

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



## **MEMOIRE**

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

**En** : Télécommunications

**Spécialité** : Réseaux et Télécommunications

**Par** : KAZI AOUAL Malika et HADRI Meriem

### **Sujet**

**Video streaming via une borne Wi-Fi**

Soutenu publiquement, le **27 /06/ 2019**, devant le jury composé de :

Mr M.HADJILA	Maître de Conférences « A »	Univ. Tlemcen	Président
Mr R.MERZOUGUI	Maître de Conférences « A »	Univ. Tlemcen	Encadreur
Mr H.ZERROUKI	Maître de Conférences « B »	Univ. Tlemcen	Examineur
Mme L.BENMESSAOUD	Docteur	Univ d'USTHB	Co-Encadreur

*Année Universitaire 2018-2019*

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# *Remerciements*

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

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral et administratif de la Faculté de technologie de Tlemcen, pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Nous tenons à remercier sincèrement nos encadreurs monsieur R. MERZOUGUI, Maître de conférences au département de télécommunication, sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour et madame L. BENMESSAOUD docteur de l'université d'USTHB d'Alger, pour leurs aides, leurs conseils et leurs disponibilités.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury les maîtres de conférences du département de télécommunication monsieur M. HADJILA et monsieur H. ZERROUKI qui ont cordialement accepté d'être rapporteurs de ce travail.

On remercie chaleureusement nos parents, qui ont été toujours à nos côtés, pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

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



# *Dédicaces*



Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance.

Je dédie ce travail à :

## **Mes très chers parents**

Pour tous leurs sacrifices, leur amour et leurs prières tout au long de mes études.

« Papa », « Maman » quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point vous remercier comme il se doit. Votre affection me couvre, votre présence à mes cotés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

## **Mon cher beau-père, ma tendre belle mère**

Pour leurs supplications pour moi durant cette année. Votre amour et gentillesse m'a fait avancer.

## **Mon très cher mari Aboubakr**

Qui a partagé avec moi tous les moments d'émotion, je suis reconnaissante pour votre précieux conseils, votre encouragement ainsi que votre soutien et compréhension.

## **Mes frères et sœurs**

Rachid, Riyad et Zakaria qui ont toujours été ma force à avancer.

Manel et Fadia pour leur humour et leur soutien durant mes études.

## **Ma belle famille**

Mes beaux-frères Nabil et Ilyes et mes adorables belles-sœurs Nawel, Fatima Zohra, Meryem et ma cousine Hiba. Je tiens à vous remercier pour vos encouragements, vous êtes une superbe belle famille.

A toute ma famille paternelle et maternelle du plus grand au plus petit.

Mes chères amies khadidja, Sara et Latifa.



## *Dédicaces*



Avec ma grande gratitude Je dédie ce modeste travail :

### **A ma très chère mère et mon très cher père.**

Qui sont pour moi une source de vie car sans leurs sacrifices consentis, leurs précieux conseils, et surtout leurs tendresses et leurs affections je ne pourrais arriver jusqu'au bout. Je me réjouis de cet amour filial. Que Dieu les garde afin que leur regard puisse suivre ma destinée.

### **A mes frères Abderrahim et Mohammed Kassem.**

Qui ont été toujours présent pour moi.

### **A mon adorable sœur Merwa.**

Je la remercie de l'amour qu'elle m'a témoigné au cours des années, des paroles d'encouragement qu'elle a su prononcer et du soutien extraordinaire qu'elle m'a offert. Quel privilège et quelle joie d'avoir une sœur comme toi.

### **A mon fiancé et mon futur mari Ilyes.**

Que Dieu te bénisse et te protège. A tous ceux qui sont chères, proches de mon cœur, et à tous Ceux qui m'aiment et qui aurait voulu partager ma joie.

# الملخص

كجزء من المشروع نحن نقدم منصة تدفق الهواتف الذكية للاستخدام العام. انها مسالة تطوير خدمة الوسائط المتعددة المتنقلة التي تسمح باكتساب و معالجة و نقل الفيديو عبر البيئات المتنقلة لغرض هذه الانواع من المحطات الطرفية في مجالات الاتصالات الصوتية الاضافية و جعلها ادوات لخدمة الوسائط المتعددة. يمكن الهاتف الذكي البسيط المساهمة بفعالية في احتياجات المستخدمين.

**كلمات البحث:** الهاتف الذكي. الفيديو. Wifi.

## Résumé

Dans le cadre de ce projet, nous proposons une plateforme de streaming via les Smartphones destinés à usage public. Il s'agit de développer un service mobile multimédia permettant l'acquisition, le traitement et le transfert vidéo via les environnements mobiles dont le but d'exploiter ces types de terminaux dans des domaines extra communication vocale et d'en faire des outils pour les services multimédias. Un simple Smartphone peut contribuer efficacement aux besoins des utilisateurs.

**Mots-clés:** Smartphone, Streaming, Wi-Fi, RTSP, RTMP, Transmission video.

## Abstract

In this project, we propose a streaming platform via smartphones for public use. It concerns a development of a mobile multimedia service allowing the acquisition, the processing and the video transfer via the mobile environments whose aim is to exploit these types of terminals in media services field. Today a simple Smartphone can effectively contribute to users needs..

**Keywords:** Smartphone, streaming, Wi-Fi, RTSP, RTMP, video transmission.

## **TABLE DES MATIÈRES :**

Remerciements .....	2
Dédicaces .....	3
Résumé en arabe.....	5
Résumé.....	5
Abstract.....	5
Table des matières.....	6
Table des figures.....	10
Glossaire.....	11

---

Introduction générale.....	18
----------------------------	----

### **Premier chapitre : contexte de recherche.**

1. Introduction .....	20
2. Réseaux sans fil.....	20
2.1. Définition.....	20
2.2. Catégories des réseaux sans fil.....	20
2.2.1. Zone de couverture .....	21
2.2.2. Infrastructure .....	23
3. Le Wifi .....	23
3.1. Définition .....	23
3.2. Modes .....	23
3.3. Normes .....	24
3.4. Sécurité sur le Wifi .....	25
3.5. Fonctionnement .....	25
3.6. Avantage .....	26
4. La 3G .....	26
4.1. Définition .....	26
4.2. Architecteur de 3G.....	26
4.3. Normes de 3G .....	28

4.4.	Débits de 3G.....	30
4.5.	Caractéristiques de 3G.....	30
4.6.	Qualité de service de 3G.....	31
5.	La 4G.....	31
5.1.	Définition .....	31
5.2.	Architecteur de 4G.....	31
5.3.	Caractéristiques de 4G.....	32
5.4.	Qualité de service de 4G.....	33
6.	Service multimédia .....	33
6.1.	Média de base .....	34
6.1.1.	Medium texte .....	35
6.1.2.	Medium audio .....	35
6.1.3.	Medium image .....	35
6.1.4.	Medium vidéo .....	35
6.2.	Domaines d'application du multimédia .....	35
7.	Conclusion .....	36

## **Seconde chapitre : Live streaming vidéo.**

1.	Introduction.....	38
2.	Vidéo streaming.....	38
2.1.	Définition .....	38
2.2.	Principe.....	38
2.3.	Type.....	38
2.3.1.	Lecture progressive.....	39
2.3.2.	Lecture continue.....	39
2.4.	Mode de diffusion .....	39
2.4.1.	Multicast .....	39
2.4.2.	Unicast .....	40
2.4.3.	Broadcast .....	41
2.4.4.	Anycast .....	41
3.	Système de streaming .....	41
3.1.	Définition .....	41
3.2.	Données audiovisuelles .....	42
3.3.	Streaming versus téléchargement .....	42
3.3.1.	Téléchargement simple.....	42
3.3.2.	Téléchargement streaming .....	42
3.3.3.	Téléchargement pseudo streaming .....	42
3.4.	Applications .....	44

