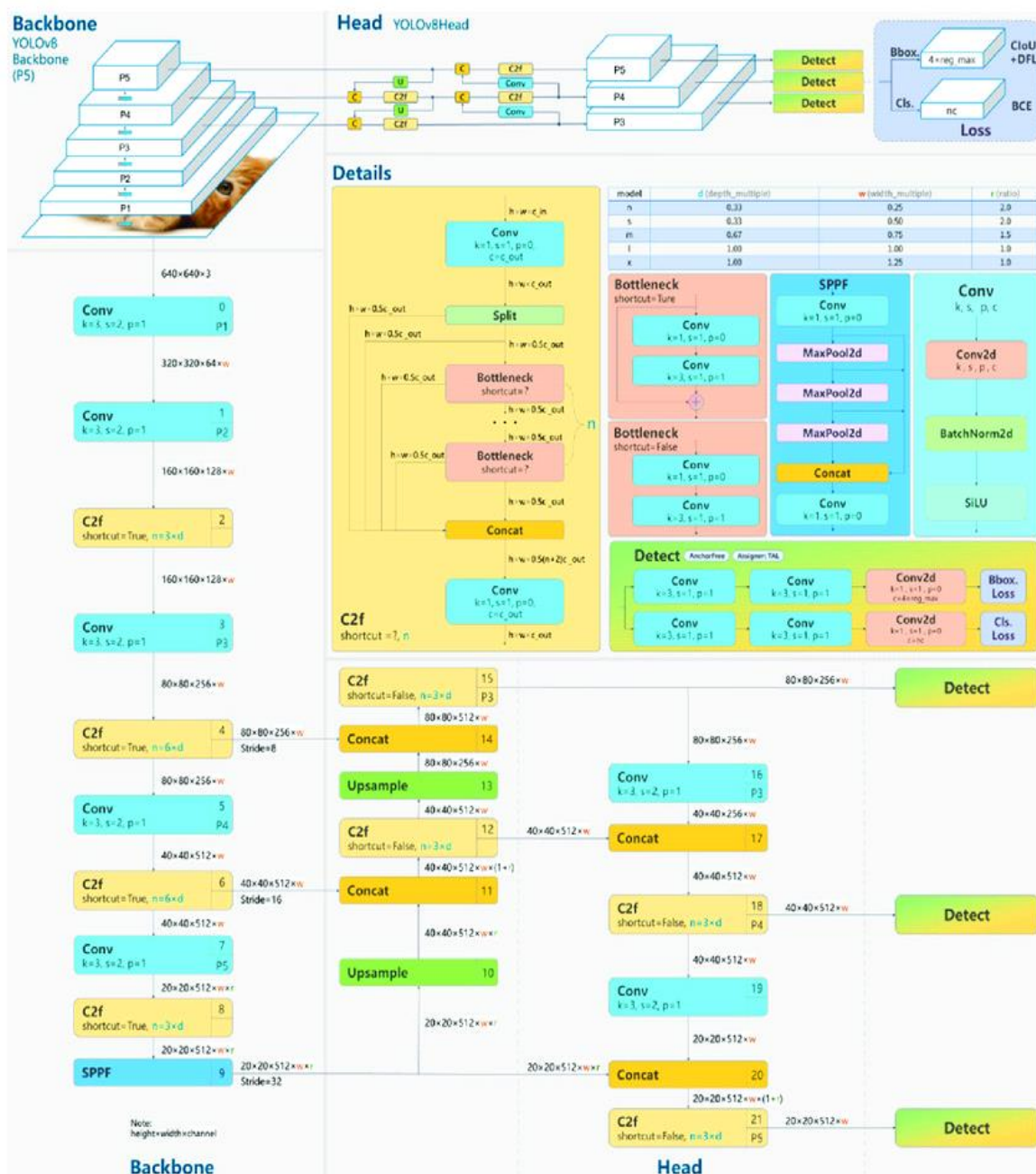


Figure [22] : Architecture de YOLOv8.

8-Agent et système multi-Agent

8-1- L'Agent

8-1-1- Définition

Agent dans le contexte de l'intelligence artificielle et de l'informatique, un agent est un programme informatique ou un système qui agit de manière autonome en fonction de son environnement, en utilisant des capteurs pour percevoir les informations de son environnement et des effecteurs pour agir sur celui-ci.

En d'autres termes, un agent est un système capable de prendre des décisions et d'effectuer des actions en fonction des informations qu'il reçoit de son environnement.

On appelle agent une entité physique ou virtuelle :

1. Qui est capable d'agir au sein d'un environnement E.
2. Qui peut communiquer avec les autres agents de manière directe ou indirecte.
3. Qui est mue par un ensemble de tendances, sous la forme d'objectifs individuels, d'une fonction de satisfaction ou de survie, qu'elle cherche à optimiser.
4. Qui possède des ressources propres.
5. Qui est capable de percevoir, mais de manière limitée, son environnement E.
6. Qui ne dispose que d'une représentation partielle de cet environnement et éventuellement aucune.
7. Qui possède des compétences et offre des services.
8. Qui peut éventuellement se reproduire.
9. Dont le comportement tend à satisfaire ses objectifs, en tenant compte des ressources et des compétences dont elle dispose, et en fonction de sa perception, de ses représentations et des communications qu'elle reçoit [36].

8-1-2- Architectures d'agent

Il existe deux principales catégories d'agents : les agents réactifs et les agents cognitifs. Cette distinction repose principalement sur le processus de prise de décision de l'agent et sur la manière dont il représente son environnement.

Un agent est considéré comme cognitif s'il possède une représentation symbolique de son environnement, ce qui lui permet de formuler des raisonnements. En revanche, s'il se limite à une représentation basée uniquement sur ses perceptions, il est qualifié de réactif.

A. Agent réactif

Un agent réactif, comme son nom l'indique, se contente de réagir aux changements dans l'environnement sans effectuer de délibération ni de planification. Son fonctionnement se limite à l'acquisition de perceptions et à des réactions immédiates à celles-ci (Figure 11).

Comme il n'y a pas de processus de raisonnement significatif, ces agents peuvent agir et réagir très rapidement. Selon la définition de Ferber, les agents réactifs sont caractérisés par l'absence de représentation de leur environnement et des autres agents, ce qui les rend incapables de prévoir les événements futurs et donc d'anticiper en planifiant leurs actions [36].

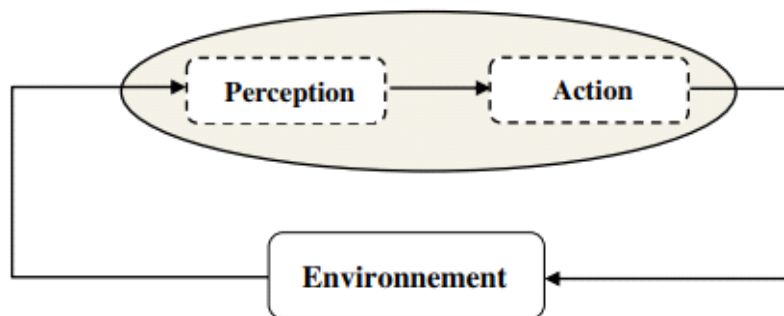


Figure [23] : Agent Réactif

L'agent réactif (figure 11) présente les caractéristiques suivantes :

Pas de mémoire ;

Pas de représentation explicite ;

Prise de décision se basant sur le fait du Stimulus/Réponse ;

Simple à mettre en œuvre.

B. Agent cognitif

L'agent cognitif est un agent qui dispose d'une base de connaissances comprenant l'ensemble des informations et de savoir-faire nécessaires à la réalisation de sa tâche et la gestion des interactions avec les autres agents et avec son environnement [36].

Ces agents sont caractérisés par leur capacité à posséder une représentation explicite de leur environnement, des autres agents et d'eux-mêmes. Ils sont également équipés de capacités de raisonnement, de planification et de communication. Le modèle BDI (Believe Desire Intention) constitue le travail le plus emblématique de cette catégorie d'agents.

Ce modèle se fonde sur trois attitudes qui définissent la rationalité d'un agent intelligent :

- **Croyance (Belief B)** : ce sont les informations que possède l'agent sur son environnement et sur les autres agents agissant sur le même environnement. Ceci constitue les connaissances supposées vraies de l'agent.
- **Désir (Desire D)** : ce sont les états de l'environnement et parfois de lui-même, qu'un agent aimerait voir réaliser. Ce sont les objectifs que se fixe un agent.
- **Intention (Intention I)** : ce sont les actions qu'un agent a décidé de faire pour accomplir ses désirs. Ils forment des ensembles de plans qui sont exécutés tant que l'objectif correspondant n'est pas atteint. Le modèle BDI a inspiré beaucoup d'architectures d'agents cognitifs.

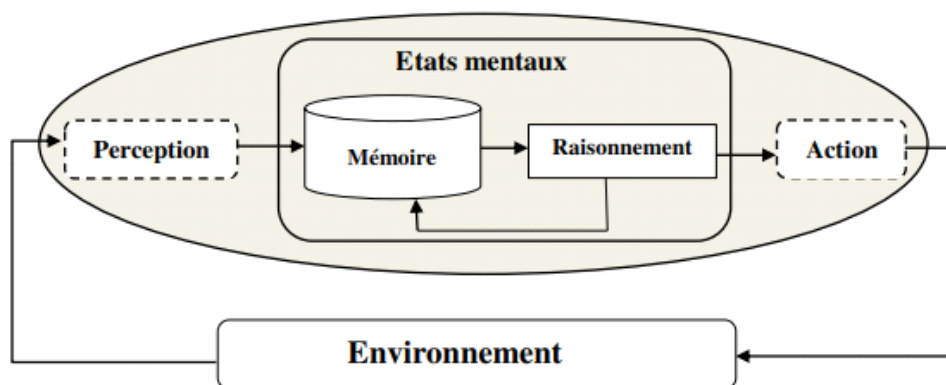


Figure [24] : Agent cognitif.

Ce type d'agent (Figure 24) se caractérise par :

Une représentation explicite de l'environnement et du monde auquel ils appartiennent ;

Une réaction planifiée ;

Une base de connaissances comprenant des informations et du savoir-faire ;

Une mémoire pour mémoriser les anciens états.

Il est possible de combiner ces deux architectures pour obtenir une troisième architecture qui se base sur des agents cognitifs exhibant des capacités de réactions aux événements, on parlera alors d'agents hybrides.

C. Agent hybride

L'agent hybride est conçu pour fusionner les capacités réactives avec des capacités cognitives, lui permettant ainsi d'adapter son comportement en temps réel à l'évolution de l'environnement. Dans ce modèle, un agent est constitué d'une architecture multicouche qui repose sur une hiérarchie de niveaux.

Cette structure modulaire favorise une approche recommandée dans le développement de processus artificiels, permettant aux différents composants de fonctionner simultanément et améliorant ainsi les capacités de traitement.

8.1.3. Comportement d'agent

Un agent se caractérise essentiellement par la manière dont il est conçu et par ses actions. En d'autres termes par son architecture et son comportement [36]. Ce dernier terme est fondamental dans la définition et la modélisation d'un agent.

Le comportement d'un agent se réfère à l'ensemble des caractéristiques qu'il manifeste dans son environnement. Il peut être observé à travers les réponses de l'agent aux stimuli environnementaux ou en observant sa manière d'interagir. Le comportement peut être analysé indépendamment des détails de son implémentation et peut être appréhendé par un observateur externe. Ce dernier, en se basant sur les actions de l'agent, peut déduire ou spécifier ce que l'architecture de l'agent est censée produire. Ainsi, le comportement est considéré comme une spécification externe de l'agent, tandis que l'architecture détermine les relations internes permettant d'atteindre cette spécification.

8.1.4. Propriétés d'agent

En se basant sur les définitions établies dans la littérature, plusieurs propriétés des agents peuvent être identifiées :

- **Autonomie** : Les agents ont le contrôle sur leurs actions et leurs états internes, leur permettant de réagir sans nécessiter l'intervention humaine ou d'un autre agent. L'autonomie est largement reconnue comme une notion centrale dans la conceptualisation de l'agent.
- **Réactivité** : Les agents perçoivent leur environnement et réagissent aux changements qui s'y produisent dans un délai approprié.
- **Initiative** : Le comportement des agents est influencé par les objectifs qu'ils poursuivent, leur permettant de générer des actions qui ne sont pas seulement des réponses à leur environnement immédiat.
- **Habilité sociale** : Les agents peuvent demander de l'aide à d'autres agents avec lesquels ils collaborent pour atteindre des objectifs communs.
- **Raisonnement** : Les agents peuvent prendre des décisions sur les objectifs à poursuivre, les événements auxquels réagir, ainsi que sur la manière d'agir pour atteindre ces objectifs, ou décider de suspendre ou d'abandonner un objectif pour en poursuivre un autre.
- **Apprentissage** : Les agents peuvent s'adapter progressivement à des changements dans des environnements dynamiques en utilisant des techniques d'apprentissage.
- **Mobilité** : Dans certains contextes, il peut être utile de permettre aux agents de se déplacer d'un nœud à un autre dans un réseau tout en préservant leur état lors de ces déplacements.

8-2- Systèmes Multi-Agents (SMA)

8-2-1- Définition

Un système multi-agents (SMA) se compose des éléments suivants :

- **Un environnement (E)** : un espace doté généralement d'une métrique.
- **Un ensemble d'objets (O)** : ces objets ont des positions dans l'environnement E et peuvent être perçus, créés, détruits et modifiés par les agents.

- **Un ensemble d'agents (A)** : ces agents sont des entités actives du système, représentés comme des objets spécifiques faisant partie de l'ensemble O.
- **Un ensemble de relations (R)** : ces relations unissent les objets, y compris les agents, entre eux.
- **Un ensemble d'opérations (Op)** : permettant aux agents de percevoir, produire, consommer, transformer et manipuler des objets de l'ensemble O.
- **Des opérateurs** : chargés de représenter l'application de ces opérations et la réaction du monde à cette tentative de modification, souvent appelés les lois de l'univers [36].

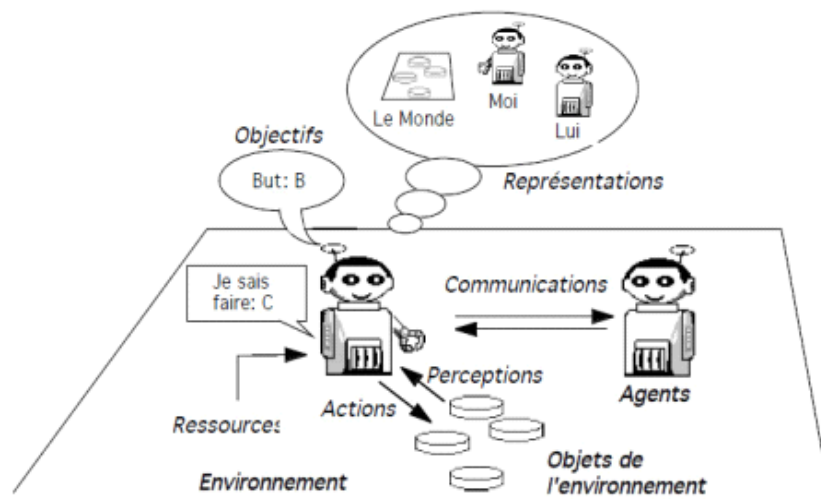


Figure [25] : Système multi-agents [36].

