

Mohamed Khider Biskra (Département D'informatique)

Une approche à base de drone pour sécurité d'une smart city

by

Bouchami Rabie

A thesis submitted in partial fulfillment for the
degree of Doctor of Philosophy

in the

Faculté des Sciences Exactes, des Sciences de la nature et de la Vie
Département D'informatique

17 juin 2018

Remerciement

Je tiens en premier lieu à remercier Allah omnipotent, qui m'a donné la santé, le courage et la volonté pour finir ce travail.

Je tiens à exprimer mes profonds remerciements à mon encadreur **Pr. KAZAR Okba**, pour son encadrement, sa grande disponibilité, sa confiance et pour le soutien qu'il a su m'accorder durant toute cette année. Ses compétences scientifiques ont toujours été sources d'enrichissement me permettant de mener à bien ce travail. Merci pour tous vos conseils et votre patience.

Je tiens à remercier tout les enseignants, qui tout au long de mon cycle d'études, m'ont transmis leur savoir.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont portés à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Pour finir, j'adresse mes remerciements à ma famille et tous mes amis et ma profonde reconnaissance à toutes celles et tous ceux qui m'ont aidé pour finaliser ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail comme un témoignage d'affection, de respect et d'admiration à tous ceux qui me sont chers :

À mes chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, pour leur patience, leur amour, leur soutien et leur encouragement contenu.

*À mes frères et ma sœur très chers : **Rachid, Abdou, Rami, Ramla**, pour leur grand amour et leur soutien.*

À toute ma famille.

*À mes meilleurs amis : **Jalil, Ayoub, Fella**.*

À tous mes amis.

*À tous les membres de laboratoire **LINFI***

À toutes personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Abstract

The Unmanned Aerial Vehicle UAV or drones is one of the most advanced contemporary technologies in the computer field for its many properties.

This technology is an alternative to other smart and mobile approaches. The biggest problem in a smart city is security. To this end, in our project, we studied four areas of application of security in the Smart City that are as follows : Transport, Medicine, Industry and Security.

In the field of transport, we have created a system to solve traffic problems (accidents, traffic) in the smart city based on the collection of vehicle information (speed, number, type).

In the medical field, we have created a system to solve the shortage of medical equipment in hospitals in the smart city, the goal is to provide and distribute emergency products in a minimal time.

In the industrial field, we have created a Daas system (Drone as a sensor), this system allows the detection and the localization of air pollution because of a harmful gas in the smart city which is sometimes killing for the human being . This one system allows to control the quality of the air by exploiting sensors in the drone.

In the field of human security, we have created a system that tracks objects in the smart city, our system is developed to track people with questionable behavior in the smart city.

Résumé

L'Unmanned Aerial Vehicle UAV ou les drones est l'une des technologies contemporaines les plus avancées dans le domaine informatique pour ses nombreuses propriétés.

Cette technologie s'impose comme une solution alternative à d'autres approches intelligente et mobile. Le plus important problème dans une smart city réside dans la sécurité. A cet effet, dans notre projet, nous avons étudié quatre domaines d'application de la sécurité dans la Smart City qui sont comme suit : Transport, Médecine, Industrie, Sécurité.

Dans le domaine du transport, nous avons créé un système permettant de résoudre les problèmes de trafic (accidents, circulation) dans la smart city en fonction de la collection des informations sur les véhicules (vitesse, nombre, type).

Dans le domaine médical, nous avons créé un système pour résoudre les problèmes de pénurie de matériel médical dans les hôpitaux de la smart city, l'objectif consiste à fournir et distribuer des produits d'urgence en un temps minimal.

Dans le domaine industriel, nous avons créé un système Daas (Drone as a sensor), ce système permet la détection et la localisation de la pollution atmosphérique à cause d'un gaz nocif dans la smart city qui est parfois tuant pour l'être humain. Ce système permet de contrôler la qualité de l'air en exploitant des capteurs dans le drone.

Dans le domaine de la sécurité humaine, nous avons créé un système qui suivi des objets dans la smart city, notre système est développé pour suivre des personnes à comportement douteux dans la smart city.

Table des matières

Remerciements	i
Dédicase	ii
Abstract	iii
Resume	iv
Liste des figures	x
Liste des tableaux	xiii
Introduction général	xiv
1 Introduction	1
1.1 Smart City	2
1.1.1 Définition d'un Smart City	2
1.1.2 Caractéristique Et Les Facteurs d'un Smart City	3
1.1.2.1 Les Caractéristique d'un smart city	3
1.1.2.2 Les Facteurs d'un smart city	3
1.2 Le Drone	5
1.2.1 Définition d'un drone	5
1.2.1.1 Historique du drone	5
1.2.2 Classification d'un drone	6
1.2.2.1 Micro and mini UAV	6
1.2.2.2 Tactical UAV	7
1.2.2.3 Strategic UAV	7
1.2.3 Comparaison entre les trois technologies	9
1.2.4 Drone-technologie UAV	9
1.2.4.1 Positionnement et retour du radar	9
1.2.4.2 Gyro Stabilization, IMU et Flight Controllers	10
1.2.4.3 Paramètres de vol en temps réel à l'écran (Real-Time)	10
1.2.4.4 Technologie de GPS	10
1.2.4.5 Compas interne et fonction Fail-Safe	10
1.2.4.6 FPV (First Person View) Drone Technology	11

1.2.4.7	FPV Sur 4G / LTE Networks	11
1.2.4.8	Indicateurs de vol LED	11
1.2.4.9	Récepteur de télécommande UAV	12
1.2.4.10	Gamme Extendeur la technologie UAV	12
1.2.4.11	Appareil photo haute performance	13
1.2.4.12	Drones avec capteurs	13
1.2.4.13	Systèmes d'exploitation en technologie Drone	14
1.2.4.14	Systèmes de vol intelligents	15
1.2.5	Composants du drone	15
1.2.5.1	Cadre Quadcopter	15
1.2.5.2	Moteurs	16
1.2.5.3	Contrôleur de vitesse électronique (Electronic Speed Controller)	16
1.2.5.4	Contrôle de vol / Conseil	16
1.2.5.5	Hélices	17
1.2.5.6	Émetteur radio	17
1.2.5.7	Batterie, électronique et câbles de distribution d'alimentation	17
1.2.5.8	Appareil photo	17
1.2.5.9	Équipement d'atterrissage	17
1.2.5.10	First Person Video (FPV)	18
1.2.6	Les législations de l'utilisation d'un Drone Dans la Ville Intelligence	18
1.2.7	Différence entre Drone et Quadcopter	19
1.2.7.1	Définition d'un Quadcopter	19
1.2.8	Domaine d'application d'un drone	20
1.2.8.1	Sauvetage ou Chercher	21
1.2.8.2	Commercialisation	21
1.2.8.3	Le Cinéma	22
1.2.8.4	Arpentage du site	22
1.2.8.5	Livraisons de colis	22
1.2.8.6	Structures d'imagerie	23
1.2.8.7	L'agriculture de précision	23
1.2.8.8	Occasions familiales	24
1.2.8.9	Patterns météorologiques	24
1.2.8.10	Environnement	25
1.2.8.11	Assurance	25
1.2.8.12	La police	25
1.2.8.13	Les sports	25
1.2.9	Sécurisation d'un Drone	26
1.2.9.1	Antivirus et VPN (Virtual Private Network)	26
1.2.9.2	Protéger du drone avec le changement de comportement personnel	27
1.2.9.3	Drones protégés avec SEL4 OS (operating system)	27
1.3	Conclusion	28
2	Introduction	29
2.1	Sécurité la ville intelligente à base drone (UAV)	29

2.1.1	Autorisation d'utiliser le drone	30
2.1.2	La cybersécurité	30
2.1.2.1	Planification	31
2.1.2.2	Conception de système intégrée	32
2.1.2.3	Sécurité d'Acquisition	33
2.1.2.4	Intégration / Test / Déploiement	35
2.1.3	Avantage utilisation des drones pour sécurité la ville intelligente	38
2.1.4	Sécurité la ville intelligente a base drone	39
2.1.4.1	Domaine Police	39
2.1.4.2	Domaine Transport	41
2.1.4.3	Domaine Médical	42
2.1.4.4	Domaine pollution	43
2.1.4.5	Domaine Agriculture	45
2.1.5	Conclusion	47
3	Introduction	48
3.1	Domaines d'intérêt de l'étude conceptuelle	48
3.1.1	Domaines Industriel	49
3.1.1.1	Partie Drone	49
3.1.1.2	Partie Cloud	50
3.1.1.3	Partie Dispositifs (Smart phone, PC, Tablette)	50
3.1.1.4	Partie Communications	50
3.1.2	Fonctionnement	51
3.1.2.1	Phase sélection du chemin	51
3.1.2.2	Phase (Mapping/Détecter/Envoyer les données)	52
3.1.2.3	Phase stockage et retransmission	53
3.1.2.4	Phase analyse de données	53
3.1.3	Domaines Transport	53
3.1.3.1	Partie Drone	54
3.1.3.2	Partie Serveur	54
3.1.3.3	Partie Communication	54
3.1.4	Fonctionnement	55
3.1.4.1	Phase diffusion direct	56
3.1.4.2	Phase détection des Véhicules	56
3.1.4.3	Phase calcul du nombre des véhicules	57
3.1.4.4	Phase de calcul de la vitesse des véhicules	57
3.1.4.5	Phase enregistrer les données	57
3.1.5	Domaines Médical	58
3.1.5.1	Docteur (chef service d'hôpital)	58
3.1.5.2	Serveur de centre médical	58
3.1.5.3	Drone	59
3.1.6	Fonctionnement	59
3.1.6.1	Demande d'urgence	59
3.1.6.2	Traite la demande	60
3.1.6.3	Porte le produit demande	60
3.1.6.4	Aller vers destination avec produit	61
3.1.6.5	Illustration la phase distribution de produit	61

3.1.7	Domaines Sécurité	61
3.1.7.1	Partie Drone	62
3.1.7.2	Partie serveur	62
3.1.8	Fonctionnement	62
3.1.8.1	Phase captures des images	63
3.1.8.2	Phase de traitement et détection de visage	63
3.1.8.3	Phase de décision de commande	64
3.1.8.4	Exécution de commande	64
3.1.8.5	Phase Action	64
3.2	Conclusion	64
4	Introduction	65
4.1	L'environnement de travail	65
4.1.1	Domaine Industriel	65
4.1.1.1	Drone	65
4.1.1.2	Arduino	66
4.1.1.3	Capteur de gaz	68
4.1.1.4	Module GPS	69
4.1.1.5	Service Cloud (CloudMqtt)	70
4.1.1.6	Smart City	71
4.1.2	Domain Médical	71
4.1.2.1	Drone	71
4.1.2.2	Smart Phone	72
4.1.2.3	Serveur	73
4.1.2.4	Smart City	73
4.1.3	Domaine de sécurité	73
4.1.3.1	Serveur	73
4.1.3.2	Drone	74
4.1.4	Domaine Transport	74
4.1.4.1	Serveur	74
4.1.4.2	Drone	74
4.1.4.3	Smart phone	75
4.1.4.4	Jeux de Voiture	75
4.2	L'environnement de Programmation	75
4.2.1	NetBeans IDE (programmation java)	76
4.2.1.1	Domaine Médical	76
4.2.1.2	Domaine Transport	76
4.2.2	Pycharm IDE (programmation Python)	76
4.2.2.1	Domaine sécurité	77
4.2.2.2	Domain Transport	77
4.2.3	Android Studio (programmation java)	77
4.2.3.1	Domaine Industriel	77
4.2.3.2	Domain médical	77
4.2.4	Arduino IDE	78
4.2.4.1	Domaine Industriel	78
4.3	Aperçu de l'application client	78
4.3.1	Domaine de sécurité	78

4.3.1.1	Résulta	80
4.3.2	Domaine de transport	81
4.3.2.1	Mode vidéo enregistré	82
4.3.2.2	Résulta de mode vidéo	86
4.3.2.3	Mode en temps real	88
4.3.2.4	Resultat Mode Temp Real	89
4.3.3	Domaine médical	90
4.3.3.1	Partie hôpital	90
4.3.3.2	Partie center Médical de la ville	92
4.3.3.3	Partie résultat	95
4.3.4	Domaine industriel	97
4.3.4.1	Partie Drone	97
4.3.4.2	Partie Service Cloud	98
4.3.4.3	Partie Expert	98
4.3.4.4	Partie Résultat	99
4.4	Conclusion	102
	conclusion général	103

Table des figures

1.1	Modele d'un Drone DJ Mavic Pro (UAV)	1
1.2	illustration d'un Smart City	2
1.3	Caractéristique d'un Smart City	3
1.4	Modèle de Havilland DH82B équipé de Contrôlé à distance	6
1.5	Modèle de Micro and Mini UAV	7
1.6	Modèle d'un Done de type Tactical	8
1.7	Modèle de Strategic UAV	8
1.8	Modèle d'un Drone DJI Phantom 2	9
1.9	Télécommande de contrôle à distance de model DJI Phantom 2	12
1.10	Illustration de la Gamme Extendeur d'un Drone	12
1.11	Drone avec Capture Multi-spectral	13
1.12	Drone avec Capture Photogrammetry	14
1.13	Drone avec Capture Time of Flight Camera	14
1.14	Marque de la plateforme d'un DroneCode	14
1.15	Image pour illustration Composants du drone	16
1.16	Image d'illustration d'un drone dans la ville intelligente	18
1.17	Illustration d'un Quadcopter	20
1.18	Illustration d'un Hexacothers	20
1.19	Illustration d'un Octocopters	20
1.20	illustration d'un Tricopters	20
1.21	Amazon UAV Prime Air	23
1.22	Image pour illustration utilisation Drone dans le domaine de sécurité	26
2.1	Figure II.2 : illustration la technologie reconnaissance faciale a base drone.	40
2.2	Analyse et collection de donne à base drone.	41
2.3	Analyse et collection de donne à base drone.	42
2.4	Drone de TU Delft.	43
2.5	Représente le temps d'arrivée de l'ambulance et le drone à la place de victime.	43
2.6	Représente Drone anti-pollution.	44
2.7	Présente espace qui peut être couvert.	44
2.8	Illustration le processus anti-pollution.	45
2.9	AgriDrone OPTIM.	46
2.10	Utilisation Bug Zapper avec Drone.	46
2.11	Identifier les zones qui ont besoin de pesticides.	47
3.1	Illustration les domaines d'intérêt de l'étude conceptuelle	49
3.2	Architecture globale du domaine industriel.	49

3.3	Modele parrot AR Drone 2.0.	50
3.4	Fonctionnement de notre système dans le domaine industriel.	51
3.5	illustrations de la phase de selectionnez du chemin du Drone.	52
3.6	Description de la phase (Mapping/détecer/Envoyer les données).	52
3.7	Illustrations de la phase de stockage et retransmission.	53
3.8	Description de la phase d'analyse de données.	53
3.9	Architecture globale de notre système dans le domaine de transport.	54
3.10	Fonctionnement de notre système dans le domaine de transport.	55
3.11	Illustrations de la phase diffusion direct de la route.	56
3.12	Illustrations de la phase détection des véhicules dans la route.	56
3.13	Illustrations de la phase de calcul des nombres des véhicules dans la route.	57
3.14	Illustrations de la phase de calcul de la vitesse des véhicules dans la route.	57
3.15	Architecture globale de notre système de domaine Médical.	58
3.16	Fonctionnement de notre système de domaine médical.	59
3.17	Description de la phase de demande d'urgence.	60
3.18	Illustrations de la phase des traitements de données.	60
3.19	Illustration la phase porte le produit demande	61
3.20	Architecture globale de notre système dans la domaine sécurité.	61
3.21	Architecture globale de notre système dans le domaine sécurité.	62
3.22	Fonctionnement de notre système de domaine sécurité.	63
3.23	Description de la phase des captures des images.	63
3.24	Illustrations de la phase de traitement et de détections de visage.	63
3.25	Illustrations de la phase de traitement et de détections de visage.	64
4.1	Notre modèle de Drone (ARDrone 2.0).	66
4.2	Le modèle Nodemcu ESP12	67
4.3	les différents pins de modèle Nodemcu ESP 12	67
4.4	Capteur MQ2	68
4.5	Les types de gaz détece par MQ2	68
4.6	Le modèle GPS GY-NEO6MV2	69
4.7	Le service Cloud CloudMqtt	70
4.8	Le datacenter	70
4.9	Les informations de datacenter	70
4.10	la maquette d'une partie de la ville de biskra	71
4.11	Le drone mambo.	71
4.12	Jeux de Voiture	75
4.13	NetBeans IDE	76
4.14	Pycharm IDE	76
4.15	Android Studio	77
4.16	Arduino IDE	78
4.17	illustration SSID de notre drone	79
4.18	Illustration la commande de connexion	79
4.19	Illustration la commande Takeoff	79
4.20	illustration d'algorithme de détection et de suivi	80
4.21	illustration du résultat de connexion avec drone	80
4.22	illustration contrôlant le drone	80
4.23	illustration du résultat de détection et de suivi.	81

4.24	l'interface principale de domaine transport	82
4.25	illustration de l'interface choix de la vidéo	82
4.26	illustration de l'interface choix de la vidéo	83
4.27	Illustration les lignes de count et vitesse	84
4.28	illustration la phase de détection de véhicule	84
4.29	Illustration la phase de calcul et l'affichage du résultat	86
4.30	Ensemble des résultats obtenus en mode vidéo	87
4.31	Icon d'application mobile DraidCam	88
4.32	L'interface principale d'application DroidCam	88
4.33	Illustration du Résultat mode temps réel	90
4.34	Illustration du Résultat mode temps réel	91
4.35	illustration de l'interface d'identification	91
4.36	illustration de l'interface de domaine urgence	92
4.37	Illustration l'interface principale du serveur médical	93
4.38	illustration de la phase de réception de la demande urgente	93
4.39	illustration la phase de traitement	94
4.40	Illustration la phase d'extraction des informations	94
4.41	illustration de la phase d'envoi de la commande vers le drone	95
4.42	le résultat du domaine médical.	96
4.43	illustration de la dégradation des couleurs avec le risk	97
4.44	le drone avec le système de détection.	98
4.45	l'interface principale de l'application mobile	98
4.46	illustration de la phase de réception des informations	99
4.47	illustration de la phase d'affichage du résultat	99
4.48	La source de gaz	100
4.49	Illustration de la position de la fuite de gaz	100
4.50	La source de gaz	100
4.51	La source de gaz	101
4.52	Illustration de la phase de réception des informations	101
4.53	Illustration la phase d'affichage du résultat final	102

Liste des tableaux

1.1	Comparaison entre les technologies d'un Drone.	9
2.1	Montre une organisation responsable pour UAV de différent pays.	30
2.2	Cycle de vie de système Drone	31
4.1	Caractéristique Notre Drone modele AR Drone 2.0	66
4.2	Caractéristique de notre modèle Nodemcu	67
4.3	Caractéristique Notre capteur de gaz	69
4.4	Caractéristique de notre Drone modèle AR Drone 2.0	69
4.5	Caractéristique Notre Drone modele Mambo	72
4.6	Caractéristiques Techniques Condor Plume P5	72
4.7	Caractéristiques Techniques Condor Plume P5	73
4.8	Caractéristiques de notre serveur	73
4.9	Caractéristique de notre PC modèle Lenove G560	74
4.10	Caractéristiques Techniques Condor C7 mini	75
4.11	Risque la santé avec indice de le qualité de l'air	97
4.12	AQI et niveau de pollution avec leur catégorie	97

Introduction Générale

Avec la croissance rapide des technologies, une nouvelle technologie est apparue connue sous le nom de Drone ou bien Unmanned Aerial Vehicles (UAV). Il peut avoir un usage civil ou militaire. Le drone est actuellement largement utilisé dans les applications civiles. En outre, l'une des zones émergentes des UAV est leur implication dans des villes intelligentes (Smart City).

Avec le développement de smart city, il devient important chaque jour et dans divers domaines de rendre la ville plus sophistiquée et plus confortable pour les populations.

La technologie de drone est devenue un enjeu dans tous les domaines de smart city et en particulier dans le domaine de sécurité territoriale. Avec les avantages de cette nouvelle technologie elle a fourni des solutions efficaces, de haute performance et économique aux problèmes de sécurité humaine, industrielle, qui existent dans le smart city.

Le principal objectif de notre projet consiste à répondre à la question : « comment peut-on améliorer la sécurité de smart city dans différents domaines et la rendre plus sûre ? ».

Dans le cadre de cette problématique, nous nous sommes intéressés à quatre domaines de développement : transport, médical, industriel, et la sécurité.

Dans le domaine industriel, la pollution de l'air est l'une des choses les plus dangereuses auxquelles les humains sont confrontés en ce moment, ce qui peut conduire à des symptômes graves pouvant conduire à la destruction. Cette pollution de l'air est causée par l'émission de gaz nocifs soit par l'homme (gaz végétaux, gaz des véhicules) ou par la nature (gaz volcaniques), ce qui rend le gaz dangereux pour la santé humaine ainsi que l'expansion de la couche d'ozone. Le principe de notre travail dans ce domaine est de développer un système de monitoring de la pollution de l'air et de détecter la source de pollution dans la smart city à base de drone.

Dans le domaine Transport, il y a plus d'un milliard de voitures sur la planète. Les coûts associés aux circulations et aux accidents affectent tous les pays. Ces changements sont mieux justifiés et planifiés avec des données. Il existe différentes façons de collecter de telles données. Le principe de notre travail dans ce domaine est de créer un système

pour répondre aux problèmes de trafic (accident, circulation) dans la smart city basé sur la collection des données des véhicules sur la route.

Dans le domaine médical, le principe de notre travail dans ce domaine est de développer un système pour répondre au problème de manque des produits d'urgence médicale dans la smart city. Dans le domaine sécurité, le principe de notre travail consiste à concevoir un système pour répondre au problème de suivi des objets (humain) dans la smart city. Ce mémoire est composé de quatre chapitres, le premier chapitre présente un aperçu général sur la technologie de drone, smart city et le rôle de drone pour la sécurité de smart city.

Dans le deuxième chapitre, nous discutons les diverses méthodes dans plusieurs domaines pour sécuriser la ville intelligente (Smart city) à base de drone. Dans le troisième chapitre, nous présentons les différents outils utilisés dans les systèmes proposés et présentons l'architecture détaillée de chaque système.

Le quatrième chapitre présente l'implémentation et la mise en œuvre de nos systèmes avec l'explication des différents outils utilisés et des captures d'écran pour illustrer le fonctionnement des systèmes ainsi que les résultats obtenus. Nous terminons notre mémoire par les conclusions ainsi que les perspectives.

Chapitre 1

Introduction

Drone ou bien Unmanned Aerial Vehicles (UAV) ¹, comme le montre la Figure 1.1, comme toutes les inventions et les innovations ne sont utilisés qu'à des fins militaires. Cependant, ils sont actuellement largement utilisés dans les applications civiles, qui seront abordés dans ce chapitre. Ces applications sont dans de nombreux domaines. En outre, l'une des zones émergentes des UAV est leur implication dans des villes intelligentes (Smart City)



FIGURE 1.1: Modèle d'un Drone DJ Mavic Pro (UAV)

1. UAV :Unmanned Aerial Vehicles

1.1 Smart City

1.1.1 Définition d'un Smart City

Une ville intelligente est définie comme une ville qui engage ses citoyens et relie ses infrastructures par voie électronique. Une ville intelligente a la capacité d'intégrer de multiples solutions technologiques, de manière sécurisée, pour gérer les atouts de la ville : les actifs de la ville comprennent, mais sans s'y limiter, les systèmes d'information des départements locaux, les écoles, les bibliothèques, les systèmes de transport, les hôpitaux, les centrales électriques, L'application de la loi et d'autres services communautaires. La technologie conduit la façon dont les fonctionnaires de la ville interagissent avec la communauté et l'infrastructure de la ville. Grâce à l'utilisation de systèmes de contrôle en temps réel et de capteurs, les données sont recueillies auprès des citoyens et des capteurs, puis traitées en temps réel. Les informations et les connaissances recueillies sont des clés pour lutter contre l'inefficacité, ce qui conduit à l'optimisation des systèmes. Une ville intelligente offre des solutions technologiques pour dire ce qui se passe dans la ville, la façon dont la ville évolue et comment permettre une meilleure qualité de vie [1].

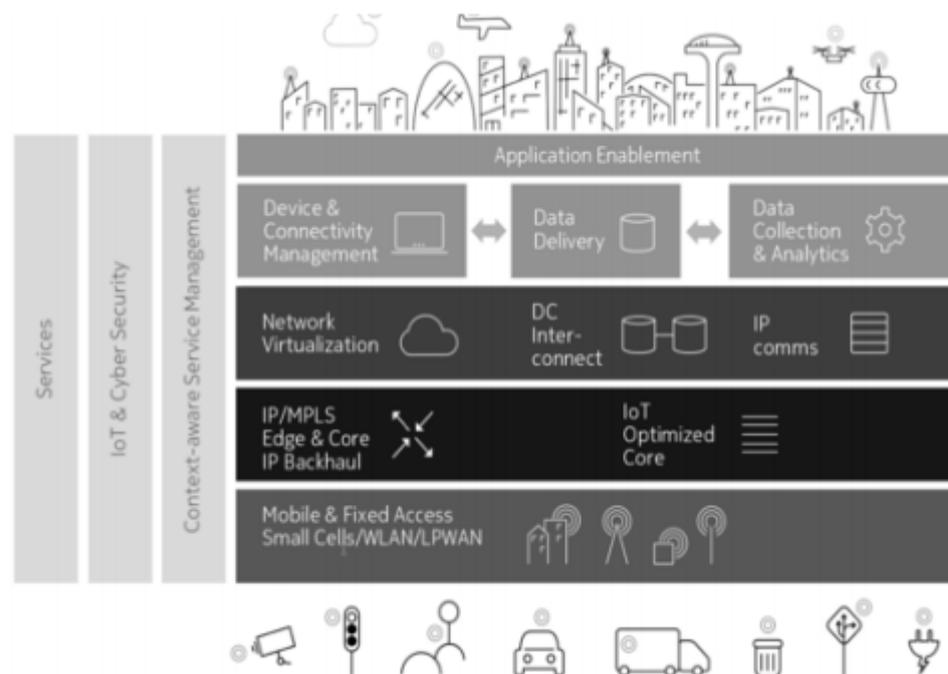


FIGURE 1.2: illustration d'un Smart City

1.1.2 Caractéristique Et Les Facteurs d'un Smart City

1.1.2.1 Les Caractéristique d'un smart city

Villes intelligentes (Smart City) peuvent être classées d'après six critères principaux comme le montre la Figure 1.2 , liés aux théories régionales et néoclassiques de la croissance et du développement urbain et respectivement fondés sur les théories de la compétitivité régionale, l'économie des transports et des technologies de l'information et de la communication, les ressources naturelles, les capitaux humains et sociaux, la qualité de vie et la participation des citoyens à la vie démocratique de la ville [2][3].