3.4.1. Diffusion en direct .....	44
3.4.2. Diffusion à la demande .....	44
3.5. Architecture du système de streaming.....	45
3.5.1. Lecteur audiovisuel .....	45
3.5.2. Clients existant .....	46
3.5.3. Serveur de streaming .....	48
4. Réseaux et streaming.....	49
4.1. Problématiques dues aux réseaux .....	49
4.2. Protocoles dédiés au streaming .....	50
4.2.1. Protocoles de transport .....	50
4.2.2. Protocoles de session .....	51
a- RTP (Real-Time Transport Protocol).....	51
b- RTCP (Real-Time Control Protocol) .....	53
c- RTSP (Real-Time Streaming Protocol).....	55
d- RTMP (Real-Time Messaging Protocol).....	57
e- WebRTC (Web Real-Time communication).....	57
4-2-3-Protocoles d'application .....	58
4-3- Client pull versus serveur push .....	58
5- Caches dans les systèmes de streaming.....	59
5-1- Cache de lecture .....	59
5-2- Cache de serveur .....	59
6- Avantage de streaming .....	60
7- Conclusion.....	61

### Troisième chapitre :

1. Introduction.....	63
2. Etude technique .....	63
2.1. Donnée de base .....	63
2.2. Cahier de charge.....	63
2.3. Fonctionnalités et contribution de notre application....	64
3. Bilan d'analyse.....	64
3.1. Outils de développement .....	64
3.1.1. Wowza Media Engine.....	64
3.1.2. WAMP server .....	65
3.1.3. SDK Android .....	66
3.1.4. Flash Player .....	66
3.2. Protocoles .....	67
3.3. Support des réseaux .....	67
4. Etapes suivis pour la réalisation de projet .....	68

4.1.	Installation et configuration de Wowza Media Engine.	68
4.2.	Création de l'application web.....	69
4.3.	Plateforme proposée pour le streaming vidéo live.....	77
5.	Simulation .....	78
6.	Conclusion.....	80

## Table des figures :

<b>FIGURE 1.1</b> : classification des réseaux sans fil.....	21
<b>FIGURE 1.2</b> : Les différents réseaux sans-fil.....	22
<b>FIGURE 1.3</b> : la distance du signal des normes Wifi par rapport à la fréquence d'utilisation.....	24
<b>FIGURE 1.4</b> : Fonctionnement du Wifi.....	25
<b>FIGURE 1.5</b> : l'architecture de la 3G (UMTS).....	27
<b>FIGURE 1.6</b> : les modes d'UMTS .....	29
<b>FIGURE 1.7</b> : L'architecteur de LTE.....	32
<b>FIGURE 1.8</b> : Les composants de multimédia.....	34
<b>FIGURE 2.1</b> : Multidiffusion d'un événement en direct.....	40
<b>FIGURE 2.2</b> : Diffusion Unicast de vidéos à la demande.....	40
<b>FIGURE 2.3</b> : Système streaming.....	41
<b>FIGURE 2.4</b> : Téléchargement simple versus streaming.....	44
<b>FIGURE 2.5</b> : Composants d'un lecteur audiovisuel.....	46
<b>FIGURE 2.6</b> : classement des protocoles de streaming dans les couches de modèle OSI.....	51
<b>FIGURE 2.7</b> : Architecteur de protocole RTP.....	52
<b>FIGURE 2.8</b> : Architecteur de L'entête RTP.....	53
<b>FIGURE 2.9</b> : Echange entre un serveur et un client RTSP.....	56
<b>FIGURE 3.1</b> : L'interface WAMP Server version 2.4.....	65
<b>FIGURE 3.2</b> : création d'un utilisateur sur Wowza Media Engine.....	68
<b>FIGURE 3.3</b> : insertion des informations d'utilisateur.....	69
<b>FIGURE 3.4</b> : code INDEX.HTML.....	71
<b>FIGURE 3.5</b> : Style.css.....	74
<b>FIGURE 3.6</b> : code Player.js.....	76
<b>FIGURE 3.7</b> : capture de notre application web.....	77
<b>FIGURE 3.8</b> : Plateforme de l'application.....	77
<b>FIGURE 3.9</b> : streaming vidéo live.....	79

# Glossaire

## A

**ATM** : **A**synchronous **T**ransfer **M**ode.

**ARP**: **A**llocation and **R**etention **P**riority.

**API** : **A**pplication **P**rogramming **I**nterface.

**Ad Hoc** : version du WIFI permettant l'échange direct des informations entre les stations.

**AUC**: **A**uthen1calon **C**enter.

**APP**: **A**gence **P**rotection **P**rogrammes.

## B

**BLR**: **B**oucle **L**ocale **R**adio.

## C

**CSRC**: **C**hina **S**ecurities **R**egulatory **C**omission.

**CDMA** : **C**ode **D**ivision **M**ultiple **A**ccess.

**CDMA 2000** : (**C**ode **D**ivision **M**ultiple **A**ccess **2000**) technologie de communication radio mobile de troisième génération.

**CDMA2000 1X EV -DO**: (**C**ode **D**ivision **M**ultiple **A**ccess **2000**) Evolution Data Only.

**CDMA2000 1X EV- DV**: (**C**ode **D**ivision **M**ultiple **A**ccess **2000**) Evolution Data and Voice.

**CN**: **C**ore **N**etwor

## **E**

**E-UTRAN:** Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network.

**EPC:** Evolved Packet Core.

**EDGE:** Enhanced Data for GSM (global system for mobile communication) Evolution.

**EIR:** Equipement Identity Register.

## **F**

**FTP:** Fichier Transfer Protocole.

**FLV:** Flach Video.

**FDD:** Frequency Division Duplex.

## **G**

**3GPP:** Third Generation Partnership Program.

**GBR:** Guaranteed Bit Rate.

**GSM:** Globale Système Mobile.

**GGSN:** Gateway GPRS Support Node.

**GMSC:** Gateway Mobile Switching Centre.

**GPRS:** General Packet Radio Service.

## **H**

**HSS:** Hybridation Soustractive Sélective.

**HD:** High Dimension.

**HLR:** Home LocaHon Register.

## I

**ICMP:** Internet Control Message Protocol.

**IGMP:** Internet Group Multicast Protocol.

**ISO:** International Standards Organisation.

**IETF:** Internet Engineering Task Force.

**IPTV:** Internet Protocol Television.

**IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers.

**IDLE:** Integrated Development Environment

**IMS:** Internet Protocol Multimedia Subsystem.

**IMT-2000 :** International Mobile Télécommunications 2000.

**IEEE 802.16 :** est un groupe de normes contenant des spécifications pour la mise en œuvre de réseaux métropolitains à liaison sans fil. C'est aussi un groupe de travail chargé avec le Forum WiMax de faire la promotion de ce standard.

**IEEE.802.11 :** est un ensemble de normes concernant les réseaux sans fil locaux (le Wi-Fi). Il a été mis au point par le groupe de travail 11 du comité de normalisation LAN/MAN de l'IEEE (IEEE 802).