Selon Wooldridge et Jennings, un système multi-agents (SMA) peut être défini comme un groupe d'agents dotés de buts ou de tâches, qui interagissent pour les atteindre [37].

Un SMA est donc un système composé d'entités informatiques, appelées des agents, qui évoluent et interagissent dans un environnement commun. La notion d'interaction entre agents est essentielle car chacun d'eux est impliqué dans une dynamique commune. Elle représente aussi ce qui permet de construire la réponse collective à partir des réponses individuelles.

8-2-2- Caractéristiques d'un SMA

Un SMA exhibe généralement les caractéristiques suivantes :

- **Distribution** : le système est composé d'agents et peut être décomposé en unités distinctes.

- **Décentralisation** : les agents sont autonomes et il n'y a pas de contrôle centralisé sur l'ensemble du système.
- **Autonomie** : chaque agent fonctionne de manière autonome, prenant des décisions en fonction de ses propres objectifs et connaissances.
- **Échange de connaissances** : les agents peuvent communiquer entre eux, utilisant divers langages et protocoles.
- **Interaction** : les actions des agents influencent localement le comportement des autres agents.
- **Organisation** : les interactions entre les agents génèrent des relations qui forment une structure organisationnelle évolutive au fil du temps [38].

L'ouverture d'un système, qu'il soit physique ou informatique, implique sa capacité à échanger de l'information ou de la matière avec son environnement externe, qui peut évoluer de manière imprévisible. Dans le contexte d'un SMA, l'ouverture se réfère à la possibilité d'ajouter ou de retirer dynamiquement des agents, ainsi que des fonctionnalités et des services associés à ces agents, dans le système [39]. Un SMA ouvert est ainsi défini comme un système qui peut être étendu et adapté de manière dynamique, reflétant sa capacité à évoluer et à s'adapter aux changements dans son environnement.

8-2-3- Typologies de SMA

A. SMA réactif

Un système multi-agents réactif se compose d'agents réactifs et son étude vise à comprendre le fonctionnement global du système en mettant l'accent sur les interactions et la dynamique collective qui en résulte.

Ce type de système présente des avantages tels que la fiabilité, assurée par le grand nombre d'agents simples, et une grande flexibilité face aux changements dynamiques de l'environnement. Cependant, la création de tels systèmes peut être confrontée à des défis tels que la difficulté à prédire le comportement global qui n'est pas explicitement représenté dans le système, ainsi que des difficultés à contrôler les comportements individuels par rapport à un objectif qui n'est pas explicitement défini.

B. SMA cognitif

Un système multi-agents cognitif est constitué d'agents cognitifs et son étude vise à améliorer les comportements individuels des agents en se concentrant sur leur intelligence individuelle, leur modèle cognitif et leurs interactions. Ce type de système met l'accent sur les capacités des agents.

Ce système est relativement simple à concevoir pour des applications dont l'évolution est prévisible, et il bénéficie des mécanismes de représentation complexe ainsi que de la facilité d'échange d'informations entre les agents. Cependant, il présente plusieurs inconvénients, notamment la difficulté de représenter les connaissances dans des problèmes complexes, la complexité des communications entre les agents, une faible performance pour les actions en temps réel, un temps significatif de réalisation des tâches et une incapacité à s'adapter à un environnement dynamique.

En général, la différence entre les agents réactifs et les agents cognitifs peut être expliquée par le compromis efficacité/complexité.

Le tableau suivant résume les différences entre les modèles cognitifs et les modèles réactifs.

Tableau 1 : Comparaison entre agents cognitifs et agents réactifs

Système d'agents cognitifs	Système d'agents réactifs
Représentation explicite de l'environnement	Pas de représentation
Tiennent compte de leur passé	Pas de mémoire de leur passé
Agents complexes	Agent simple (fonctionnement stimulus/réaction)
Petit nombre d'agents	Grand nombre d'agents

9-Conclusion

L'intelligence artificielle, avec ses nombreuses branches et applications, transforme rapidement notre monde. L'apprentissage automatique, en particulier, joue un rôle crucial en permettant aux machines d'apprendre et de s'adapter à partir de données, ouvrant ainsi la voie à des innovations sans précédent. Ce chapitre a exploré les concepts fondamentaux et les différentes techniques de l'apprentissage automatique, y compris l'apprentissage supervisé, non supervisé,

semi-supervisé et par renforcement, ainsi que l'apprentissage profond et les réseaux de neurones. En plus, nous avons introduit les systèmes multi-agents (SMA), illustrant comment des agents intelligents peuvent collaborer ou rivaliser pour atteindre divers objectifs. Ensemble, ces technologies représentent des avancées significatives dans la capacité des machines à reproduire et à dépasser les processus cognitifs humains complexes, propulsant l'IA vers de nouvelles frontières d'innovation et d'efficacité.

Chapitre 03 : Conception du système

1-Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons la conception du système Aman Guard, une solution de surveillance intelligente est intégrée. Le système Aman Guard est composé de plusieurs sous-systèmes interconnectés, chacun ayant un rôle bien défini. Nous allons explorer en détail la structure générale du système, son fonctionnement multi-agents, et les aspects matériels impliqués. Nous discuterons également des choix technologiques effectués lors de la mise en œuvre du système, en mettant en avant les algorithmes et les modèles de Deep Learning utilisés pour diverses tâches de reconnaissance et de détection.

2-Structure du système Aman Guard

2-1-Structure général du système

La structure du système Aman Guard est très complexe, elle comporte plusieurs parties ayant chacune un rôle bien défini, comme le montre la figure 26 ci-dessous :

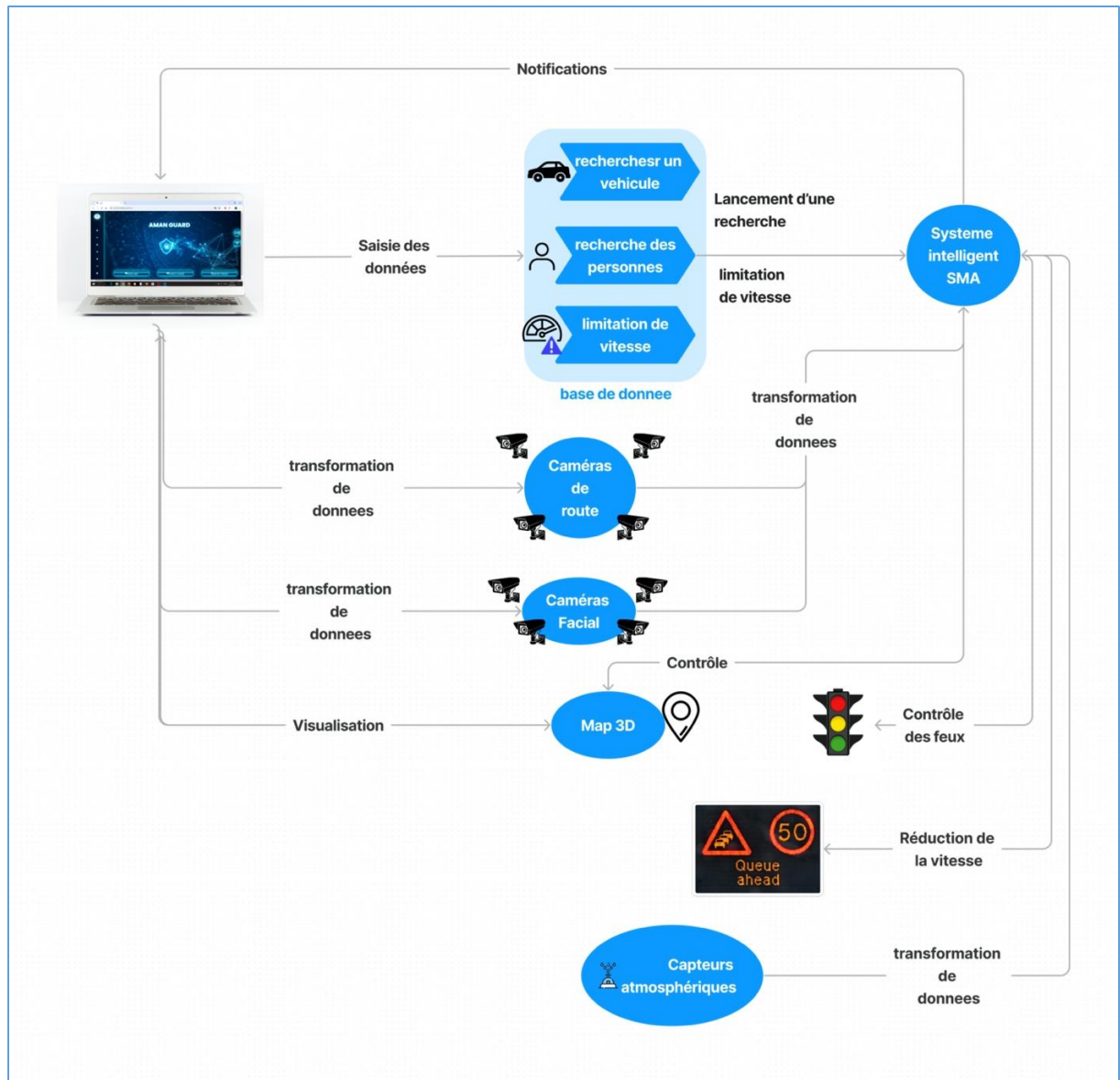


Figure [26] : structure générale du système Aman Guard.

Dans cette figure, nous pouvons remarquer plusieurs tâches telles que : le lancement des recherches (des personnes et des véhicules), le fonctionnement d'un système intelligent avec les caméras, leur contrôle sur les feux de circulation et la carte 3D. L'effet des feux et des capteurs atmosphériques sur la réduction de la vitesse. L'envoi de notifications et d'alertes concernant les accidents et les infractions de vitesse, ainsi que la localisation des personnes et des véhicules perdus via l'interface.

2-2-Structure du système multi agent

La figure 27 ci-après représente le fonctionnement du système multi-agents. Tout d'abord, l'agent manager envoie les données (vidéos) à l'agent principal qui attendait l'information. Il

vérifie les données et, lorsqu'il confirme qu'il s'agit de vidéos, il les envoie aux agents : vitesse, circulation, reconnaissance faciale, reconnaissance des plaques d'immatriculation, et accidents. Ces agents sont conçus à l'aide d'algorithmes de Deep Learning et d'intelligence artificielle. Chaque agent est responsable de quatre caméras dont il collecte les informations pour les traiter. L'agent principal traite les messages provenant des agents : en cas d'accident, de dépassement de vitesse, de plaque d'immatriculation recherchée, ou de personne recherchée. Il envoie alors le message en tant qu'alerte à l'agent manager. Dans le cas de la circulation, l'agent principal compare les résultats de deux routes. Si l'une est plus congestionnée que l'autre, il envoie une instruction à l'agent Arduino pour l'ouvrir. En même temps, il transmet l'état de la route (ouverte ou fermée) à l'agent manager pour mise à jour dans l'interface.

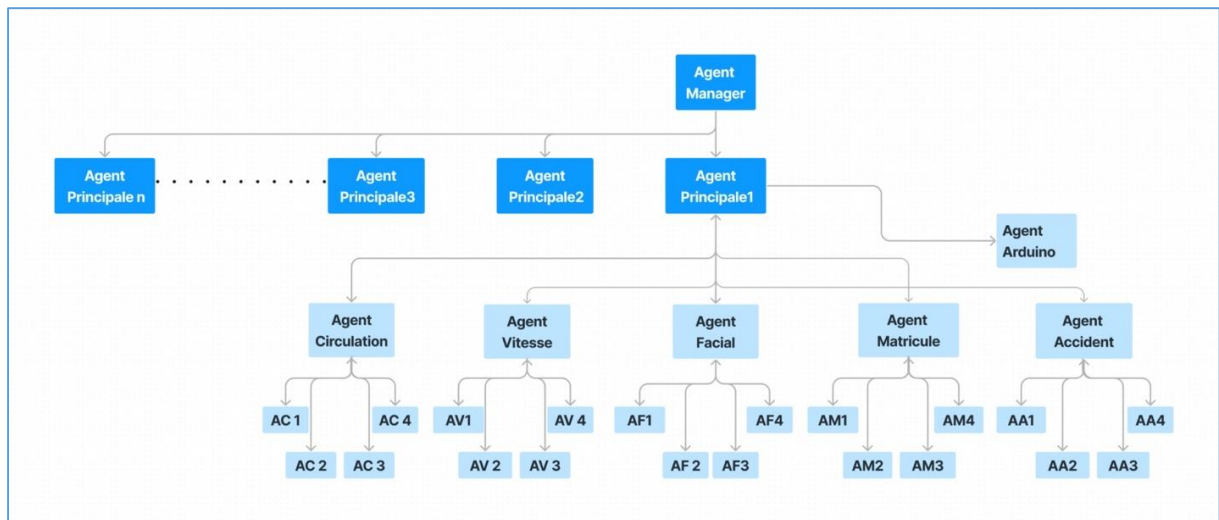


Figure [27] : le fonctionnement du système multi-agents.

3-Discussion des choix effectués

Dans la mise en œuvre de notre système, nous avons :

- ✓ Entraîné un modèle utilisant l'algorithme YOLOv8 pour la reconnaissance des plaques d'immatriculation sur un ensemble de données de Roboflow (License Plate Recognition Image Dataset) contenant 10 126 images.
- ✓ Entraîné un modèle utilisant l'algorithme YOLOv8 pour la détection des accidents sur un ensemble de données de Roboflow (accident-detection-model) contenant 3 250 images.
- ✓ Utilisé un algorithme MTCNN pour la détection des visages.
- ✓ Utilisé un modèle pré-entraîné YOLOv8s pour la détection de la vitesse et de la circulation.

4-Conclusion

En conclusion, le système Aman Guard représente une avancée significative dans le domaine de la surveillance intelligente grâce à son architecture multi-agents et l'intégration de technologies de pointe comme les algorithmes YOLOv8 et MTCNN. La capacité du système à traiter et analyser les données en temps réel, à envoyer des notifications d'alerte, et à gérer efficacement la circulation démontre son efficacité et son potentiel pour des applications de sécurité et de gestion urbaine. Les choix technologiques faits, tels que l'utilisation de datasets de Roboflow pour l'entraînement des modèles, ont permis d'assurer une haute précision et une robustesse du système. Aman Guard se positionne ainsi comme un outil indispensable pour la surveillance et la gestion sécurisée des espaces publics.

Chapitre 04 : La réalisation du système

1-Introduction

La phase de réalisation représente la dernière étape de notre projet. Dans cette section, nous allons exposer les outils employés pendant le développement et présenter quelques captures d'écran pour illustrer certaines fonctionnalités de l'application.