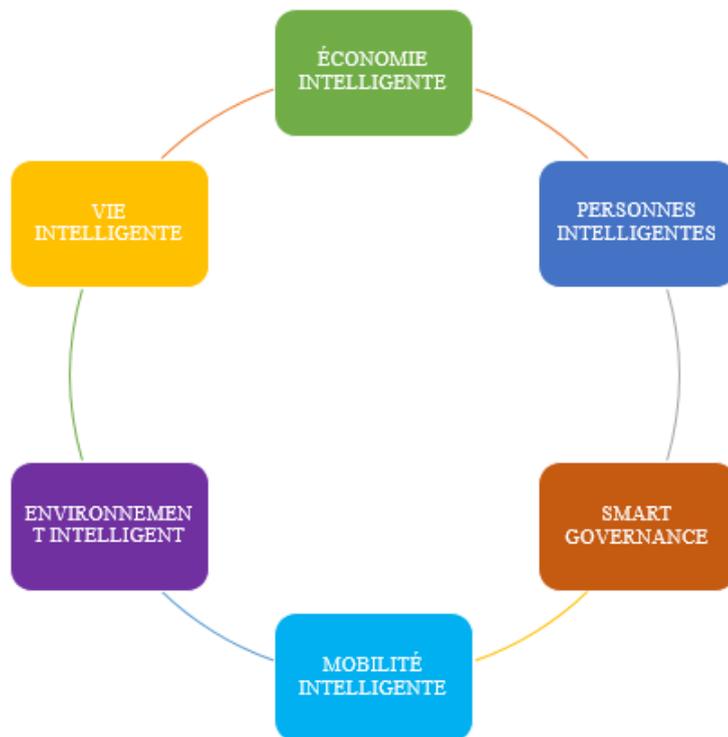


FIGURE 1.3: Caractéristique d'un Smart City

1.1.2.2 Les Facteurs d'un smart city

Dans chaque critère d'un Smart City contient d'ensemble des Facteurs.

1. ÉCONOMIE INTELLIGENTE (Compétitiviser)
 - Esprit innovateur
 - Entrepreneuriat

- Image économique et marques déposées
 - Productivité
 - Flexibilité du marché du travail
 - Intégration internationale
 - Capacité de transformer
2. PERSONNES INTELLIGENTES (Capital social et humain)
- Niveau de qualification
 - Finité à l'apprentissage tout au long de la vie
 - A pluralité sociale et ethnique
 - La flexibilité
 - A créativité
 - Osmopolitanisme / Open Mindedness
 - Participation à la vie publique
3. SMART GOVERNANCE (Participation)
- Participation à la prise de décision
 - Services publics et sociaux
 - Transparence de la gouvernance
 - Stratégies politiques et perspectives
4. MOBILITÉ INTELLIGENTE (Transport et TIC)
- Accessibilité locale
 - (Inter-) accessibilité nationale
 - Disponibilité de l'infrastructure TIC²
 - Durable, innovant et sûr Systèmes de transport
5. ENVIRONNEMENT INTELLIGENT (Ressources naturelles)
- Attractivité de la nature conditions
 - La pollution
 - Protection environnementale
 - Ressource durable
 - La gestion
6. VIE INTELLIGENTE (Qualité de vie)
- Installations culturelles
 - Conditions de santé

2. TIC :Technologies de l'Information et de la Communication

- Sécurité individuelle
- Qualité du logement
- Installations éducatives
- Attrait touristique
- La cohésion sociale

1.2 Le Drone

1.2.1 Définition d'un drone

Essentiellement, un drone est un robot volant. Les avions peuvent être contrôlés à distance ou peuvent voler de manière autonome à travers des plans de vol contrôlés par logiciel dans leurs systèmes embarqués fonctionnant conjointement avec des capteurs embarqués et des GPS³. Dans le passé récent, les UAV (Unmanned Aerial Vehicles) étaient le plus souvent associés à l'armée, où ils ont été utilisés initialement pour la pratique cible antiaérienne, la collecte de renseignements et ensuite, plus controversé, en tant que plates-formes d'armes [4].

1.2.1.1 Historique du drone

Le premier drone généralement utilisé était un réaménagement en taille réelle du biplan de Havane DH82B "Queen Bee" en 1935, équipé d'une radio et d'un servo- commande dans le siège arrière. L'avion pourrait être piloté de manière conventionnelle à partir du siège avant, mais généralement, l'avion a volé sans pilote et a été abattu par des canonnières d'artillerie en formation. Le terme drone date de cette utilisation initiale, une pièce sur la nomenclature "Queen Bee" .

En fin de 2012, Chris Anderson, rédacteur en chef du magazine Wired, s'est retiré pour se consacrer à sa société drones, 3D Robotics Inc. La société, qui a commencé à se spécialiser dans les drones personnels amateurs, commercialise maintenant ses solutions aux entreprises de photographie et de cinéma, à la construction, les services publics et les entreprises de télécommunications, et les entreprises de sécurité publique, entre autres. À la fin de 2013, Amazon a été l'une des premières organisations à annoncer un plan d'utilisation de drones commerciaux pour les activités de livraison [4].

3. GPS :Global Positioning System



FIGURE 1.4: Modèle de Havilland DH82B équipé de Contrôlé à distance

1.2.2 Classification d'un drone

Il existe trois technologies UAV principales : micro et mini-UAV, UAV tactiques et UAV stratégiques. Ces catégories, examinées ci-dessous, nous permettent de comprendre les différences dans la technologie UAV. Ils ne représentent cependant pas le classement aux fins de la certification [5].

1.2.2.1 Micro and mini UAV

Le micro et mini-UAV sont la plus petite technologie UAV. Ces plates-formes volent à basse altitude (moins de 300 mètres). Les dessins dans cette catégorie se concentrent sur les UAV qui peuvent fonctionner dans des "canyons urbains" ou à l'intérieur des bâtiments, en volant dans les couloirs, en passant par des appareils d'écoute et d'enregistrement, des émetteurs ou des caméras de télévision miniatures. Les micro-drones sont plus petits que les mini UAV, pesant jusqu'à 100 grammes ; les mini UAV pèsent moins de 30 kilos et volent à des altitudes comprises entre 150 et 300 mètres. Les micro et mini-UAV sont principalement utilisés dans les applications civiles et commerciales [5].



FIGURE 1.5: Modèle de Micro and Mini UAV

1.2.2.2 Tactical UAV

Les UAV tactiques sont des UAV plus lourds (de 150 à 1 500 kilogrammes) qui volent à des altitudes plus élevées (de 3 000 à 8 000 mètres) et sont actuellement utilisés principalement pour soutenir les applications militaires. Les UAV tactiques peuvent être divisés en six sous-catégories : les UAV à longue portée, à courte portée, à portée moyenne, à longue portée, à endurance et à longévité moyenne (MALE). Les UAV à longue portée utilisent une technologie plus avancée : généralement, cela signifie une liaison par satellite (ou autre plate-forme), qui sert de relais pour surmonter le problème de communication entre la station au sol et l'UAV - un problème causé par la courbure de la Terre. Le manque de systèmes de communications par satellite dans certains UAV tactiques limite les distances sur lesquelles les UAV proches, courts et moyens peuvent fonctionner. Les UAV MALE tels que le Predator MQ-1 peuvent fonctionner pendant plus de 40 heures à une portée maximale de plus de 3 000 kilomètres, et peuvent également être équipés pour transporter et lancer des missiles guidés de précision [5].

1.2.2.3 Strategic UAV

À des altitudes plus élevées, les UAV ont tendance à être des plates-formes plus lourdes avec des gammes de vol et une endurance plus longue. Les UAV de haute altitude (HALE) sont les UAV les plus lourds, ayant un poids maximal au décollage de jusqu'à 12 000 kilos et une altitude maximale de vol d'environ 20 000 mètres. Ces grandes plates-formes peuvent transporter des charges utiles plus importantes



FIGURE 1.6: Modèle d'un Drone de type Tactical

et plus lourdes et des équipements plus sophistiqués. L'armée UAV Global Hawk, avec 35 heures d'endurance, est peut-être l'UAV le plus connu dans cette classe. Un exemple de HALE non militaire est l'hélicoptère électrique / solaire, qui est exploité par la NASA. Helios utilise des panneaux solaires pour alimenter les hélices à commande électrique et a établi un record d'altitude de 30 000 mètres. Les usages de l'UAV Helios comprennent l'observation de la Terre, la cartographie et la surveillance atmosphérique [5].



FIGURE 1.7: Modèle de Strategic UAV

1.2.3 Comparaison entre les trois technologies

Dans cette phase on doit donner la comparaison entre les trois technologies président d'un Drone (UAV) Dans sa forme Table 1.1 [6].

	Category	Maximum Take Off Weight (kg)	Maximum Flight Altitude (km)	Endurance (Hours)	Data Link rang (km)
Micro and mini UAV	Micro	0.10	250	1	<10
	Mini	<30	150-300	<2	<10
Strategic UAV	Close Rang	150	3000	2-4	10-30
	Short Rang	200	3000	3-6	30-70
	Medium Rang	150-500	3000-5000	6-10	70-200
	Endurance	500-1500	5000-8000	6-13	200-500
	Medium Altitude Long Endurance (MALE)	500-1500	5000-8000	12-24	>500
		1000-1500	5000-8000	24-48	>500
Strategic UAV	High Altitude Long Endurance (HALE)	2500-12500	15000-20000	24-48	>2000

TABLE 1.1: Comparaison entre les technologies d'un Drone.

1.2.4 Drone-technologie UAV

Ci-dessous, nous examinons la science et la technologie drone derrière le Drone DJI Phantom 2 Vision+ UAV [7].



FIGURE 1.8: Modèle d'un Drone DJI Phantom 2

1.2.4.1 Positionnement et retour du radar

— Le radar de vol affiche la position et l'emplacement actuel du drone par rapport au pilote.

- Le dépassement de la plage de contrôle de la télécommande déclenchera « Retour à la maison », ce qui signifie que l'UAV volera automatiquement à son point de décollage et atterrira en toute sécurité

1.2.4.2 Gyro Stabilization, IMU et Flight Controllers

La technologie de stabilisation Gyro est l'un des composants qui donne au drone ses capacités de vol en douceur. Le gyroscope doit fonctionner presque instantanément aux forces qui se déplacent contre le drone. Le gyroscope fournit des informations de navigation essentielles au contrôleur de vol central. L'unité de mesure inertielle (IMU)⁴ fonctionne en détectant le taux d'accélération actuel en utilisant un ou plusieurs accéléromètres. L'IMU détecte des changements dans les attributs de rotation comme le pitch, le roulement et le lacet en utilisant un ou plusieurs gyroscopes. Certains IMU comprennent un magnétomètre pour faciliter l'étalonnage contre la dérive d'orientation. Le Gyroscope est un composant de l'IMU et l'IMU est un élément essentiel du contrôleur de vol des drones. Le contrôleur de vol est le cerveau central du drone [7][8].

1.2.4.3 Paramètres de vol en temps réel à l'écran (Real-Time)

Il sert le au suivi de la télémétrie en vol actuelle et voir ce que le drone voit sur l'appareil mobile .

1.2.4.4 Technologie de GPS

Lorsque la boussole s'est étalonnée, le drone recherche l'emplacement des satellites GPS. Lorsque plus de 6 sont trouvés, il permet au drone de voler en mode "Ready To Flay" .

1.2.4.5 Compas interne et fonction Fail-Safe

Permet à l'UAV et à la télécommande de connaître exactement son emplacement de vol. L'étalonnage de la Boussole est nécessaire pour définir un point de départ. Le point d'accueil est l'endroit où le drone retournera en cas de perte de signal entre le drone et le système de télécommande. Ceci est également connu sous le nom de "fonction de sécurité" [7].

4. IMU :Unité de Mesure Inertielle

1.2.4.6 FPV (First Person View) Drone Technology

FPV « First Person View »⁵ signifie qu'une caméra vidéo est montée sur le véhicule aérien sans pilote et diffuse la vidéo en direct au pilote au sol, de sorte que le pilote l'avion comme s'il était à bord de l'avion. Au lieu de regarder l'engin à partir de la position du terrain réel du pilote. FPV permet à l'avion sans pilote de voler beaucoup plus loin et plus loin que vous le pouvez en regardant l'avion depuis le sol. Le contrôle FPV permet un survol plus précis autour des obstacles, en particulier avec les véhicules aériens sans pilote qui peuvent facilement voler à l'intérieur et à travers les forêts via FPV où vous ne pourrez pas voir d'obstacles à partir d'une position fixe. Cette technologie FPV utilise un signal radio pour transmettre et recevoir la vidéo en direct. Selon le drone, le récepteur des signaux vidéo en direct peut être soit le contrôleur à distance, l'ordinateur, la tablette, soit le téléphone intelligent. Le dernier drone tel que DJI Mavic et Phantom 4 Pro peut transmettre des vidéos en direct jusqu'à 4,1 miles. Le Phantom 4 Pro et Inspire 2 utilisent le dernier système de transmission DJI Lightbridge 2 pour vous permettre de voyager plus loin et de voir plus clairement. Le contrôleur intégré et les algorithmes intelligents définissent une nouvelle norme pour la transmission d'images HD sans fil en réduisant la latence et en augmentant la portée et la fiabilité maximales [7][9].

1.2.4.7 FPV Sur 4G / LTE Networks

En 2016, une nouvelle vidéo en direct qui se transmet sur le réseau 4G / LTE⁶ fournit une gamme illimitée et une vidéo à faible latence. Le Sky Drone FPV 2 comprend un module de caméra, un module de données et un modem 4G / LTE. Sky Drone FPV est un système de transmission de drones qui transmet une vidéo HD sur des réseaux 4G / LTE avec un canal Command + Control, offrant une portée illimitée à faible latence [7][9].

1.2.4.8 Indicateurs de vol LED

On les trouve à l'avant et à l'arrière du drone. Les LED avant indiquent où se trouve le nez du drone. Les témoins de vol des LED arrière s'allument pour afficher

5. FPV :First Person View

6. LTE : Long Term Evolution

l'état actuel du vol des drones lorsque la batterie du vol est allumée [7][10].

1.2.4.9 Récepteur de télécommande UAV

L'emplacement du bouton de connexion à la technologie du récepteur de 5,8 GHz se trouve sous l'UAV.



FIGURE 1.9: Télécommande de contrôle à distance de model DJI Phantom 2

1.2.4.10 Gamme Extendeur la technologie UAV

Il s'agit d'un dispositif de communication sans fil qui fonctionne dans la fréquence 2,4 GHz. Il est utilisé pour étendre la portée de la communication entre le smartphone ou la tablette et le drone dans une zone ouverte sans obstruction. La distance de transmission peut atteindre jusqu'à 700 mètres. Chaque extension de gamme a une adresse MAC unique et un nom de réseau (SSID). Certains des derniers drones hors de la boîte peuvent voler en utilisant une distance allant jusqu'à 5,1 km (5 km). Les produits tels que les extensions de gamme FPV sont très populaires, ce qui peut encore pousser la distance [7][11].

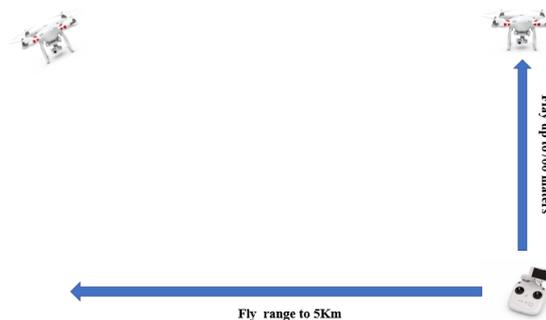


FIGURE 1.10: Illustration de la Gamme Extendeur d'un Drone

1.2.4.11 Appareil photo haute performance

Le drone dispose d'une caméra de très haute qualité et d'une carte micro SD 4 Go amovible. Il déclenche une vidéo HD complète à 1080p / 30 images par seconde et 720p / 60 images par seconde, vous donnant une vidéo claire et l'option pour les prises de vue au ralenti.

1.2.4.12 Drones avec capteurs

Multi-spectral, Lidar, Photogrammétrie et thermique avec d'autres capteurs connaissant sont maintenant utilisés sur les drones pour fournir des modèles 3D de bâtiments et de paysages, cartes d'élévation numérique (DEMS), et fournissent des données de précision sur la santé des cultures, des fleurs, de la faune, des arbustes et des arbres. En 2016, est apparu le drone en utilisant des capteurs de caméra en profondeur 3D Time-of-Flight qui peuvent être utilisés seuls ou avec les capteurs ci-dessus pour fournir des solutions. Les capteurs de caméra de profondeur ToF peuvent être utilisés pour la numérisation d'objets, la navigation intérieure, l'évitement des obstacles, la reconnaissance des gestes, suivi des objets, les volumes de mesure, les altimètres réactifs, la photographie 3D, les jeux de réalité augmentée et bien plus encore. Avec Lidar et la cartographie de la photogrammétrie, le drone sera programmé pour survoler une zone particulière à l'aide d'une navigation GPS autonome. La caméra sur le drone prendra des photos à intervalles de 0,5 ou 1 seconde. Ces photos sont ensuite cousues à l'aide d'un logiciel spécialisé pour créer l'image 3D [7][12][13][14].

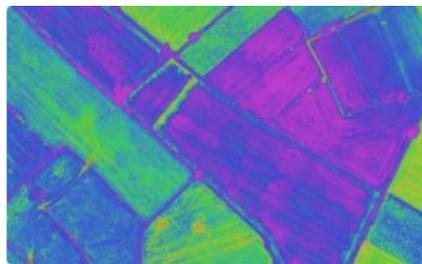


FIGURE 1.11: Drone avec Capture Multi-spectral

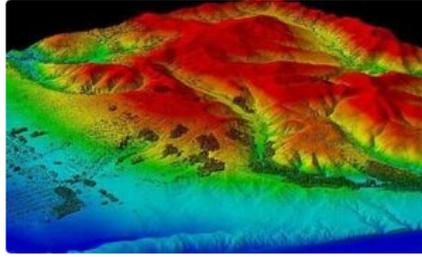


FIGURE 1.12: Drone avec Capture Photogrammetry



FIGURE 1.13: Drone avec Capture Time of Flight Camera

1.2.4.13 Systèmes d'exploitation en technologie Drone

Certains appareils non équipés utilisent les systèmes d'exploitation MS Windows. Cependant, de plus en plus d'innovateurs UAV utilisent maintenant différentes versions de Linux. La Fondation Linux a récemment lancé le projet Dronecode. Le projet Dronecode est un projet open source, collaboratif, qui regroupe les projets de véhicules aériens sans pilote à source ouverte existants et futurs dans le cadre d'une structure à but non lucratif gouvernée par The Linux Foundation. Le résultat sera une plate-forme open source commune pour les véhicules aériens non équipés (UAV) [7].



FIGURE 1.14: Marque de la plateforme d'un DroneCode

1.2.4.14 Systèmes de vol intelligents

Tous ces derniers drones ont des contrôleurs de vol intelligents et des modèles tels que Follow Me, Active Tracking, Waypoints, Return To Home et beaucoup d'autres [7].

- Piste active (Profil, Pleins feux, Cercle)
- Dessiner les waypoints
- TapFly
- Mode de suivi du terrain
- Mode trépied
- Mode de gestes
- S-Mode (Sport)
- P-Mode (Position)
- A-Mode (Attitude)
- Mode Débutant
- Course Lock
- Verrouillage à domicile
- Evitement des obstacles

1.2.5 Composants du drone

Les drones deviennent de plus en plus autonomes et plus faciles à contrôler les propriétaires de drones. Il existe des composants fondamentaux dont tous les propriétaires de drones devraient être familiers, ce qui permet de garder le drone dans l'air. Certaines personnes choisissent de construire leurs drones eux-mêmes au lieu d'acheter un drone readymade, ce qui réduit souvent les coûts. Cette partie couvrira les parties de base d'un drone entièrement fonctionnel et de leurs fonctionnalités [15][16].

1.2.5.1 Cadre Quadcopter

Il agit comme un squelette dans lequel différents composants sont placés de telle manière qu'ils répartissent uniformément le centre de gravité du drone. Les différentes conceptions de drone ont une structure Quadcopter différente avec un minimum de 3 trous d'ajustement de l'hélice. Ils sont disponibles sous diverses formes et tailles et leur prix varie de 10 à 500\$ en fonction de leur qualité [15][16].



FIGURE 1.15: Image pour illustration Composants du drone

1.2.5.2 Moteurs

Les moteurs sont essentiels pour la rotation de l'hélice. Cela améliore une force de poussée pour propulser le drone. Pourtant, le nombre de moteurs devrait être le même que le nombre d'hélices. Les moteurs sont également installés de manière à pouvoir tourner facilement par le contrôleur. Leur rotation améliore le contrôle du drone en termes de direction. Choisir le bon moteur est vraiment essentiel pour l'efficacité du drone. Vous devez vérifier soigneusement les différents paramètres tels que la tension et le courant, le rapport de poussée et de poussée sur le poids, la puissance, l'efficacité et la vitesse, etc [15][16].

1.2.5.3 Contrôleur de vitesse électronique (Electronic Speed Controller)

Il s'agit d'un tableau de contrôle électronique qui modifie la vitesse des moteurs. Il agit également comme un frein dynamique. Le composant aide toujours le pilote au sol à se rapprocher de la hauteur à laquelle le drone est en cours d'exécution. Ceci est atteint en évaluant la quantité d'énergie utilisée par tous les moteurs. L'altitude est associée au drain de puissance des réservoirs d'alimentation [15][16].

1.2.5.4 Contrôle de vol / Conseil

La planche de pilotage fait un journal du lieu de décollage au cas où il serait nécessaire pour le drone de revenir à son lieu de décollage sans être guidé. C'est

ce qu'on appelle la fonctionnalité « retourner à la maison ». Il détermine et calcule également l'altitude du drone par rapport à la quantité de puissance qu'il consomme [15][16].

1.2.5.5 Hélices

Les hélices sont des pinces à ongles structurées pour créer une différence de pression d'air. Lorsqu'ils sont en mouvement, ils coupent l'air en créant une différence de pression entre le haut des rotors et le bas. Le prix commence à partir de 1\$ et suit une tendance à la hausse en fonction de leur marque et de leur modèle [15][16].

1.2.5.6 Émetteur radio

C'est un émetteur canalisé et un communicateur vers le drone. Chaque canal a une fréquence spécifique capable de diriger le drone dans un certain mouvement. Les drones nécessitent au moins 4 canaux pour un fonctionnement efficace [15][16].

1.2.5.7 Batterie, électronique et câbles de distribution d'alimentation

La batterie sert de source d'alimentation au drone. Ils peuvent stocker une plus grande quantité d'énergie que le Nickel Cadmium et Nickel Metal Hybrid. La pièce électrique et électronique est une partie cruciale de la commande et du fonctionnement du drone. Cependant, en ce qui concerne le but du drone, d'autres composants peuvent être inclus ou omis. Le drone peut être fonctionnel sans ces pièces, bien qu'il soit recommandé de les inclure à des fins de multitâche [15][16].

1.2.5.8 Appareil photo

Pour la prise de vue vidéo, les caméras sont attachées aux drones. Les caméras dotées de la possibilité de tirer, de stocker ou de tirer et d'envoyer sont disponibles et utilisées en fonction du goût ou du budget de l'opérateur. Certains utilisent leurs propres caméras tandis que la qualité utilise les caméras GoPro [15][16].

1.2.5.9 Équipement d'atterrissage

Il s'agit d'une structure destinée à l'atterrissage en toute sécurité du drone. Cependant, il peut être exempté car un utilisateur expérimenté est capable d'équilibrer

la vitesse des moteurs pour un atterrissage en cas d'urgence. Il existe deux grands types de train d'atterrissage. L'un est un train d'atterrissage fixe et l'autre est un train d'atterrissage rétractable [15][16].

1.2.5.10 First Person Video (FPV)

Le premier est le composant terrestre. La composante terrestre est également appelée station au sol. Il se compose d'un récepteur vidéo et d'un système d'affichage au sol [15][16].

1.2.6 Les législations de l'utilisation d'un Drone Dans la Ville Intelligence

La législation sur l'utilisation des drones de loisirs change à compter de janvier 2016. Voici comment utiliser un drone dans le respect de la loi. Il existe 10 loi qu'il faut respect [17] [18].



FIGURE 1.16: Image d'illustration d'un drone dans la ville intelligente

- Il est interdit de survoler les personnes.
- Il faut respecter les hauteurs maximales de vol.
- Il ne faut pas perdre de vue le drone.
- Il est interdit de voler la nuit.
- Il est interdit d'utiliser le drone au-dessus de l'espace public en agglomération.
- Il est interdit de voler à proximité des aérodomes.
- Il est interdit de survoler les sites sensibles ou protégés.
- Il est nécessaire de respecter la vie privée des autres sur les drones dotés d'une caméra.