**ITU :** Union Internationale des Télécommunications.

## L

**LAN:** Local Area Network.

**LTE:** Long Term Evolution.

## **M**

**MME:** Mobility Management Entity.

**MANET:** Mobile Ad Hoc Network.

**MBR:** Maximal Bit Rate.

**MPEG:** Moving Pictures Experts Group.

**MP3:** MPEG Audio Layer 3.

**MAC:** Media Access Control.

**MSC:** Mobile Service Switching Center.

## **O**

**OFDMA:** Orthogonal Frequency Division Multiple Access.

## **P**

**PCM:** Pulse Code Modulation.

**PDN:** Packet Data Network.

**PCRF:** Policy and Charging Rules Function.

**PDP:** Packet Data Protocol.

**PDF: Portable Document Format.**

## Q

**QCI: Quality Control Inspector.**

**Qos : Quality of Service.**

## R

**RTMP: Real Time Messaging Protocol.**

**RSVP: Ressource Réserveation Protocol.**

**RTSP: Real-Time Streaming Protocol.**

**RTP: Real-Time Transport Protocol.**

**RTCP: Real-Time Contrôle Protocol.**

**RFC: Requests For Comments.**

**RAN: Radio Access Network.**

**RA: Right Ascension.**

**RC4 : Ron Code 4.**

## S

**SSRC: Social Science Recherche Council.**

**SC-FDMA:** Single Carrier - Frequency Division Multiple Access.

**SIP:** Session Initiation Protocol.

**SDK:** Software Development Kit.

**SGSN:** Serving GPRS Support Node.

**SIM:** Subscriber Identity Module.

**SDU:** Service Data Unit.

## T

**TCP:** Transmission Control Protocol.

**TD-SCDMA :** Time Division Synchronous Code Division Multiple Access.

**TV :** Télévision.

**TDD :** Time Division Duplex.

## U

**URL :** Uniform Resource Locator.

**UDP:** User Datagram Protocol.

**UTRAN:** UMTS Terrestrial Radio Access Network.

**UMTS:** Universal Mobile Telecommunication System.

**UE:** Union Européenne.

**UIT:** International Telecommunication Union.

**UMTS:** Universal Mobile Telecommunications System.

**UTRAN:** Universal Terrestrial Radio Access Network.

## V

**VoD:** Video on Demand.

**VoIP:** Voice over Internet Protocol.

**VLR:** Visitor Local Register.

## W

**WPAN:** Wireless Personal Area Network.

**WLAN:** Wireless Local Area Network.

**WMAN:** Wireless Metropolitan Area Network.

**WWAN:** Wireless Wide Area Network.

**WECA:** Wireless Ethernet Compatibility Alliance.

**Wi-Fi:** Wireless Fidelity.

**WEP:** Wired Equivalent Privacy.

**WCDMA :** Wide- Code Division Multiple Access.

# Introduction générale

Aujourd'hui, on peut dire que le Smartphone est devenu le meilleur ami de l'homme. Grâce à ce dernier tous les utilisateurs sont connectés l'un à l'autre, ils sont alors mieux organisés pour leur emploi du temps ou leur activités quotidiennes.

En effet, le téléphone n'est pas seulement un outil de communication, mais il participe même à l'amélioration de notre mode de vie.

La technologie de streaming est une technique de transfert des données sous forme d'un flux régulier et continu, elle permet de diffuser et de visualiser des contenus multimédias en temps réel.

Le streaming sert à faire des formations à distance, la télésurveillance, VOD (video on demand), assister à des conférences à distance, etc. Il est apparu pour minimiser le problème de consommation de la bande passante. Les flux sont de type multimédia (vidéo, audio ou les deux). D'une autre manière, le streaming découpe les données en paquets tous en respectant la taille de la bande passante disponible entre le client et le serveur.

Dans ce contexte, nous avons proposé le développement d'une application mobile sous Android qui est basé à capturer la vidéo et la transmettre vers un serveur distant afin d'offrir un service efficace destiné aux utilisateurs.

Ce mémoire est organisé en trois chapitres. Au niveau du premier, nous présentons les différents réseaux sans fil, le fonctionnement et la sécurité du Wi-Fi, ainsi que les générations 3G ET 4G.

Dans le deuxième chapitre, nous détaillons l'architecture du système de streaming et les principaux protocoles utilisés pour cette technologie.

Au cours du troisième chapitre, nous exposons notre application mobile qui consiste à diffuser le flux vidéo issus de terminal mobile vers un serveur distant.

# **Chapitre 1**

## **Représentation des réseaux sans fil**

## **1- Introduction :**

Les réseaux sans-fil connaissent actuellement un succès très important dont leur nombre croît très rapidement au sein des entreprises et du grand public.

Dans ce premier chapitre, on va entamer les catégories des réseaux sans-fil comme les réseaux personnels WPAN, les réseaux locaux WLAN, les réseaux métropolitains WMAN et les réseaux étendus WWAN, puis nous allons introduire aussi des généralités sur le WIFI comme les modes, les normes, fonctionnement et sécurité de WIFI. Par suite, nous détaillons les réseaux 3G et 4G et nous terminons par les services de multimédia.

## **2- Réseaux sans fil « Wireless network » :**

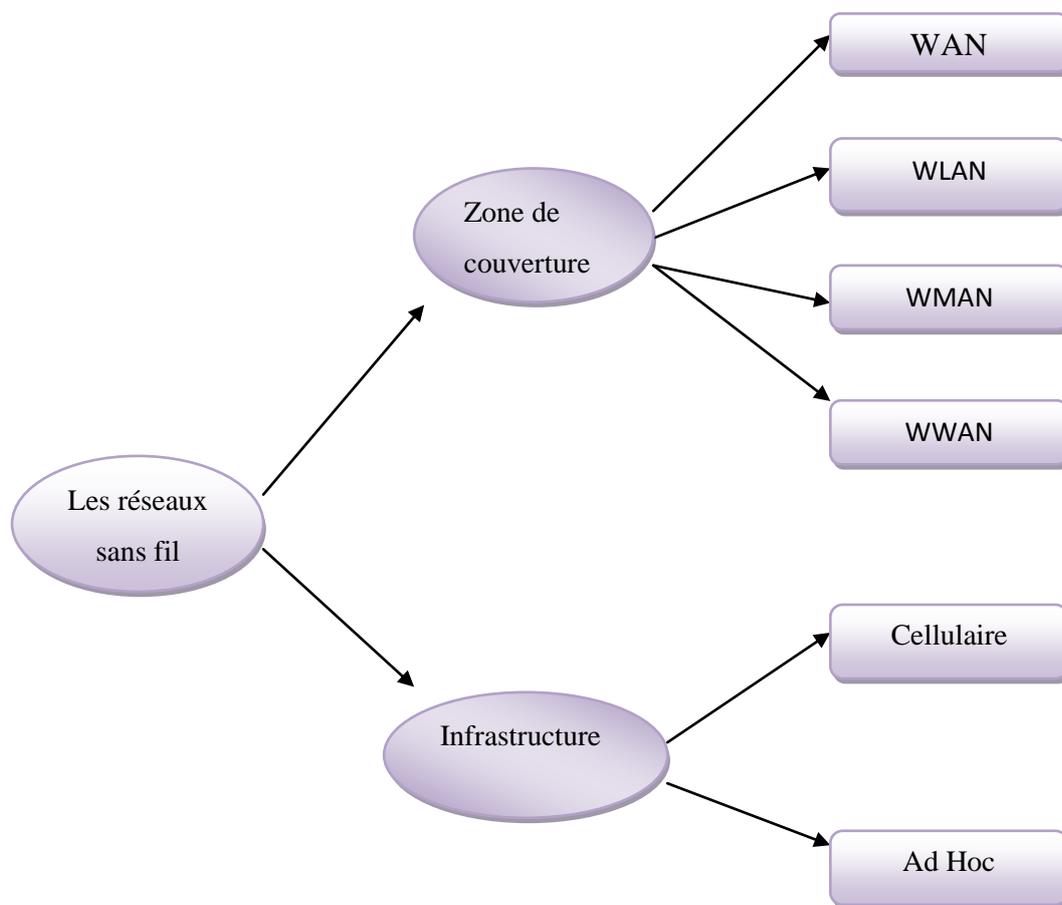
### **2-1- Définition :**

Un réseau sans fil « Wireless network » est un réseau informatique dans lequel au moins deux machines peuvent communiquer sans liaison filaire mais par des ondes radioélectriques tout en se déplaçant dans un périmètre géographique plus ou moins étendu (une dizaine de mètres à quelques kilomètres). L'installation de ce type de réseau est facile et ne nécessite pas de grands aménagements des infrastructures existantes contrairement aux réseaux filaires [1].