2-Partie électronique

2-1- Composants utilisés

1. Esp 32 Cam : La carte ESP32-Cam intègre un processeur ESP32 et une caméra OV2640 (2M pixels). Elle consiste à transmettre en WIFI et en direct un flux vidéo, des images. En plus, elle est équipée d'un lecteur de cartes microSD qui permet de stocker des images, des vidéos.

Une LED haute luminosité peut être commandée pour des prises de vues la nuit par exemple. Dans ce cas, il est possible de connecter une photorésistance sur la carte. En effet, elle intègre aussi quelques ports GPIO pour assembler différents capteurs et actionneurs [39].

2. Water level sensor : est un dispositif utilisé pour détecter et mesurer la hauteur d'eau dans des environnements naturels ou artificiels. Dans le contexte des conditions météorologiques, ces capteurs jouent un rôle crucial en fournissant des données essentielles sur les niveaux d'eau dans les rivières, les lacs, les réservoirs et autres plans d'eau. Les données recueillies par ces capteurs peuvent être utilisées dans des programmes informatiques pour diverses applications météorologiques.

3. LCD 1602 with IIC : est un afficheur à cristaux liquides (LCD) qui utilise la communication en bus I2C pour se connecter à un microcontrôleur ou à une carte de développement. Le "160A" fait référence à la taille de l'afficheur, qui mesure environ 160 mm de large.

Les afficheurs LCD I2C sont couramment utilisés dans les projets électroniques et de robotique pour afficher des données ou des messages. Ils sont généralement compacts et peu coûteux, et peuvent être facilement intégrés dans de nombreux projets [40].

4.10k POTEN-TIOMETER : Un potentiomètre (appelé familièrement potard) est un type de résistance variable à trois bornes, dont une est reliée à un curseur se déplaçant sur une piste résistante terminée par les deux autres bornes. Ce système permet de recueillir, entre la borne

reliée au curseur et une des deux autres bornes, une tension qui dépend de la position du curseur et de la tension à laquelle est soumise la résistance.

Il existe l'équivalent sous forme de circuit intégré : le potentiomètre numérique, dorénavant très utilisé dans l'électronique analogique à commande numérique.

Ce dispositif a été inventé par Johann Christian Poggendorff en 1841, afin de réaliser une mesure précise des potentiels de piles (par méthode d'opposition), d'où son nom. C'était alors un rhéostat circulaire dont l'index rotatif était maintenu en contact avec un fil enroulé, par un ressort [41].

5. Les feux de signalisations : Un feu de circulation routière, aussi appelé feu tricolore est un dispositif permettant la régulation du trafic routier entre les usagers de la route, les véhicules et les piétons. Pour les professionnels de la voirie, c'est une SLT (Signalisation Lumineuse Tricolore) [42].

6. Arduino Uno : La carte Arduino Uno est une carte à microcontrôleur basée sur l'ATmega328.

Elle dispose :

- ✓ De 14 broches numériques d'entrées/sorties (dont 6 peuvent être utilisées en sorties PWM (largeur d'impulsion modulée).
- ✓ De 6 entrées analogiques (qui peuvent également être utilisées en broches entrées/sorties numériques).
- ✓ D'un quartz 16Mhz.
- ✓ D'une connexion USB.
- ✓ D'un connecteur d'alimentation jack.
- ✓ D'un connecteur ICSP (programmation "in-circuit").
- ✓ Et d'un bouton de réinitialisation (reset).

Elle contient tout ce qui est nécessaire pour le fonctionnement du microcontrôleur, pour pouvoir l'utiliser et se lancer, il suffit simplement de la connecter à un ordinateur à l'aide d'un câble USB [43].

3- Partie logicielle

3-1-Outils logiciels utilisés

1.Langage Python

Développé par Guido Van Rossum au début des années 1980, Python est un langage de programmation polyvalent utilisé dans de nombreux domaines tels que le développement web, l'intelligence artificielle, le machine learning, les systèmes d'exploitation, les applications mobiles, les jeux vidéo, et plus encore. Typé dynamiquement et successeur du langage de programmation ABC, Python est rapidement devenu populaire et adopté dans divers secteurs. Il a véritablement pris son essor au début des années 2000 avec la sortie de Python 2.0. Orienté objet, ce langage est idéal tant pour les projets de grande envergure que pour les programmes plus modestes [44].



Figure [28] : Logo Python

2. Keras

Keras est une bibliothèque open source conçue pour le prototypage rapide de modèles de deep learning. Accessible aux débutants en intelligence artificielle, elle offre une API de haut niveau qui prend en charge différentes bibliothèques de réseaux de neurones artificiels récurrents ou convolutifs, telles que TensorFlow, Microsoft Cognitive Toolkit, PlaidML et Theano [44].



Figure [29] : Logo Kears

3. Tensorflow

Tensorflow est une bibliothèque de machine learning, offrant une boîte à outils pour résoudre aisément des problèmes mathématiques extrêmement complexes. Elle permet aux chercheurs de développer des architectures d'apprentissage expérimental et de les transformer en logiciels fonctionnels [45].



Figure [30] : Logo Tensorflow

4. OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision) est une bibliothèque open-source très populaire en Python utilisée pour le traitement d'images, la vision par ordinateur et la reconnaissance de formes. Elle a été développée par Intel et est maintenant maintenue par la communauté open-source.

OpenCV fournit un large éventail de fonctionnalités et d'algorithmes pour travailler avec des images et des vidéos [46].



Figure [31] : Logo OpenCV

5. Spade

Smart Python Agent Development Environment est une plateforme de systèmes multi-agents écrite en Python et basée sur la messagerie instantanée (XMPP). Elle permet de développer des agents capables de communiquer aussi bien avec d'autres agents qu'avec des humains. Ce logiciel libre est distribué sous la licence MIT [47].

6. Matplotlib

Matplotlib est une bibliothèque Python open source, initialement développée par le neurobiologiste John Hunter en 2002. L'objectif était de visualiser les signaux électriques du cerveau de personnes épileptiques. Pour y parvenir, il souhaitait répliquer les fonctionnalités de création graphique de MATLAB avec Python [48].



Figure [32] : Logo Matplotlib.

7. Django

Django est une infrastructure d'application (aussi appelée framework) côté serveur extrêmement populaire et dotée de nombreuses fonctionnalités, écrite en Python. En regroupant

toutes les fonctions nécessaires, Django permet de créer des applications web complètes, scalables et sécurisées [49].



Figure [33] : logo django.

8. Vs Code

Visual Studio Code (VSCode) est un éditeur de code source et un environnement de développement intégré (IDE) de Microsoft. Il est open-source et cross-platform, c'est-à-dire qu'il fonctionne sur Windows, Linux et Mac. Il a été conçu pour les développeurs web, mais il prend en charge de nombreux autres langages de programmation tels que C++, C#, Python, Java, etc. Il offre de nombreuses fonctionnalités comme la coloration syntaxique, l'auto-complétion, la mise en évidence des erreurs, la navigation de code, le débogage, la gestion de versions, l'intégration avec Git, et beaucoup d'autres. Il est également extensible à l'aide d'une grande variété d'extensions développées par la communauté, permettant aux développeurs de personnaliser l'éditeur selon leurs besoins [50].



Figure [34] : logo Vs Code

9. Google Colaboratory

Google Colab, abréviation de Google Colaboratory, est une plateforme offerte gratuitement par Google permettant d'écrire et exécuter du code python dans votre navigateur. Elle vous permet en particulier d'exécuter des notebooks Jupyter sans avoir besoin de vous soucier de votre matériel ou des logiciels installés sur votre ordinateur. Google Colab est un outil qui facilite également l'accès à des ressources de calcul et aux bibliothèques d'apprentissage automatique usuelles [51].



Figure [35] :Logo Google Colaboratory

10. Arduino Ide

Le logiciel arduino (IDE) est un logiciel open source, qui est utilisé pour programmer les cartes Arduino, c'est également un environnement de développement intégré, développé par arduino.cc. Il permet de programmer et implémenter des codes sur des cartes arduino. Et il contient de nombreuses bibliothèques et d'exemples de mini-projets. Il est compatible avec différents systèmes d'exploitation (Windows, Linux, Mac OS X) et prend en charge les langages de programmation (C/C++) [52].



Figure [36] :Logo Arduino Ide.

4-Quelques captures d'écran de l'interface de l'application

1-Login :

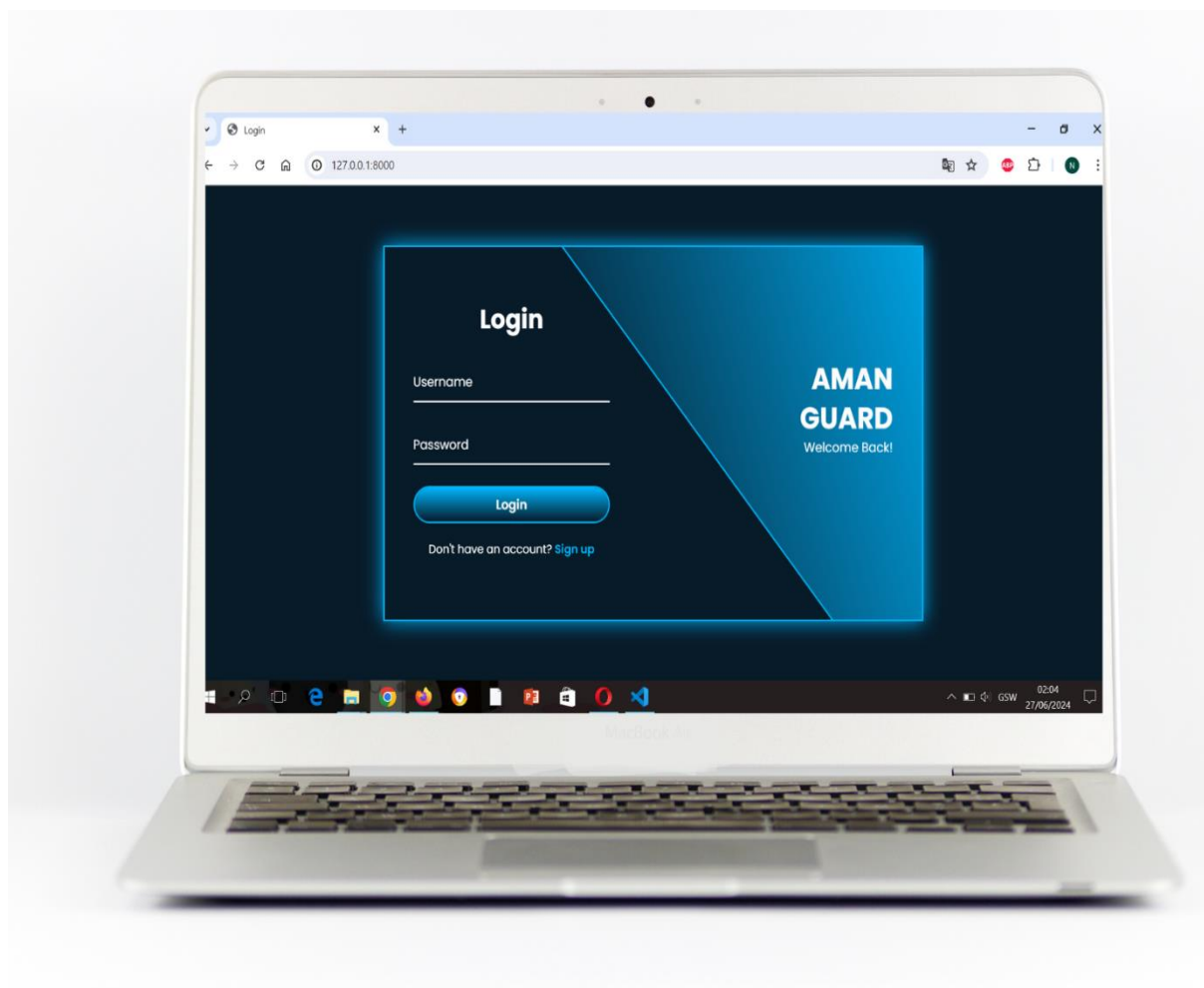


Figure [37] : Login

2-Sign up :

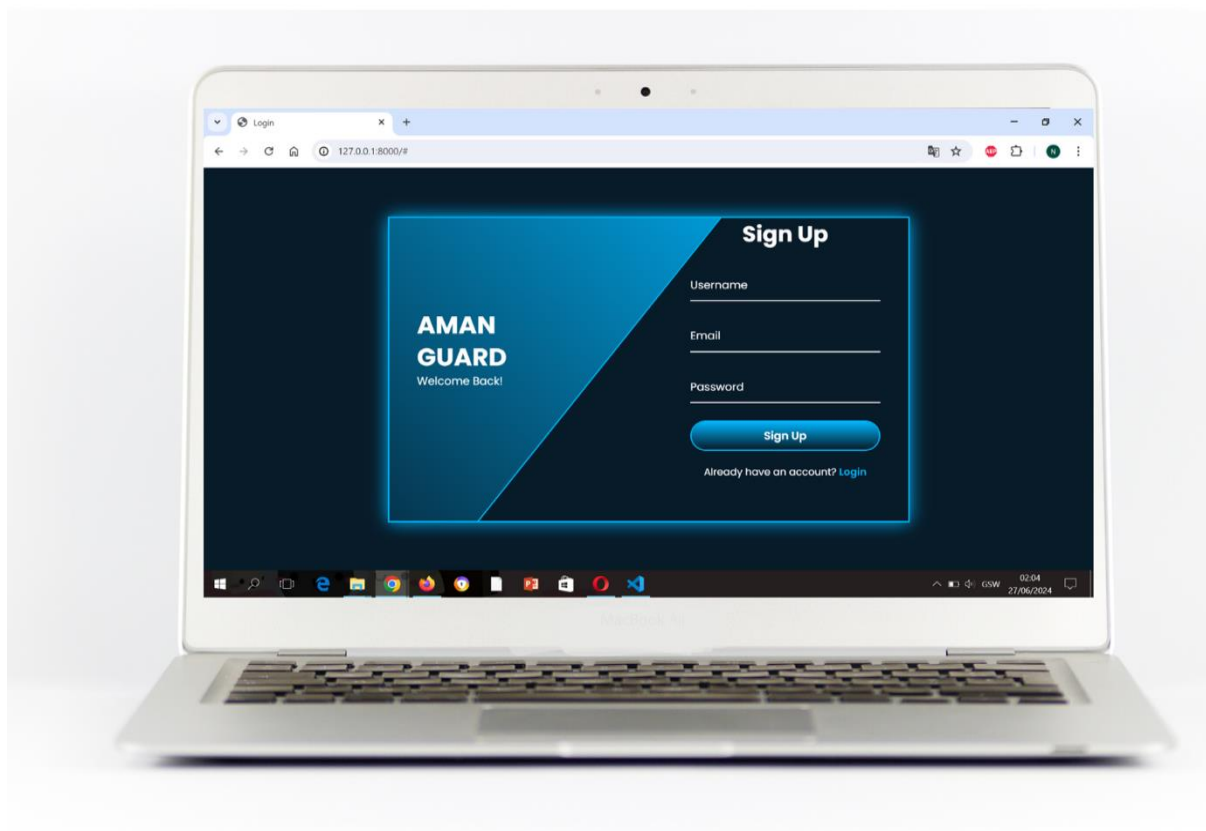


Figure [38] : Sign up

3-La page d'accueil :

Cette page permet d'accéder aux adresses IP des caméras, de lancer des recherches sur des individus ou des plaques d'immatriculation, de vérifier la vitesse maximale autorisée sur n'importe quelle route, et de visualiser en temps réel la circulation en 3D.