- Il est interdit de diffuser les prises de vues sans l'accord des personnes concernées.
- Il est interdit de faire une utilisation commerciale des prises de vue

1.2.7 Différence entre Drone et Quadcopter

Les médias ont tendance à utiliser le nom de drone pour se référer à ce que l'amateur de RC appelle les Quadcopter. Cependant, beaucoup de personnes qui utilisent des Quadcopter ne sont plus à l'aise ou parfois même irritées quand quelqu'un les appelle drones. Dans cette partie, nous allons décrire la différence entre les deux. Nous avons fourni la définition d'un Drone précédemment [19] [20].

1.2.7.1 Définition d'un Quadcopter

Un Quadcopter est un copilote multi-rotor avec quatre bras dont chacun possède un moteur et une hélice à leurs extrémités. Les Quadcopter sont semblables aux hélicoptères à certains égards, bien que leur levée et leur poussée proviennent de quatre hélices, plutôt que d'une seule. En outre, les hélicoptères ont un "pitch" ou un rotor de queue qui aide à stabiliser le métier, alors que les Quadcopter ne le font pas. Dans un Quadcopter, deux des hélices tournent dans une direction (dans le sens des aiguilles d'une montre) et les deux autres tournent la direction opposée (dans le sens inverse des aiguilles d'une montre) et cela permet à la machine de rouler dans une formation stable [19] [20]. Les différences les plus importantes sont :

- Le Quadcopter ne peut pas être utilisé dans le domaine d'application d'un drone, car cela n'est pas encore prévu dans les règles de l'aviation.
- Une autre différence essentielle entre drones et Quadcopter nous montre qu'un drone typique a un cadre GPS introduit à la différence de la majorité des Quadcopter. Un Quadcopter est un véhicule à commande contrôlée et un drone a des segments qui lui permettent d'être indépendant, par exemple, un GPS qui le rend totalement programmable et ne requiert pas nécessairement une forme quelconque de contrôle humain.

Compte tenu de ces définitions, il est correct de penser des drones comme une catégorie générale et Quadrirotor comme un type spécifique dans cette catégorie.

Il y a beaucoup d'autres types de véhicules aériens sans pilote, comme octocopters, hexacopters et tricopters et ils intègrent également la description générale d'un drone. Si un drone a quatre rotors, alors seulement peut-il être considéré comme un Quadcopter [19] [20].



FIGURE 1.17: Illustration d'un Quadcopter



FIGURE 1.18: Illustration d'un Hexacopters



FIGURE 1.19: Illustration d'un Octocopters



FIGURE 1.20: illustration d'un Tri-copters

1.2.8 Domaine d'application d'un drone

L'industrie du drone augmente rapidement et chaque semaine, nous voyons des communiqués de presse et des documents de recherche sur les nouvelles façons dont les drones sont utilisés. L'utilisation de drones dans certains de ces secteurs a été initialement réalisée à l'aide d'hélicoptères et d'avions. Ceux-ci sont coûteux à embaucher et n'étaient pas toujours disponibles lorsqu'ils étaient nécessaires. L'utilisation d'hélicoptères et d'avions nécessite également beaucoup de temps car ils doivent partir d'un autre endroit et ensuite faire leur travail. En plus des utilisations actuelles pour les drones, nous énumérons également les utilisations du drone qui sont encore dans les étapes expérimentales et de recherche. Vous verrez également plusieurs centaines de nouvelles utilisations pour les drones dans les prochaines années et la raison pour laquelle [21] [22]. Les domaines d'utilisation des drones nous citons :

- Sauvetage ou Chercher
- Commercialisation
- cinéma

- Arpentage du site
- Les livraisons de colis
- Structures d'imagerie
- L'agriculture de précision
- Occasions familiales
- Patterns météorologiques
- Environnement
- Assurance
- La police
- Des sports

1.2.8.1 Sauvetage ou Chercher

L'utilisation du drone dans la recherche et le sauvetage augmente rapidement. Voici quelques-unes de ces utilisations positives pour les drones :

- Recherchez des drones de charge utile lourds pour déposer des bouées de sauvetage aux nageurs en difficulté
- Les gardiens de la vie utilisent des drones sur les plages surveillant les nageurs et surveillent les requins
- Trouver des personnes disparues. Les voisins et les communautés ont trouvé des personnes disparues à l'aide de drones
- Les équipes de montagne et de recherche et de sauvetage (SAR) utilisent des drones pour trouver des randonneurs et des alpinistes en difficulté
- Les régions désastreuses utilisent les drones pour obtenir une image globale de l'étendue des dégâts, trouver des personnes et allouer des ressources
- Les équipes de police, d'équipage et de sauvetage utilisent des drones avec des caméras thermiques pour trouver des personnes disparues la nuit ou dans des bâtiments en feu [21] [22]

1.2.8.2 Commercialisation

Le Drone aujourd'hui possède un GPS, la meilleure stabilisation et aussi 4k caméras. Il filme et photographie parfaitement ce qui est exactement ce dont vous avez besoin pour des vidéos de marketing et brochures. Voici la meilleure utilisation des drones dans le secteur de la commercialisation [21] [22].

- Vidéos du tourisme Drone en promouvant les parcs nationaux et réserves
- Station et l'hôtel des vidéos promotionnelles et des photos pour les brochures
- Vidéos aériennes des maisons et des propriétés pour aider les ventes
- Merveilles naturelles et documentaires du site de l'UNESCO
- Vidéos d'événements de jardins, des spectacles et des concerts
- Les ventes d'automobiles avec des vidéos aériennes

1.2.8.3 Le Cinéma

Les drones au cours des dernières années viennent avec des caméras minimales de 4k et une stabilité de vol parfaite. Ils sont utilisés pour créer des scènes dans de nombreux films et productions télévisées [21] [22].

1.2.8.4 Arpentage du site

Il s'agit d'une vaste zone où les drones sont actuellement utilisés dans de nombreux secteurs. Les drones sont formidables pour obtenir un aperçu et des gros plans de bâtiments et de structures. Les drones sont également une méthode plus sûre pour inspecter les grandes structures. Les drones économisent beaucoup de temps car il n'y a pas besoin de construire des échafaudages pour examiner un bâtiment ou une structure. Plus important encore, l'utilisation de drones pour de nombreux travaux d'arpentage permet également aux salariés d'assumer la responsabilité d'un travail dangereux [21] [22].

- Surveillance des bâtiments d'usine et des cheminées industrielles
- Inspections approfondies détaillées des mâts des télécommunications
- Vérification des clôtures et des bâtiments agricoles
- Entretien des structures routières et ferroviaires
- Projets de construction de routes et autoroutes
- Principaux travaux de construction ferroviaire
- Pose de pipelines

1.2.8.5 Livraisons de colis

Il y a tellement de grandes entreprises postales dans le monde qui procurent des livraisons de colis drone. Aux États-Unis, Walmart teste également les livraisons

de drones. Les drones sont déjà utilisés pour fournir des produits médicaux essentiels partout au Rwanda. Le drone Zipline utilise un petit UAV pour fournir des produits sanguins, des vaccins et des médicaments. Le travailleur médical peut passer une commande par message texte et en quelques minutes, l'UAV est sur son chemin. Le parc a un petit parachute qui est déployé lorsque le colis est relâché, les fournitures médicales débarquant en toute sécurité [21] [22].



FIGURE 1.21: Amazon UAV Prime Air

1.2.8.6 Structures d'imagerie

Il y a peut-être des milliers de statues, de monuments et de structures qui n'ont pas une image 3D précise. Par exemple, en 2015, Pix4D, avec le fabricant canadien de drones Aveyron Labs Inc et PUC Université de Rio de Janeiro, a créé le premier modèle 3D précis du monument le plus célèbre du Brésil, la statue du Christ-Rédempteur à Rio de Janeiro. Le drone a utilisé un plan de vol automatisé en utilisant le GPS et les waypoints tout en prenant des milliers de photographies. Ces photos ont ensuite été assemblées en un modèle 3D précis de la statue à l'aide du logiciel Pix4D [21] [22].

1.2.8.7 L'agriculture de précision

Au cours des dernières années, l'utilisation de drones dans les fermes du bétail aux cultures et les vignes ont profité énormément au fermier. Les capteurs multi-spectrales sur les drones ainsi que la navigation par waypoints GPS permettent au propriétaire de gérer plus efficacement la ferme de la manière suivante [21] [22] :

- fournir des données sur la fertilité des sols pour affiner la fertilisation en détectant les carences ;
- identifiez les parasites, les maladies et les mauvaises herbes. Optimiser l'utilisation des pesticides par détection précoce ;
- l'aide à la gestion des terres comme une imagerie multi spectrale montrera si les cultures doivent être tournées dans les champs ;
- contrôler l'irrigation des cultures en identifiant les zones où le stress hydrique est suspecté et si un drainage supplémentaire ou de l'eau est nécessaire ;
- voir les dommages causés aux cultures des machines agricoles et effectuer des réparations ou remplacer des machines problématiques ;
- compter les plantes et déterminer les problèmes d'espacement permettant d'estimer le rendement des cultures ;
- surveiller le bétail et trouver aussi des moutons ou des bovins en cas de perte ;
- surveiller les clôtures et les bâtiments agricoles.

1.2.8.8 Occasions familiales

Bien que de nombreuses personnes se concentrent aujourd'hui sur toutes les utilisations commerciales, environnementales et de conservation pour les drones, il faut se rappeler que ces drones sont également formidables. C'est un autre élément à emballer avec le panier de pique-nique et le voyage en plein air. Les drones sont plus faciles que jamais à voler et ont de nombreux modes de vol autonomes qui vous permettent de se concentrer sur le tournage. De nombreux drones viennent avec une technologie qui me permet de faire de l'aventure très simple. Tous les drones top ont des caméras GPS, 4k et ont une excellente stabilisation qui permettent de créer des vidéos professionnelles et des prises de vue [21] [22].

1.2.8.9 Patterns météorologiques

Dans les zones touchées par Tornadoes, les chercheurs travaillent avec des drones pour mesurer la basse atmosphère. Ils espèrent pouvoir donner des annonces d'alerte plus tôt avant les grèves de Tornado [21] [22].

1.2.8.10 Environnement

Il existe de nombreuses raisons pour lesquelles des professionnels tels que les ingénieurs environnementaux et les chercheurs scientifiques utilisent de plus en plus des drones. Les avantages de l'utilisation de drones dans les projets environnementaux et de conservation sont nombreux ,nous citons [21] [22] :

- gestion et conservation des animaux ;
- conservation des plants ;
- conservation Forestier ;
- évaluation des cours d'eau et des rivières.

1.2.8.11 Assurance

Les compagnies d'assurance utilisent maintenant des drones pour aider à endommager les bâtiments contre les incendies, les inondations ou les vents violents. Les drones peuvent également être utilisés pour survoler les accidents de la route et des voies ferrées afin d'avoir également accès aux dégâts et d'assister le processus de réclamation[21] [22].

1.2.8.12 La police

Les drones sont beaucoup plus économiques et sont plus largement disponibles que les hélicoptères de police. Vous verrez certainement que d'autres drones sont utilisés par les forces de police de la manière suivante[21] [22]

- sondage et assistance à la gestion des foules lors de concerts et de manifestations ;
- vue aérienne pour faciliter les enquêtes sur les accidents de la voiture et du rail ;
- aide dans le cadre de la recherche et du sauvetage pour trouver des personnes disparues ;
- utilisé dans la recherche et le sauvetage dans les zones sinistrées naturelles ;
- Peut être utilisé dans le cadre de la surveillance communautaire.

1.2.8.13 Les sports

Les drones se retrouvent dans de nombreux aspects du sport. Voici quelques drones de drones utilisés dans les sports [21] [22] :



FIGURE 1.22: Image pour illustration utilisation Drone dans le domaine de sécurité

- les équipes de football américain analysent la stratégie et le jeu ;
- drone racing race course soutenu par ESPN ;
- aider les athlètes à analyser leurs techniques de course ;
- tournage d'événements sportifs extrêmes dans des lieux scéniques ;
- excellent pour le tournage du ski nautique et de la grande vague de surf ;
- championnats du monde de rallye de la FIA filmés pour WRC + TV.

1.2.9 Sécurisation d'un Drone

Imaginez qu'un drone soit piraté et volé au milieu du vol. Le drone commence à partir de son propriétaire. Après avoir couru pour voir où il s'est passé, on ne pourra pas le trouver. Il vient de disparaître.

On perd le contrôle du drone et il se bloque. Mais le problème est que du drone a été piraté. Les drones ressemblent beaucoup à des ordinateurs volants. Ils ont des systèmes d'exploitation, des connexions réseau et du matériel qui ont tous un code programmé. Quelqu'un qui peut pirater un ordinateur peut pirater un drone. Il suffit de faire la connexion à votre télécommande ou au drone en interceptant le signal. Mais il existe des façons dont vous pouvez sécuriser votre drone contre les pirates informatiques [23][24].

1.2.9.1 Antivirus et VPN (Virtual Private Network)

Le premier est un programme anti-virus, ils font généralement partie du logiciel par défaut sur les PC. Mais si, par exemple, on utilise une tablette ou un téléphone

portable pour voler un drone, nous avons encore besoin d'antivirus, car ils peuvent facilement être infectés. Vous pouvez trouver des programmes antivirus gratuits à partir de développeurs. Ils aideront les infections à causer des problèmes lors du pilotage d'un drone. Maintenant, il existe d'autres problèmes qui existent et sont mieux gérés par un deuxième type de programme. En s'abonnant à un service réseau privé virtuel (VPN)⁷, on peut protéger la connexion Internet de l'appareil et empêcher les pirates d'entrer. En termes simples, un VPN agit comme une passerelle entre vous et Internet. Une fois que vous êtes connecté au serveur distant, votre connexion devient chiffrée et votre utilisation Internet anonyme. Ceci est absolument crucial car une connexion Internet non garantie est l'un des points les plus faciles à infecter les appareils avec des logiciels malveillants. Pire encore, un pirate peut même prendre le contrôle direct de d'une machine, ce qui risque de dérober directement un drone [23].

1.2.9.2 Protéger du drone avec le changement de comportement personnel

Les drone hacks récents nous ont appris au moins quelque chose sur la façon dont les pirates peuvent prendre le contrôle des drones. En spoofing les fausses coordonnées GPS, ils peuvent se bloquer ou rediriger un drone. Mais pour ce faire, les pirates doivent d'abord établir une sorte de connexion avec le drone. Ceci est mieux démontré par Samy Kamkar, qui a conçu un drone qu'il appelle SkyJack pour pirater et contrôler d'autres drones. Essentiellement, le drone cherche et intercepte une connexion sans fil au drone et le remplace par son propre. La meilleure façon d'éviter cela, en dehors de l'attente de meilleurs drones, est de surveiller l'emplacement du choix et de modifier les chemins de vol. Des chemins cohérents peuvent être utilisés pour apprendre où un drone sera et en faire une cible facile. Garder un drone en vue vous informera aussi si quelque chose qui ne va pas [23].

1.2.9.3 Drones protégés avec SEL4 OS (operating system)

Alors que le code source est disponible, il sera difficile de trouver un drone avec le système d'exploitation seL4. C'est parce que c'est toujours en développement.

7. VPN :Virtual Private Network

Cependant, il est prévu d'être la norme de l'industrie pour tous les périphériques qui se connectent au net et aux fonctions de contrôle dans le cadre de ce qui a été baptisé "Internet of Things". En termes simples, ce noyau, ou système d'exploitation, isole les fonctions variables du périphérique sur lequel il est installé. Il est important pour les drones car cela empêchera l'ensemble du système d'être compromis, même si un pirate informatique parvient à faire partie intégrante. Pensez-y que le verrouillage du poste de pilotage; Même si le reste de l'avion est pris, le pilote (dans ce cas le logiciel d'exploitation de base) est toujours en sécurité [23].

1.3 Conclusion

Dans ce chapitre, Nous avons introduit la définition et la caractéristique de la ville intelligence (Smart City). Aussi nous avons donné des explications pour la technologie de Drone (UAV) et la dispositif de cette technologie. Nous avons clarifié la relation entre la ville intelligence (Smart City) et la technologie de Drone(UAV), nous avons expliqué que cette technologie est en mesure de fournir une amélioration de la ville intelligence dans plusieurs domaines et spécialement dans la domaine sécurité de la ville. Dans le chapitre suivant, nous fournirons et expliquer les activités existantes précédemment et les méthodes utilisées dans le domaine de la sécurité de la ville intelligence (Smart City) en utilisant cette technologie moderne.

Chapitre 2

Introduction

Le développement de la ville intelligente est tous les jours ou plutôt chaque heure dans divers domaines afin de rendre la vie plus facile et plus confortable et surtout plus sûre. On s'attend à ce que la nouvelle technologie des véhicules aériens sans pilote ou connue sous le nom de drone joue un rôle clé dans la ville intelligente pour travailler sur la sécurité de la ville et la protection. Avec l'avantage de cette technologie pour fournir un soutien pour une gamme de cas d'utilisation : Médical, transport, police et protection de l'infrastructure. Dans ce chapitre. Nous discutons de diverses méthodes dans différent domaines pour sécuriser la ville intelligente (Smart city) à base de drone.

2.1 Sécurité la ville intelligente à base drone (UAV)

Avant que nous connaissions l'importance de la nouvelle technologie du drone dans la ville intelligente et ce qui pourra donner comme service pour rendre la ville plus sûre, nous allons justifier :

- C'est quoi l'autorisation d'utiliser le drone et la sécurité du système de drones (La cybersécurité).

Pay	Organisation
US (United States United)	FAA
UE (United Europe)	FAA
Danemark	ATLA
UK (United Kingdom)	CAA

TABLE 2.1: Montre une organisation responsable pour UAV de différent pays.

2.1.1 Autorisation d'utiliser le drone

L'utilisation du Drone dans une ville intelligente pour effectuer certains travaux (missions) n'est pas autorisée si l'utilisateur n'a pas de licence à utiliser par l'organisation responsable. Cette licence contient des règles à respecter, ces organisations diffèrent d'un pays à l'autre. Au sein des États-Unis, la Federal Aviation Administration (FAA)¹ fournit la règle. Cela doit être suivi en particulier le petit drone. Le **tableau 2.1** suivant montre une organisation responsable pour UAV de différent pays.

2.1.2 La cybersécurité

La nouvelle technologie du drone (UAV) pour la sécurité de la ville intelligente, le système de drone doit être sûr, stable, résilient et durable, de sorte que le drone ne serait pas un danger pour la ville intelligente en même temps.

Les systèmes de drones sont similaires dans leur concept à beaucoup d'autres types de systèmes de technologie de l'information comme les points d'extrémité, des canaux de communication, des constructions de messagerie et des systèmes principaux qui traitent et stockent des données. La Figure 1 donne un aperçu des activités que les personnes qui mettent en œuvre un système intégré de drones devront prendre en compte tout au long du cycle de vie de ce système.

1. FAA :Federal Aviation Administration

Planification	Conception de système intégrée	Sécurité D'acquisition	Intégration / Test Deployment	
Établir une gouvernance pour le programme de drones	Modèle de menace	Validation de Sécurité de Plate-forme	Authentification et Autorisation	Assurez Disponibilité
Établir un cadre de gestion des politiques	Évaluation d'Impact de Vie privée	Accords de Niveau de sécurité de Prestataire de services	Communications Sécurisées	SF/WF/Patch Gestion(Direction)
Établir des lignes directrices sur la sécurité du personnel	Élasticité	Sélection Logicielle	Données Sécurisées au repos	Enregistrement Controle,Audit
Établir le tableau de commande de configuration (CCB)		Gestion des stocks	Contrôle de la qualité	Larges de système Tests de Pénétration
			Funcional Tests de Sécurité	Isolement D'incident et Réponse
			Funcional Tests de Sécurité	Isolement D'incident et Réponse

TABLE 2.2: Cycle de vie de système Drone

2.1.2.1 Planification

Planification permet d'identifier et documenter les règlements au niveau national auxquelles les programmes de drones doivent adhérer pendant les opérations. Les règlements applicables sont basés sur l'emplacement de la ville [25][26].

— Etape 1 : Établir une gouvernance pour le programme de drones

La nomination d'un haut fonctionnaire en tant qu'agent de sécurité des drones (DSO)² et la fourniture de ce rôle avec les ressources nécessaires pour mener à bien les activités identifiées dans ce document constituent une première étape. L'agent de sécurité des drones devrait être responsable de l'exploitation sécuritaire de tous les drones de la flotte municipale. Les principes de gouvernance du programme de drones devraient être établis pour assurer suffisamment la protection de la vie privée et la défense contre les cyber-menaces. Si le besoin se fait sentir de démonter un drone, la partie concernée doit fournir les raisons nécessaires et demander l'approbation de l'ASM avant de prendre des mesures. La même gouvernance doit être établie pour l'adoption et le développement des technologies, l'exécution de la maintenance et la sécurité des ressources humaines. Les agences dans une zone géographique devraient également se concentrer sur la collaboration croisée en cas

2. DSO : Drone Security Officer

d'urgence. Cela peut être accompli en convenant de normes de gouvernance aux niveaux exécutifs des municipalités [25][26].

— **Etape 2 : Établir un cadre de gestion des politiques**

La modification de certaines mesures de protection dans le système pourrait empêcher les drones de fonctionner comme prévu. Les menaces internes sont une préoccupation importante dans un système de drones, étant donné la capacité des plates-formes de drones à infliger des dommages ou des dommages aux citoyens et aux biens [25][26].

2.1.2.2 Conception de système intégrée

Les systèmes de drones municipaux peuvent devenir assez complexes avec plusieurs plates-formes de drones (de différents fournisseurs), logiciels de gestion de vol, systèmes de charge, liaisons de communication et interfaces vers / depuis différents systèmes de données. Des systèmes comme celui-ci doivent être conçus avant l'intégration et les activités de sécurité doivent occuper une place importante dans cette conception [26][27].

— **Etape 1 :Modèle de menace**

Les activités de modélisation des menaces aideront à identifier les menaces uniques à la mise en œuvre de ville. Ceci est essentiel pour comprendre les atténuations qui doivent être appliquées pour maintenir les systèmes de drones sûrs et sécurisés [26][27].

— **Etape 2 : Évaluation d'Impact de Vie privée**

Les drones sont des appareils photo (des caméras) essentiellement volants. Cependant, ils fournissent aussi une plate-forme pour l'utilisation d'une autre technologie de capteur. Il est important que les citoyens sont mis au courant que les drones volent sur eux pour prendre des images et d'autres données par des drones volant sur eux ou leur propriété. La notification est essentielle pour un programme de drone municipal - fournissent la notification par autant des moyens que possible. En définissant pour quelles données (par exemple, des images) peuvent être utilisées est aussi important, comme décrit n'importe quelles données partageant des accords et des procédures de disposition pour des données. Les municipalités peuvent aussi vouloir considérer des préoccupations de citoyen quant à l'empiétement sur leurs espaces privés. Par exemple, drones municipaux volant sur piscines

en terrasse, près de fenêtres domestiques ou sur arrière-cours [26][27].

— **Etape 3 : Évaluation d’Impact de Sécurité**

On considère des drones un Système Physique Cyber (CPS)³ à cause de l’intégration du monde physique et électronique. Cela signifie que quelqu’un qui prend le contrôle d’une de ces plates-formes peut l’utiliser pour voler dans une victime, une voiture, etc. dans une tentative de causer le ravage ou la destruction. De plus, ayant un adversaire prend une des plates-formes de drone hors connexion (en mode autonome) (par exemple, le déni de service) pourrait aussi avoir des ramifications de sécurité si la mission destinée ne peut pas être accomplie. Il est important de conduire une évaluation d’impact de sécurité pour définir ce qui pourrait tourner mal d’une perspective de sécurité et, si nécessaire, concevoir des contrôles superflus de sécurité dans les aspects divers du système de drone [26][27].

— **Etape 4 : Élasticité**

Si un drone détecte, par exemple, qu’un échec est imminent, le drone est programmé pour retourner à une coordonnée désignée. Le même devrait être possible si le drone ou un certain autre composant dans le système de drone détectent une cyber-attaque potentielle [28].

2.1.2.3 Sécurité d’Acquisition

La protection et la validation des nouveaux appareils est une nécessité pour la protection de toute la plate-forme de drones. Les dispositifs doivent être surveillés lors de leur expédition et des mécanismes doivent également être utilisés pour vérifier l’altération et les implants à l’arrivée [28][25].

— **Etape 1 : Validation de Sécurité de Plate-forme**

Il est important de discuter avec des vendeurs de plate-forme de drone pour comprendre les contrôles de sécurité qui ont été mis en place pendant le développement et le test des plates-formes. A cet effet, il faut donner la préférence aux vendeurs qui ont :

- Méthodologies de développement sécurisées établies pour leurs offres de drone
- Incorporé FIPS 140-2 a approuvé des bibliothèques cryptographiques pour supporter le chiffrement, l’authentification et des contrôles d’intégrité

3. CPS :Système Physique Cyber

- Le 3ème partie est incorporé testant des services pour valider la posture de sécurité de leurs systèmes
- Des services de gestion de logiciel/microprogramme/pièce rendus disponible pour rapidement mettre à jour des drones achetés

C'est aussi une idée intelligente de comprendre quelles bibliothèques open source peuvent avoir été employées dans une plate-forme de drone. Ceci permet aux administrateurs de sécurité de tenir à jour sur les fragilités qui peuvent affecter des modules dans le drone et les corriger au besoin [28][25].

— **Etape 2 : Accords de Niveau de sécurité de Prestataire de services**

Le travail avec n'importe quels prestataires de services de nuage (SaaS)⁴ pour créer des accords de niveau de sécurité. Selon la nature du fournisseur, les accords peuvent inclure des sujets comme [28][25] :

- Espérances de disponibilité
- L'accès aux données pour contrôler des buts
- Disposition de support pendant activités de réponse d'incident

— **Etape 3 : Sélection Logicielle**

La sélection technologique et d'application est quand les organisations veulent trouver une solution qui sera mise en œuvre à une échelle métropolitaine. La phase de sélection logicielle est importante pour la stabilité opérationnelle du programme de drones, comme la technologie devrait être choisie avec des contrôles de sécurité cybers appropriés et des défenses en mémoire, quand les municipalités considèrent les fonctionnalités désirées et les caractéristiques, ils doivent aussi considérer des possibilités de dégâts et l'attaque [26][27].