### **2-2- Catégories des réseaux sans fil :**

On peut classier les réseaux sans fils selon deux catégories comme montré à la **figure 1.1** :

- Selon la zone de couverture : il existe quatre catégories des réseaux sans fil dont les réseaux personnels, locaux, métropolitains et les réseaux étendus.
- Selon l'infrastructure : dans cette catégorie, les réseaux sans fil peuvent être classés en réseaux avec et sans infrastructure [2].



**FIGURE 1.1 : Classification des réseaux sans fil.**

### 2-2-1- Zone de couverture :

- **Réseaux personnels sans fil (WPAN)**

Le rôle du réseau personnel sans fil (Wireless Personal Area Network, WPAN) est de relier des périphériques (imprimante, souris, téléphone portable... etc.) à un ordinateur avec une faible portée et sans l'utilisation des câbles [3]. Les technologies utilisées pour ce type de réseau sont :

La technologie Bluetooth.

La technologie ZigBee.

Liaisons infrarouges.

- **Réseaux locaux sans fil (WLAN)**

Le réseau local sans fil ou WLAN (Wireless Local Area Network) utilise les radiofréquences pour transmettre et recevoir des données sans fil avec une portée de quelques mètres [2]. Il est basé sur les technologies suivantes :

Les réseaux Wifi « Wireless Fidelity ».

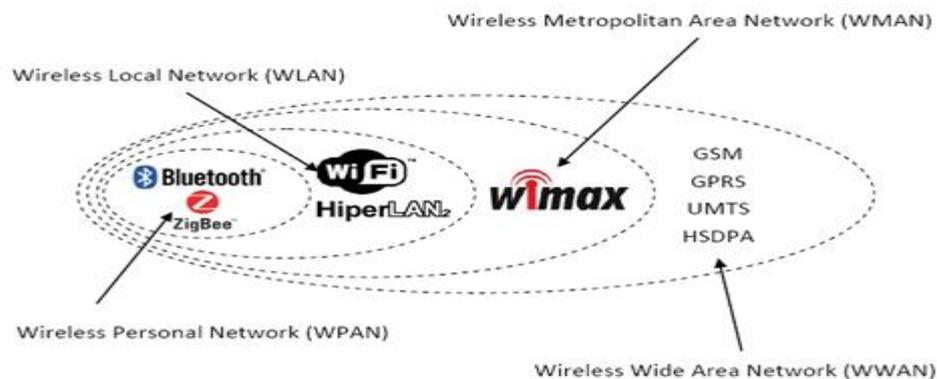
Les réseaux hyperLAN2 « High performance LAN2.0 ».

- **Réseaux métropolitains sans fil (WMAN)**

Le réseau métropolitain (Wireless Metropolitan Area Network) nommé aussi « boucle locale radio BLR », ces réseaux sont basés sur la norme IEEE 802.16. Cette boucle à un débit de 1 à 10 Mbit/s pour une portée de 4 à 10 kilomètres. Cette technologie est destinée aux opérateurs de télécommunications [4].

- **Réseaux étendus sans fil (WWAN)**

Le réseau étendu sans fil noté WWAN (Wireless Wide Area Network) autrement dit réseau cellulaire mobile. Les technologies de ce réseau sont : GSM, GPRS, UMTS, LTE, elles utilisent les satellites géostationnaires ou en orbite basse pour relier l'information entre plusieurs points du globe [4].



**FIGURE 1.2 : les différents réseaux sans-fil [1].**

### 2-2-2- Infrastructure :

- **Réseaux cellulaires (avec infrastructure)**

Les réseaux cellulaires sont basés sur la technique de cellule qui représente la zone de couverture comme le cas des réseaux de téléphonie mobile [4].

- **Réseaux Ad Hoc (sans infrastructure)**

Le réseau Ad Hoc généralement nommé MANET (Mobile Ad Hoc Network) est un réseau sans fil auto-configurable c'est-à-dire si on désire échanger des données entre deux ou plusieurs machines mobiles qui se trouve dans la même zone de couverture, elles doivent se connaître et le réseau fait la configuration automatiquement [4].

### 3- Le Wifi « Wireless Fidelity » :

#### 3-1- Définition :

Le Wifi « Wireless Fidelity » est un système provient de la norme IEEE.802.11 et qui définit une architecture cellulaire. Cette norme a été reproduite par la « Wifi Alliance », anciennement WECA « Wireless Ethernet Compatibility Alliance » [5].

Cette technologie permet de se connecter à internet sans avoir à relier notre appareils « ordinateur, Smartphone ... » à un câble, les données sont transmises par des radiofréquences vers un routeur [6].

Il existe deux types de réseaux sans fil :

- IEEE.802.11b à 2.4 GHZ avec une vitesse de 11Mbit/s.
- IEEE.802.11a/g à 5GHZ avec une vitesse de 54 Mbit/s [7].

#### 3-2- Modes :

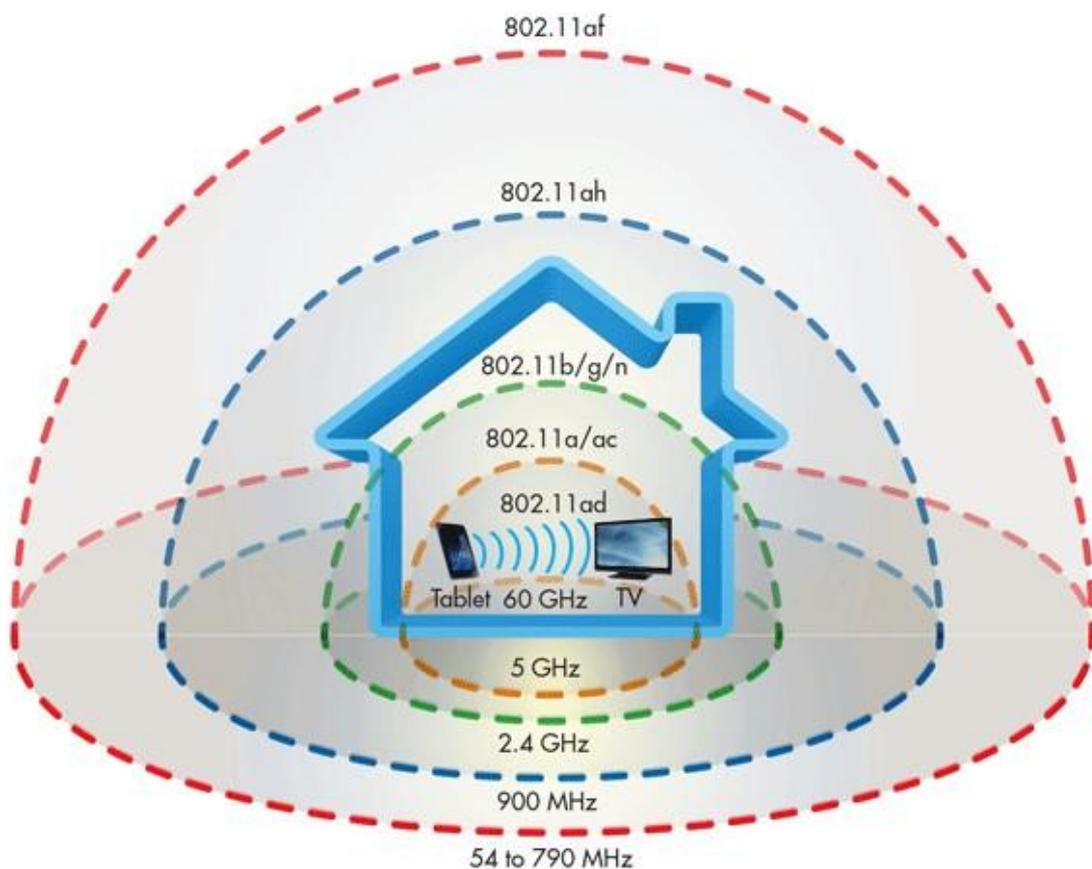
Les modes qui existent pour une connexion sans fils sont :

- Le mode infrastructure : c'est le plus utilisé dans les entreprises, il assure la communication des ordinateurs qui ont une carte réseau Wifi entre eux à partir d'un ou plusieurs points d'accès (hub Wifi) [8].
- Le mode Ad-Hoc : il porte le même principe du mode précédent sauf qu'il n'exige pas un point d'accès et les appareils communiquent d'une façon directe [8].