Figure [39] : Page d'accueil

4-La liste des personnes :

Il est possible de trouver les personnes recherchées, y compris les personnes disparues ou les criminels. On peut consulter la liste complète comprenant les noms, prénoms et même les photos.

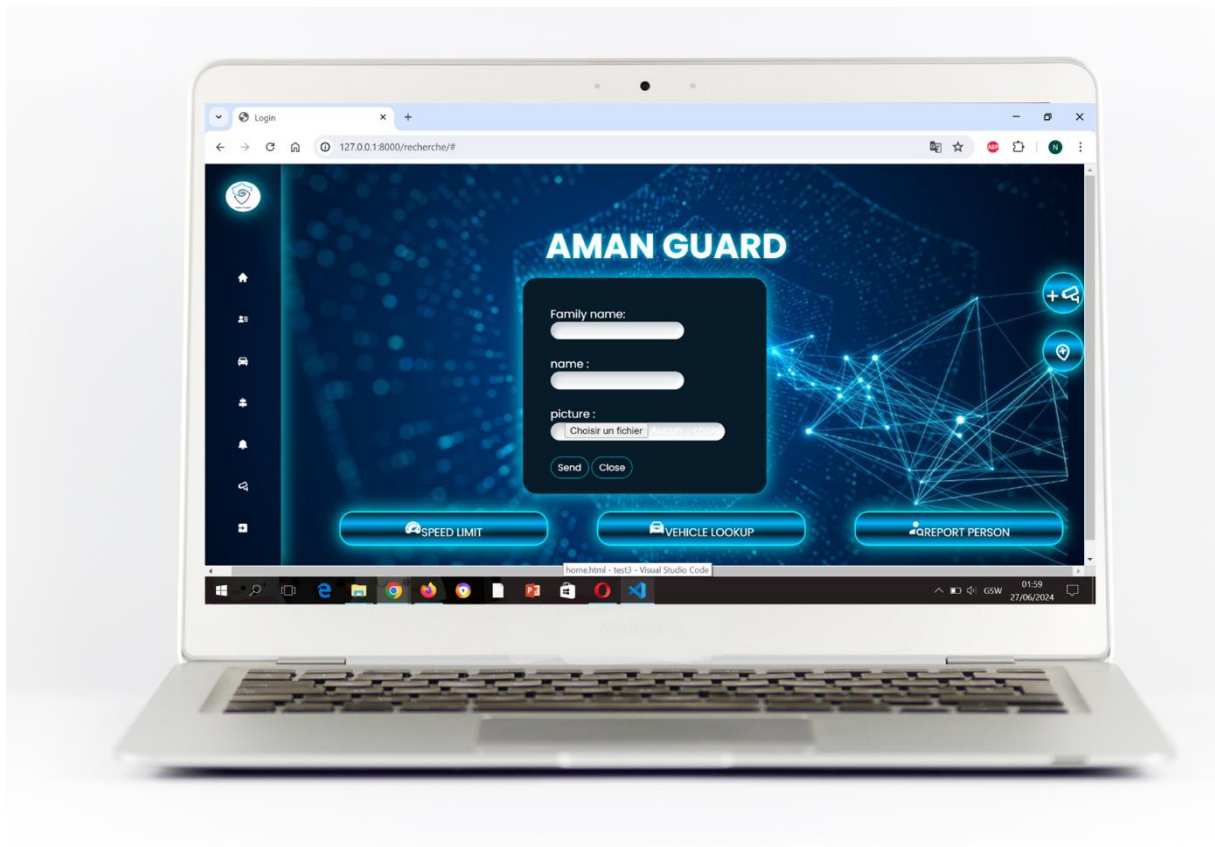


Figure [40] : Liste des personnes

5-La liste des cameras :

La caméra nous montre en temps réel ce qu'elle filme dans chaque endroit.

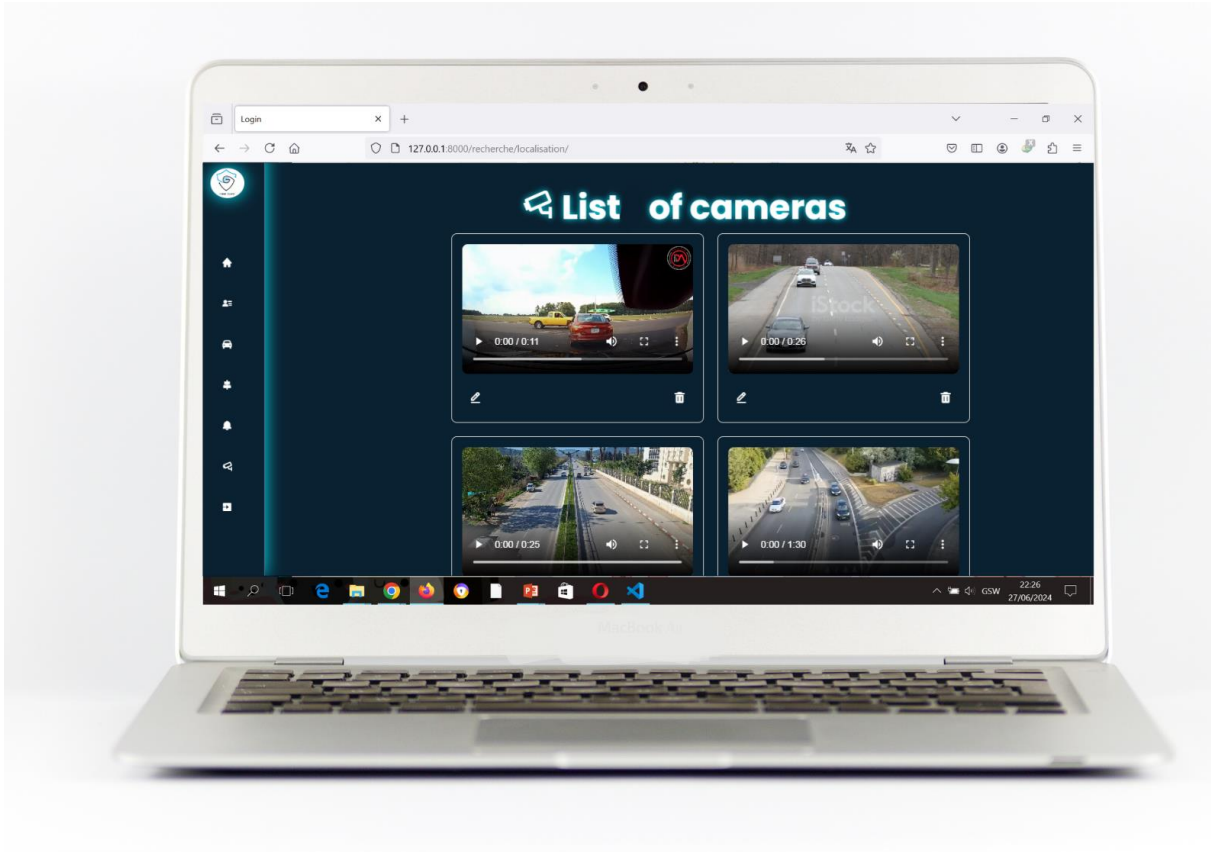


Figure [41] : page de liste des cameras

6-Les Notifications :

Elle nous montre chaque alerte en temps réel, qui s'affiche dans le tableau des alertes dès leur arrivée.

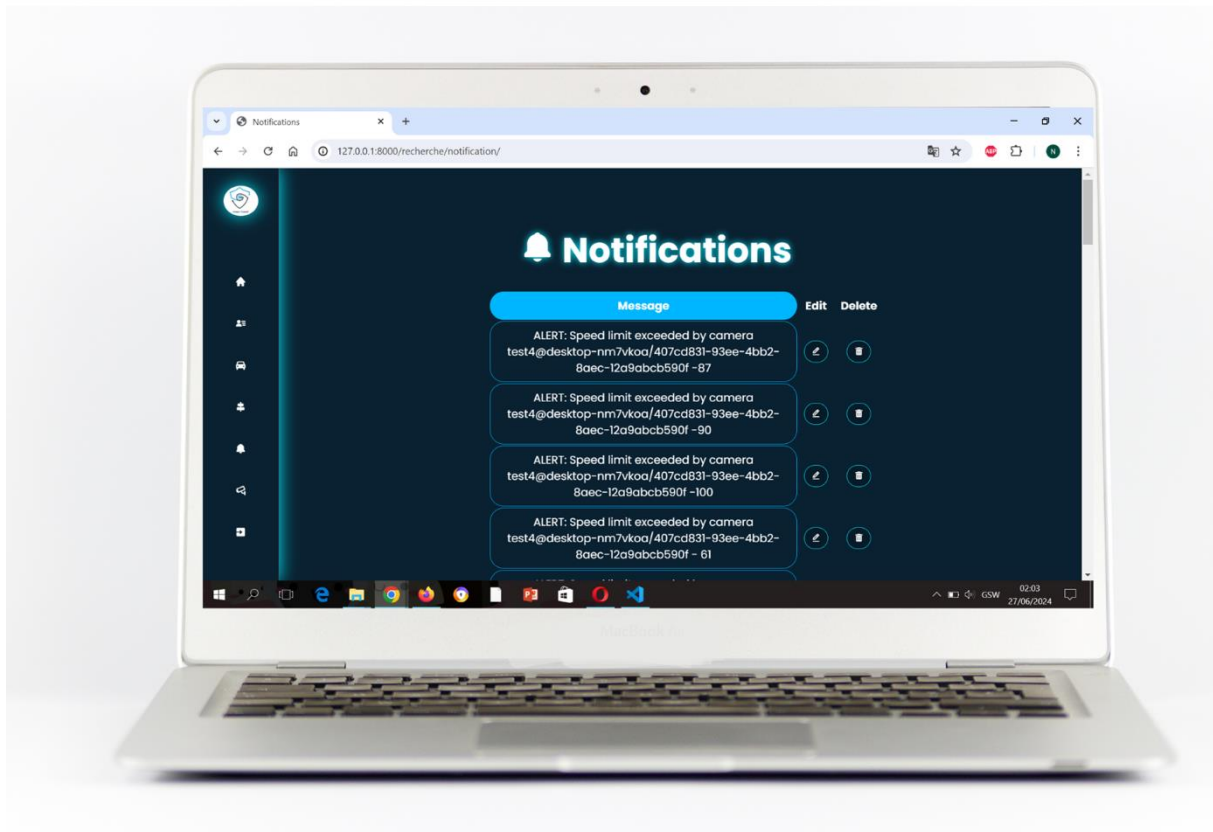


Figure [42] : page de liste notification

7-La carte (Mapp) :

Elle nous montre les endroits équipés du système où l'accès en 3D est disponible.

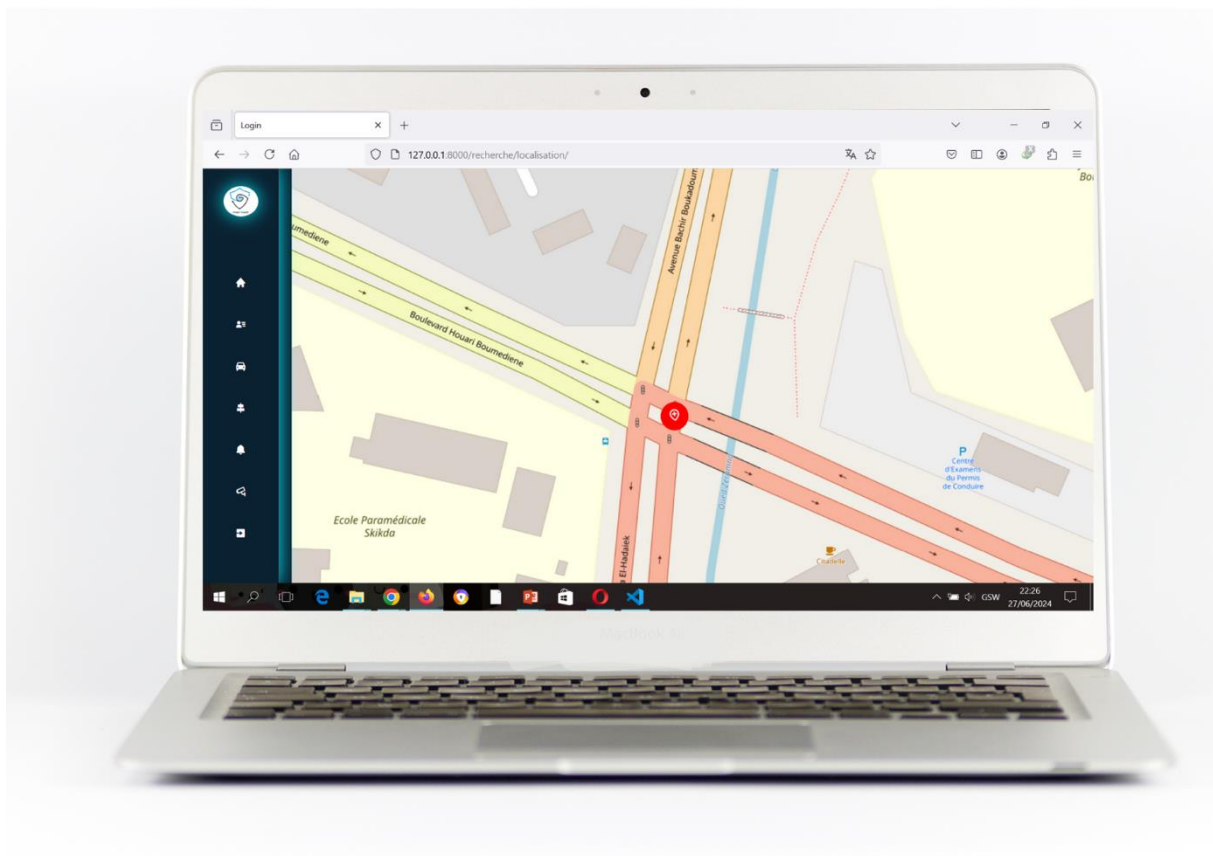


Figure [43] : page de la carte

8-La 3D :

Elle nous montre la situation routière et comment le système peut contrôler les feux tricolores.