4. SaaS : Software as a Service

2.1.2.4 Intégration / Test / Déploiement

— **Etape 1 : Établissez des Procédures d'autorisation Et l'Authentification**

Un système de drone est une intégration complexe de matériel, logiciel et services basés sur le cloud. Flight Management Software fournit la planification d'itinéraire tout en s'interfaçant aux services qui peuvent fournir des bases de données de navigation, des informations météorologiques et d'autres données. Les données recueillies par les drones peuvent être déchargées après le vol vers des services basés sur le cloud qui fournissent la modélisation 2D / 3D, l'analyse des données et d'autres services. Chacune de ces interfaces devrait nécessiter des contrôles d'authentification et d'autorisation. Des méthodes pour y parvenir grâce à des certificats basés sur l'infrastructure à clé publique favoriseraient la mise en œuvre de la sécurité de la couche de transport bidirectionnelle entre le système, idéalement avec l'authentification bidirectionnelle. Quelle que soit l'approche technique mise en œuvre pour un système de drones particulier, il est important d'intégrer les techniques d'authentification et d'autorisation [25][26][27][28].

— **Etape 2 : Gestion de Politique Flexible**

Les systèmes de drones sont de nature dynamique, avec de nombreuses personnes impliquées dans l'exploitation et la maintenance des plates-formes et des systèmes d'infrastructure de soutien. En outre, des nouvelles capacités et fonctionnalités seront développées pour permettre aux drones de communiquer entre eux (par exemple, en peloton) et avec de nouveaux services de Cloud Computing. Les municipalités doivent mettre en œuvre des capacités de gestion de politiques flexibles pour prendre en charge les décisions d'authentification dynamique et de contrôle d'accès [26][27].

— **Etape 3 : Communication sécurisée**

Les communications par drones sont souvent segmentées entre les données de commande et de contrôle, la télémétrie et la vidéo, avec différents mécanismes de sécurité appliqués à chacun. Cela est souvent dû à la plus grande bande passante nécessaire pour prendre en charge la transmission de vidéo. Les données du drone sont transmises à différentes fréquences en fonction du pays d'opération. Aux États-Unis, le drone est souvent effectué à 915 MHz ou 2,4 GHz. Les données

de télémétrie sont souvent transmises par le drone, et la vidéo est souvent transmise par le drone à 5,8 GHz. Dans le cas du lien entre un pilote et un drone mis hors ligne, les drones doivent être programmés avant le vol avec des procédures de liaison perdues. Ces procédures, souvent programmées dans le logiciel de gestion de vol, devraient fournir au drone les informations dont il a besoin pour rentrer chez lui en toute sécurité en cas de perte de communications. Bien que les drones puissent utiliser les fonctions de sécurité activées par ces réseaux, il est de la responsabilité des fabricants de drones d'assurer une utilisation efficace des services de sécurité du réseau. Des API⁵ entre le logiciel de gestion de vol et divers services de support tiers seront également mis en œuvre. Les services qui fournissent des données pour la consommation par le logiciel de gestion de vol fournissent souvent des informations essentielles à utiliser dans la planification d'itinéraire. Crypter toutes les interfaces dans le système de drones en utilisant des algorithmes cryptographiques acceptables pour votre pays. Il est conseillé de chiffrer les données à l'aide des clés publiques des systèmes de la municipalité afin de restreindre l'accès à ces données provenant de sources non autorisées [25][27][28].

— **Etape 4 : Base de données de Drones Municipale**

Les systèmes de drones doivent être bien surveillés et contrôlés, une base de données nationale doit être établie pour documenter et enregistrer tous les stocks de drones, les numéros de série, les canaux de matériel et de fréquence, les activités historiques et les opérations. Par exemple, aux États-Unis, le service d'enregistrement sUAS existe pour l'immatriculation des aéronefs pesant entre 0,55 lb. Et 55 lb. Toutes ces informations doivent être consolidées pour garantir la responsabilité et la responsabilité des opérateurs de drones. La base de données pourrait être activement utilisée pour trouver des vulnérabilités, des anomalies et des incidents, mais aussi être utilisée dans des enquêtes comme preuve [25][26][28].

— **Etape 5 : Données Sécurisées Au repos**

Des données opérationnelles et des données d'imagerie peuvent être stockées sur le drone (par exemple, carte SD, etc.) et doivent être cryptées au cas où le drone serait perdu et saisi par quelqu'un. Le cryptage pourrait être basé sur des algorithmes de cryptage asymétrique nécessitant l'implication des centres de commande et de contrôle dans le décodage des données correspondantes au démarrage,

5. Application Programming Interfac

ce qui permettrait d'accéder aux données du drone uniquement après communication avec le centre de commande [26][27].

Les ingénieurs de sécurité doivent identifier un ensemble d'exigences de sécurité fonctionnelle à appliquer au système de drones municipaux au stade de la planification. La sortie du modèle de menace fournira une opportunité pour établir ces exigences de sécurité fonctionnelles. Créez pour chaque exigence de sécurité un ensemble de tests pouvant être exécutés une fois le système intégré. Exécutez ces tests régulièrement pour vous assurer que les contrôles de sécurité du système fonctionnent comme prévu [26][27].

— **Étape 6 : Passez en revue le 3ème Code de Parti**

3rd party modules peuvent être installés sur des plates-formes de drones et ceux-ci pourraient être utilisés pour exécuter des fonctions supplémentaires et fournir des fonctionnalités. Des fonctionnalités supplémentaires pourraient être utiles pour le programme de drones, mais pourraient introduire des vulnérabilités et des menaces. Il est également important de suivre régulièrement les nouvelles menaces et vulnérabilités introduites dans les codes de tiers et de les atténuer afin d'éviter les risques de sécurité [25][28].

— **Étape 7 : Assurez la Disponibilité**

On s'attend à ce que les drones offrent des services pour satisfaire les besoins urbains, municipaux et commerciaux, en substituant d'autres services qui exigent plus de temps et de coût [28].

— **Étape 8 : Emplacement suivant à la trace assurance**

Les signaux tels que GPS et GLONASS, couramment utilisés pour le suivi de localisation ne sont pas sécurisés ou authentifiés, donc facilement usurpés. Dans le cas des systèmes de drones municipaux, d'autres techniques de localisation doivent fonctionner en parallèle. Des exemples comprennent le suivi à travers des réseaux cellulaires (par exemple, ID de tour mobile), une base de données de signaux WIFI, des systèmes d'information géographique (SIG), des RFID ou même des solutions personnalisées avec des tours de localisation distribuées sur une zone métropolitaine [27].

— **Étape 9 : Protection contre perturbation de canaux de communication/brouillage**

Les signaux de brouillage pourraient être la cause de la perturbation du service et du déni de service pour les systèmes de drones reposant sur la communication

sans fil. La surveillance des signaux de brouillage pourrait être effectuée par des systèmes implantés dans les régions où les drones sont opérationnels. La même chose pourrait être faite par les drones eux-mêmes, mais pourrait être limitée, nécessitant des instruments supplémentaires tels que des fréquences de sauvegarde ou de l'équipement de communication, des routes de secours d'urgence, etc [26].

— **Etape 10 : Maintenez des contrôles d'intégrité et prémunissez contre le logiciel malveillant**

Les contrôles d'intégrité sont une caractéristique essentielle de tout système numérique moderne. Ils représentent les mesures en place pour promouvoir, surveiller et maintenir l'intégrité, protéger la qualité et la durabilité des opérations du système de drones, minimisant ainsi la conformité et les violations des politiques. Il y a beaucoup d'utilisation des contrôles d'intégrité dans le contexte des systèmes de drones. Les exemples incluent la protection d'intégrité des bases de données de navigation (par exemple, la planification d'itinéraire, les instructions de geofence, les zones d'interdiction de vol, les routes d'urgence) [27][28].

— **Etape 11 : Le logiciel/le microprogramme/rapièce la gestion**

Des contrôles de vérification de l'intégrité devraient être en place et faire partie des routines du programme de drones, pour s'assurer que les données, les actifs, les opérateurs et les centres de contrôle du programme de drones sont bien protégés. Les contrôles de vérification de l'intégrité peuvent être appliqués au microprogramme de l'appareil, aux sources de mise à jour et aux fonctions de gestion des correctifs. Des fonctions de gestion des changements appropriées doivent être en place lors de l'application de tout changement de logiciel / micrologiciel [27][28].

2.1.3 Avantage utilisation des drones pour sécurité la ville intelligente

Il y'a beaucoup d'avantage à l'utilisation des drones pour sécuriser la ville intelligente dans la plusieurs domaines d'application :

- **Minimiser les coûts et les risques** : simultanément économiser de l'argent tout en minimisant les risques traditionnels présentés aux équipes d'arpentage.
- **Résistant aux intempéries** : TUV test pour garantir un vol sûr et fiable dans toutes les conditions météorologiques.

- **Transférable** : transférez facilement des données d'arpentage à n'importe quel système de gestion d'actifs numériques pour une analyse plus approfondie.
- **Données précises** : obtenez une analyse précise des volumes de terre et de matériaux du ciel en une fraction du temps.
- **Meilleure visibilité** : minimisez les surprises non désirées, fournissez des informations utiles et aidez le personnel d'urgence à éviter les dangers.
- **Des conceptions multifonctionnelles** : s'adapter aux exigences de la situation actuelle plus rapidement et plus facilement que jamais avec le système de charge utile click and go.
- **Facile à déployer** : se déploie en quelques secondes en arrivant sur les lieux. Pour répondre plus rapidement et minimiser le danger pour ceux qui ont besoin d'aide.
- **Conscience en temps réel** : équipé d'un capteur infrarouge et d'un détecteur de vibration, il détecte les individus et les radiations qui, autrement, ne seraient pas visibles.
- **Visibilité accrue** : avec un capteur infrarouge pour maximiser la capacité de détecter la détresse ionique individuelle.
- **Réduire les coûts et améliorer la sécurité** : minimiser les erreurs humaines et l'exposition aux situations dangereuses.
- **Compatible** : transférez les données d'inspection dans n'importe quel système de gestion des ressources numériques pour une analyse approfondie.

2.1.4 Sécurité la ville intelligente a base drone

Permis les approches qui utilisent le drone pour la sécurité de la ville intelligente dans différent domaine (médical, transport, pollution, police, agriculture), on cite les approches suivantes :

2.1.4.1 Domaine Police

Les drones ils peuvent facilement atteindre des endroits qui sont trop difficiles à atteindre ou dangereux pour les êtres humains et recueillir des images à vol d'oiseau grâce à la photographie aérienne. Permettre aux drones d'identifier des personnes sur le terrain

est important pour une variété d'applications, telles que la surveillance, la recherche de personnes et la surveillance à distance. Puisque les visages font partie des identités inhérentes des personnes, Tokyo City Sécurité Autorité a incorporé la technologie de reconnaissance faciale à l'aide d'un drone (UAV) au Marathon de 2016, pour améliorer la sécurité des coureurs en Tokyo, en réponse au bombardement du marathon de Boston en 2015, ce qui a entraîné la mort et les blessures de plusieurs personnes et les attaques qui ont eu lieu à Paris, qui a également abouti à environ 100 personnes. Ce qui a fait que les autorités de sécurité utilisent de nouvelles méthodes, y compris la reconnaissance faciale en utilisant un Drone (UAV). Une société de sécurité japonaise connue sous le nom de « Seocon » a introduit un système d'authentification « personne-face » utilisant les images de diffusion exclusives fournies par le Drone [13]. Le principe de ce système est de prendre des photos de coureurs à l'entrée de la porte, et les comparer aux images préenregistrées, il a utilisé environ 900 coureurs. Lancez un drone pour la surveillance marathon voler avec caméra peut obtenir une capture de visage multi image de racer ou public puis envoyer cette image ou ces données au service de sécurité. Ensuite, le processus continue par analyser cette image dans le centre de service de sécurité et de comparer cette image exclusive prise par un véhicule aérien sans pilote avec une base de données d'images pour identifier le suspect [29].

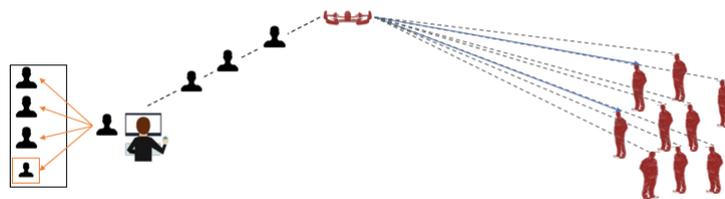


FIGURE 2.1: Figure II.2 : illustration la technologie reconnaissance faciale a base drone.

En plus de cela, la police de Tokyo a organisé la mise en attente de plusieurs drones intercepteurs. Ils ont été mis en place pour capturer des drones suspects, entrer dans la zone protégée.

2.1.4.2 Domaine Transport

Il y a plus d'un milliard de voitures sur la planète. Les coûts stupéfiants associés aux embouteillages et aux accidents affectent à la fois les pays développés et en développement. Ces changements sont mieux justifiés et planifiés avec des données. Il existe différentes façons de collecter de telles données, allant des observateurs avec des blocs-notes aux radars, aux tubes pneumatiques et aux caméras. La vidéo s'est avéré un outil très utile et est actuellement le secteur qui connaît la croissance la plus rapide. Les caméras peuvent maintenant être transportées au-dessus de toutes les structures, arbres et véhicules, de sorte que rien n'obstrue la vue. Ce nouveau point de vue permet aussi bien plus que le simple comptage : on peut acquérir des trajectoires complètes de tous les véhicules. En 2012, un projet de recherche a été lancé à l'Université de technologie de Brno. Le projet a relié deux équipes, l'une de la Faculté de génie civil et l'autre de la Faculté d'informatique. L'équipe d'informaticiens a réussi à créer quelque chose de nouveau : une manière entièrement automatisée de détecter et de suivre les véhicules en vidéo, de manière algorithmique. Une fois la vidéo stabilisée et l'optique compensée, des techniques de vision par ordinateur peuvent être appliquées. Après la fin du projet, l'équipe informatique a constaté que la technologie était trop bonne pour être un projet académique. Un spinoff est né, et donné le nom DataFromSky [14]. Le Principe de cette technique a été commercialisée en tant que service permettant de transformer la vidéo aérienne en données de trafic donc elle a besoin d'autres parties pour le compléter. Un opérateur d'UAV est nécessaire pour enregistrer la vidéo sur le site, ce qui est généralement précédé par l'obtention de permis et l'élaboration de temps appropriés et le placement d'UAV. Après que les données de trafic sont extraites de la vidéo, un expert sur le trafic pourrait être nécessaire pour interpréter [30].

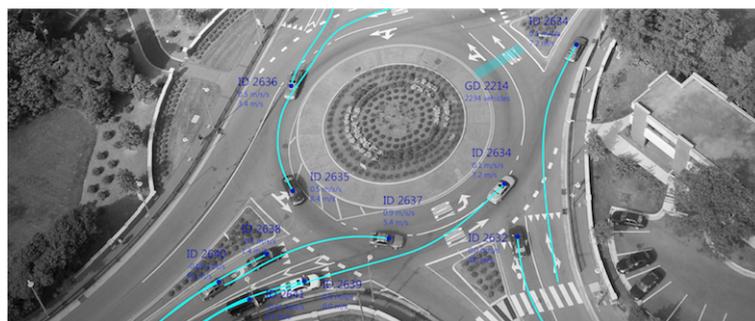


FIGURE 2.2: Analyse et collection de donne à base drone.



FIGURE 2.3: Analyse et collection de donnée à base drone.

2.1.4.3 Domaine Médical

Près d'un million d'européens souffrent d'un arrêt cardiaque chaque année et seulement 8% survivront. Une fois que le cœur cesse de battre, il faut environ 4 à 6 minutes pour que le cerveau meure. Malheureusement, le temps de réponse moyen pour les ambulances est d'environ 10 minutes. Alec Momont, un étudiant diplômé de l'Université de technologie de Delft (TU Delft), a conçu un drone qui fournit une réponse professionnelle en une minute. Cela pourrait potentiellement augmenter le taux de survie de l'arrêt cardiaque à un taux étonnant de 80%.

L'idée du d'Alec Momont, est venue après la découverte du(que le) temps de réponse parfois trop long des services d'urgence, par exemple à cause d'un trafic difficile. Certaines personnes prennent parfois jusqu'à dix minutes pour atteindre la victime, alors que la mort cérébrale entraînant la mort survient quatre à six minutes après un arrêt cardiaque. Avec le drone, l'objectif est d'intervenir sur zone en une minute [31].

Lorsqu'une personne est victime d'un arrêt cardiaque, un passant appelle le 112, qui est le numéro d'urgence européen. En ligne avec un opérateur, il explique la situation. La géolocalisation du smartphone est alors utilisée pour établir le trajet aérien du « drone ambulancier », qui pourra voler jusqu'à 100 km/h pour atteindre sa destination, et de façon autonome. Si la victime se trouve dans un bâtiment, le passant est invité à attendre à l'extérieur pour récupérer le drone. Celui-ci peut alors être transporté à la main. À partir de là, le passant pourra raccrocher son téléphone et suivre directement les instructions de l'opérateur via le drone, celui-ci étant équipé d'un micro, d'une caméra et de haut-parleurs.



FIGURE 2.4: Drone de TU Delft.



FIGURE 2.5: Représente le temps d'arrivée de l'ambulance et le drone à la place de victime.

2.1.4.4 Domaine pollution

Le parlement chinois, en lançant un vaste plan de réduction d'émissions des industries lourdes et de l'automobile et une « guerre à la pollution ». Il qualifie cette pollution « d'avertissement de la nature face à un modèle de développement aveugle et inefficace ». Le constructeur Aviation Industry Corporation of China (AVIC) en a profité pour

proposer les services de son drone anti-pollution doté d'une aile de parapente [32].

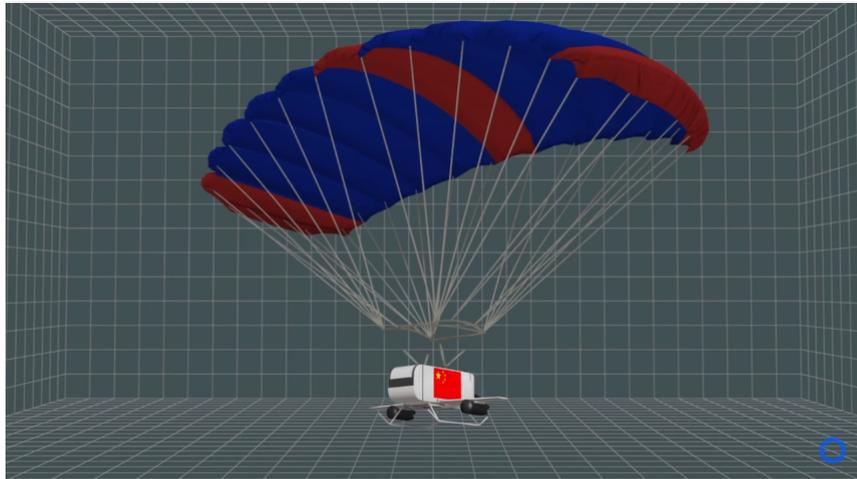


FIGURE 2.6: Représente Drone anti-pollution.

Ce Drone peut charger jusqu'à 700 kg de substances chimiques – trois fois plus qu'un avion habituel – et les disséminer dans une zone de 5 kilomètres à la ronde.

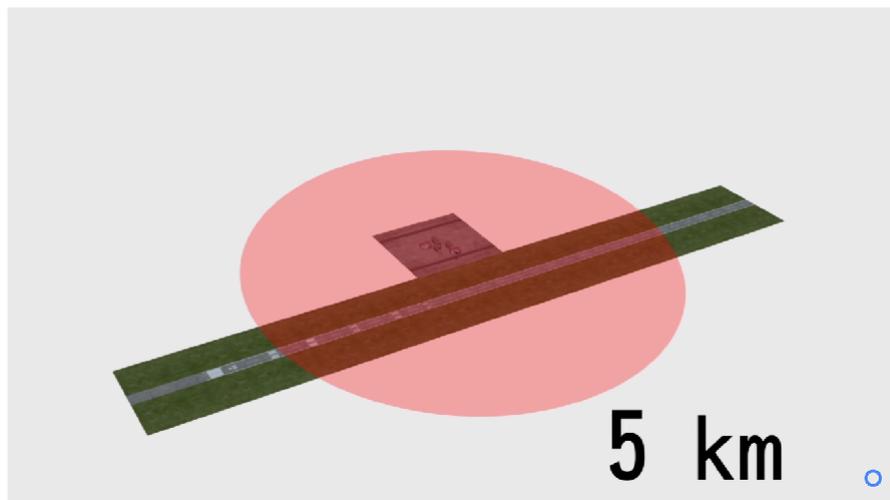


FIGURE 2.7: Présente espace qui peut être couvert.

Les produits chimiques gèleraient les particules présentes dans l'air et les feraient retomber au sol.



FIGURE 2.8: Illustration le processus anti-pollution.

2.1.4.5 Domaine Agriculture

Le riz étant un aliment de base important au Japon, l'agriculture est une industrie extrêmement importante. Un projet conjoint entre l'Université Saga et l'entreprise informatique OPTIM utilise la technologie des drones pour aider à protéger à la fois le riz, le soja et la pomme de terre dans la préfecture de Saga. Il a réussi à rechercher et à détruire 50 divers types de parasites, y compris les moucheron et les mites. "AgriDrone OPTIM" [33].

Il s'agit de développer un drone pour une patrouille entièrement autonome afin de préserver le champ agricole des insectes nuisibles et des produits chimiques de pulvérisation pour empêcher la destruction des cultures et garantir une bonne récolte tout en veillant à ne pas contaminer le sol.



FIGURE 2.9: AgriDrone OPTIM.

L'objectif principal de l'AgriDrone est l'insecte qui endommage les champs de riz. Principalement utilisé ce Drone à la nuit, après avoir sélectionné la zone de domaine de l'agriculture en utilisant la technologie GPS. Les fichiers de drones sur les champs avec UV Bug Zapper pour attirer l'insecte. Lorsque l'insecte entre l'espace entre la grille de maille, le bug lui-même complète le circuit électrique, causant l'insecte à être étourdi.

L'utilisation d'AgriDrone aux caméras (infrared et thermal), pour analyser la capture



FIGURE 2.10: Utilisation Bug Zapper avec Drone.

d'image multi-spectre de la caméra pour trouver l'insecte avec l'analyse d'image que les doses cibles de tir de pesticide où les insectes se rassemblent en nombre nocif. Nous pouvons identifier les zones qui ont besoin de pesticides et protéger le sol de la pollution réduit également considérablement la surexposition des plantes aux pesticides.



FIGURE 2.11: Identifier les zones qui ont besoin de pesticides.

2.1.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les principale approches utilisées pour la sécurité de la ville intelligentes dans différents domaines à base de drone (Police, transport, médical, agriculteur, pollution). Dans le chapitre suivant, Nous allons décrire de notre système et la conception générale et une conception détaillée.

Chapitre 3

Introduction

Dans ce chapitre, nous allons décrire la conception d'un système de sécurité dans une smart city. Il s'agit du développement d'une solution de protection et de sécurité d'une smart city afin de proposer des approches de sécurité à base de drone. L'idée d'utiliser des drones vient après voir des avantages de cette technologie qui fournit des solutions pour l'amélioration de la sécurité dans différents domaines de smart city. Nous avons besoin plusieurs choses pour préparer l'environnement pour l'analyse et le traitement des données pour la décision. Nous avons construit un serveur pour l'analyse et de traitement des données, et un drone avec caméra embarqué ou caméras sans fil et quelques composants électroniques. Dans notre projet, nous avons traité au plusieurs domaines de sécurité de smart city (Transport, Médical, Industriel, Sécurité). Dans ce chapitre nous présentons les différents outils utilisés dans les systèmes proposés et présentons l'architecture détaillée de chaque système.

3.1 Domaines d'intérêt de l'étude conceptuelle

Pour assurer que notre smart city soit protégée, d'abord nous avons besoin d'assurer la sécurité dans différents domaines. La figure suivante représente les domaines à traiter :

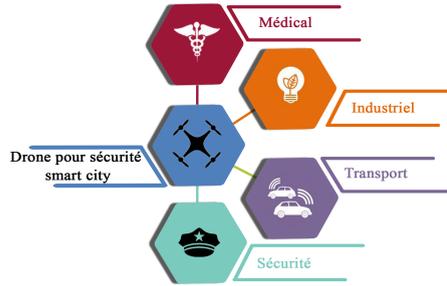


FIGURE 3.1: Illustration les domaines d'intérêt de l'étude conceptuelle .