### 3-3- Normes :

La première apparition du Wifi “IEEE 802.11” était en 1997. L’association professionnelle IEEE a édité plusieurs normes de Wifi. Les normes les plus courantes sont : 802a/b/g/n/ac. Le développement du Wifi fait naissance à une nouvelle norme IEEE 802.11ax appelée aussi Wifi6 et qui va être lancé en juillet 2019 [9].

La distance du signal des normes Wifi par rapport à la fréquence d’utilisation est représentée dans la **figure 1.3** qui suit.



**FIGURE 1.3 : La distance du signal des normes Wifi par rapport à la fréquence d’utilisation [10].**

### 3-4- Sécurité sur le Wifi :

La sécurité sur le réseau Wifi est faite selon plusieurs critères dont les suivants :

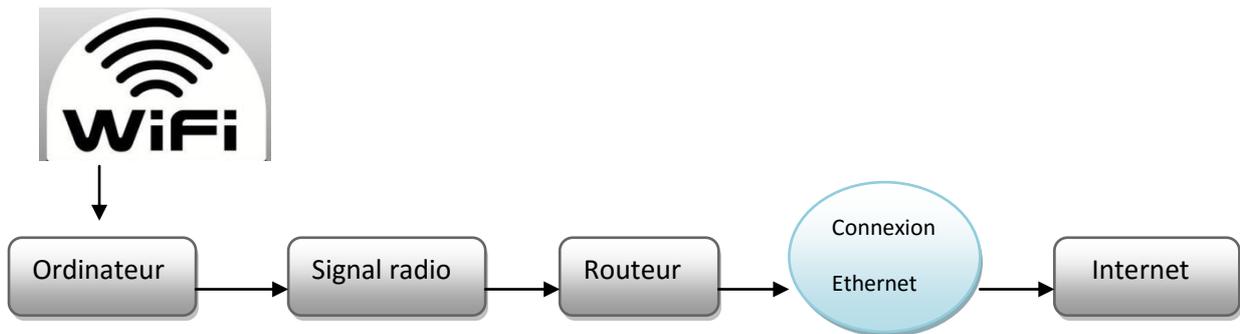
- WPA : La fonction WPS (Wifi Protected Setup) est un standard permettant d'établir des connexions et de configurer un réseau sans fil facilement et en toute sécurité.

Cette fonction peut automatiquement configurer un nom de réseau aléatoire (SSID), ainsi qu'une sécurité sans fil WPA efficace pour les routeurs sans fil, les points d'accès, les ordinateurs, les téléphones Wifi et autres périphériques électroniques.

- Le cryptage WEP (Wired Equivalent Privacy) : c'est un protocole de sécurité pour les réseaux sans fils. Ce protocole utilise l'algorithme de chiffrement par flot RC4 pour la confidentialité et la somme de contrôle pour l'intégrité et Hexadécimale ou Alphanumérique comme type de codage pour la longueur de la clé elle est de 64,128 ou 256 bits.
- Le cryptage par adresse MAC : cela nécessite une adresse spécialisée pour chaque équipement réseaux et cette dernière classifie les équipements autoriser à se connecter au réseau Wifi et d'autres refusés.
- Les boutons d'associations : les boutons d'associations se comportent comme une sécurité de plus, en appuyant sur ses boutons manuellement qui sont intégrés par quelques équipements afin d'accéder au réseau [11].

### 3-5- Fonctionnement :

On suppose qu'on a un appareil informatique (un ordinateur par exemple) qui est relié à un réseau Wifi. Les données à transmettre sont traduites en un signal radio par un adaptateur de réseau sans fil. Par la suite ce signal est décodé à l'aide d'un routeur et les données décodées sont envoyées à internet via une connexion Ethernet. Les données sont transmises d'une façon bidirectionnelle. La **figure 1.4** présente le fonctionnement général du Wifi [6].



**FIGURE 1.4 : Fonctionnement du Wifi.**

### 3-6- Avantage :

Avec la venue de la technologie Wifi, plusieurs avantages sont apparus [12] :

- \* Elimination totale des câbles réseaux, ce qui nous permet d'être plus mobiles.
- \* Une grande accessibilité et une large zone de couverture.
- \* Un prix abordable.

## 4- La 3G :

### 4-1- Définition :

Le réseau 3G est un réseau de téléphonie mobile de troisième génération. Il succède au réseau 2G. Son apparition a permis, entre autres, le transfert de données plus importantes qu'avec la génération précédente. Le service 3G disponible sous couverture 3G avec un téléphone portable compatible (téléphone portable multimédia ou smartphone) et un forfait offrant un accès Internet.

L'idée fondatrice du système 3G est d'intégrer tous les réseaux de deuxième génération du monde entier en un seul réseau et de lui adjoindre des capacités multimédia (haut débit pour les données). Les technologies 3G utilisent des bandes de fréquences plus larges et recourent à un protocole de transfert des données par paquets. Présentée comme la grande évolution de la téléphonie mobile numérique, l'UTMS (L'Universal Mobile Telecommunications System) a été développé au sein du 3GPP avec la collaboration d'un maximum d'organismes de régulation régionaux ou nationaux, afin d'assurer une interopérabilité et un roaming optimum [13].

#### 4-2- Architecteur de la 3G :

L'architecture du réseau 3 G est similaire à celle de la plupart des réseaux de deuxième génération.

Le système UMTS (L'Universal Mobile Telecommunications System) est composé de différents éléments logiques qui possèdent chacun leurs propres fonctionnalités. Il est possible de regrouper ces éléments de réseau en fonction de leurs fonctionnalités ou en fonction du sous réseau auquel ils appartiennent.

Les éléments du réseau du système UMTS sont répartis en deux groupes. Le premier groupe correspond au réseau d'accès radio (RAN, Radio Access Network ou UTRAN, UMTS Terrestrial RAN) qui supporte toutes les fonctionnalités radio. Quant au deuxième groupe, il correspond au réseau cœur (CN, Core Network) qui est responsable de la commutation et du routage des communications (voix et données) vers les réseaux externes. Pour compléter le système, on définit également le terminal utilisateur UE (User Equipment) qui se trouve entre l'utilisateur proprement dit et le réseau d'accès radio. **La figure 1.5** présente l'architecture globale du système UMTS.

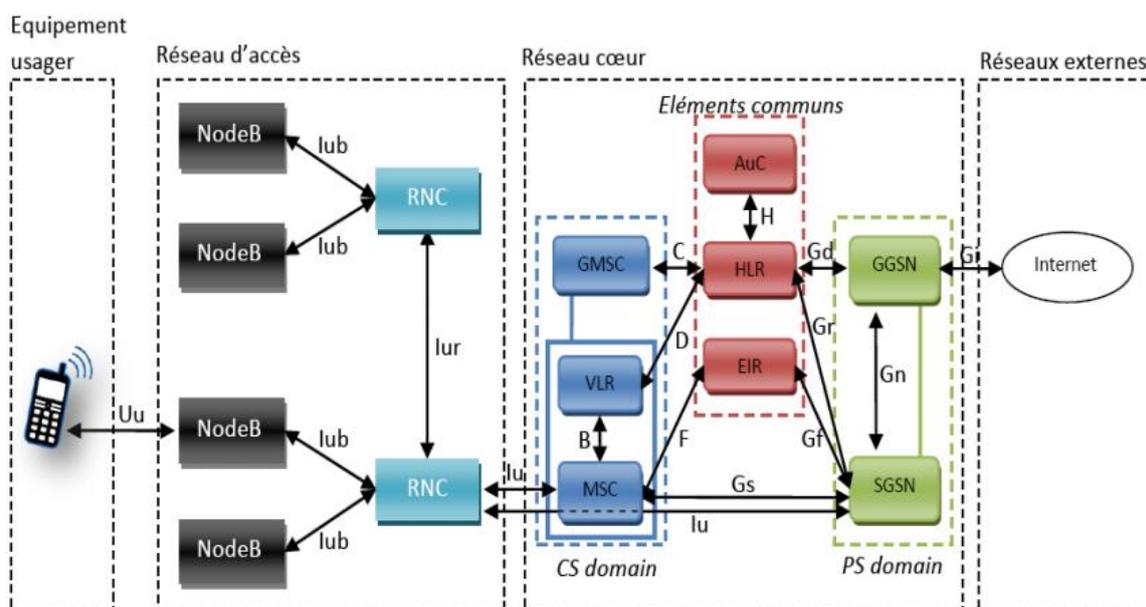


FIGURE 1.5 : l'architecture de la 3G (UMTS) [14].