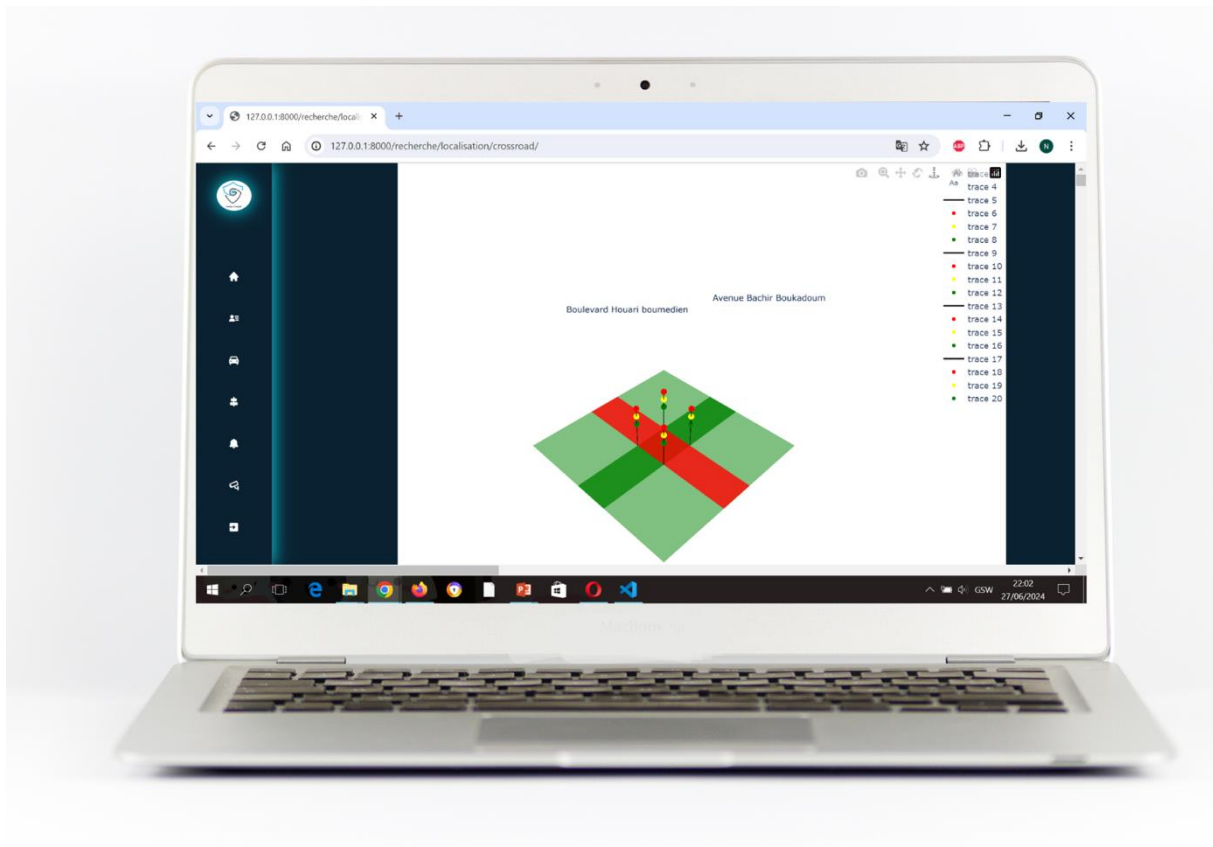


Figure [44] : page de la 3D

5-Conclusion

Finalement, la phase de réalisation représente le couronnement de notre projet. À travers l'utilisation experte d'outils de développement, nous avons façonné une application riche en fonctionnalités. Les captures d'écran que nous présentons illustrent non seulement notre savoir-faire technique, mais également notre engagement à offrir une expérience utilisateur exceptionnelle.

Conclusion générale

Conclusion générale

En conclusion, la mise en œuvre d'un système intelligent de gestion du trafic et de sécurité routière basé sur l'apprentissage profond et l'intelligence artificielle représente une avancée significative dans la lutte contre les problèmes croissants de sécurité et de congestion urbaine. Notre solution propose une approche holistique qui intègre la surveillance continue, la détection rapide des incidents et une gestion proactive des conditions de circulation. Les bénéfices attendus de ce système sont multiples : une réduction notable des accidents de la route, une meilleure réponse aux situations d'urgence, une diminution des embouteillages et une amélioration générale de la sécurité publique. L'utilisation de technologies de pointe telles que les caméras de haute qualité, les algorithmes d'intelligence artificielle et les panneaux de vitesse électroniques permet de créer un environnement routier plus sûr et plus efficient. Cependant, la réalisation de ce projet ne sera pas sans défis. La mise en place d'une infrastructure technologique adéquate, la gestion des données massives générées et la garantie de la confidentialité et de la sécurité des informations seront des éléments cruciaux à prendre en compte. De plus, l'acceptation et la collaboration des différentes parties prenantes, y compris les autorités locales, les forces de l'ordre et les citoyens, seront essentielles pour le succès de cette initiative. En définitive, notre mémoire met en lumière les opportunités offertes par les technologies avancées pour révolutionner la gestion du trafic et la sécurité routière, ouvrant la voie à des villes plus sûres et plus intelligentes.

Partie 02 : Aspect Commerciale

Premier axe : Présentation du projet

1-Idee du Projet

Étant donné que l'Algérie cherche à renforcer la sécurité et la sûreté dans le pays, les méthodes traditionnelles entravent l'efficacité de la protection et de la surveillance. En parallèle au déploiement des caméras de surveillance dans certaines wilayas, nous avons développé l'idée de créer un système intelligent visant à moderniser la sécurité grâce à la surveillance et au suivi en temps réel.

2- Les valeurs proposées

Le schéma suivant représente les valeurs ajoutées de notre système. Il illustre comment notre solution améliore la sécurité et l'efficacité de la gestion du trafic :

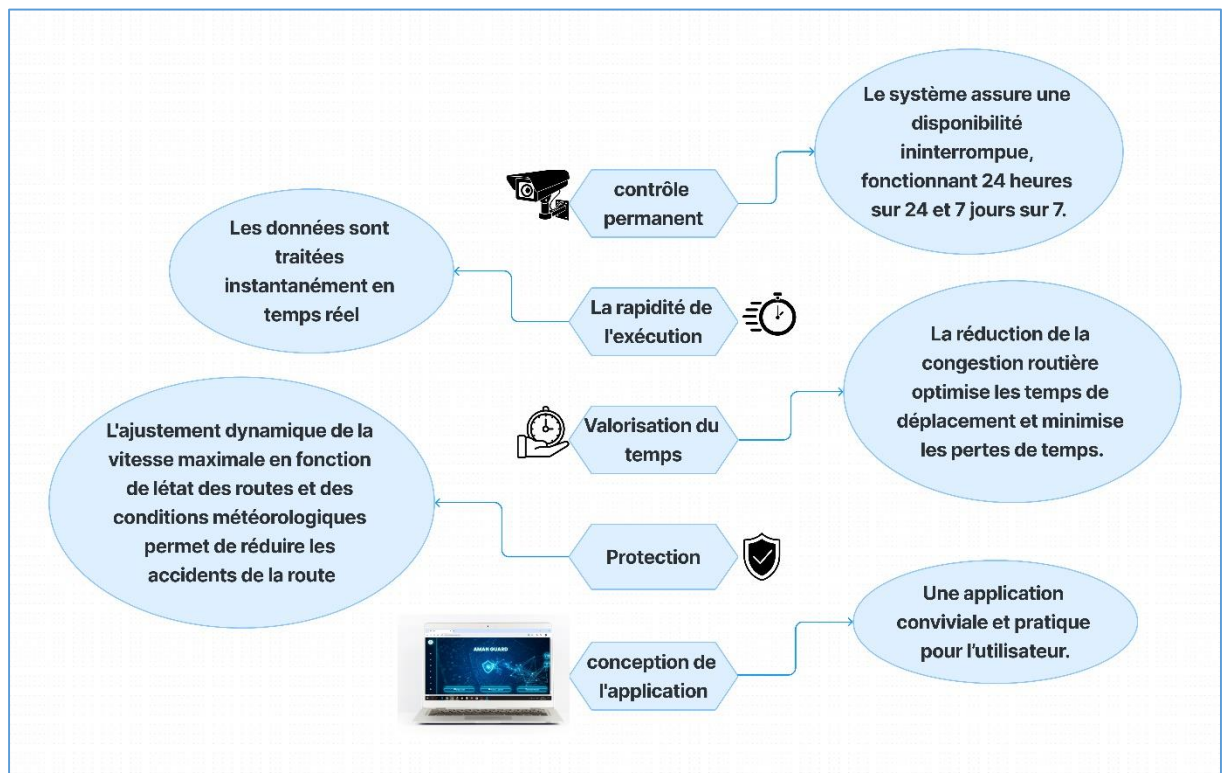


Figure [45] : Les valeurs propose

3-L'équipe

L'équipe de travail est composée de quatre étudiantes en master 2 Intelligence Artificielle Faculté des Sciences. Département Informatique. Université du 20 Aout 1955

Étudiante n°01 : Bakeche Somia.

Étudiante n°02 : Bouaffar Ibtissem.

Étudiante n°03 : Boudelaa Nada.

Étudiante n°04 : Becit Nour-Chaima.

Sous la supervision du **Dr. Cheikh Mohamed**, Docteur en Intelligence Artificielle et Sécurité Informatique, et du **Dr. Benoudina Lazhar**, Docteur en Intelligence Artificielle.

Les quatre étudiantes sont responsables de la programmation générale du système et de la coordination. De plus, elles se sont consacrées à la réalisation des tâches suivantes :

Étudiante n°01 et Étudiante n°04 : Partie hardware.

Étudiante n°02 et Étudiante n°03 : Partie software.

4- Objectifs du projet et raisons de son choix

4-1- Raisons du choix du projet

En Algérie, les méthodes traditionnelles de surveillance et de contrôle sont principalement utilisées pour assurer la sécurité publique, y compris la localisation des personnes disparues, la détection des infractions routières et la réponse aux accidents. Ces outils conventionnels restent cependant insuffisants.

- **Suivi des personnes disparues** : Les méthodes traditionnelles pour localiser les individus perdus reposent largement sur des efforts manuels et la coopération publique, ce qui entraîne des délais dans les réponses et des taux de réussite inférieurs.
- **Infractions routières et surveillance de la vitesse** : Les systèmes actuels de détection des infractions routières et de surveillance de la vitesse des véhicules sont limités et nécessitent souvent des ressources humaines considérables, réduisant ainsi leur efficacité et leur couverture.
- **Reconnaissance des plaques d'immatriculation** : L'identification des véhicules impliqués dans des activités criminelles ou des infractions routières est entravée par l'absence d'un système automatisé et efficace de reconnaissance des plaques d'immatriculation.








- **Congestion du trafic** : La nature statique des systèmes de feux de signalisation actuels contribue à une congestion significative du trafic, entraînant une augmentation du temps de déplacement et de la consommation de carburant. Une gestion inefficace des feux de signalisation entraîne des temps d'attente inutiles et aggrave les problèmes de circulation urbaine.

4-2- Objectifs du projet

- **Développement et lancement** : Développer et lancer de nouvelles fonctionnalités et améliorations pour répondre aux besoins des utilisateurs et des autorités.
- **Acquisition de clients** : Élaborer des stratégies efficaces pour attirer et fidéliser une base de clients diversifiée.
- **Satisfaction des utilisateurs** : Atteindre un taux de satisfaction des utilisateurs de 95% grâce à un support client exceptionnel et une amélioration continue des services.
- **Rentabilité** : Atteindre la rentabilité dans les deux ans suivant le début des opérations.
- **Localisation rapide des personnes disparues** : Utilisation de technologies avancées pour retrouver rapidement les enfants et les personnes âgées disparus ou les criminels en fuite.
- **Reconnaissance des plaques d'immatriculation** : Application de l'Intelligence Artificielle pour identifier les véhicules volés ou impliqués dans des activités illicites, renforçant ainsi la prévention et la répression de la criminalité.
- **Gestion intelligente du trafic** : Optimisation de la circulation grâce à un contrôle intelligent des feux de signalisation et des panneaux de limitation de vitesse électroniques, permettant ainsi la réduction des embouteillages et l'amélioration de la fluidité du trafic
- **Ajustement dynamique des limitations de vitesse** : Adaptation des limitations de vitesse en temps réel en fonction de l'état des routes et des conditions météorologiques pour prévenir les accidents liés aux intempéries.
- **Détection des accidents de la route** : Utilisation de techniques de deep learning pour détecter les accidents, même dans des conditions nocturnes et dans des zones isolées, garantissant une réponse rapide et efficace des services d'urgence.

5-Le calendrier de réalisation du projet

Tableau 02 : calendrier de réalisation du projet

		1	2	3	4	5	6	7
1	Recherche dans les datasets relatif aux brevets d'invention et collecte d'informations							
2	Création des algorithmes du systèmes							
3	Création des interfaces de l'application							
4	Début de test dans laboratoire pour l'élaboration du prototype							
5	Inscription au brevet d'invention et obtention du récépissé de dépôt							
6	Suivi du procédé d'obtention de brevet et correction et levée des réserves de inapi							

Deuxième axe : Aspects innovants

1-La nature des innovations

Innovations technologiques

Aman Guard se place à la pointe de l'innovation technologique dans le domaine de la sécurité et de la gestion du trafic. Notre projet intègre des technologies avancées Intelligence Artificielle et de deep learning pour fournir des solutions robustes, conçues spécifiquement pour les autorités locales, les entreprises et les utilisateurs individuels.

2-Les domaines d'innovation

En mettant en œuvre des technologies avancées et des solutions innovantes, Aman Guard se positionne comme un leader dans le domaine de la sécurité et de la gestion du trafic. Voici les principaux domaines d'innovation du projet :

2-1-Initiative Nationale : Aman Guard est le premier système de ce genre à être déployé au niveau national.

✓ **Avantage :**

- **Initiative de Référence** : Établit une norme en matière de sécurité routière et de gestion du trafic.
- **Avancée Qualitative** : Représente une avancée significative dans la gestion de la sécurité et du trafic.
- **Établissement de Normes** : Sert de modèle pour d'autres pays, avec un potentiel d'adoption internationale.

2-2-Assurance de la Sécurité et de la Qualité : Offre un service robuste axé sur le maintien de la sécurité et de la qualité des infrastructures routières.

✓ **Avantage :**

- **Travail Fiable** : Assure que les infrastructures et les systèmes de sécurité sont originaux et fiables.

- **Gestion de la Réputation** : Aide les autorités à maintenir leur réputation en évitant les incidents de sécurité.
- **Contrôle de Qualité** : Sert de mesure de contrôle de qualité, renforçant les normes de sécurité routière.

2-3-Collaboration avec les Parties Prenantes Clés : Collabore activement avec un groupe diversifié de parties prenantes, notamment :

Les municipalités ;

Les entreprises privées ;

Les institutions publiques ;

Les services de sécurité.

✓ **Avantage** :

- **Écosystème Complet** : Crée un environnement de soutien et de collaboration pour l'adoption et l'intégration.
- **Engagement des Parties Prenantes** : Implique toutes les parties concernées dans le processus, assurant une réponse aux besoins de ses utilisateurs.
- **Adoption Améliorée** : Facilite l'acceptation et l'utilisation généralisée grâce à un engagement et une collaboration actifs.

2-4-Partenariats Commerciaux : Forme des partenariats commerciaux stratégiques avec des entreprises technologiques.