3.1.1 Domaines Industriel

Notre système est conçu pour répondre au problème de la pollution de l'aire dans la smart ci-ty. Et surtout agir en cas de diffusion de gaz toxique et nuisible à l'humain. La figure suivante représente l'architecture global de notre système :

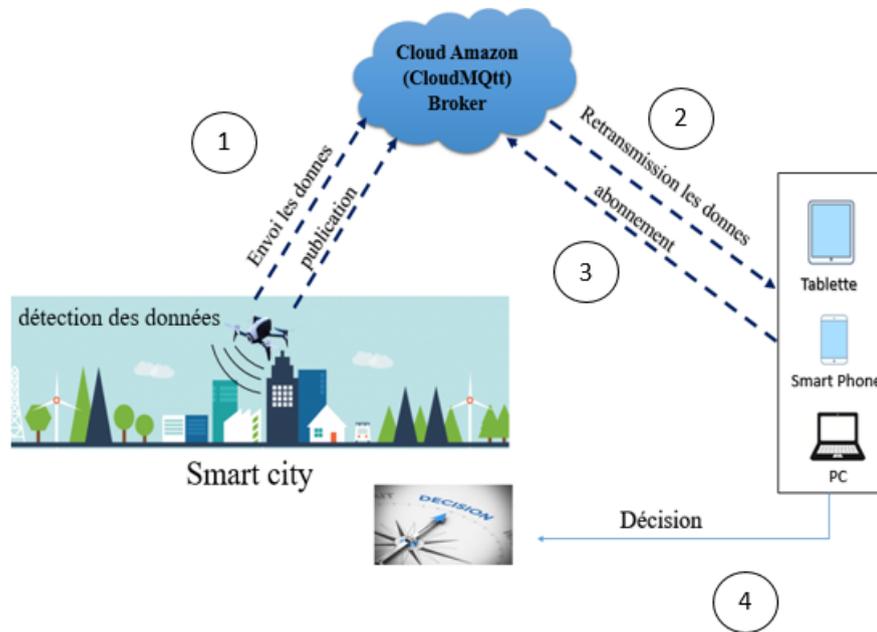


FIGURE 3.2: Architecture globale du domaine industriel.

Comme le montre l'architecture précédente on peut déviser notre système en quatre parties :

3.1.1.1 Partie Drone

Dans cette partie nous avons travaillé sur un Drone réel de type (Parrot AR.Drone 2.0), ce drone est doté d'un ensemble des composants électroniques : Arduino et Capture

de Gas pour détecter le type de Gas dans l'air.



FIGURE 3.3: Modele parrot AR Drone 2.0.

Le rôle de ce drone est d'aller vers un chemin spécifique et collecter des informations de l'air, fi-nalement envoie ces données collectées vers Cloud.

3.1.1.2 Partie Cloud

Dans cette partie nous avons acheté réellement un service cloud d'une entreprise AMAZON (CloudMQTT). Le rôle de ce service est de recevoir les informations obtenues par le drone et les stocker et en-suite faire la retransmission aux dispositifs spécifique.

3.1.1.3 Partie Dispositifs (Smart phone, PC, Tablette)

Dans cette partie les dispositifs reçoivent les informations envoyées par le service cloud pour analyser ces données et afficher le résultat final.

3.1.1.4 Partie Communications

Dans cette partie nous avons choisi le protocole de communication MQTT (Message Queueing Telemetry Transport). MQTT est un service de publication/abonnement TCP/IP simple et extrêmement léger. Il fonctionne sur le principe client/serveur, il est le plus utilisé dans le domaine IOT (Internet Of Thing), à cause de leur avantage (MQTT est ouvert, simple, léger et facile à mettre en œuvre) [34]. Il est idéal pour répondre aux besoins suivants [34]

- articulièremment adapté pour utiliser une très faible bande passante.
- idéal pour l'utilisation sur les réseaux sans fils.
- Faible consommation en énergie.
- Très rapide, il permet un temps de réponse supérieur aux autres standards du web actuel.
- Permet une forte fiabilité si nécessaire.
- Nécessite peu de ressources processeurs et de mémoires.

3.1.2 Fonctionnement

Le fonctionnement de notre système est illustre dans la figure suivante, qui représente son fonctionnement global.

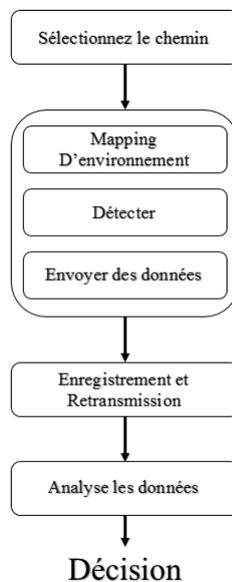


FIGURE 3.4: Fonctionnement de notre système dans le domaine industriel.

Comme le montre cette figure, le fonctionnement de notre système est composé de 5 phases.

3.1.2.1 Phase sélection du chemin

Dans cette étape, grâce à un dispositif (Smart phone, PC, Tablette), l'expert choisit le chemin que le drone va parcourir.

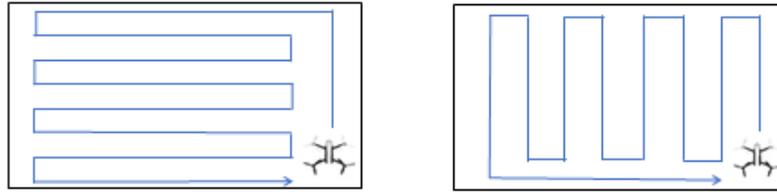


FIGURE 3.5: illustrations de la phase de selectionnez du chemin du Drone.

3.1.2.2 Phase (Mapping/Détecter/Envoyer les données)

Le drone navigue dans l'environnement et en même temps détecte du gaz et le transmet au Cloud sous forme des paquets qui contiennent les informations de gaz suivantes (LGP, CO, SMOCKE) et la position GPS du drone (X : Y).

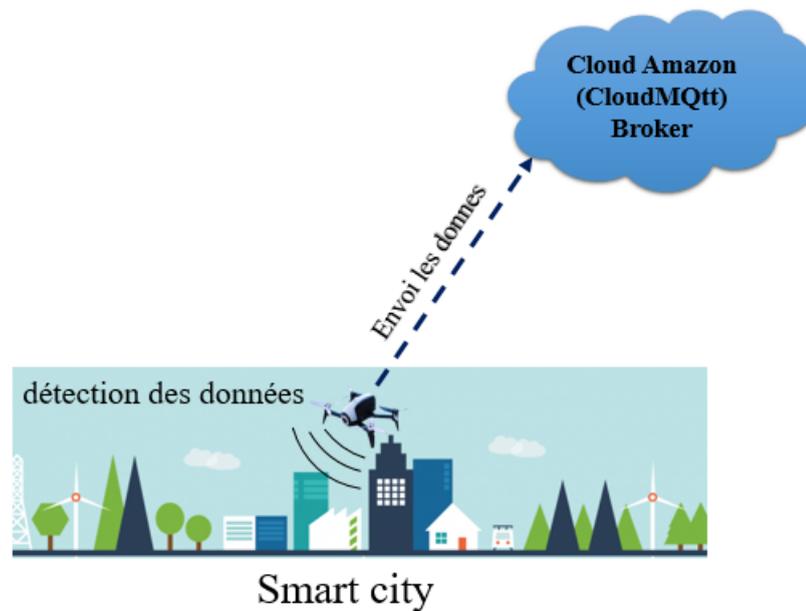


FIGURE 3.6: Description de la phase (Mapping/détecter/Envoyer les données).

3.1.2.3 Phase stockage et retransmission

Le cloud stocke les informations collectées par le drone et retransmet ces informations au dispositif d'expert.

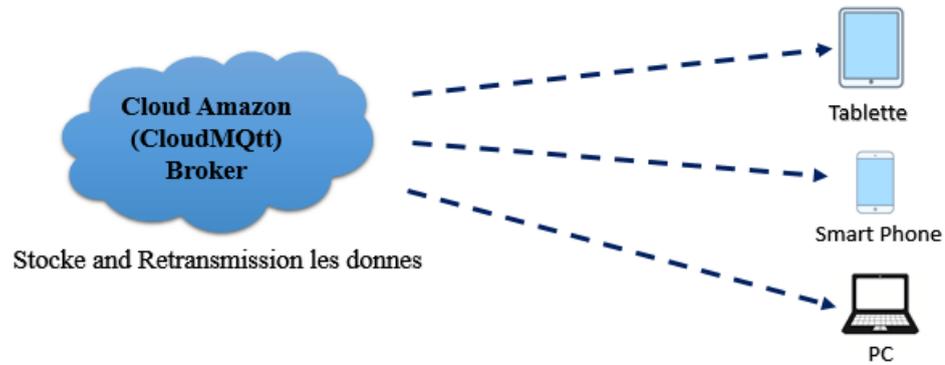


FIGURE 3.7: Illustrations de la phase de stockage et retransmission.

3.1.2.4 Phase analyse de données

Après que le dispositif a reçu les informations envoyées par le cloud, il les décompose en fonction de leur type de données et construisent l'histogramme puis resserrent l'image.

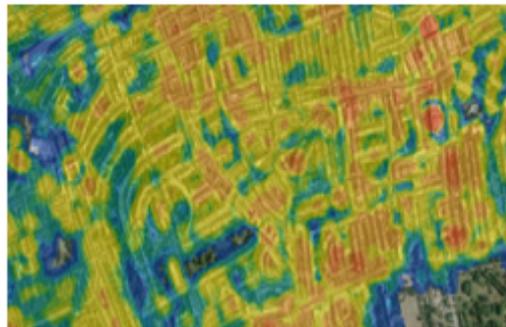


FIGURE 3.8: Description de la phase d'analyse de données.

3.1.3 Domaines Transport

Notre système est développé pour répondre aux problèmes de Traffic (accident, circulation) dans la smart city. Notre système est basé sur la collection des données de

véhicule (vitesse, type de véhicule), la figure suivante représente l'architecture global de notre système.

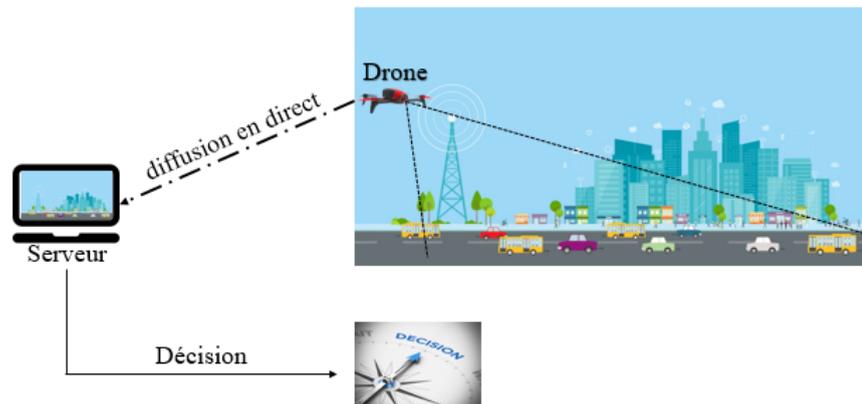


FIGURE 3.9: Architecture globale de notre système dans le domaine de transport.

Comme montre l'architecture précédente, notre système est composé de 3 parties :

3.1.3.1 Partie Drone

Dans cette partie nous avons travaillé sur le même type de drone que nous avons vu dans le domaine industriel (AR. Drone 2.0). Le rôle de drone est d'envoyer une diffusion directe sur la route vers le serveur.

3.1.3.2 Partie Serveur

Dans cette partie le serveur reçoit la diffusion directe envoyée par le drone. Le serveur traite et ana-lyse cette diffusion et donne la décision finale (vitesse, type, nombre des véhicule).

3.1.3.3 Partie Communication

Le type de communication entre le drone et le serveur est une communication par WIFI qui a été créé par le drone.

3.1.4 Fonctionnement

La figure suivante représente le fonctionnement global de notre système.

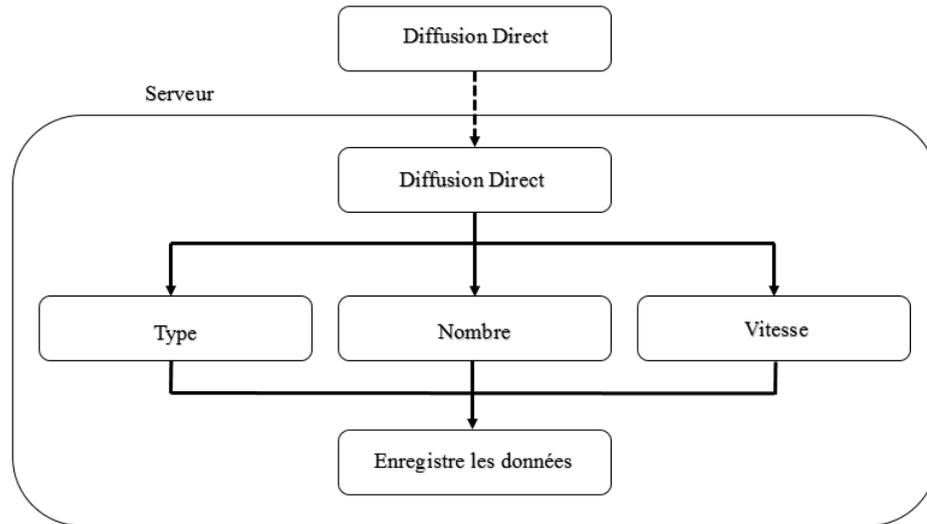


FIGURE 3.10: Fonctionnement de notre système dans le domaine de transport.

3.1.4.1 Phase diffusion direct

Dans cette phase, le drone envoie la diffusion en direct des véhicules qui marchent sur la route vers le serveur.

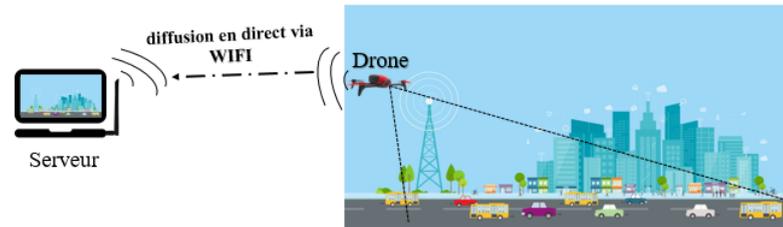


FIGURE 3.11: Illustrations de la phase diffusion direct de la route.

3.1.4.2 Phase détection des Véhicules

Dans cette phase, le serveur applique l'algorithme qui permet de distinguer les véhicules pour la détection des véhicules dans la route.

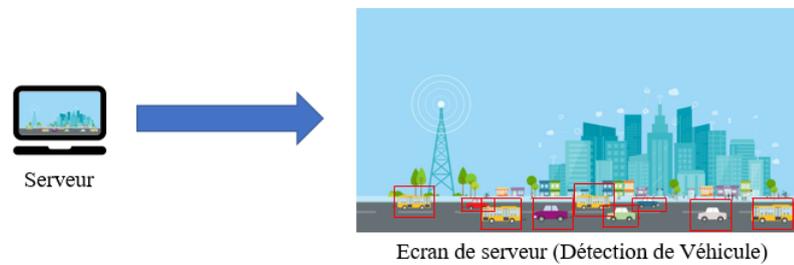


FIGURE 3.12: Illustrations de la phase détection des véhicules dans la route.

3.1.4.3 Phase calcul du nombre des véhicules

Dans cette phase, le serveur calcule le nombre de chaque type des véhicules qui marchent sur la route.



FIGURE 3.13: Illustrations de la phase de calcul des nombres des véhicules dans la route.

3.1.4.4 Phase de calcul de la vitesse des véhicules

Dans cette phase, le serveur calcule la vitesse de chaque type de véhicule qui marche sur la route.

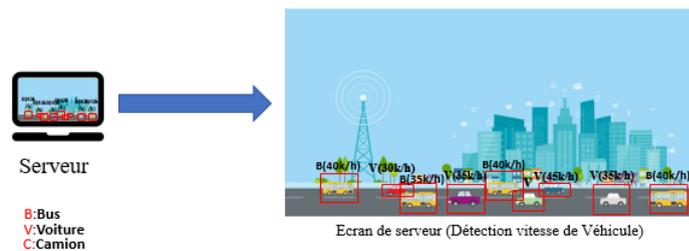


FIGURE 3.14: Illustrations de la phase de calcul de la vitesse des véhicules dans la route.

3.1.4.5 Phase enregistrer les données

Le rôle de cette phase est d'enregistrer toutes les données des véhicule (vitesse, type et nombre total) dans un fichier csv et Excel et enregistrer la diffusion directe traitée sous forme vidéo.

3.1.5 Domaines Médical

Notre système est conçu pour répondre au problème de manque des produits d'urgence dans la smart city. Notre système est basé sur la localisation d'hôpital après la demande urgente de certain pro-duit.

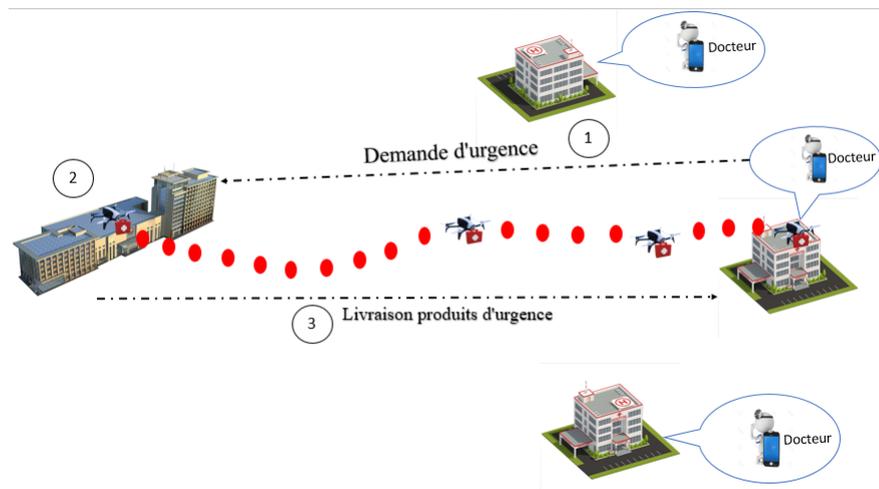


FIGURE 3.15: Architecture globale de notre système de domaine Médical.

Comme montre l'architecture précédente, notre système est composé de 3 parties :

3.1.5.1 Docteur (chef service d'hôpital)

Lorsque le service d'hôpital tombe en panne d'un produit médical d'urgence, le chef de service envoie une demande de ce produit vers le serveur de centre médical de smart city par une application mobile.

3.1.5.2 Serveur de centre médical

Dans cette partie le serveur traite la demande qui a été envoyée par le chef de service d'hôpital pour extraire des différentes informations (GPS d'hôpital, le nom d'hôpital et produit demandé).

3.1.5.3 Drone

Le rôle de drone est de porter le produit d'urgence et aller vers l'hôpital et finalement mettre le produit dans une place spéciale et retourne au point de départ (centre de médical).

3.1.6 Fonctionnement

La figure suivante représente le fonctionnement global de notre système.

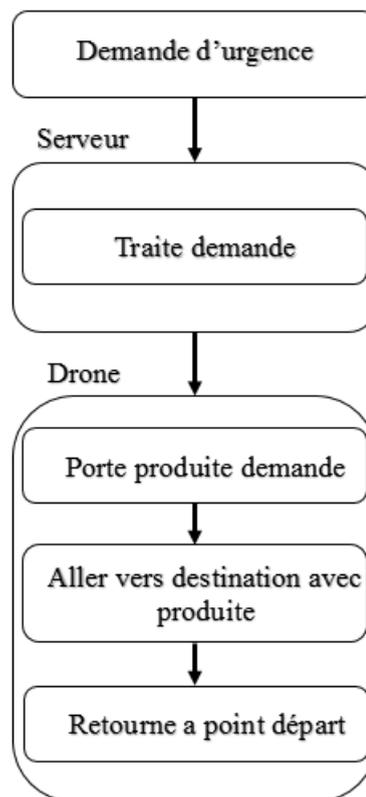


FIGURE 3.16: Fonctionnement de notre système de domaine médical.

3.1.6.1 Demande d'urgence

Dans cette phase, le chef service envoie la demande d'un produit vers le centre médical de smart city par une application mobile.

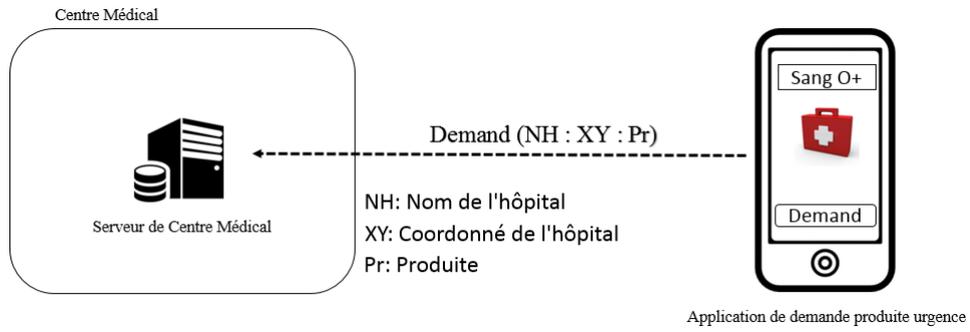


FIGURE 3.17: Description de la phase de demande d’urgence.

3.1.6.2 Traite la demande

Dans cette phase, le serveur du center médical analyse la demande de chef de service d’hôpital pour extraire les informations de la demande (nome d’hôpital, type de produite urgence et coordination d’hôpital).

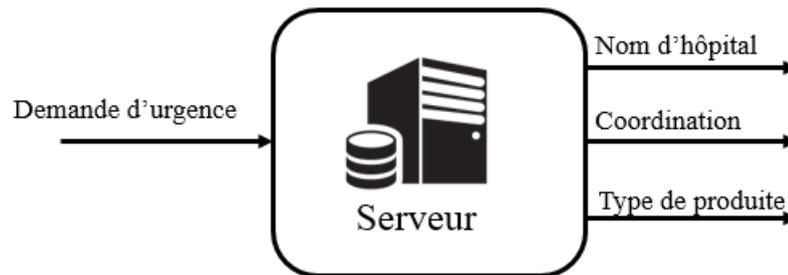


FIGURE 3.18: Illustrations de la phase des traitements de données.

3.1.6.3 Porte le produit demande

Dans cette phase le drone porte le produit d’urgence.



FIGURE 3.19: Illustration la phase porte le produit demande

3.1.6.4 Aller vers destination avec produit

Le drone importe le produit et va à l'hôpital qui envoie la demande avec le produit d'urgence.

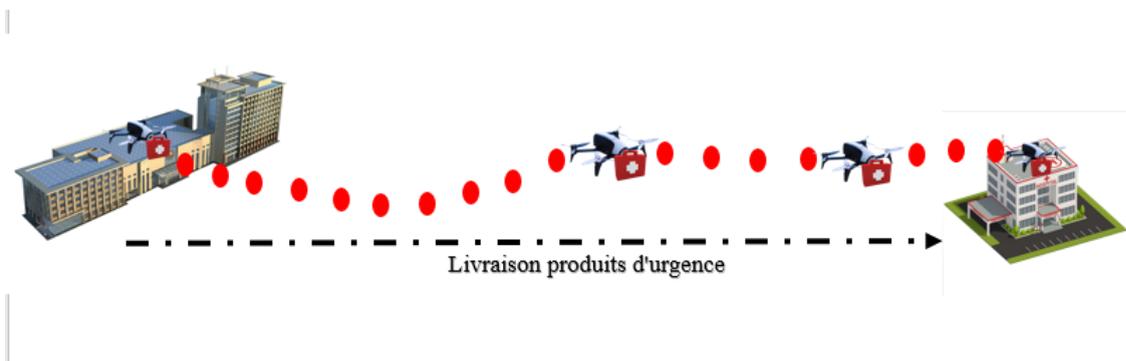


FIGURE 3.20: Architecture globale de notre système dans le domaine sécurité.

3.1.6.5 Illustration la phase distribution de produit

Après que le drone met le produit dans l'hôpital, il retourne au point de départ.

3.1.7 Domaines Sécurité

Notre système est conçu pour répondre au problème de suivi des objets dans la smart city. Notre système est développé pour suivre des personnes dans la smart city, il est basé sur le traitement des images obtenues par le Drone.

Comme il est monté dans l'architecture précédente, notre système est composé de 3 parties :

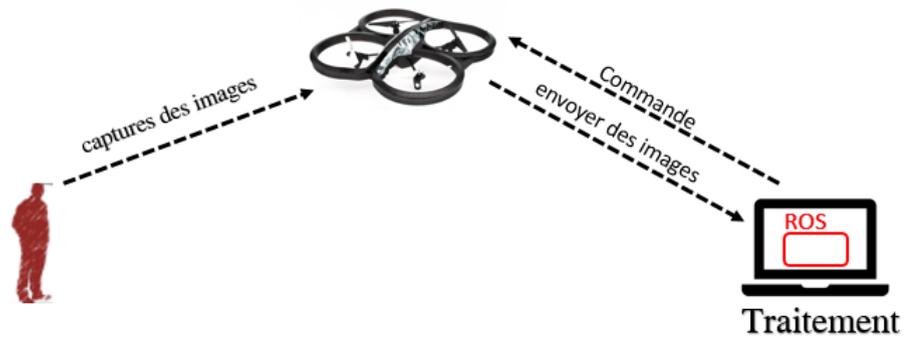


FIGURE 3.21: Architecture globale de notre système dans le domaine sécurité.

3.1.7.1 Partie Drone

Dans cette partie nous avons travaillé sur le même type de drone que nous avons vu dans le domaine industriel et transport (AR Drone 2.0). Le rôle de drone est d'envoyer les images capturées vers le serveur de traitement.

3.1.7.2 Partie serveur

Dans cette partie, le serveur reçoit les images envoyées par le drone, le serveur traite et analyse et prend la décision.

3.1.8 Fonctionnement

La figure suivante représente le fonctionnement global de notre système.

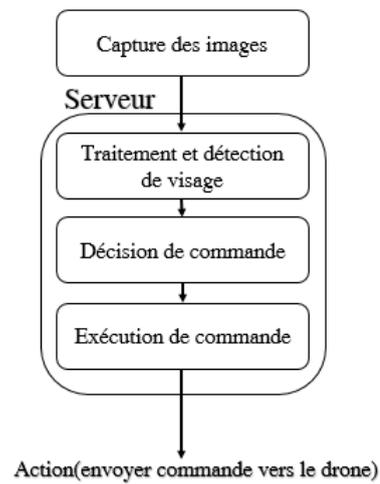


FIGURE 3.22: Fonctionnement de notre système de domaine sécurité.

3.1.8.1 Phase captures des images

Dans cette phase, le drone capture et envoie les images des personnes vers le pc.