**NodeB** : Le rôle principal du NodeB est d'assurer les fonctions de réception et de transmission radio pour une ou plusieurs cellules du réseau d'accès de l'UMTS avec un équipement usager. Le NodeB travaille au niveau de la couche physique du modèle OSI.

**RNC** : (Radio Network Controller) Le rôle principal du RNC est de router les communications entre le NodeB et le réseau cœur de l'UMTS. Il travaille au niveau des couches 2 et 3 du modèle OSI (contrôle de puissance, allocation de codes).

**Le GGSN** : (Gateway GPRS Support Node) est une passerelle vers les réseaux à commutation de paquets extérieurs tels que l'Internet.

**Le SGSN** : (Serving GPRS Support Node) est une passerelle permettant l'acheminement des données dans les réseaux mobiles GPRS. Il maintient les informations identifiant l'abonné et les services utilisés. Il contrôle la localisation du mobile sur une "Routing Area".

**Le GMSC** : (Gateway Mobile Switching Centre) fournit la fonction EDGE pour les réseaux GSM. Pour les appels mobiles, il interagit avec le HLR (Home Location Register) pour obtenir des informations de routage.

**Le VLR** : (Visitor local registre) est une base de données temporaire contenant des informations sur tous les utilisateurs (Mobile Stations) du réseau.

**Le MSC** : est un équipement de téléphonie mobile (2G/3G) en charge du routage dans le réseau, de l'interconnexion avec les autres réseaux et de la coordination des appels. À chaque MSC est associé un VLR qui connaît les informations détaillées sur les usagers que le MSC doit gérer.

**Authentication Center (AuC)** : désigne une fonction d'authentification de la carte SIM (Module) utilisée sur un réseau de mobiles GSM. L'AuC est associé au HLR (Home Location Register).

**Le registre des terminaux** (noté EIR pour Equipment Identity Register) : il s'agit d'une base de données répertoriant les terminaux mobiles [14].

#### 4-3- Normes de la 3G :

Il existe trois normes différentes qui composent le paysage technologies et industriel de la 3G dans le monde :

## 1. Le WCDMA (Wide- Code Division Multiple Access) :

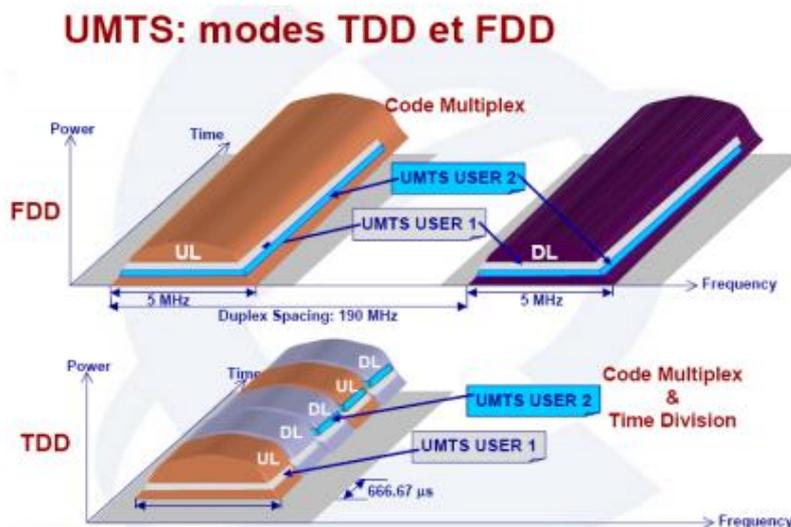
Cette norme est développée par le 3GPP. Afin d'atteindre les requis demandés par l'ITU, le 3GPP a introduit son standard en plusieurs phases avec des révisions annuelles.

En mode WCDMA, la 3G n'est pas compatible avec la 2G Son déploiement commercial suppose donc la construction de nouveaux réseaux et l'obtention de nouvelles licences d'exploitation.

Il existe deux variantes majeures de standard du 3GPP comme se présente **la figure 1.6**.

**FDD** : le mode FDD utilise deux fréquences radio distinctes pour les transmissions (Up Link /Down Link). Une paire de 60 MHz en bande de fréquences est allouée pour ce mode,

**TDD** : le mode TDD utilise les mêmes fréquences radio pour les transmissions (up Link/down Link). Deux bandes de fréquences lui sont allouées : une bande de 20 MHz et une bande de 15 MHz.



**FIGURE 1.6 : les modes d'UMTS [14].**

## **2. Le CDMA 2000**

Le CDMA 2000 divise le spectre en lignes multi-porteuses (Mode TDD). Elle est adaptée aux micros et pico cellules ainsi qu'aux trafics asymétriques (données en mode paquets à haut débit et asymétrique). L'avantage principal du CDMA2000 sur le W-CDMA réside dans sa compatibilité avec les réseaux 2G de même technologie Qualcomm (CDMAOne), ce qui a largement facilité la conversion des abonnés 2G en utilisateurs 3G.

Le standard CDMA2000 connaît déjà plusieurs évolutions :

- CDMA2000 1X
- CDMA2000 1X EV -DO: (Evolution Data Only)
- CDMA2000 1X EV- DV: (Evolution Data and Voice)

## **3. Le TD-SCDMA (Time Division Synchronous Code Division Multiple Access)**

La technologie TD-CDMA offre une configuration asymétrique permettant de faire transiter plus d'informations du serveur vers le téléphone que l'inverse. Sa mise au point résulte de la volonté de la chine premier marché mondial pour les communications mobiles, à promouvoir une norme pour le marché domestique de la 3G [15].

### **4-4- Débits de 3G**

L'UMTS permet théoriquement des débits de transfert de 1,920 Mbs, mais en fin 2004 les débits offerts par les opérateurs dépassent rarement 384 kbs. Néanmoins, cette vitesse est nettement supérieure au débit de base GSM qui est de 9,6 kbs [15]. Le débit est différent suivant le lieu d'utilisation et la vitesse de déplacement de l'utilisateur :

- N en zone rurale : 144 kbs pour une utilisation mobile (voiture, train, etc.)
- N en zone urbaine : 384 kbs pour une utilisation piétonne ;
- N dans un bâtiment : 2 000 kbs depuis un point fixe.

### **4-5- Caractéristiques de la 3G :**

Plusieurs critères définissent la 3G et ils ont été répertoriés par l'Union Internationale des Communications (UIT) au sein des normes IMT-2000 [15].

Ces caractéristiques sont notamment les suivantes :

- Un haut débit de transmission :
- 144 Kbps avec une couverture totale pour une utilisation mobile,
- 384 Kbps avec une couverture moyenne pour une utilisation piétonne,
- 2 Mbps avec une zone de couverture réduite pour une utilisation fixe.
- Compatibilité mondiale,
- Compatibilité des services mobiles de 3ème génération avec les réseaux de seconde génération.