✓ **Avantage** :

- **Expansion du Marché** : Élargit la portée du marché en tirant parti des réseaux d'entreprises technologiques établies.
- **Accessibilité Accrue** : Rend Aman Guard disponible à un public plus large, y compris les petites municipalités et les entreprises.
- **Solutions Intégrées** : Se combine avec d'autres technologies pour offrir des solutions complètes aux utilisateurs.

Troisième axe : Analyse stratégique du marché

Dans cette section, nous analyserons l'environnement du projet, y compris le marché, les clients et d'autres facteurs influençant l'activité du marché.

Une étude de marché est un outil indispensable pour s'adapter aux évolutions du marché dans lequel l'entreprise évolue. Elle permet de mieux comprendre les segments cibles et leurs caractéristiques variées, ce qui facilite une prise de décision plus éclairée. L'objectif est de repérer et de cibler les clients potentiels via les canaux marketing appropriés, en identifiant en premier lieu ceux qui pourraient être intéressés par les services offerts par le projet.

1-Le Marché Potentiel et le Segment Cible

Le marché des solutions d'application de sécurité et de surveillance intelligente, ciblé par l'application "Aman Guard", est l'un des secteurs à la croissance la plus rapide actuellement. Ce marché connaît une demande croissante pour ces services, en raison de l'augmentation du nombre d'entreprises cherchant à renforcer leur sécurité et à gérer les risques à l'aide de technologies avancées telles que l'intelligence artificielle et la surveillance automatisée. Plusieurs entreprises se disputent cette croissance significative, ce qui positionne notre application "Aman Guard" comme un investissement idéal dans ce marché en expansion.

"Aman Guard" propose des solutions innovantes et des technologies avancées pour répondre aux besoins des utilisateurs dans le domaine de la sécurité et de la surveillance. Nous visons à atteindre un avantage stratégique et à gagner des parts de marché en offrant des services distingués et une expérience client exceptionnelle, grâce à nos capacités uniques et notre engagement constant envers l'amélioration et le développement. Notre engagement est de garantir le succès continu et de fournir une valeur ajoutée à nos clients, en contribuant à la protection de leurs biens et à la réussite de leurs activités commerciales.

Le marché potentiel pour notre projet inclut une variété d'individus et d'institutions cherchant à obtenir des solutions de sécurité intégrées pour répondre à leurs besoins. Ce marché englobe plusieurs segments de clients potentiels, notamment :

- Les gouvernements et les autorités locales ;
- Les grandes entreprises ;
- Les petites et moyennes entreprises ;

- Les communes et les wilayas ;
- La police et la gendarmerie.

Ces segments ont besoin de solutions fiables et efficaces pour renforcer leur sécurité et protéger leurs biens. Grâce à notre application innovante "Aman Guard", qui utilise des technologies comme l'intelligence artificielle et la surveillance automatisée, nous visons à répondre aux attentes variées de ces clients et à assurer leur entière satisfaction en offrant des services de haute qualité et efficaces pour répondre à leurs divers besoins.

Notre projet vise à servir le marché de la sécurité et de la surveillance en Algérie, en se concentrant sur les grandes villes et les zones en croissance économique et démographique. Avec "Aman Guard", nous sommes en mesure de répondre de manière fiable et efficace aux besoins des entreprises et des individus, renforçant ainsi la sécurité et la stabilité des communautés que nous servons.

2-Mesure de l'intensité de la concurrence

Aman Guard se positionne comme l'unique application en Algérie qui propose une solution intégrée combinant surveillance automatique, sécurité, gestion du trafic, et technologies innovantes, y compris l'intelligence artificielle. Cette singularité sur le marché a jusqu'à présent rendu difficile l'identification de nos principaux concurrents, de leurs parts de marché, ainsi que de leurs forces et faiblesses. En conséquence, nous allons analyser notre projet en mettant l'accent sur ses atouts et ses faiblesses sur le marché.

✓ Points Forts d'Aman Guard :

-Utilisation de l'IA pour la surveillance en temps réel et la reconnaissance automatique, offrant des capacités avancées et précises.

-Systèmes de gestion de trafic intelligents intégrés à l'IA, réduisant les embouteillages et améliorant la sécurité routière.

-Interface facile à utiliser pour les opérateurs, permettant une gestion efficace et rapide du système.

-Conception modulaire permettant une personnalisation et une mise à jour aisées selon les besoins spécifiques des clients.

-Surveillance efficace dans les zones urbaines et rurales, offrant une protection étendue.

✓ **Points Faibles d'Aman Guard :**

-Les coûts initiaux d'installation et de mise en œuvre peuvent être élevés, ce qui peut dissuader certains clients potentiels.

-Dépendance aux technologies de l'IA et à l'infrastructure numérique, ce qui peut poser des problèmes en cas de pannes ou de cyberattaques.

-L'intégration du système dans les infrastructures existantes peut nécessiter des ajustements techniques complexes.

-Les réglementations strictes en matière de surveillance et de protection des données peuvent limiter certaines fonctionnalités ou nécessiter des ajustements.

3-La stratégie marketing

3-1-Le marketing mix(4P)

En mettant l'accent sur les quatre piliers du marketing mix – Produit, Prix, Place et Promotion Aman Guard se distingue par ses solutions innovantes en sécurité et gestion du trafic en Algérie. Grâce à l'intégration de l'IA, notre stratégie vise à fournir des services de haute qualité, adaptés aux besoins spécifiques de nos clients.

1. Produit (Product) :

Description des produits et services :

Surveillance en temps réel : Utilisation de l'IA pour analyser en continu les vidéos de surveillance et détecter immédiatement les incidents.

Reconnaissance automatique : Systèmes de reconnaissance faciale et de plaques d'immatriculation basés sur l'IA pour une identification rapide.

Gestion du trafic : Caméras et signaux de circulation intelligents intégrés à l'IA pour réduire les embouteillages et améliorer la sécurité routière.

Interface utilisateur intuitive : Interface facile à utiliser pour permettre aux opérateurs de surveiller et de gérer le système efficacement.

2. Prix (Price) :

Stratégies de tarification :

Tarification flexible : Offrir des options d'abonnement mensuel ou annuel.

Tarification basée sur la valeur : Définir les prix en fonction de la valeur ajoutée que le système offre, telle que la réduction des accidents de la route et l'amélioration de la sécurité.

Remises spéciales : Offrir des réductions aux entreprises gouvernementales et aux grandes institutions.

Forfaits intégrés : Proposer des forfaits incluant plusieurs fonctionnalités à des prix compétitifs.

3. Place (Place) :

Canaux de distribution :

Vente directe : Vente aux gouvernements locaux, entreprises privées et institutions publiques via une force de vente dédiée.

Partenariats : Collaboration avec des entreprises de sécurité et de gestion de flotte pour proposer le produit à leurs clients.

Plateformes en ligne : Utilisation d'un site web et d'une application web pour permettre aux clients de s'informer sur les produits et de souscrire aux services.

4. Promotion (Promotion) :

Stratégies de communication :

Marketing digital : Utilisation du SEO et des campagnes par e-mail pour attirer les clients potentiels.

Site web : Création d'un site web informatif et interactif où les clients peuvent en apprendre davantage sur les produits, demander des démonstrations et souscrire aux services.

Événements et salons professionnels : participation à des salons de la sécurité et de la technologie pour démontrer les capacités du produit et rencontrer directement les clients potentiels.

Publicité traditionnelle : Utilisation de la télévision, de la radio et des journaux pour atteindre une audience plus large.

Réseaux sociaux : Engagement avec les clients et promotion des produits via les réseaux sociaux tels que Facebook, Twitter, LinkedIn et Instagram pour accroître la visibilité et interagir directement avec les utilisateurs.

Cette stratégie marketing 4P pour Aman Guard vise à positionner la solution comme un leader sur le marché de la sécurité et de la gestion du trafic en Algérie, en mettant l'accent sur l'innovation, la valeur ajoutée, et un excellent service client.

3-2-Analyse SWOT

<p>Strengths</p> <ol style="list-style-type: none">1. Technologie Avancée : L'IA et l'apprentissage profond améliorent la surveillance en temps réel.2. Solution Complète : Intègre plusieurs fonctionnalités (reconnaissance faciale, reconnaissance des plaques d'immatriculation, etc.).3. Adaptabilité en Temps Réel : S'ajuste aux conditions de circulation et météorologiques.4. Couverture Améliorée : Efficace dans les zones urbaines et éloignées.5. Interface Conviviale : Recherches faciles et alertes en temps réel.6. Analytique Prédicative : Aperçus basés sur les données pour la sécurité et la gestion du trafic.7. Visualisation 3D des Routes : Conditions routières et de circulation en temps réel.8. Évolutif et Flexible : Adapté à divers environnements, extensible au-delà des frontières.	<p>Weaknesses</p> <ol style="list-style-type: none">1. Investissement Initial Élevé : Coûts initiaux importants.2. Dépendance Technologique : Nécessite des mises à jour continues.3. Complexité d'Intégration : Défis techniques avec l'infrastructure existante.4. Formation des Utilisateurs : Nécessaire pour une utilisation efficace.
<p>Opportunities</p> <ol style="list-style-type: none">1. Initiatives Gouvernementales : Investissement dans les projets de villes intelligentes.2. Urbanisation : Demande croissante dans les zones urbaines en expansion.3. Partenariats Public-Privé : Collaboration pour améliorer la pénétration du marché.4. Expansion du Marché : Opportunités régionales et internationales.5. Avancées Technologiques : Améliorations continues en IA et IoT.	<p>Threats</p> <ol style="list-style-type: none">1. Paysage Concurrentiel : Concurrents mondiaux et régionaux établis.2. Défis Réglementaires : Conformité aux lois sur la surveillance et la protection des données.3. Facteurs Économiques : Impact des ralentissements économiques.4. Risques de Cybersécurité : Vulnérabilité aux cyberattaques et aux violations de données.

Figure [46] : Analyse SWOT

Quatrième axe : Plan de production et d'organisation

1-Le processus de production

Le schéma suivant illustre le processus de production de notre projet :

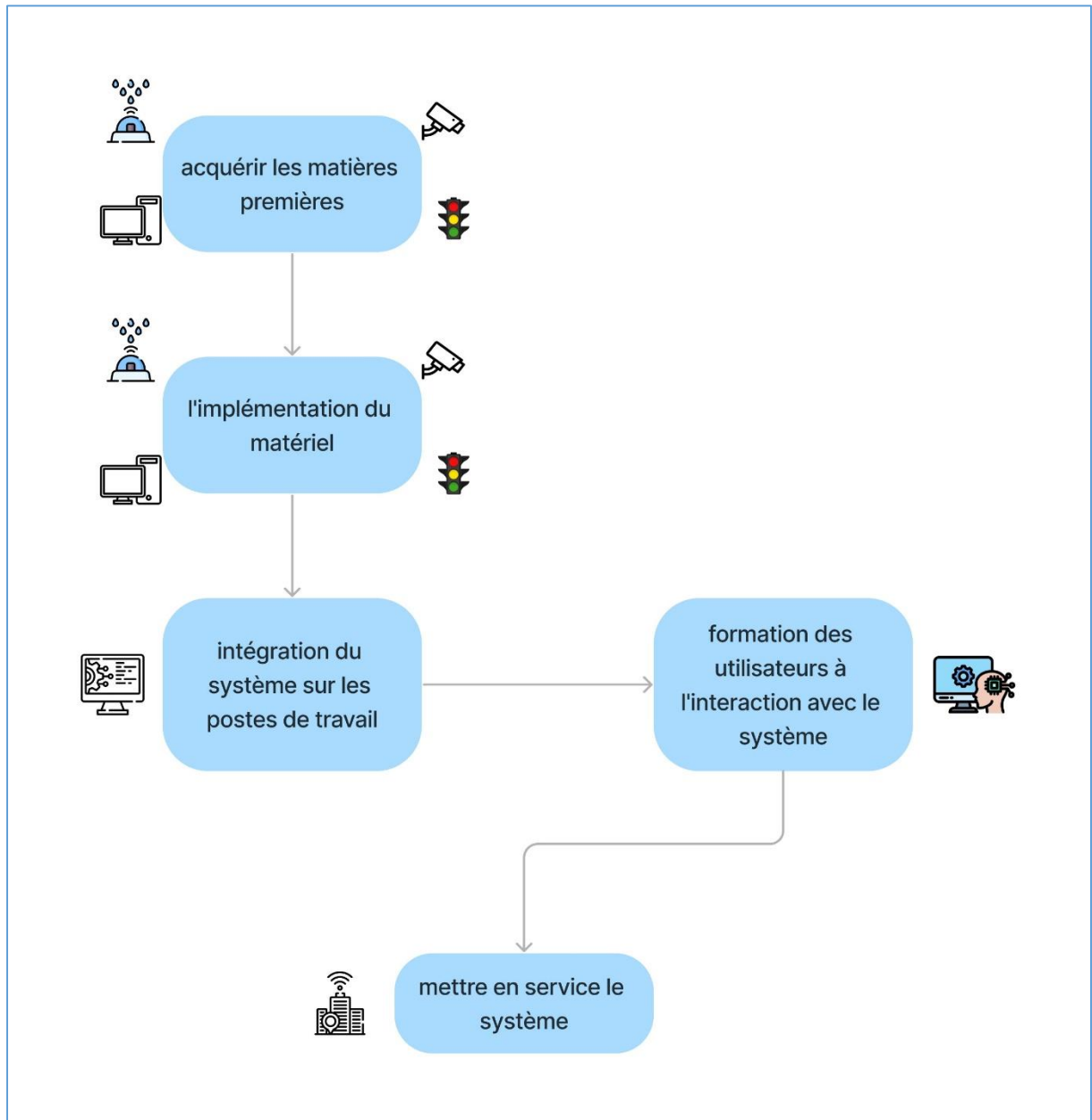


Figure [47] : Le processus de production.

2-L'approvisionnement

Pour assurer le bon fonctionnement de l'application Aman Guard, nous avons besoin des éléments suivants :

- **Serveurs de haute performance** : Pour traiter les données de surveillance en temps réel et héberger l'application.
- **Caméras et capteurs** : Dispositifs de haute technologie pour la surveillance et la collecte de données sur le terrain.
- **DVR (Digital Video Recorders)** : Pour enregistrer et stocker les vidéos de surveillance.
- **Écrans d'affichage** : Pour que les opérateurs puissent surveiller et analyser les vidéos en temps réel.
- **Ordinateurs** : Pour les opérateurs et les techniciens qui gèrent et surveillent le système.
- **Plaques d'affichage de vitesse** : Pour afficher les limites de vitesse aux conducteurs.
- **Câbles** : Pour assurer les connexions entre les différents équipements.
- **Connexions Internet haute vitesse** : Essentielles pour le transfert rapide et sécurisé des données entre les différents composants du système et les serveurs centraux.
- **La main d'œuvre** : Personnel qualifié

3- La main d'œuvre

Notre projet Aman Guard créera environ 10 postes de travail, répartis comme suit :

- **Développeurs (5)** : Responsables de la conception, du développement et de la maintenance de l'application et des logiciels utilisés pour la surveillance et la gestion du trafic. Leur expertise en intelligence artificielle et en traitement des données est essentielle pour l'efficacité du système.
- **Techniciens en électronique (2)** : Chargés de la maintenance et de l'optimisation des équipements électroniques, tels que les caméras et les capteurs intelligents. Ils veilleront à ce que tous les composants matériels fonctionnent correctement et de manière fiable.
- **Techniciens de terrain (3)** : Responsables de l'installation, de la configuration et de la maintenance des équipements de surveillance sur le terrain. Ils joueront un rôle crucial en assurant que toutes les installations sont effectuées selon les normes et que les systèmes sont toujours opérationnels.