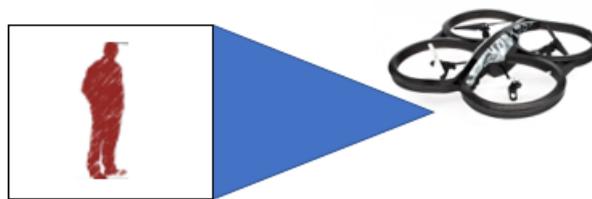


FIGURE 3.23: Description de la phase des captures des images.

3.1.8.2 Phase de traitement et détection de visage

Dans cette phase, le serveur applique l’algorithme d’apprentissage (algorithme cascade) pour la détection des visages.



FIGURE 3.24: Illustrations de la phase de traitement et de détections de visage.

3.1.8.3 Phase de décision de commande

Après la détection de visage et la position de personne dans l'image, cette phase génère la commande d'action qui doit exécuter par le drone.

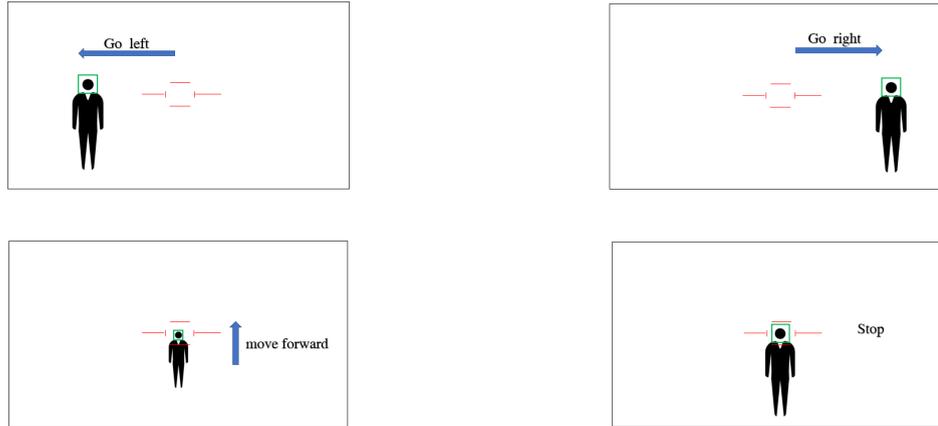


FIGURE 3.25: Illustrations de la phase de traitement et de détections de visage.

3.1.8.4 Exécution de commande

Dans cette phase, le serveur envoie la commande d'action vers le drone pour le contrôler.

3.1.8.5 Phase Action

Dans cette phase, finalement le drone reçoit et exécute la commande d'action.

3.2 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons développé et amélioré la sécurité de smart city dans divers do-maines (transport, médical, Industriel et sécurité) à base de drone, en proposant une architecture globale et détaillée de chaque domaine de smart city. Dans le prochain chapitre, nous présentons le dévelop-pement et la mise en œuvre de notre système dans chaque domaine pour la sécurité de smart city à base de drone.

Chapitre 4

Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les différentes étapes de notre système et nos outils, nos langages de programmation, nos environnements de travail dans chaque domaine qui on a traité. Ensuite, nous décrivons les captures d'écran qui montrent la fonctionnalité de l'application de chaque domaine et finalement les résultats obtenus.

4.1 L'environnement de travail

Dans cette section, nous avons exposé l'environnement de travail dans chaque domaine.

4.1.1 Domaine Industriel

Dans ce domaine, le système que nous avons créé dépend de 5 piliers :

4.1.1.1 Drone

Nous avons travaillé avec un drone de type de Parrot AR Drone 2.0 (figure 4.1), et la table suivante représente les caractéristiques de ce type de drone.



FIGURE 4.1: Notre modèle de Drone (ARDrone 2.0).

Nom	Parront ARDrone 2.0
Dimensions	451 x 451 mm (avec carènes intérieures), 517 x 517 grammes (avec carènes extérieures)
Poids	380 grammes (avec carènes intérieures), 420 grammes (avec carènes extérieures)
Moteurs	4 moteurs brushless Inrunner de 14.5 W cadencés à 28.500 tours par minute (en vol stationnaire) avec contrôleur de moteur 8 Mpis AVR
Autonomie	Une batterie LiPo 1000 mAh rechargeable -12minutes vol
Processeur	ARM cortex A8 32 bits cadencé à 1Ghz
Mémoire vive	1 GB
Connectique filaire	1 port USB
Connexion Sans Fils	wifi b/g/n
Système d'exploitation	Linux 3.6.32
Format Photo/Vidéo	h.264(vidéo). jpeg(photo)

TABLE 4.1: Caractéristique Notre Drone modele AR Drone 2.0

4.1.1.2 Arduino

Nous avons travaillé avec une carte arduino de type Nodemcu ESP 12 (figure 4.2), la table suivante représente les caractéristiques de ce modèle, et la figure 4.3 représente les différents PIN de ce modèle (Nodemcu).



FIGURE 4.2: Le modèle Nodemcu ESP12

Power	3.3v
Fréquence	80MHz
Microcontroller	ESP8266
Flash Memory	4MB
SRAM	64 Kb SRAM / 96KB DRAM
EEROM	Non
USB	Oui
External Power	No
Pins	Non
GPIO	22
Analog I/O	16(Digital I/O)
Wifi	Oui
PWN	9
SPI/12C	Oui

TABLE 4.2: Caractéristique de notre modèle Nodemcu

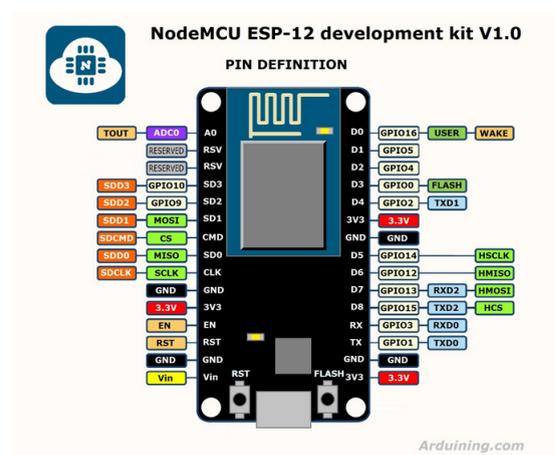


FIGURE 4.3: les différents pins de modèle Nodemcu ESP 12

4.1.1.3 Capteur de gaz

Dans cette phase nous avons utilisé le capteur MQ2 (figure 4.4) pour détecter le gaz dans l'air, ce modèle peut détecter 8 différents types de gaz (H₂, LPG, CH₄, CO, Alcohol, Smoke, Propane, Air). La table [1] représente les caractéristiques de ce modèle et la figure [3] illustre les différents types de gaz que ce type peut détecter.



FIGURE 4.4: Capteur MQ2

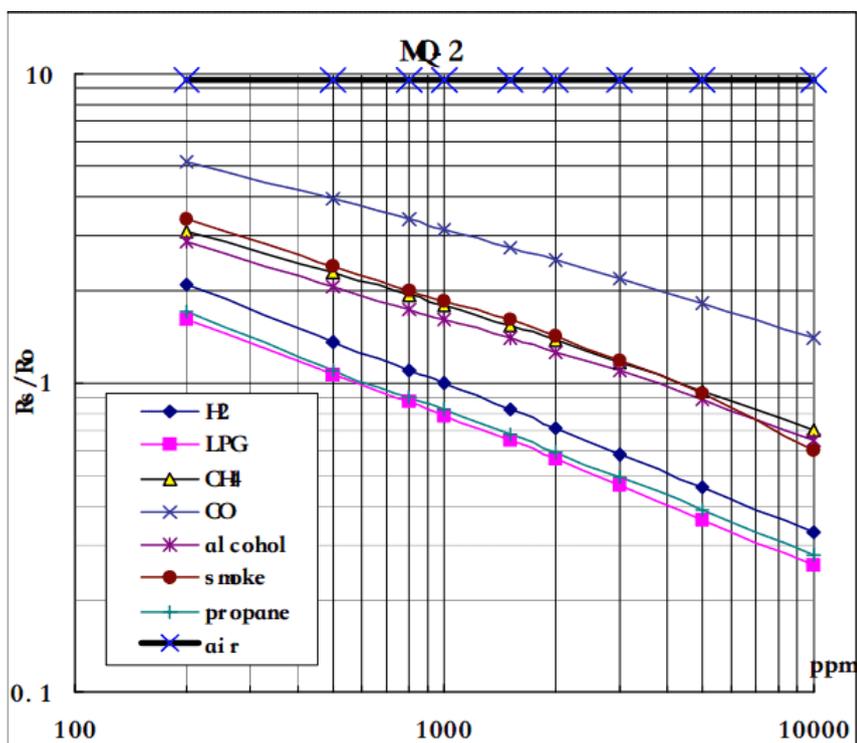


FIGURE 4.5: Les types de gaz détecte par MQ2

Parametre(Item)	Min	typical	Max	Unit
Working Voltage (vcc)	4.9	5	5.1	v
Heatingconsumption (PH)	0.5	-	800	mW
Loadresistance (RL)	adjustable			
Heaterresistance (RH)	-	33	-	Ω
Sensing Resistance (Rs)	3	-	30	K Ω
Platforms Supported	Arduino			

TABLE 4.3: Caractéristique Notre capteur de gaz

4.1.1.4 Module GPS

Nous avons utilisé le module GPS GY-NEO6MV2 (figure 4.6) pour détecter la position actuelle (X :Y) de drone (AR Drone 2.0), la table suivante représente les caractéristiques de notre module GPS.

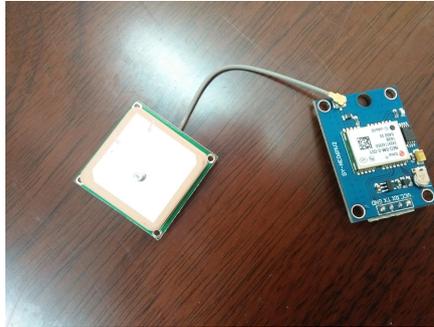


FIGURE 4.6: Le modèle GPS GY-NEO6MV2

Type	GY-NEO6MV2
Alimentation	3V-5V
Antenne céramique	25 X 25 mm
Configuration Sauvgardés	EEPROM
Batterie	Pour La souvgarde la données
Module miniaturise	Pour indiquer la réception de signal
Trou de fixation	3mm
Baud rate par défaut	9600

TABLE 4.4: Caractéristique de notre Drone modèle AR Drone 2.0

4.1.1.5 Service Cloud (CloudMqtt)



FIGURE 4.7: Le service Cloud CloudMqtt

Nous avons acheté un service cloud dans la compagnie amazon (30 \$ par années). Ce service existe dans le datacenter de Amazon Web Services US-East-1 (Northern Virginia).

gaz			
Name	Plan	Datacenter	Actions
rabie	Cat	Amazon Web Services US-East-1 (Northern Virginia)	Edit

FIGURE 4.8: Le datacenter

La figure suivante illustre les informations de notre broker.

rabie ▾ rabiooe@gmail.com ▾

Server m10.cloudmqtt.com

User gtcwqseq Restart

Password QRWRM21fdynw Rotate

Port 17446

SSL Port 27446

Websockets Port (TLS only) 37446

Connection limit 10

Active Plan



Cute Cat

Upgrade Instance

FIGURE 4.9: Les informations de datacenter

4.1.1.6 Smart City

Nous avons fait une maquette de la wilaya de biskra pour appliquer notre travail. La figure suivante représente notre maquette.



FIGURE 4.10: la maquette d'une partie de la ville de biskra

4.1.2 Domain Médical

Dans ce domaine, le système que nous avons créé dépend de 4 piliers :

4.1.2.1 Drone

Nous avons travaillé avec un drone de type Parrot Mambo, la table suivante représente les caractéristiques de ce type de drone.



FIGURE 4.11: Le drone mambo.

Caractéristique technique	
Smartphones compatibles	Smartphones compatibles
Bluetooth	Oui
Distance max. annoncée	20m
Hauteur max. annoncée	20m
Adapté aux vols en intérieur	Oui
Adapté aux vols en extérieur	Non
Autonomies annoncée	10m
Dimensions	
Largeur	18cm
Hauteur	18cm
Poids	63g
Equipement	
Télécommande	Non
Nombre de batterie(s) fournie(s)	1
Chargeur secteur	Non

TABLE 4.5: Caractéristique Notre Drone modele Mambo

4.1.2.2 Smart Phone

Nous avons travaillé sur 2 types de smart phone Condor A8 et Condor P5. Le premier smart phone contient une application mobile pour contrôler le drone mambo et le deuxième smart phone contient une application mobile de chef service médical. La table [4.6][4.7] représente le fichier technique de chaque type de smart phone respectivement.

Caractéristiques Techniques Condor Plume P5	
Maque	Condor
Téléphone Portable	Condor Plume P5
Dimension (L x H x P)	7.06 X 14.31 X 0.82 mm
Poids	138g
Système	android 5.1.1 Lollipop
Processeur(CPU)	Quad Core 1.3 Ghz
Mémoire Vive (RAM)	1Go
Mémoire stockage (Disque)	16 Go
Batterie	2400 mAh

TABLE 4.6: Caractéristiques Techniques Condor Plume P5

Caractéristiques Techniques Condor Plume P5	
Maque	Condor
Téléphone Portable	Condor ALLURE A8
Dimension (L x H x P)	7.56 X 15.45 X 0.83 mm
Poids	150g
Système	android 6.0.1 Marshmallow
Processeur(CPU)	Octa core 1.3 Ghz
Mémoire Vive (RAM)	3Go
Mémoire stockage (Disque)	32Go
Batterie	3150 mAh

TABLE 4.7: Caractéristiques Techniques Condor Plume P5

4.1.2.3 Serveur

Nous avons utilisé un PC portable de type Lenovo G560 qui joue le rôle de serveur. La table suivante représente les caractéristiques de ce serveur.

Type	Lenovo G560
Processeur	I3 CPU 2.53 GHz
RAM	4 G
Type de système	SE 64 bit

TABLE 4.8: Caractéristiques de notre serveur

4.1.2.4 Smart City

Nous avons aussi utilisé la même maquette qu'on a déjà utilisé dans le domaine précédent (Domaine industriel).

4.1.3 Domaine de sécurité

Dans ce domaine, le système que nous avons créé dépend de 2 piliers :

4.1.3.1 Serveur

Nous avons mis en place notre système sur une PC de modèle Lenovo G560. Notre machine possède :

Ubuntu est un système d'exploitation open source développé par la société Canonical sur la base de la distribution Linux Debian. Ce système d'exploitation est constitué de

RAM	4G
Processeur	Core i3 CPU M380 2.53Ghz
Le système d'exploitation	Ubuntu 16.04

TABLE 4.9: Caractéristique de notre PC modèle Lenove G560



logiciels libres et exclusifs, et est disponible gratuitement, y compris pour les entreprises, selon un principe lié à la philosophie affichée du projet.

4.1.3.2 Drone

Nous avons aussi utilisé le même type de drone qu'on a déjà utilisé dans le domaine précédent (Domaine industriel) AR Drone 2.0.

4.1.4 Domaine Transport

Dans ce domaine, le système que nous avons créé dépend de 4 piliers :

4.1.4.1 Serveur

Nous avons utilisé le même PC qu'on a déjà utilisé dans les domaines précédent (Médical, Sécurité) de type **Lenovo G560**.

4.1.4.2 Drone

Nous avons aussi utilisé le même type de drone qu'on a déjà utilisé dans le domaine industriel et le domaine sécurité **Parrot AR Drone 2.0**.

4.1.4.3 Smart phone

Nous avons travaillé sur un smart phone de type **Condor C7mini**. La table suivante représente les caractéristiques de ce type de smart phone.

Caractéristiques Techniques Condor C7 mini	
Marque	Condor
Téléphone Portable	Condor C7 mini
Dimension (L X H X P)	6.5 X 13.1 X 0.8mm
Poids	120g
Système	Android 4.4 Kitkat
Processeur (CPU)	Quad core 1.3 GHz
Mémoire Vive (RAM)	1Go
Mémoire stockage (Disque)	8Go
Batterir	1800 mAh

TABLE 4.10: Caractéristiques Techniques Condor C7 mini

4.1.4.4 Jeux de Voiture

Nous avons travaillé sur ce jeu dans le domaine de transport. La raison derrière cela était que nous avons des problèmes avec d'autres facteurs externes.



FIGURE 4.12: Jeux de Voiture

4.2 L'environnement de Programmation

Dans cette section, nous avons exposé l'environnement de programmation dans chaque domaine.

4.2.1 NetBeans IDE (programmation java)

Nous avons utilisé cet outil pour développer un système dans les domaines suivants :



FIGURE 4.13: NetBeans IDE

4.2.1.1 Domaine Médical

Nous avons utilisé NetBeans IDE pour développer un serveur qui reçoit les demandes urgentes de produit puis il traite et envoie les informations vers le drone.

4.2.1.2 Domaine Transport

Nous avons aussi utilisé cet outil pour créer un système qui traite les informations des véhicules sur la route soit de forme vidéo ou real time.

4.2.2 Pycharm IDE (programmation Python)

Nous avons utilisé cet outil pour développer un système dans les domaines suivants :

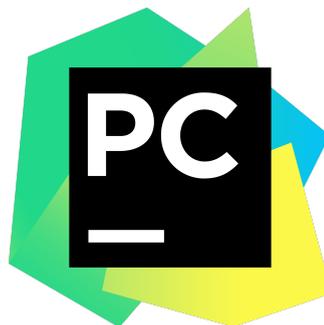


FIGURE 4.14: Pycharm IDE

4.2.2.1 Domaine sécurité

Nous avons utilisé **Pycharm IDE** pour créer un système qui détecte et suit une personne à travers son visage.

4.2.2.2 Domain Transport

Nous avons utilisé cet outil pour créer un système qui recorde le streaming de drone sur la route.

4.2.3 Android Studio (programmation java)

Nous avons utilisé cet outil pour développer un système dans les domaines suivants :



FIGURE 4.15: Android Studio

4.2.3.1 Domaine Industriel

Nous avons utilisé **Android Studio** pour développer une application mobile pour les experts, pour traiter et afficher les informations obtenues par le service cloud.

4.2.3.2 Domain médical

Nous avons aussi utilisé cet outil pour créer deux applications mobile, la première application pour le chef de service pour envoyer la demande d'urgence vers le serveur et

la deuxième application pour le contrôle de drone.

4.2.4 Arduino IDE

Nous avons utilisé cet outil pour développer un système dans le domaine suivant :



FIGURE 4.16: Arduino IDE

4.2.4.1 Domaine Industriel

Nous avons utilisé **Arduino IDE** pour développer un système de détection de gaz et faire une classification pour envoyer le résultat vers le cloud.

4.3 Aperçu de l'application client

Dans cette partie nous montrons les différentes applications utilisées dans chaque domaine :

4.3.1 Domaine de sécurité

Dans ce domaine notre objectif est de détecter et suivre des personnes à travers leur visage en utilisant le Drone. Dans la première étape, nous avons connecté au réseau wifi le drone (ardrone2-v2.4.8).

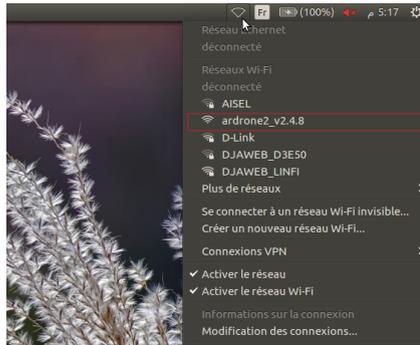


FIGURE 4.17: illustration SSID de notre drone

Dans l'étape suivante nous avons lancé la communication entre le drone et le serveur par la commande suivante :

```
from pyardrone import ARDrone
import logging

logging.basicConfig(level=logging.DEBUG)

client = ARDrone()
client.video_ready.wait()
client.navdata_ready.wait()
```

FIGURE 4.18: Illustration la commande de connexion

Ensuite nous avons lancé le drone par la commande Takeoff, cette commande lance et laisse le drone voler à une altitude initiale $\frac{1}{2}$ mètres.

```
if k == ord('t'):
    print("takoff")
    client.takeoff()
```

FIGURE 4.19: Illustration la commande Takeoff

Et finalement nous avons lancé l'algorithme de détection et de suivi le visage d'humain

```

1 def starttracking():
2     gray = cv2.cvtColor(client.frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
3     faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, 1.3, 5)
4     lineThickness = 2
5     cv2.line(client.frame, (180, 180), (250, 180), (0, 255, 0), lineThickness)
6     cv2.line(client.frame, (350, 180), (420, 180), (0, 255, 0), lineThickness)
7     cv2.line(client.frame, (250, 170), (250, 190), (0, 255, 0), lineThickness)
8     cv2.line(client.frame, (350, 170), (350, 190), (0, 255, 0), lineThickness)
9     cv2.line(client.frame, (275, 150), (325, 150), (0, 255, 0), lineThickness)
10    cv2.line(client.frame, (275, 210), (325, 210), (0, 255, 0), lineThickness)
11
12    for (x, y, w, h) in faces:
13        cv2.rectangle(client.frame, (x, y), (x + w, y + h), (255, 0, 0), 2)
14        print("X:", x, "Y:", y, "W:", w, "H:", h)
15        if (x < 240):
16            print("go to the left")
17            client.move(ccw=0.3)
18        elif (x > 280):
19            print("go to the right")
20            client.move(cw=0.3)
21        elif (x > 240 and x < 280):
22            print("Hover")
23            client.hover()
24
25        roi_gray = gray[y:y+h, x:x+w]
26        roi_color = client.frame[y:y+h, x:x+w]
27    cv2.imshow('Face detection and tracking frame', client.frame)

```

FIGURE 4.20: illustration d'algorithme de détection et de suivi

4.3.1.1 Résultats

- Lancement de communication entre le drone et le serveur

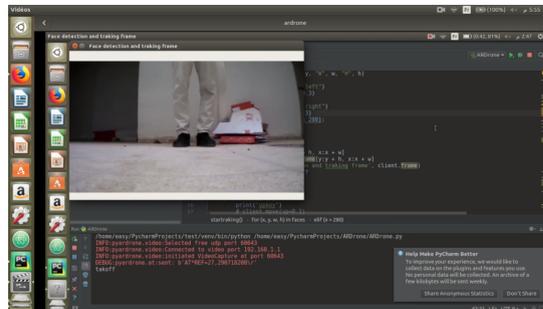


FIGURE 4.21: illustration du résultat de connexion avec drone

- Le drone vole à une altitude initiale de $\frac{1}{2}$ metre

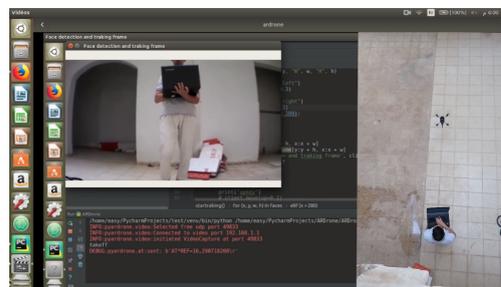


FIGURE 4.22: illustration contrôlant le drone

— Lancement d’algorithme de détection et de suivi de visage d’humain

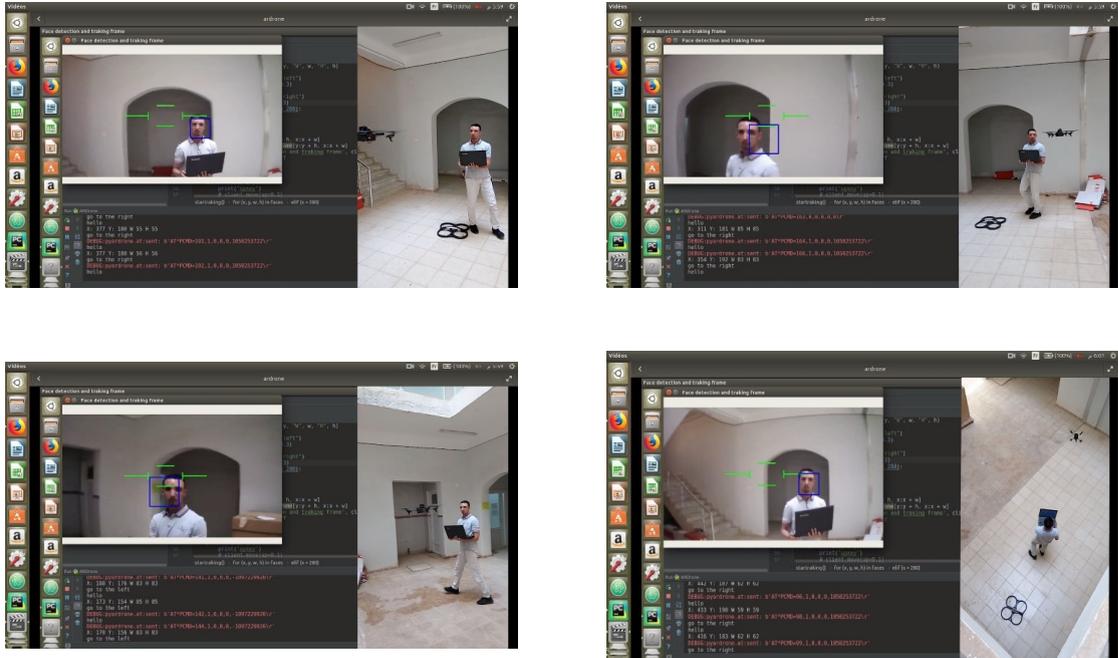


FIGURE 4.23: illustration du résultat de détection et de suivi.

4.3.2 Domaine de transport

Dans ce domaine notre objectif est de collecter les informations des véhicules sur la route (la vitesse de chaque type de véhicule, nombre de chaque type de véhicule) en utilisant le drone. Notre système est capable de collecter tels informations soit en mode vidéo déjà filmé par le drone ou on temps réel, c’est à dire le drone vole au dessus de la route et envoie la diffusion directe sur la route vers le serveur comme nous avons déjà expliqué dans la conception de ce système dans le chapitre précédent.