#### **4-6- Qualité de service de la 3G :**

La classe du service : conversationnel, streaming, interactive ou background [15]:

- Le débit maximum (en kbps).
- Le débit que l'on peut garantir (en kbps).
- L'ordre de livraison des séquences SDU (service data unit).
- La taille maximum des SDU (en octets).
- Le taux d'erreur des SDU transférées.
- Le taux d'erreur résiduel dans les SDU délivrées.
- Le délai de transfert (en ms).
- La priorité d'allocation et de préemption d'un support par rapport à un autre.
- Les variations du délai (temps réel ou non).

### **5- La 4G :**

#### **5-1- Définition :**

La 4G a évolué comme une nouvelle vague d'efforts de données de commercialisation des mobiles qui se déplace le terme dans l'œil du public à différencier les marques. L'union internationale des télécommunications (UIT), qui supervise le développement de la plupart des normes de données cellulaires, a récemment publié une déclaration soulignant que la 4G terme n'est pas défini. En réponse, les opérateurs mobiles avec des architectures 3G avancés a commencé la commercialisation des services «4G ». De toute évidence, les ingénieurs ne veulent pas du commerçant d'usurper la vision d'une amélioration d'un ordre de grandeur à

chaque génération d'architectures cellulaires, encore, les commerçants veulent tirer parti de la dernière tendance, tandis que cela semble encore ésotérique [16].

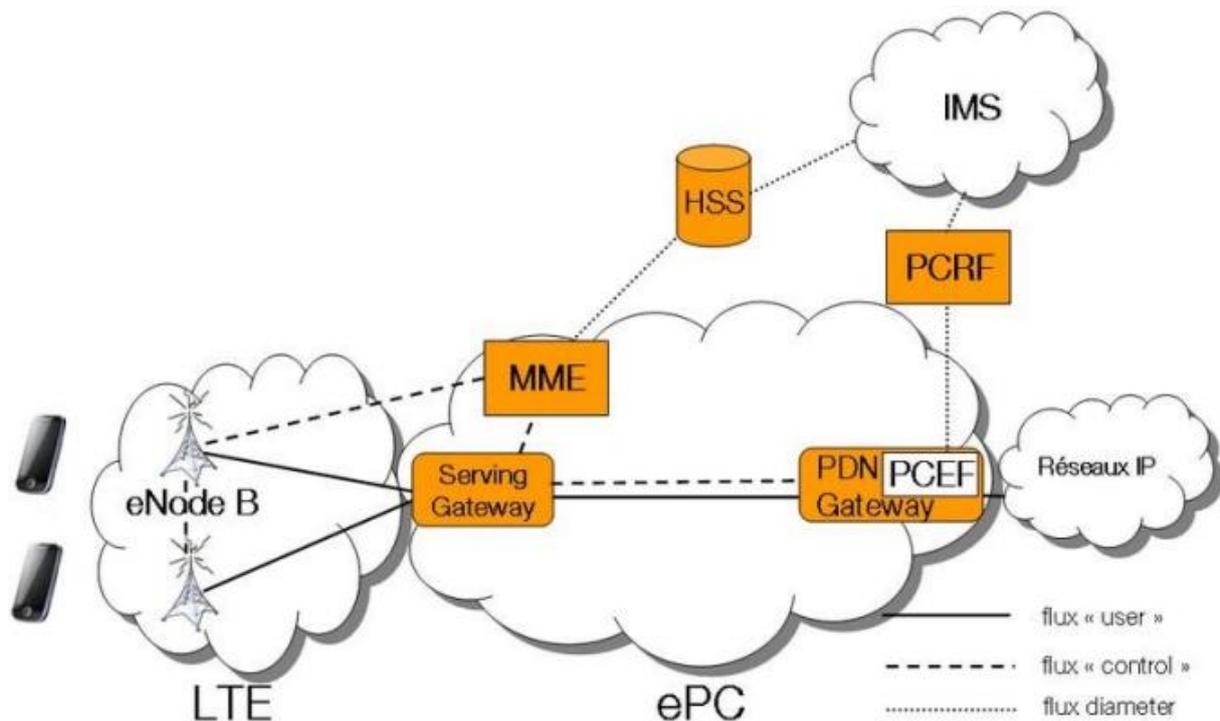
## **5-2- Architecteur de la 4G :**

Concernant tout ce qui est architecture, on doit noter que le réseau 4G est composé de deux grandes parties qui sont, la partie radio (appeler aussi partie Accès) et la partie cœur. Les réseaux 4G sont des réseaux cellulaires constitués de milliers de cellules radio qui utilisent les mêmes fréquences hertziennes, y compris dans les cellules radio mitoyennes, grâce aux codages radio OFDMA et SC-FDMA.

**La figure 1.7** illustre l'architecture du réseau 4G dont les trois principaux composants sont :

- L'équipement utilisateur (UE).
- Le réseau d'accès radio UMTS terrestre évolué (E-UTRAN).
- Le noyau de paquet évolué (EPC).

Le cœur de paquets évolué communique avec les réseaux de données par paquets du monde extérieur tels qu'Internet, les réseaux d'entreprise privés ou le sous-système multimédia IP. Les interfaces entre les différentes parties du système sont notées Uu, S1 et SGi [17].



**FIGURE 1.7 : L'architecture de LTE [17].**

### 5-3- Caractéristiques de la 4G :

Les fonctionnalités possibles des systèmes 4G [16] :

- 1- Prise en charge multimédia interactives, voix, vidéo, Internet sans fil et autres services large bande.
- 2- Haute vitesse, haute capacité et à faible coût par bit.
- 3- La mobilité mondiale, la portabilité des services, réseaux mobiles évolutifs.
- 4- De commutation transparente, la variété de services basés sur la qualité de service (QoS)
- 5- Une meilleure planification et des techniques de contrôle d'admission d'appel.
- 6- Les réseaux ad-hoc et réseaux multi-sauts. Le tableau suivant montre les comparaisons entre certains paramètres clés des systèmes 4G et 3G possible.

#### 5-4- Qualité de service de 4G :

Le développement du réseau internet et le nombre d'utilisateurs pouvant se connectés à ce réseau impose le recours à des niveaux importants de QOS (qualité de service). Dans cette perspective, plusieurs groupes de travail ont vu le jour pour les réseaux 4G. Les nouveaux besoins en termes de mobilité des utilisateurs et la croissance des réseaux permettant le nomadisme des utilisateurs ont fait migrer le problème vers les réseaux Sans fil.

Systemes 4G sont attendus pour fournir des services en temps réel et sur Internet, comme. Les services en temps réel peuvent être classés en deux types [16] :

1). Charge garantie pré-calculée retard lié est exigé pour le service. Ex voix

2). Mieux-à-best effort

- **Prédictive** : Service doit limite supérieure de bout en bout retard.
- **Retard contrôlée** : le service pourrait permettre retard dynamiquement variable.
- **Charge contrôlée** : Service a besoin de ressources (bande passante et le traitement des paquets).

#### 6- Service multimédia :

Le multimédia et un ensemble des techniques et des produits qui permettent l'utilisation simultanée et interactive et plusieurs modes de représentation de l'information. La base de données d'un programme multimédia comprend un ensemble prédéterminé par un auteur ou un concepteur d'éléments primaires, ou données (textes, sons, images fixes ou animées, vidéo). Cet assemblage de médias multiples, d'où le terme (multimédia), est accessible à partir d'un unique terminal (un micro-ordinateur). Les éléments sont mis en relation les uns avec les autres grâce à des liens hypermédias associant automatiquement et de façon logique telle partie du texte avec telle image ou tel son [18].