4- Les principaux partenaires

Les partenaires de notre projet incluent les autorités locales, qui jouent un rôle clé dans la mise en œuvre et la régulation des systèmes. Nous collaborons également avec les fabricants de matériel pour garantir la qualité et la fiabilité des équipements utilisés. En outre, l'incubateur de l'université du 20 août 1955 de Skikda nous apporte un soutien précieux en termes de recherche et développement.

Axe 05 : Plan financier

- Prix de vente pour les entreprises : 250.000,00 DZD
- Prix de vente pour les autorités :

1-Prix de vente du système intelligent pour le régulation de circulation dans un seul carrefour est : 300.000,00 DZD

2-Prix de vente du système de sécurité : 500.000,00 DZD

1-Scénario optimiste pour les entreprises

Tableau 03 : le scénario optimiste pour les entreprises

Years	Liste des tâches	Quantité	Gestion du trafic du système	Total	Prix de Convention
1	<ul style="list-style-type: none"> • web application development • maintenance 	7	• 250000 DA	• 750000 DA	• 1400000 DA
2	<ul style="list-style-type: none"> • web application development • maintenance 	14	• 250000 DA	• 3500000 DA	• 2800000 DA
3	<ul style="list-style-type: none"> • web application development • maintenance 	20	• 250000 DA	• 5000000 DA	• 4000000 DA
4	خدمة العملاء 4x مصممين 3x سوشل ميديا 2x ماركتينج 1x مطور 2x	50	• 250000 DA	• 12500000 DA	• 10000000 DA

2-Scénario pessimiste pour les entreprises

Tableau 04 : le scénario pessimiste pour les entreprises

Years	Liste des tâches	Quantité	Gestion du trafic du système	Total	Prix de Convention
1	<ul style="list-style-type: none"> web application development maintenance 	1	• 250000 DA	• 250000 DA	• 200000 DA
2	<ul style="list-style-type: none"> web application development maintenance 	3	• 250000 DA	• 750000 DA	• 600000 DA
3	<ul style="list-style-type: none"> web application development maintenance 	2	• 250000 DA	• 500000 DA	• 400000 DA
4	<ul style="list-style-type: none"> web application development maintenance 	1	• 250000 DA	• 250000 DA	• 200000 DA

3-Scénario optimiste pour les autorités

Tableau 05 : le scénario optimiste pour les autorités

Years	Liste des tâches	Quantité	Gestion du trafic du système	Système de sécurité routière	Total	Prix de Convention
1	<ul style="list-style-type: none"> web application development maintenance 	1	• 300000 DA	• 500000 DA	• 800000 DA	• 700000 DA
			• 300000 DA	-	• 300000 DA	• 250000 DA
			-	• 500000 DA	• 500000 DA	• 450000 DA
2	<ul style="list-style-type: none"> web application development maintenance 	3	• 300000 DA	• 500000 DA	• 2400000 DA	• 2100000 DA
			• 300000 DA	-	• 9000000 DA	• 7500000 DA
			-	• 500000 DA	• 1500000 DA	• 1350000 DA
3	<ul style="list-style-type: none"> web application development maintenance 	6	• 300000 DA	• 500000 DA	• 4800000 DA	• 4200000 DA
			• 300000 DA	-	• 1800000 DA	• 1500000 DA
			-	• 500000 DA	• 3000000 DA	• 2700000 DA
4	خدمة العملاء 4× مصممين 3× سوشل ميديا 2× ماركتينج 1× مطور 2×	10	• 300000 DA	• 500000 DA	• 8000000 DA	• 7000000 DA
			• 300000 DA	-	• 3000000 DA	• 2500000 DA
			-	• 500000 DA	• 5000000 DA	• 4500000 DA

4-Scénario pessimiste pour les autorités

Tableau 06 : le scénario pessimiste pour les autorités

Years	Liste des tâches	Quantité	Gestion du trafic du système	Système de sécurité routière	Total	Prix de Convention
1	<ul style="list-style-type: none"> web application development maintenance 	1	• 300000 DA	• 500000 DA	• 800000 DA	• 700000 DA
			• 300000 DA	-	• 300000 DA	• 250000 DA
			-	• 500000 DA	• 500000 DA	• 450000 DA
2	<ul style="list-style-type: none"> web application development maintenance 	0	• 300000 DA	• 500000 DA	• 0 DA	
			• 300000 DA	-	• 0 DA	
			-	• 500000 DA	• 0 DA	
3	<ul style="list-style-type: none"> web application development maintenance 	1	• 300000 DA	• 500000 DA	• 800000 DA	• 700000 DA
			• 300000 DA	-	• 300000 DA	• 250000 DA
			-	• 500000 DA	• 500000 DA	• 450000 DA
4	خدمة العملاء 4× مصممين 3× سوشل ميديا 2× ماركتينج 1× مطور 2×	0	• 300000 DA	• 500000 DA	• 0 DA	
			• 300000 DA	-	• 0 DA	
			-	• 500000 DA	• 0 DA	

5-Tableau des charges et coûts

Tableau 07 : Tableau des charges et coûts

composant	quantité	Total
serveur	2	• 1500000 DA
cameras	8	• 240000 DA
capteur d'eau	4	• 90000 DA
DVR	1	• 150000 DA
Ecran d'affichage	2	• 90000 DA
Ordinateurs	2	• 240000 DA
Plaque d'affichage de vitesse	1	• 75000 DA
Cables	-	• 45000 DA
Connection internet	-	• 180000 DA
Main d'œuvre	-	• 375000 DA
Total		• 2985000 DA

Axe 07 : Description du brevet d'invention

1-Titre du brevet d'invention

Innovation basée sur l'intelligence artificielle pour la sécurité des citoyens et la fluidité du trafic dans les villes intelligentes.

2- Domaine technique auquel appartient l'invention

L'invention décrite appartient au domaine technique des systèmes de sécurité et de gestion intelligente des villes (Smart Cities). Elle couvre plusieurs aspects, notamment la sécurité urbaine et routière. Elle intègre une gamme de technologies avancées visant à améliorer la sécurité et l'efficacité des environnements urbains. La première composante du système se concentre sur la sécurité, utilisant des technologies telles que la reconnaissance faciale pour la recherche de personnes disparues et la détection de criminels en fuite, la surveillance de la vitesse pour identifier les excès de vitesse, la reconnaissance des plaques d'immatriculation pour localiser les véhicules volés ou recherchés, ainsi que la détection des accidents de la route. La deuxième composante vise à optimiser le trafic urbain grâce à l'utilisation de technologies avancées et de l'intelligence artificielle. Des caméras de surveillance stratégiquement positionnées collectent en temps réel des données sur la circulation et l'état des routes. Ces informations sont traitées par des algorithmes de deep learning pour permettre des ajustements instantanés et précis. Les feux tricolores intelligents, régulés par des algorithmes avancés et un système multi-agent, adaptent automatiquement leurs cycles en fonction de la densité du trafic et des conditions routières, améliorant ainsi la fluidité de la circulation. Parallèlement, des panneaux de limitation de vitesse dynamiques ajustent les vitesses autorisées en fonction de l'état des routes, prenant en compte des facteurs tels que les embouteillages et les conditions météorologiques défavorables. Ensemble, ces technologies créent un écosystème urbain plus sûr et plus efficace, répondant aux besoins modernes des villes en matière de sécurité et de gestion intelligente.

3- État antérieur de la technique

La gestion du trafic urbain et de la sécurité routière a toujours été un défi majeur pour les administrations publiques et les autorités policières. Traditionnellement, cette gestion repose

sur des systèmes de feux de circulation programmés de manière statique, des panneaux de signalisation fixe, et des patrouilles de police pour surveiller et réguler le trafic.

Les systèmes actuels utilisent souvent des technologies de détection de base, telles que les capteurs de présence et les boucles magnétiques, pour collecter des données sur le flux de trafic. Cependant, ces systèmes sont limités par leur manque de connectivité et de capacité de traitement en temps réel. Les données collectées ne sont pas intégrées de manière holistique, ce qui limite la capacité des autorités à réagir rapidement aux incidents et à optimiser la circulation en temps réel.

De plus, les systèmes de surveillance existants, bien qu'équipés de caméras, manquent souvent de capacités avancées de traitement d'image et d'analyse. Ils nécessitent une intervention humaine pour interpréter les images et prendre des décisions, ce qui ralentit les processus d'intervention et de réponse aux situations critiques.

Un autre problème est l'absence de communication instantanée et efficace entre les différents dispositifs et les centres de gestion. Les systèmes existants ne permettent pas une intégration fluide des données, ce qui entrave la coordination entre les différentes entités responsables de la gestion du trafic et de la sécurité.

De plus, La recherche de personnes disparues est opérée selon des méthodes rudimentaires, souvent initiées 24 heures après la notification de la disparition.

Après l'émergence de notre système Aman Guard, la gestion du trafic urbain et la sécurité routière sont révolutionnées. Ce système intègre des technologies avancées, telles que la reconnaissance faciale, la surveillance automatisée de la vitesse et la reconnaissance des plaques d'immatriculation, permettant une sécurité proactive. Les caméras de surveillance, associées à des algorithmes d'intelligence artificielle, analysent en temps réel les données sur la circulation et l'état des routes. Cela permet des ajustements instantanés des feux tricolores et des limitations de vitesse dynamiques, optimisant ainsi la fluidité du trafic et la sécurité routière. Cette synergie technologique crée un écosystème urbain plus sûr, plus réactif et plus efficient, répondant aux exigences des villes intelligentes modernes.

4- Objectif de l'invention

Cette innovation a pour objectif de résoudre plusieurs défis cruciaux en matière de sécurité routière et de lutte contre la criminalité en intégrant des technologies de pointe. Elle vise à localiser rapidement les personnes disparues, y compris les enfants, les personnes âgées et les criminels en fuite. Elle utilise l'intelligence artificielle pour la reconnaissance des plaques d'immatriculation, permettant de retrouver les véhicules volés et ceux impliqués dans des activités illicites, renforçant ainsi les efforts de prévention et de répression de la criminalité. La gestion du trafic est optimisée grâce à un contrôle intelligent des feux de signalisation et des panneaux de limitation de vitesse électroniques, contribuant à la réduction des embouteillages et à une meilleure fluidité de la circulation. En ajustant dynamiquement les limitations de vitesse en fonction de l'état des routes et des conditions météorologiques, cette technologie permet de prévenir efficacement les accidents liés aux intempéries. De plus, elle détecte les accidents de la route, même dans des conditions nocturnes et dans des zones isolées, en utilisant des techniques de deep learning, afin de garantir une réponse rapide et efficace des services d'urgence. En somme, cette invention représente une avancée intégrée et holistique pour améliorer la sécurité et l'efficacité des environnements urbains.

5- Liste des figures

La figure 48 montre le premier prototype du projet.

Composant (A) : Esp 32 cam.

Composant (B) : Water level sensor

Composant (C) : feux de signalisation.

Composant (D) : LCD 1602 with IIC

La figure 49 montre le premier prototype du projet.

La figure 50 représente le test du système en temps réel sur le prototype.

La figure 51 représente le système Aman Guard comprenant une application web.

6- Essence de l'invention

L'essence de l'invention réside dans le développement d'un système innovant conçu pour garantir la sécurité routière et réguler efficacement la circulation. Ce système repose sur l'utilisation de caméras de surveillance pour collecter des données vitales telles que la densité du trafic, la vitesse des véhicules, et les incidents de circulation.

Les données collectées sont traitées par un système intelligent utilisant des algorithmes d'intelligence artificielle, capables de reconnaissance faciale, de lecture de plaques d'immatriculation, de détection d'accidents et d'évaluation en temps réel de la vitesse. Ces analyses permettent de générer des alertes immédiates en cas d'incidents, de disparitions de personnes ou de localisation de véhicules à partir de leurs plaques d'immatriculation, qui sont ensuite transmises à une application dédiée pour les autorités compétentes.

Le système optimise également la gestion du trafic en identifiant les zones congestionnées et en ajustant temporairement les flux de circulation pour atténuer les embouteillages. Il régule la vitesse des véhicules en affichant les limitations sur des panneaux électroniques, qui sont ajustées dynamiquement en fonction des conditions météorologiques grâce à des capteurs intégrés, afin de prévenir les accidents liés aux intempéries.

La mise en œuvre de cette invention inclut le déploiement de caméras de surveillance aux intersections et dans d'autres points stratégiques à l'intérieur et à l'extérieur des zones urbaines. Elle comprend également le remplacement des panneaux de limitation de vitesse traditionnels par des panneaux électroniques équipés de capteurs météorologiques. En outre, un système informatique et une application web dédiés seront développés pour permettre aux autorités de visualiser et d'analyser les données collectées, assurant ainsi une gestion efficace et intelligente de la circulation.

Ce système innovant se distingue par son efficacité supérieure par rapport aux méthodes de surveillance traditionnelles, qu'il s'agisse de l'observation manuelle ou de la surveillance par caméra. Il offre une solution intégrée et holistique pour améliorer la sécurité et l'efficacité des infrastructures urbaines, répondant ainsi aux exigences contemporaines des villes en matière de gestion intelligente et de sécurité publique.

Demandes

Innovation basée sur l'intelligence artificielle pour la sécurité des citoyens et la fluidité du trafic dans les villes intelligentes.

1-Selon la première demande, cette invention se distingue par la conception d'un écosystème intégré qui relie les autorités de gestion du trafic et de la sécurité publique, grâce à une intelligence artificielle facilitant la surveillance en temps réel, l'analyse des données de trafic, et la prise de décisions pour optimiser la fluidité du trafic et assurer la sécurité routière.

2-Selon la première demande, cette invention se caractérise par l'utilisation de dispositifs matériels tels que des feux de circulation intelligents et des plaques de signalisation dotées de capteurs et de dispositifs de communication, garantissant une collecte précise et fiable des données de trafic.

3-Selon la première demande, cette invention se distingue par son utilisation d'un système d'intelligence artificielle capable de traiter avec précision les données collectées, de reconnaître les plaques d'immatriculation, d'identifier les véhicules volés ou suspects, et de prédire les variations du trafic ainsi que les incidents potentiels.

4-Selon la première demande, cette invention fournit une application web spécifique aux centres de sécurité, permettant une surveillance continue et une gestion centralisée du trafic urbain et des incidents routiers.

5-Selon la première demande, cette invention se caractérise par l'intégration d'une fonction de reconnaissance faciale pour rechercher et identifier les personnes perdues ou suspectes, facilitant ainsi les interventions policières et contribuant à la sécurité publique.