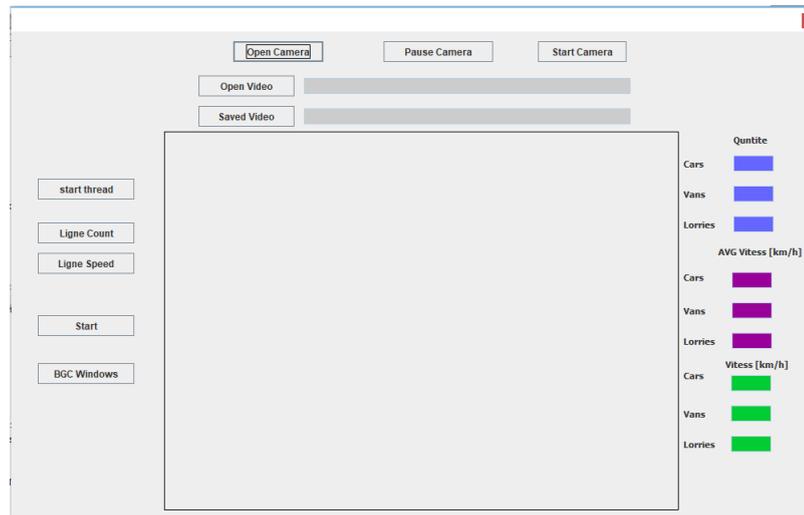


FIGURE 4.24: l'interface principale de domaine transport

4.3.2.1 Mode vidéo enregistré

Dans la première étape, nous avons sélectionné le chemin de la vidéo que nous voulons traiter.

```
JFileChooser fc = new JFileChooser();
FileNameExtensionFilter filter = new FileNameExtensionFilter("Video Files", "avi", "mp4", "mpg", "mov");
fc.setFileFilter(filter);
fc.setCurrentDirectory(new File(System.getProperty("user.home"), "Desktop"));
fc.setAcceptAllFileFilterUsed(false);
```

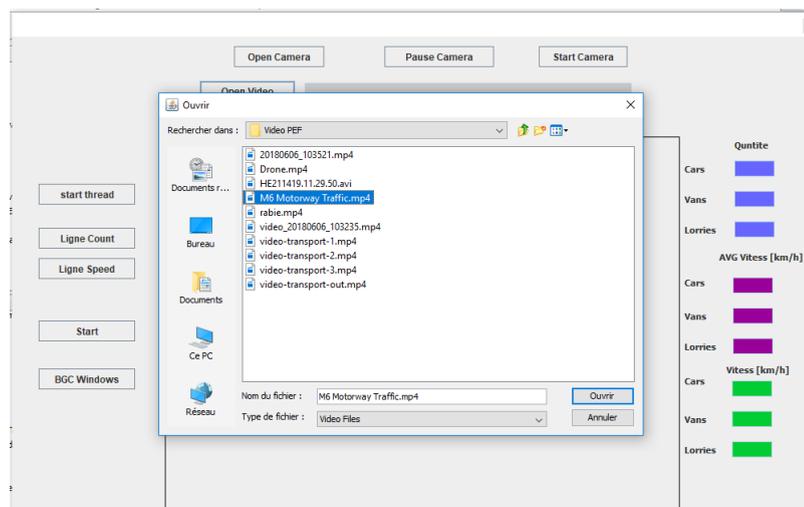


FIGURE 4.25: illustration de l'interface choix de la vidéo

Ensuite nous avons sélectionné le chemin où on va sauvegarder la vidéo traité.

```
JFileChooser fc = new JFileChooser();
fc.setFileSelectionMode(JFileChooser.DIRECTORIES_ONLY);
fc.setCurrentDirectory(new File(System.getProperty("user.home"), "Desktop"));
fc.setAcceptAllFileFilterUsed(false);

int returnVal = fc.showOpenDialog(null);
```

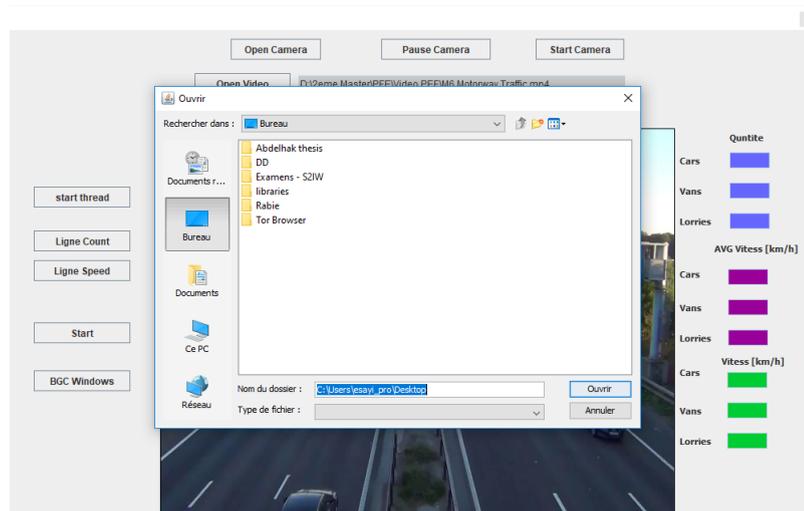


FIGURE 4.26: illustration de l'interface choix de la vidéo

Dans l'étape suivante, nous avons dessiné la ligne qui calcule le nombre de véhicule (en rouge) et la ligne de détection de vitesse (en vert), l'espace entre les deux lignes est 6 mètres.

```
private void selectCountingLine() {

    countingLineButton.setEnabled(false);
    speedLineButton.setEnabled(false);
    mouseListenertIsActive = true;
    startDraw = false;
    imageView.addMouseListener(m1);
    imageView.addMouseMotionListener(m12);

    countingLineButton.setAlignmentX(Component.CENTER_ALIGNMENT);

}

private void selectSpeedLine() {

    countingLineButton.setEnabled(false);
    speedLineButton.setEnabled(false);
    mouseListenertIsActive2 = true;
    startDraw = false;
    imageView.addMouseListener(m1);
    imageView.addMouseMotionListener(m12);
    playPauseButton.setEnabled(true);
    speedLineButton.setAlignmentX(Component.CENTER_ALIGNMENT);

}
```

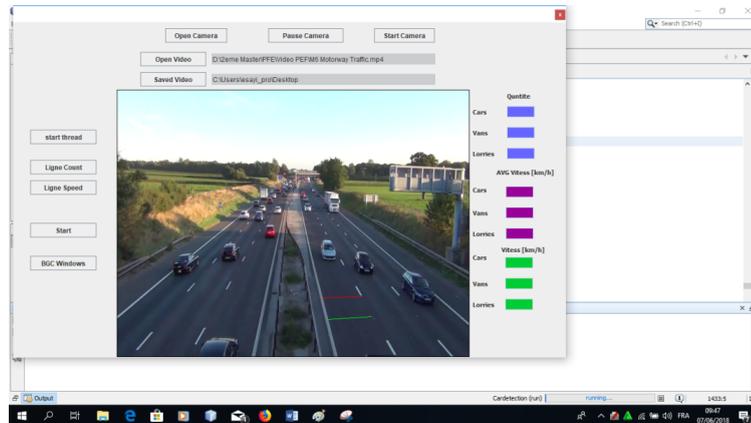


FIGURE 4.27: Illustration les lignes de count et vitesse

La dernière étape est la détection des véhicules dans la vidéo.

```
private void drawBoundingBox2(MatOfPoint currentContour) {
    Rect rectangle = Imgproc.boundingRect(currentContour);
    Imgproc.rectangle(image, rectangle.tl(), rectangle.br(), new Scalar(255, 0, 0), 1);
}
```

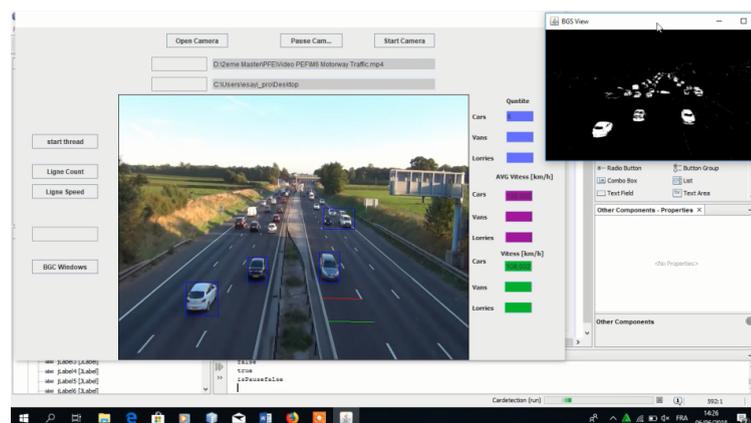


FIGURE 4.28: illustration la phase de détection de véhicule

Quand la voiture passe la ligne rouge, nous avons fait une classification pour détecter le type de cette véhicule (automobile, bus ou bien camion) cette classification est basée sur la taille de triangle de détection de véhicules.

```
public String classifieur() {
    double currentArea = Imgproc.contourArea(contourVehicle);
    if (currentArea <= (double) vehicleSizeThreshold)
        return "Car";
    else if (currentArea <= 1.9 * (double) vehicleSizeThreshold)
        return "Van";
    else return "Lorry";
}
```

Après la détection et la connaissance de type de véhicules nous avons incrémenté le nombre de ce type de véhicules.

```

public synchronized void count(CountVehicles countVehicles) throws WriteException {
    if (countVehicles.isVehicleToAdd()) {
        counter++;
        lastTSM++;
        speed.put(lastTSM, 0);
        String vehicleType = countVehicles.classifier();
        System.out.println("vehicleType"+vehicleType);
        switch (vehicleType) {
            case "Car":
                cars++;
                System.out.println("Car " + cars);
                carsAmountField.setValue(cars);
                typevehicul="Car";

                break;
            case "Van":
                vans++;
                System.out.println("Vans " + vans);
                vansAmountField.setValue(vans);
                typevehicul="Vans";
                break;
            case "Lorry":
                lorries++;
                System.out.println("lorries " + lorries);
                lorriesAmountField.setValue(lorries);
                typevehicul="lorries";
                break;
        }
    }
}

public synchronized void speedMeasure(CountVehicles countVehicles) throws WriteException {
    if (!speed.isEmpty()) {
        int firstTSM = speed.entrySet().iterator().next().getKey();
        System.out.println("FirstTSM is:" + firstTSM);
        if (countVehicles.isToSpeedMeasure()) {
            for (int i = firstTSM; i <= lastTSM; i++) {
                if (speed.containsKey(i)) {
                    speed.put(i, (speed.get(i) + 1));
                    System.out.println("affichage :" + speed.get(i).toString());
                }
            }

            double currentSpeed = computeSpeed(speed.get(firstTSM));
            System.out.println("----- speed ----- " + currentSpeed);

            //
            //      try {
            //          cell = sheet.getWritableCell(1, firstTSM);
            //          carType = cell.getContents();
            //      } catch (Exception e) {
            //      }
            //

            // String vehicleType = countVehicles.classifier();
            System.out.println("cartype" + typevehicul);
            switch (typevehicul) {
                case "Car":
                    System.out.println("----- speed ----- " + currentSpeed);
                    sumSpeedCar = sumSpeedCar + currentSpeed;
                    double avgspeed1 = sumSpeedCar / divisorCar;

```

Quand la voiture passe la ligne rouge, nous calculons et affichons la vitesse.

```
public double computeSpeed(int speedFPS) {
    double duration = speedFPS / videoFPS;
    double v = (distanceCS / duration) * 3.6;
    return v;
}
```

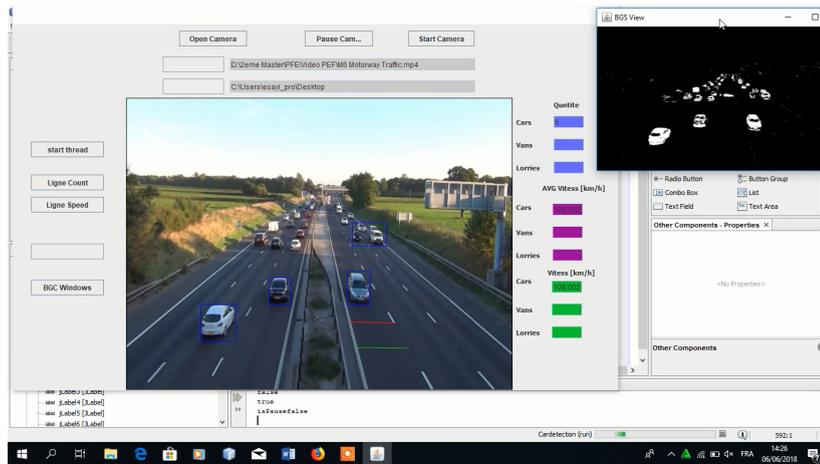
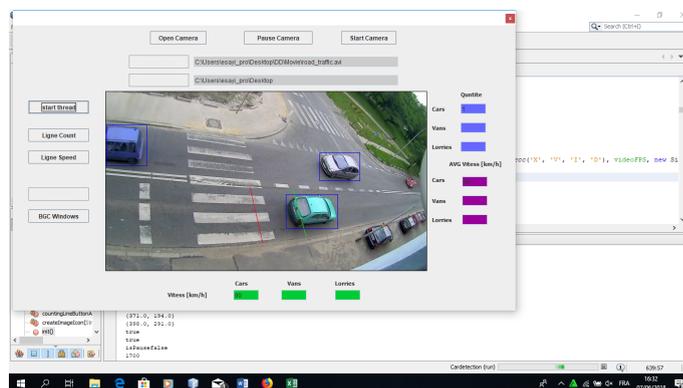
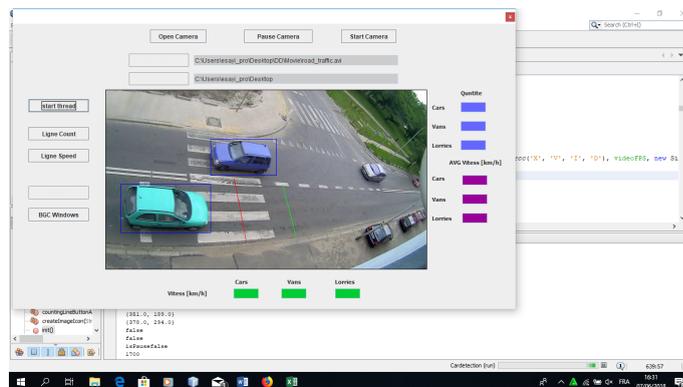


FIGURE 4.29: Illustration la phase de calcul et l’affichage du résultat

4.3.2.2 Résulta de mode vidéo



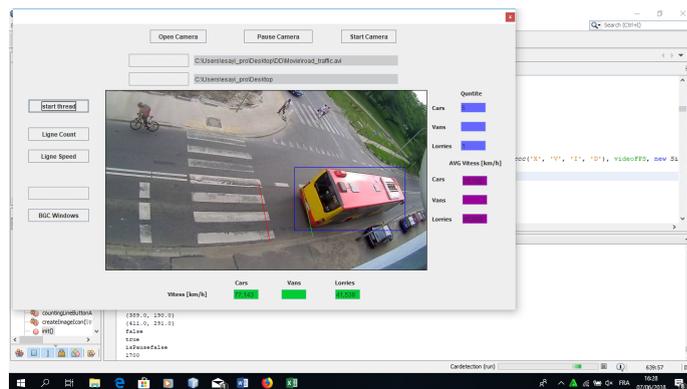
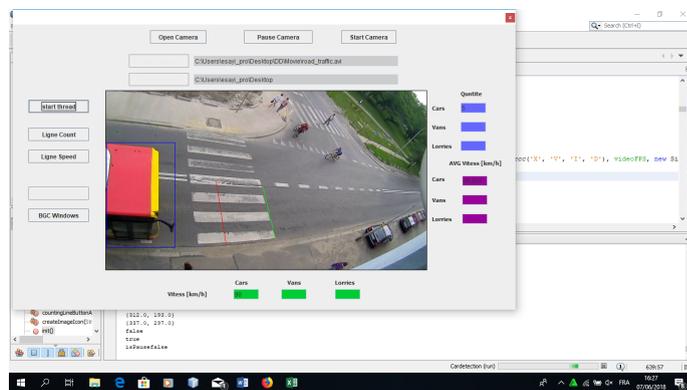
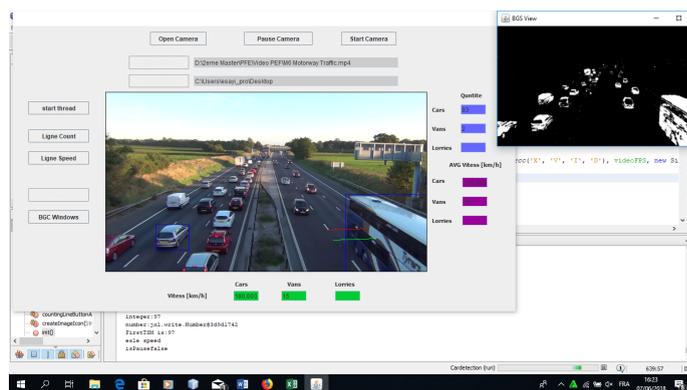
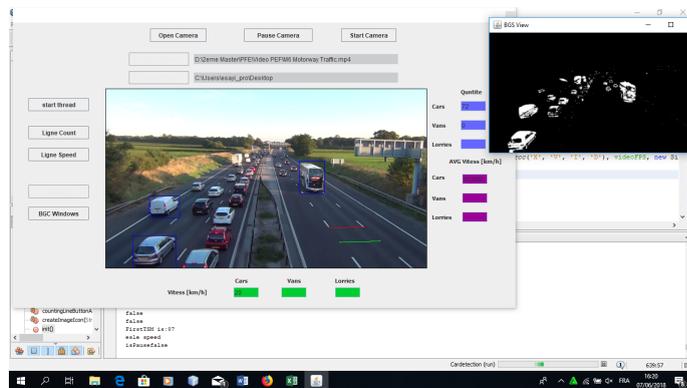


FIGURE 4.30: Ensemble des résultats obtenus en mode vidéo

4.3.2.3 Mode en temps real

Notre objectif dans ce monde est d'appliquer le système précédent de collection des informations sur la route mais en temps réel. Il n'y a pas une grande différence entre le système en temps réel et en mode vidéo, la seule différence est que nous remplaçons la vidéo par la diffusion directe de caméra de drone.

1. La connexion aux caméras de drone.

Premièrement nous avons connecté le serveur et le smart phone sur le réseau wifi qu'il a crée par le drone. Nous avons utilisé l'application **Droidcam** c'est une application développée dans un différent Platform soit desktop ou application mobile, le rôle de cette application est l'utilisation d'une camera de smart phone come une caméra IP.



FIGURE 4.31: Icon d'application mobile DraidCam

Après l'installation cette application dans un smart phone, elle nous donne une adresse IP et un port.

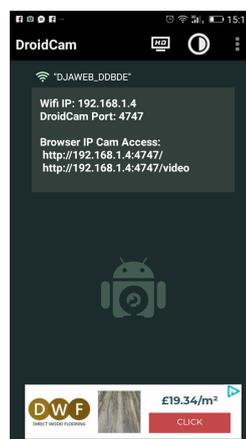


FIGURE 4.32: L'interface principal d'application DroidCam

Ensuite nous avons installé cette application dans le serveur. Il y a deux méthodes pour établir la connexion pour recevoir la diffusion directe de smart phone :

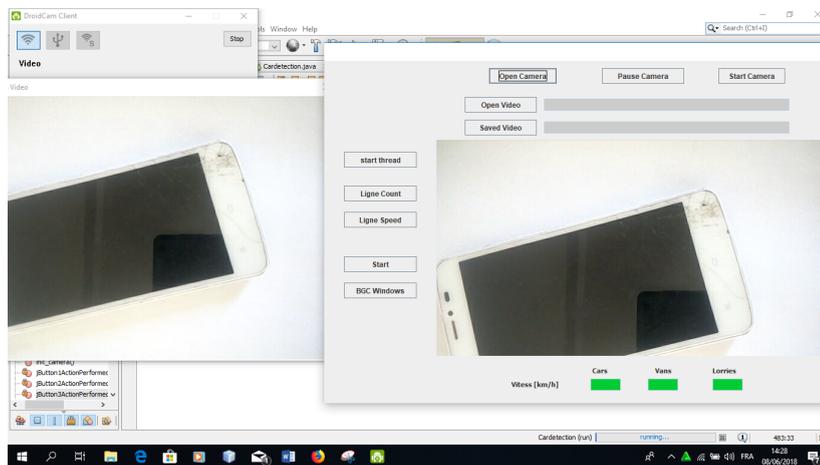
- Par Index d'application (Droidcam).

```
cap = new VideoCapture(2);
```

- Par URL d'application(Droidcam).

```
cap = new VideoCapture("http://192.168.1.4:4747/");
```

La figure suivante représente la résultat obtenu.



En fin nous mettons le smart phone dans le drone, dans ce cas nous pouvons obtenir une diffusion directe par le drone. Le reste du travail est le même que nous avons vu dans le mode vidéo.

4.3.2.4 Resultat Mode Temp Real

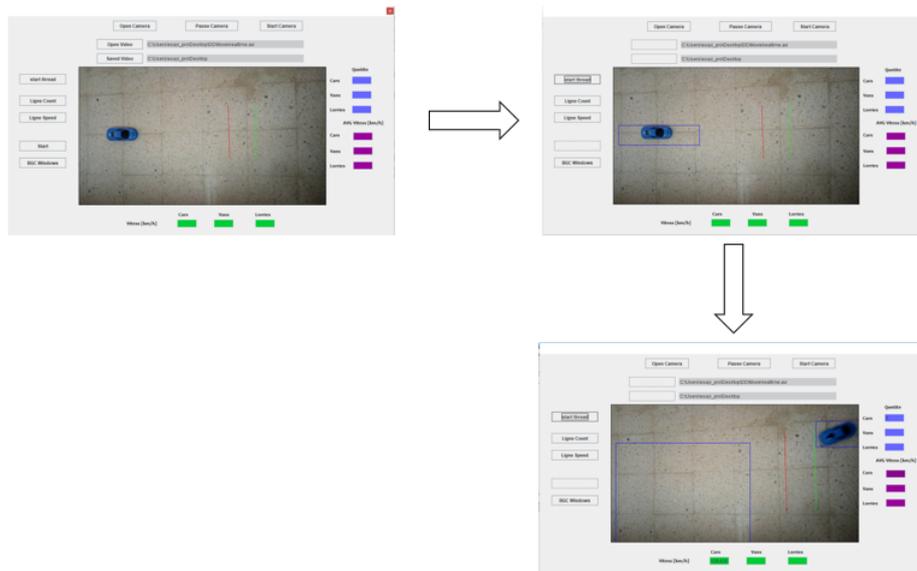


FIGURE 4.33: Illustration la Résultat mode temp real

4.3.3 Domaine médical

Dans ce domaine, notre objectif est de fournir des services rapides pour les demandes urgences d'un hôpital dans un smart city. Par exemple, il y a un hôpital dans la smart city qui a désespérément besoin de sang d'un certain type. Pour cela, nous créons deux applications : une application pour le chef de service et une application pour le serveur.

4.3.3.1 Partie hôpital

Dans cette partie nous avons créé une application mobile dans laquelle le chef de service peut envoyer sa demande de produit urgent vers le serveur de centre médical de smart city.

1. L'interface principale

La fenêtre suivante représente l'interface principale de l'application.



FIGURE 4.34: Illustration la Résultat mode temp real

2. L'interface d'identification

Dans cette fenêtre, le chef de service saisi ses informations y compris le nom d'utilisation et le mode de passe figure (4.31).

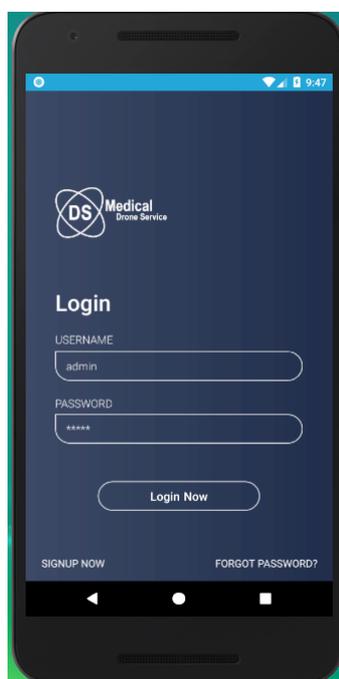


FIGURE 4.35: illustration de l'interface d'identification

3. L'interface de demande

Dans cette fenêtre le chef de service envoie sa demande au serveur du centre médical (figure 4.32).



FIGURE 4.36: illustration de l'interface de domaine urgence

4.3.3.2 Partie center Médical de la ville

Dans cette partie, le serveur reçoit la demande envoyée par le chef de service de l'hôpital. Pour cela nous avons créé une application mobile pour recevoir les demandes.

1. L'interface principale

La fenêtre suivante représente l'interface principale de l'application de serveur dans laquelle il reçoit les demandes.

2. Phase de traitement

Dans cette phase, le serveur va traiter la demande reçue pour l'extraction des informations (le nom l'hôpital, coordination et produit demande).