6-Selon la première demande, cette invention offre une surveillance en temps réel du trafic et des incidents routiers via un réseau de caméras de surveillance et de capteurs, permettant des interventions rapides et efficaces des services d'urgence et des autorités de gestion du trafic.

Résumé

Cette invention se distingue par un système avancé conçu pour améliorer la sécurité routière et la gestion du trafic urbain. utilisant des caméras de surveillance et des capteurs

météorologiques, elle collecte et analyse des données critiques telles que la densité du trafic, la vitesse des véhicules et les accidents de circulation en temps réel. Grâce à l'intelligence artificielle, le système effectue des reconnaissances faciales, lit les plaques d'immatriculation et détecte les accidents, générant ainsi des alertes immédiates pour les autorités.

En plus de localiser rapidement les personnes disparues et les véhicules recherchés, ce système optimise le trafic en identifiant les zones congestionnées et en régulant la circulation. Les panneaux de limitation de vitesse dynamiques, ajustés en fonction des conditions météorologiques, contribuent à prévenir les accidents. Le déploiement stratégique des caméras et des panneaux électroniques, combiné à une application web dédiée, permet une gestion intelligente et efficace de la circulation urbaine, répondant aux exigences modernes des villes intelligentes.

Axe 06 : Le prototype



Figure [48] : le premier prototype du projet.



Figure [49] : le premier prototype du projet.



Figure [50] : Test du système en temps réel sur le prototype.

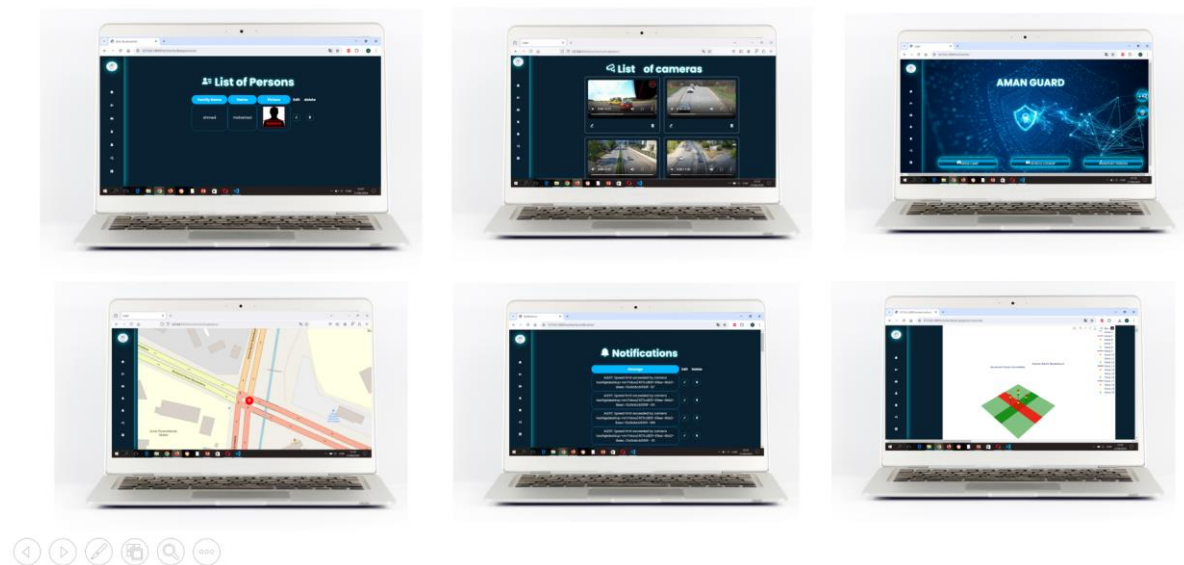


Figure [51] : le système Aman Guard comprenant une application web.

BMC

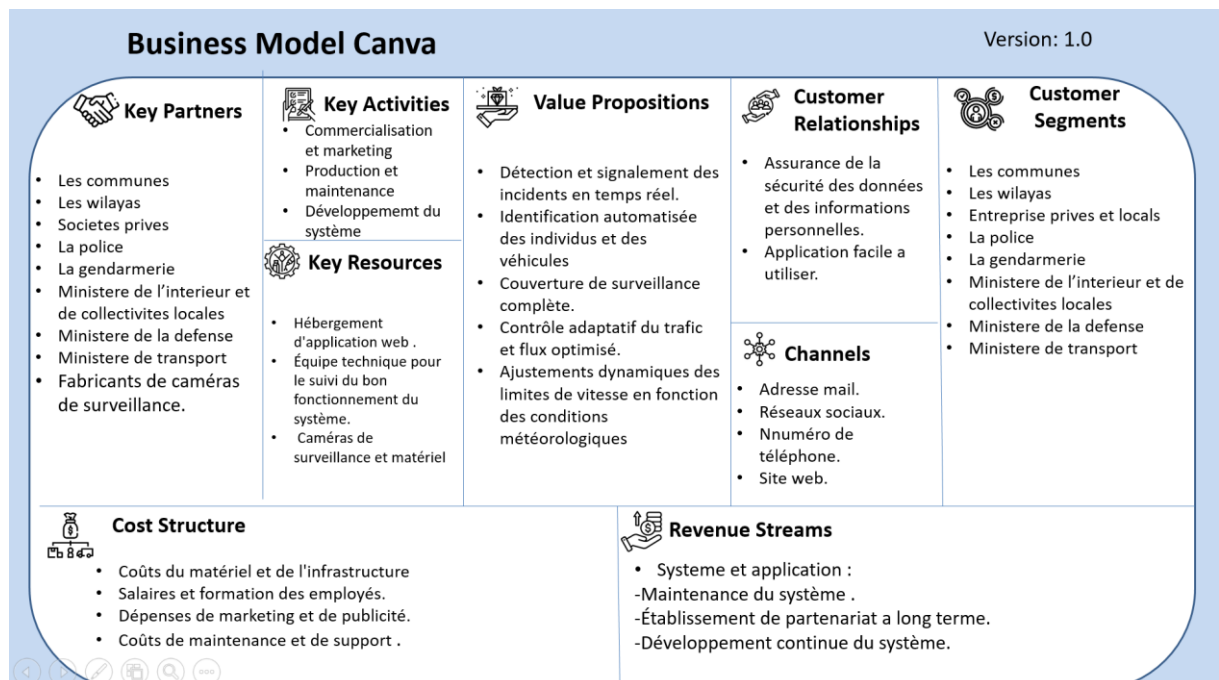


Figure [52] : Représentation du BMC de Aman Guard.

Références

- [1] <https://www.vmukti.com/how-evolution-of-cctv-surveillance-technology-improve-security-system/>
- [2] <https://montavue.com/blogs/news/when-were-security-cameras-invented-cctv-history>
- [3] <https://calibercommunications.ca/evolution-of-security-cameras/>
- [4] .P. M. Gill, A. Spriggs, J. Allen, M. Hemming, P. Jessiman, D. Kara, J. Kilworth, R. Little, and D. Swain. Control room operation: findings from control room observations. Home office online report 14/05, Home Office, 2005.
- [5] Security and Surveillance, Shaogang Gong and Chen Change Loy and Tao Xiang.
- [6] <https://callmc.com/understanding-surveillance-camera-types/>
- [7] <https://www.oci.fr/camera-intelligente/>
- [8] <https://www.djazairess.com/fr/letemps/47827> (consulté le 26/11/2019).
- [9] Mohamed Tlig, Coordination locale et optimisation distribuée du trafic de véhicules autonomes dans un réseau routier, Ecole doctorale IAEM Lorraine, 26 mars 2015.
- [10] Aidée Carrière, La gestion en temps réel d'un feu de circulation dans le contexte des systèmes de transport intelligents, université de Montréal, Novembre 2005, Mémoire de maîtrise des sciences.
- [11] <https://www.scienceabc.com/innovation/ready-steady-go-the-evolution-of-trafficlights.html> (consulté le 19/11/2019).
- [12] <https://www.idrivesafely.com/defensive-driving/trending/history-and-meaningcolored-traffic-lights> (consulté le 19/11/2019).
- [13] <https://www.theguardian.com/notesandqueries/query/0,5753,-1460,00.html> (consulté le 19/11/2019).
- [14] Instruction interministérielle sur la signalisation routière, Récupérer de http://www.equipementsdelaroute.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/IISR_6ePARTIE_vc20120402

cle573dda.pdf (consulté le 26/11/2019).

[15] Corinne Baban, Florence Botillot, Les Systèmes temps réel de commande de feux en milieu urbain, Avril 2003, Synthèse.

[16] D.I. Robertson et R.D. Bretherton. "Optimizing networks of traffic signals in real time-the SCOOT method". Dans : IEEE Transactions on Vehicular Technology 40.1, fév 1991.

[17] Association mondiale de la route / World Road Association. AIPCR Manuel sur les systèmes de transport intelligents (STI) (seconde édition). Anglaise : ISBN 2-84060-174-5 Route 2 Market Ltd. Française : ISBN 2-84060-188-5 AIPCR Secrétariat. Paris, 2003.

[18] Vipin Kumar. "Algorithms for constraint-satisfaction problems : A survey". In : AI Magazine 13.1 (1992), page 34.

[19] Emmert-Streib, F., Yli-Harja, O., & Dehmer, M. (2020). A clarification of misconceptions, myths and desired status of artificial intelligence. Doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2008.05607>

[20] Ford, M. (2018). Architects of Intelligence: The truth about AI from the people building it. Packt Publishing Ltd.

[21] Asenjo Carvajal, A. (2020). Time to land prediction based on machine learning models (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya). URL: <http://hdl.handle.net/2117/329210>

[22]. Vansh Jatana. ResearchGate. (2018). Dive into Machine Learning (PDF). URL: https://www.researchgate.net/publication/328614973_Dive_Into_Machine_Learning

[23] Vargas, R., Mosavi, A., & Ruiz, R. (2018). Deep learning: a review. Doi: <https://doi.org/10.20944/preprints201810.0218.v1>

[24] Vasilev, I., Slater, D., Spacagna, G., Roelants, P., & Zocca, V. (2019). Python Deep Learning: Exploring deep learning techniques and neural network architectures with Pytorch, Keras, and TensorFlow. Packt Publishing Ltd.

[25] Trahi, F. (2011). Prédiction de l'irradiation solaire globale pour la région de Tizi ouzou par les réseaux de neurones artificiels : Application pour le dimensionnement d'une installation photovoltaïque pour l'alimentation du laboratoire de recherche LAMPA (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri). URL: <https://www.ummtto.dz/dspace/handle/ummtto/623>

[26] Kasri, S. (2010). Etude et modélisation de déclin de potentiel de surface par les réseaux de neurones (Doctoral dissertation, Université de Annaba-Badji Mokhtar).

[27] Feng, J., & Lu, S. (2019, June). Performance analysis of various activation functions in artificial neural networks. In Journal of physics: conference series (Vol. 1237, No. 2, p. 022030). IOP Publishing. Doi: <https://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1237/2/022030>

[28] Feng, J., He, X., Teng, Q., Ren, C., Chen, H., & Li, Y. (2019). Reconstruction of porous media from extremely limited information using conditional generative adversarial networks. Physical Review E, 100(3), 033308. Doi: <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.100.033308>

[29] Jonathan Buss. (2023). Activation function GELU in BERT. URL: <https://iq.opengenus.org/activation-function-in-bert>

[30] Venugopal, P. Vigneswaran, T. (2019). State-of-Health estimation of li-ion batteries in electric vehicle using IndRNN under variable load condition. Energies, 12(22), 4338. Doi: <https://doi.org/10.3390/en1222433>

[31] LeCun, Y., Boser, B., Denker, J. S., Henderson, D., Howard, R. E., Hubbard, W., & Jackel, L. D. (1989). Backpropagation applied to handwritten zip code recognition. *Neural computation*, 1(4), 541-551. Doi: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1162/neco.1989.1.4.541>

[32] Ciresan, D. C., Meier, U., Masci, J., Gambardella, L. M., & Schmidhuber, J. (2011, June). Flexible, high performance convolutional neural networks for image classification. In *Twentysecond international joint conference on artificial intelligence*, 1237–1242. Doi: <http://dx.doi.org/10.5591/978-1-57735-516-8/IJCAI11-210>

[33] Joseph Redmon* , Santosh Divvala*†, Ross Girshick ‘ , Ali Farhadi*† University of Washington* , Allen Institute for AI† , Facebook AI Research’ (may 2016) <https://arxiv.org/pdf/1506.02640.pdf>

[34] <https://docs.ultralytics.com/fr>

[35] <https://viso.ai/deep-learning/yolov8-guide/>

[36] Ferber J., *Les systèmes multi-agents, vers une intelligence collective*. Edition Inter-editions, 1995.

[37] M. Wooldridge, N. R. Jennings., D.Kinny, *The Gaia Methodology for Agent- Oriented Analysis and Design*, *Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, vol. 3, n° 3, p. 285-312, Kluwer Academic Publishers, 2000.

[38] O., Boissier, S., Gitton, P.Glize, *Caracteristiques des Systemes et des Applications. Systemes Multi-Agents*, *Observatoire Francais des Techniques Avancees, ARAGO 29*, Diffusion Editions TEC & DOC, pp. 25-54, 2004.

[39] <http://moncoursdetechno.fr/arduino/cartes/ESP32Cam/Tuto-ESP32Cam.pdf>

[40] https://www.robotique.tech/tutoriel/afficheur-i2c_lcd-1602a/

[41] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Potentiom%C3%A8tre>

[42] https://fr.wikipedia.org/wiki/Feu_de_circulation

[43] <https://gcworks.fr/tutoriel/arduino/CarteArduinoUno.html>

[44] mobiskill. « Qu'est Ce Que Le Python et Quelle Est Son Utilisation ? », Mobiskill. (18 déc. 2020), adresse : <https://mobiskill.fr/blog/conseils-emploi-tech/quest-ce-que-le-python-et-quelle-est-son-utilisation/> (visité le 04/07/2023).

[45] B. L. « TensorFlow : tout savoir sur la bibliothèque Machine Learning open source ». (), adresse : <https://www.lebigdata.fr/tensorflow-definition-tout-savoir#:~:text=Pour%20faire%20simple%2C%20TensorFlow%20est%20une%20biblioth%C3%A8que%20de,d%E2%80%99apprentissage%20exp%C3%A9rimentales%20et%20de%20les%20transformer%20en%20logiciels.> (visité le 04/07/2023).

[46] <https://www.tresfacile.net/la-bibliotheque-opencv-python/>

[47] <http://spade-mas.readthedocs.io/>

[48] <https://datascientest.com/matplotlib-tout-savoir>

[49] <https://developer.mozilla.org/fr/docs/Learn/Server-side/Django>

[50] <https://bility.fr/definition-visual-studio-code/>

[51] <https://datascientest.com/google-colab-tout-savoir>

[52] andprof. « What is arduino software (IDE), and how use it ? », AndProf. (2 oct. 2021), adresse : <https://andprof.com/tools/what-is-arduino-software-ideand-how-use-it/> (visité le 04/07/2023).