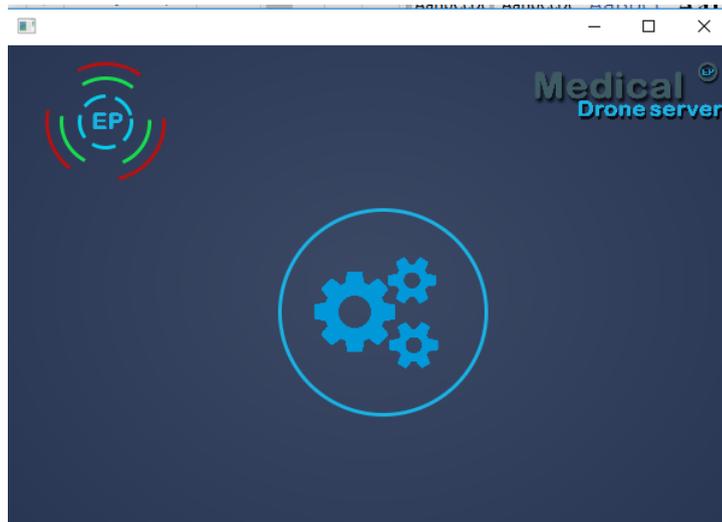


FIGURE 4.39: illustration la phase de traitement

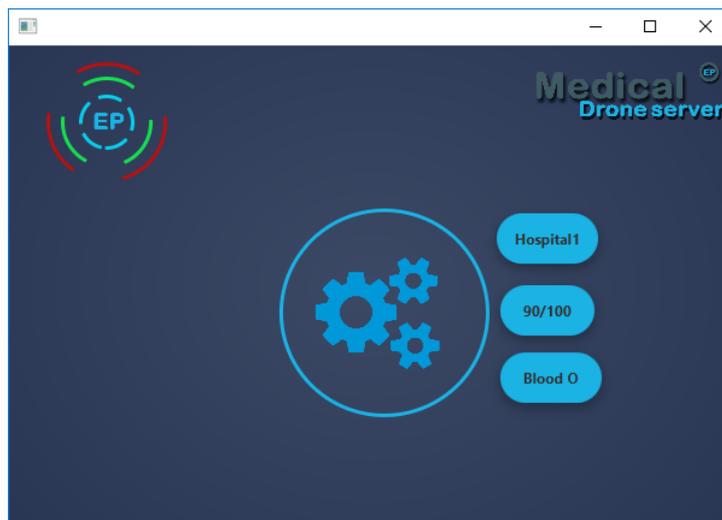


FIGURE 4.40: Illustration la phase d'extraction des informations

Après l'extraction des informations nécessaire, le serveur envoie une commande vers le drone pour porter le produit et aller vers l'hôpital.

NB : La communication entre l'application mobile et le serveur dans notre système est une communication simple par des sockets (client server).

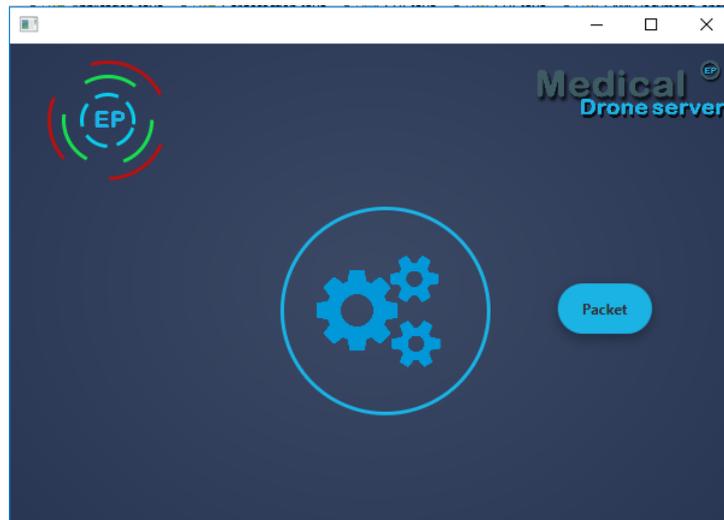


FIGURE 4.41: illustration de la phase d'envoi la commande ver le drone

4.3.3.3 Partie résultat

Le résultat suivant obtenu après la demande urgence de sang O+ par l'hôpital A. Note objectif est que le drone porte le produit et commence à voler du Center A au Center B, la figure suivante illustre notre objectif.



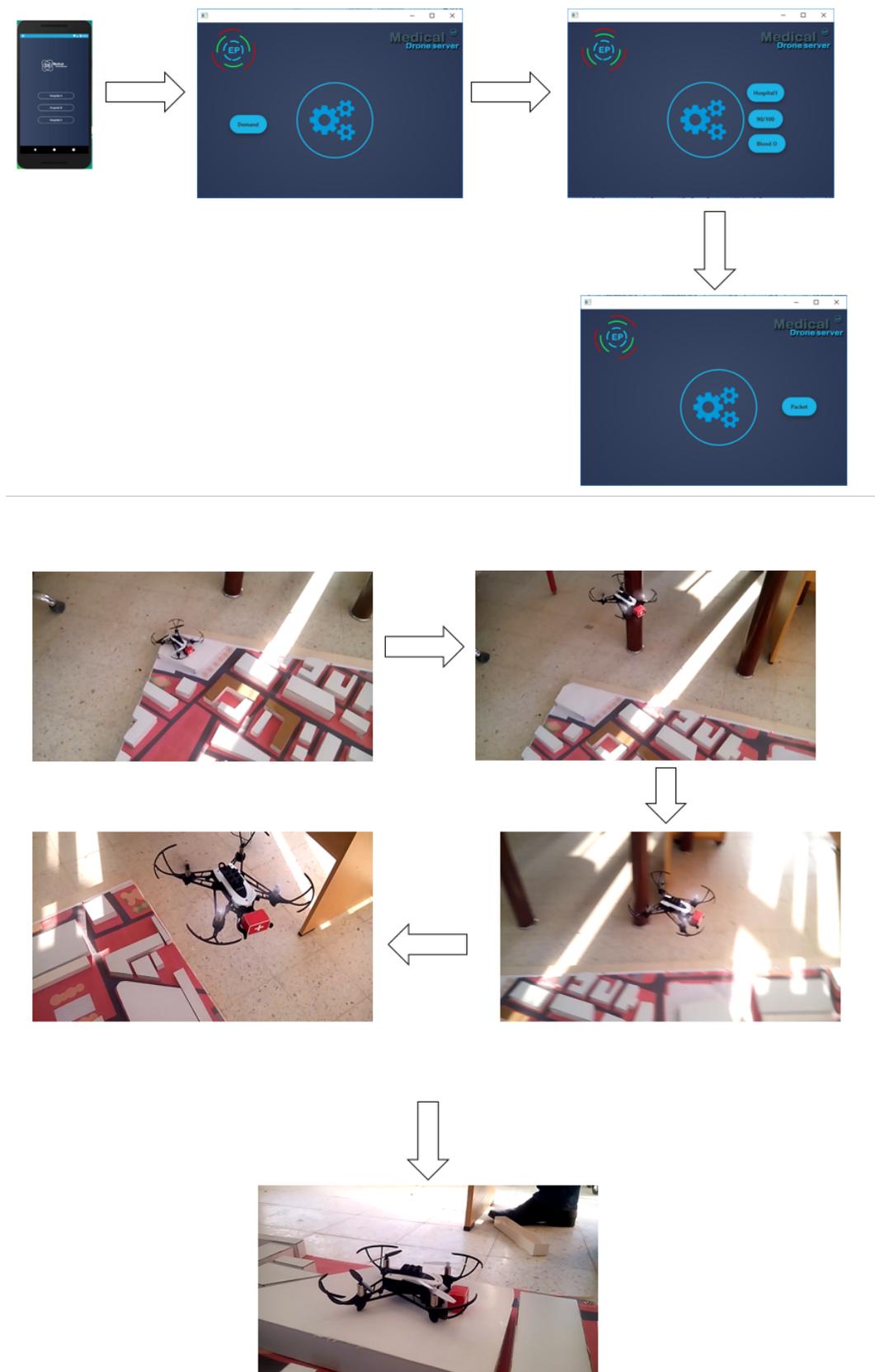


FIGURE 4.42: le résultat du domaine médical.

4.3.4 Domaine industriel

Dans ce domaine, notre objectif est d'analyser l'air et de déterminer le pourcentage de pollution et sa source dans la smart city. Pour déterminer le pourcentage de pollution dans l'air a pour objectif de pour dire que cette valeur affecte la santé ou non, nous avons suivi la norme de AQI (air qualityindex), c'est un numéro utilisé par les organismes gouvernementaux pour communiquer au public à quel point l'air est actuellement. Pollué ou à quel point il est prévu qu'il devienne pollué. la figure suivante représente les valeurs de risque et le niveau de pollutions de l'air.

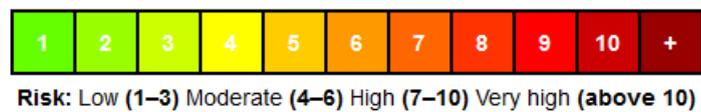


FIGURE 4.43: illustration de la dégradation les couleurs avec le risk

Risque pour la santé	Indice de la qualité de l'air
Faible 1-3	1-3
Modérer	4-6
High	7-10
Trés haut	Au dessus de 10

TABLE 4.11: Risque la santé avec indice de le qualité de l'air

AOI	Niveau de pollution de l'air	La pollution de l'air Catégorie
0-50	Niveau 1	Excellent
51-100	Niveau 2	Bien
101-150	Niveau 3	Légèrement pollué
151-200	Niveau 3	Modérément pollué
201-300	Niveau 4	Fortement pollué
>300	Niveau 5	Gravment pollué

TABLE 4.12: AQI et niveau de pollution avec leur catégorie

4.3.4.1 Partie Drone

Dans cette partie, nous avons installé notre système de détection de gaz sur le drone, la figure suivante représente notre système avec le drone après l'installation.



FIGURE 4.44: le drone avec le système de détection.

4.3.4.2 Partie Service Cloud

Dans cette partie nous avons acheté un service cloud dans la Compagnie amazon Perçoit et transmet informations collecte. la figure suivante représente le websocket UI de notre service.

4.3.4.3 Partie Expert

Dans cette partie, nous avons créé une application mobile permettant aux experts d'afficher les résultats envoyés par le service cloud collecté par l'UAV.

1. L'interface principale

La fenêtre suivante représente l'interface principale de l'application.



FIGURE 4.45: l'interface principale de l'application mobile

2. L'interface de réception

Dans cette interface nous avons reçu les informations de service cloud, ils sont affichés comme une courbe graphique.



FIGURE 4.46: illustration de la phase de réception des informations

3. L'interface d'affichage

Dans cette interface, nous avons traité l'information reçue et nous avons affiché le résultat final de la qualité de l'air de la zone.



FIGURE 4.47: illustration de la phase d'affichage du résultat

4.3.4.4 Partie Résultat

Nous avons travaillé sur une maquette d'une partie de la ville de Biskra. Nous avons apporté une bouteille de gaz en laissant le gaz passer à travers les tuyaux à l'intérieur de la maquette et en essayant de détecter la source de la fuite de gaz par le Drone. Dans ce travail nous avons utilisé le gaz LGP.

1. Partie du Gaz

La figure 4.48 représente notre source de gaz et la figure 4.18 donne la position de la fuite dans la maquette de la ville.



FIGURE 4.48: La source de gaz



FIGURE 4.49: Illustration de position de la fuite de gaz

2. Partie Drone

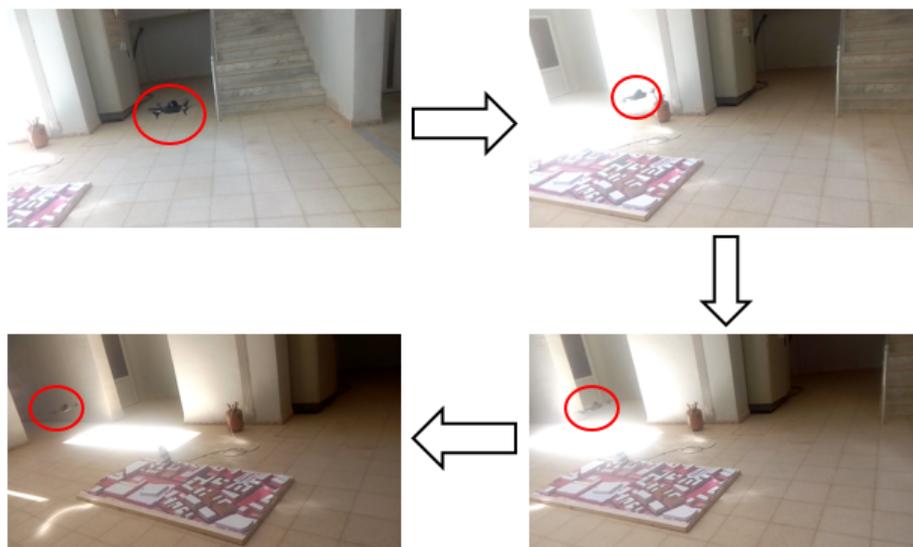


FIGURE 4.50: La source de gaz

3. Partie Service Cloud

La figure suivante représente notre service, il reçoit les informations de l'air collecté par le drone.

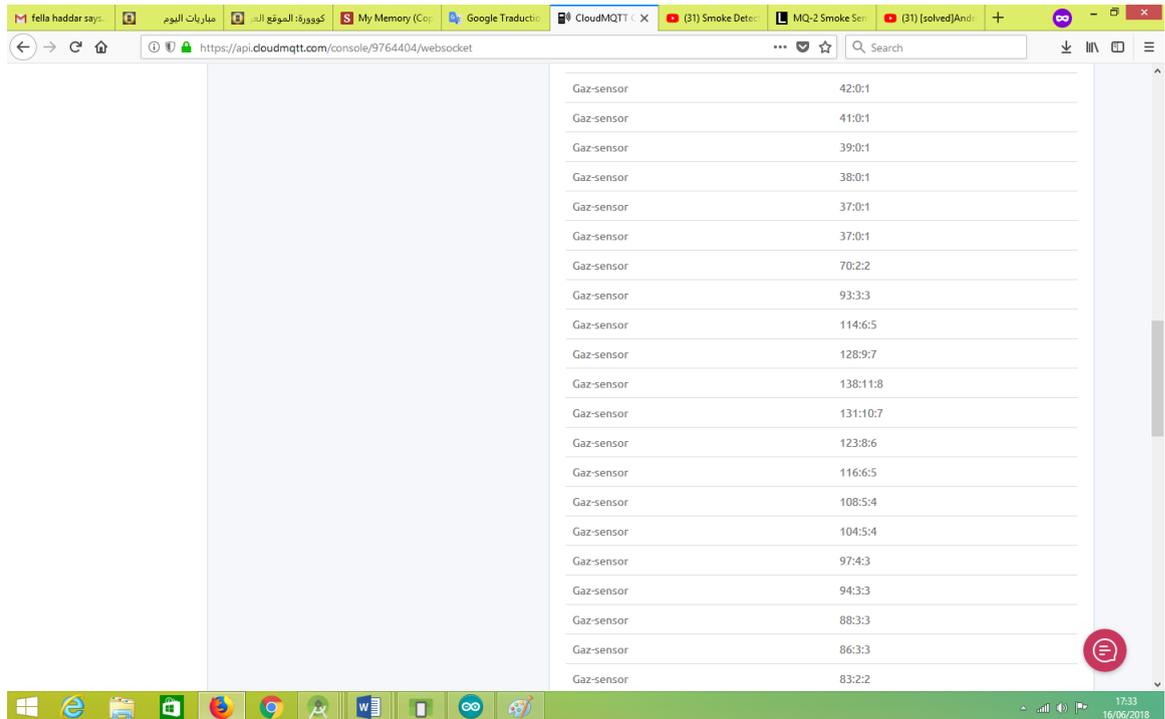


FIGURE 4.51: La source de gaz

4. Partie application mobile de l'expert

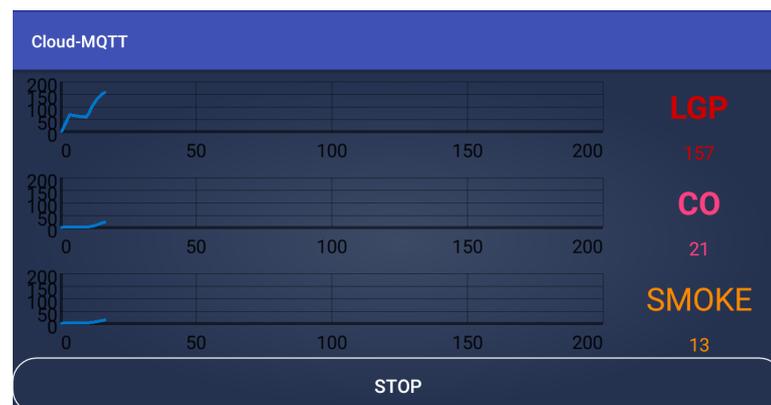


FIGURE 4.52: Illustration de la phase réception les informations



FIGURE 4.53: Illustration la phase d'affichage du résultat final

4.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté toutes les étapes de la mise en œuvre de notre projet avec tous les outils, les langages de programmation et les plateformes utilisés.

Sur les quatre validations nous avons constaté que les propositions conceptuelles développées dans le chapitre précédent répondent aux contraintes techniques.

La mise en œuvre des quatre axes de sécurité dans la smart city a donné de très bon résultat.

Dans le domaine médical, le temps de réponse est très court par rapport à un déplacement par la route.

Dans le domaine industriel, la localisation est rapide et la source est bien cernée.

Dans le domaine transport, les résultats sont très précis. Pour le domaine sécurité humaine, la détection de comportement et suivi de personne répond aux besoins initiaux.

Conclusion Générale

A la fin de notre projet et comme synthèse, nous signalons que le drone ou UAV est considéré comme une nouvelle technologie dans le domaine informatique. Il représente la meilleure solution pour développer la sécurité de smart city.

Pour atteindre notre objectif, notre projet a commencé par une présentation d'un état de l'art sur la technologie des drones pour définir les concepts les plus importants et les plus utiles.

Par la suite, nous avons dressé une description plus au moins exhaustive des techniques de sécurité nécessaires dans une ville intelligente.

La troisième partie a fait l'objet de notre proposition conceptuelle. Dans cette étape nous avons dressé une vision sécuritaire sur quatre plans : le transport, médical, industriel, et la sécurité humaine.

Dans la quatrième partie, il était question de développer notre modèle conceptuel en utilisant d'une part des environnements logiciels et nous avons en même temps appliqués cela sur une maquette avec des drones réels.

Les résultats sont très satisfaisants, à travers notre projet nous avons amélioré la sécurité de smart city dans quatre domaines de la manière suivante :

- dans le domaine circulation routière, nous avons développé un système pour collecter les données des véhicules sur la route (vitesse, type, nombre) et d'enregistrer tous ces données et les vidéos dans un fichier.
- Dans le domaine industriel nous avons développé un système de monitoring de la pollution de l'air et de détecté la source de pollution dans la smart city à base de drone.
- Dans le domaine médical, nous avons construit un système pour pouvoir livrer le produit de nécessité urgente dans un temps raisonnable.
- développé un système pour suivre des personnes dans la smart city, il est basé sur le traitement des images obtenues par le drone.

Comme perspective dans le domaine transport nous proposons d'appliquer le système de collection des données sur tous les routes et dans différents directions. Dans le domaine

de sécurité humaine, nous proposons d'intégrer les algorithmes d'apprentissage dans le système et de suivre les différents objets (personne, car, bus . . . etc). Dans le domaine médical nous suggérons de développer le système pour fournir les premiers secours pour les gens dans la smart city.

Un autre axe à développer est d'exploiter ce projet pour la sécurité de frontière d'un pays, ainsi que le suivie de l'évolution d'une catastrophe naturelle ou le vol d'un avion devient difficile.

Enfin, ce projet pourra faire un point de départ pour la surveillance d'une ville intelligence pour détecter toute activité d'un autre de drone pour l'espionage.

Bibliographie

- [1] Professor Sam Musa. Smart city roadmap. Jan 2016. doi : https://www.academia.edu/21181336/Smart_City_Roadmap?auto=download.
- [2] Vienna UT Centre of Regional Science. Smart cities ranking of european medium-sized cities. October 2007. doi : www.smart-cities.eu.
- [3] Les caractéristiques d'une ville intelligente, 3 juillet 2017. URL <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=smartcities-caracteristiques>.
- [4] Margaret Rouse. drone (unmanned aerial vehicle, uav), 2 juillet 2017. URL <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/drone>.
- [5] Maria de Fátima Bento. Unmanned aerial vehicles an overview. février 2008. doi : <http://www.insidegnss.com/auto/janfeb08-wp.pdf>.
- [6] Ann Cavoukian. Privacy and drones :unmanned aerial vehicles. Août 2012. doi : <https://www.ipc.on.ca/wp-content/uploads/Resources/pbd-drones.pdf>.
- [7] Fintan Corrigan. How do drones work and what is drone technology, 3 juillet 2017. URL <https://www.dronezon.com/learn-about-drones-quadcopters/what-is-drone-technology-or-how-does-drone-technology-work/>.
- [8] Fintan Corrigan. Flight controller based on arduino and mpu6050, 3 juillet 2017. URL http://www.electrionoobs.com/eng_robotica_tut5_3.php.
- [9] Margaret Rouse. Fpv drone (first-person view drone), 3 juillet 2017. URL <http://whatis.techtarget.com/definition/FPV-drone-first-person-view-drone>.
- [10] Company of DJI. Spark guide de l'utilisateur v1.2. doi : https://dl.djicdn.com/downloads/Spark/20170707/Spark+User+Manual+V1.2_FR.pdf.

- [11] Marko Janjić. Drone range extender – everything you need to know, 3 juillet 2017. URL <http://unlimiteddrone.com/2017/01/23/everything-you-need-to-know-about-drone-extenders/>.
- [12] Fintan Corrigan. Drone range extender – everything you need to know, 4 juillet 2017. URL <https://www.dronezon.com/drones-for-good/what-are-drones-used-for-and-best-drone-uses/>.
- [13] Fintan Corrigan. Drone range extender – everything you need to know, 4 juillet 2017. URL <https://www.dronezon.com/tag/drones-with-sensor-technology/>.
- [14] Fintan Corrigan. Drone range extender – everything you need to know, 4 juillet 2017. URL <https://www.dronezon.com/learn-about-drones-quadcopters/9-heat-vision-cameras-for-drones-and-how-thermal-imaging-works/>.
- [15] UAVLance. Drone parts and components. Jun 26, 2016. doi : <https://medium.com/@UAVLance/drone-parts-and-components-15582f68e920>.
- [16] A. Pieri L. Rossi-Y. Tison T. Toulouse A.Vellutini, P. Girves. Eléments constitutifs d'un drone. doi : https://portail.universita.corsica/stockage_public/portail/baaaaart/files/Support_drone.pdf.
- [17] Sciences et Avenir avec AFP. Drones : les nouvelles règles en vigueur au 1er janvier 2016. 31.12.2015. doi : https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/drones/drones-les-nouvelles-regles-en-vigueur-au-1er-janvier-2016_36504.
- [18] Martin. Réglementation : où peut-on faire voler son drone de loisir en france? 23 DÉCEMBRE 2016. doi : https://www.course-de-drone.fr/1342_on-faire-voler-drone-de-loisir-france/.
- [19] Quadcopter reviews and information on drones, 10 juillet 2017. URL <http://quadcopterhq.com/what-is-a-quadcopter/>.
- [20] difference between drone vs quadcopter, 10 juillet 2017. URL <https://dronepedia.xyz/difference-drone-vs-quadcopter/>.
- [21] Fintan Corrigan. What are drones used for today answered in brief, 3 juillet 2017. URL <https://www.dronezon.com/drones-for-good/what-are-drones-used-for-and-best-drone-uses/>.

- [22] Imad Jawhar Jameela Al-Jaroodi Farhan Mohammed, Nader Mohamed. Uavs for smart cities : Opportunities and challenges. *International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, Conference Paper · May 2014. doi : https://www.researchgate.net/publication/269299864_UAVs_for_smart_cities_Opportunities_and_challenges.
- [23] Fintan Corrigan. How to secure your drone from hackers permanently, 3 juillet 2017. URL <https://www.dronezon.com/learn-about-drones-quadcopters/how-to-protect-your-drone-from-hackers-permanently/>.
- [24] Gregory S. McNeal. Key questions about securing drones from hackers, 3 juillet 2017. URL <https://www.forbes.com/sites/gregorymcneal/2016/10/19/key-questions-about-securing-drones-from-hackers/#4d264633f3c5>.
- [25] Larry Dignan. Smart city drone deployments need security, it best practices, 3 juillet 2017. URL <http://www.zdnet.com/article/smart-city-drone-deployments-need-security-it-best-practices/>.
- [26] The RIQ News Desk. Csa and securing smart cities release municipal drone best practices, 3 juillet 2017. URL <https://www.readitquik.com/articles/cloud-2/cloud-security-alliance-and-securing-smart-cities-release-municipal-drone-best-pra>
- [27] Ali İ. Yurekli Edwin Vattapparamban, Edwin Vattapparamban. Drones for smart cities : Issues in cybersecurity, privacy, and public safet. *Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), 2016 International*, 2016. doi : <http://ieeexplore.ieee.org/document/7577060/>.
- [28] Martin Tom-Petersen Brian Russell, Mohamad Amin Hasbini. Establishing a safe and secure municipal drone program, 2016.
- [29] Sydney Shepard. High-tech security installed for tokyo marathon, Mar 01, 2016. URL <https://securitytoday.com/articles/2016/03/01/high-tech-security-installed-for-tokyo-marathon.aspx>.
- [30] l'Université de technologie de Brno. Data from sky, 2017. URL <http://www.dronesatwork.com/datafromsky-offers-traffic-analysis-aerial-video-data/>.

-
- [31] Julien Lausson. Un drone médical pour venir au secours des victimes d'arrêt cardiaque, 30 octobre 2014. URL <https://www.numerama.com/magazine/31127-drone-ambulance-arret-cardiaque.html>.
- [32] Owen Guo. Des drones pour éliminer le smog chinois, 12 Mars 2014. URL <https://fr.globalvoices.org/2014/03/12/164617/>.
- [33] Shunji Sugaya. Agri drone, 19 July 2016. URL <https://atlasofthefuture.org/project/agri-drone/>.
- [34] Sébastien Bonnet. Mqtt : Un protocole dédié pour l'iot, 27 février 2015. URL <http://www.digitaldimension.solutions/blog/avis-d-experts/2015/02/mqtt-un-protocole-dedie-pour-liot/>.