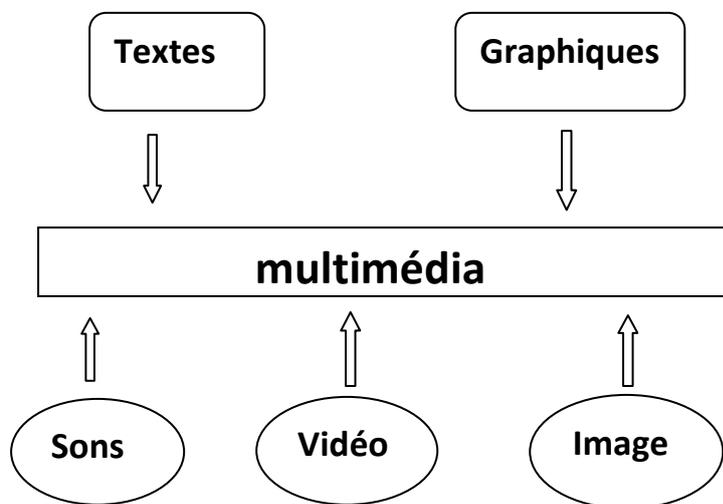
Nous pourrions retenir du multimédia les deux éléments suivants :

- Mélange et intégration sur un même document d'éléments de natures différentes : image fixes ou animés, sons, texte, programmes informatiques, données diverses.

- Possibilité pour l'utilisateur de naviguer à sa guise d'une information à l'autre. Cette double définition a l'avantage d'inclure les deux aspects fondamentaux et concomitants du multimédia : l'intégration de documents variés et interactivité.

### 6-1- Média de bases :

Le média peut être vu comme étant les briques fondatrices du multimédia. Un ensemble bien ordonné de média permet une communication plus intéressante et plus dynamique qui peut mieux capter l'attention des interlocuteurs comme se présente **la figure 1.8**.



**FIGURE 1.8 : Les composants de multimédia**

#### 6-1-1- Médium de texte :

Le texte est le principe médium d'échange, il représente la grande majorité des documents circulant sur le web avec ses différents formats (Word, PDF, Texte, etc.).

### **6-1-2- Médium audio :**

Le son représente le support matériel qui véhicule un message (information sonore) émis par une source et destiné à un point récepteur afin d'établir une communication entre les deux points. Un document sonore peut être présenté dans plusieurs formats (wav, ra, mp3...).

### **6-1-3- Médium image :**

La modélisation du médium images est un problème difficile à maîtriser. En effet, une image ne porte aucune sémantique en elle-même contrairement au texte. Il faut pouvoir le qualifier par l'extraction des caractéristiques et l'indexation logique, afin de proposer à l'utilisateur des recherches pertinentes et rapide par une indexation physique des caractéristiques extraites.

### **6-1-4- Médium vidéo :**

Le médium vidéo est représenté comme une succession d'images individuelles traitées comme une matrice bidirectionnelle d'éléments d'image (pixel), il peut aussi être défini comme un flux de données (Stream). La diffusion de la vidéo sur des ordinateurs s'est accompagnée du développement d'outils de compression permettant de stocker de gros volumes de données. Il s'agit du médium le plus gourmand en termes de volume, et par conséquent il requiert encore plus de compression que les autres médias.

## **6-2- Domaines d'application du multimédia :**

Les domaines d'application du multimédia se répartissent, en montants d'investissements, et par ordre d'importance, en trois grandes catégories : la formation, les présentations d'entreprise et les bornes interactives. Cette répartition est susceptible de changer relativement vite. On assiste en effet au développement rapide d'applications telles que la visioconférence, la messagerie vidéographique...etc. [19].

## **7- Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons détaillé les différents réseaux sans fil et la technologie Wi-Fi, son fonctionnement et comment sécuriser ce type des réseaux. Par la suite, nous avons présenté les deux générations la 3G et la 4G en précisant leur architecture ainsi que leur qualité de service. Nous terminons ce chapitre par décrire les services multimédias et ces domaines d'application.

Nous passons maintenant au concept de base du streaming qui sera détaillé dans le chapitre suivant.

## **Chapitre 2**

### **Live streaming vidéo**

## **1- Introduction :**

L'humanité a fait des pas énormes à ce qui a trait à l'innovation et aux progrès technologiques. L'évolution a grandement servi à l'homme dans son ensemble et aussi a amélioré de façon considérable son niveau de vie. L'étudiant par exemple peut participer à des formations à distance, et assister à des cours en direct. Les conférences et les réunions sont devenues aussi très pratiques à les organiser à distance. Un autre exemple des fans du cinéma qui regardent des films, des séries ou du contenu partagé via les réseaux sociaux sur leur PC, leur tablette ou leur Smartphone sans qu'ils aient besoin de se déplacer. Cette technologie donne une bouffée d'air frais pour nous. Il s'agit du **streaming**.

Dans ce chapitre, le fonctionnement du streaming sera détaillé en étudiant l'architecture dans laquelle il est basé aussi que l'itinéraire des données audiovisuelles. Ensuite une partie sera consacrée aux protocoles essentiels dédiés au streaming et leurs fonctionnalités.

## **2- Vidéo de streaming :**

### **2-1- Définition :**

Le streaming est une diffusion en temps réel des données audiovisuelles (vidéo/audio) à des téléspectateurs via internet. La diffusion exige un téléchargement progressif contrairement au téléchargement simple qui demande un temps d'attente le flux de la vidéo peut être ouvert à tous ou limité à certains [20].

### **2-2- Principe :**

L'utilisateur télécharge la vidéo sur serveur sous forme de mémoire tampon en cas de retard de flux, elle va être stockée sur la mémoire vive de l'ordinateur. Quand le cache de la vidéo est suffisamment important la lecture commence et elle se télécharge en même temps [21].

Le contenu téléchargé va être traité par l'ordinateur dans un lecteur multimédia [21].

### **2-3- type :**

Selon le type de lecture, il existe deux types : progressive et continue.

### **2-3-1 lecture progressive :**

La lecture progressive est basée sur un serveur http standard, le navigateur s'occupe de la lecture de la vidéo et le fichier audio ou vidéo est proposé au téléchargement, mais cela cause l'impossibilité de s'adapter à la qualité de connexion de l'utilisateur.

Cependant cette méthode ne s'adapte pas à la connexion de l'utilisateur « la qualité », et si le fichier est de taille importante il prend du temps pour commencer [21].

### **2-3-2 lecture continue :**

Ce type de lecture est basé sur la diffusion d'un seul fichier qui contient plusieurs fois les mêmes informations avec des qualités différentes. Il est utilisé par les grandes plates formes [22].

Un serveur spécialisé est utilisé pour la diffusion de l'information, ce serveur consulte la connexion de l'utilisateur et choisit la qualité maximale.

-Quand la connexion et le taux de transfert se dégradent, on obtient un contenu avec une faible qualité.

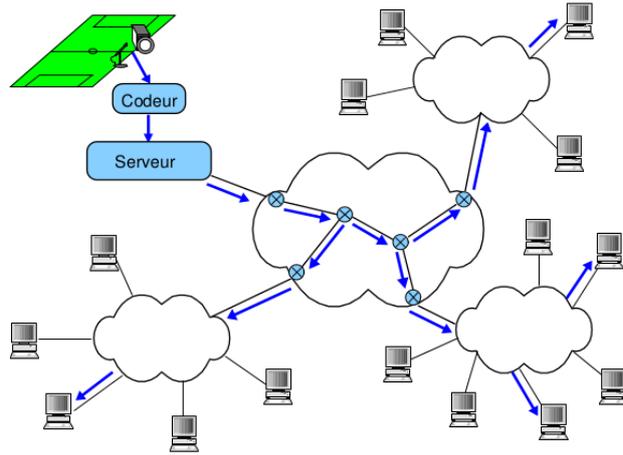
-Quand la connexion est équilibrée le contenu commence lorsque l'utilisateur demande l'accès [21].

### **2-4- Mode de diffusion :**

La diffusion de données audiovisuelles a plusieurs modes de diffusion, voici les plus utilisés :

#### **2-4-1- Multicast :**

Le multicast est une diffusion d'un émetteur vers plusieurs expéditeurs, ce mode peut économiser la bande passante. Chaque paquet est diffusé une seule fois vers toutes les machines du groupe sans qu'il soit répété [23]. **La figure 2.1** présente le schéma d'une diffusion multicast.

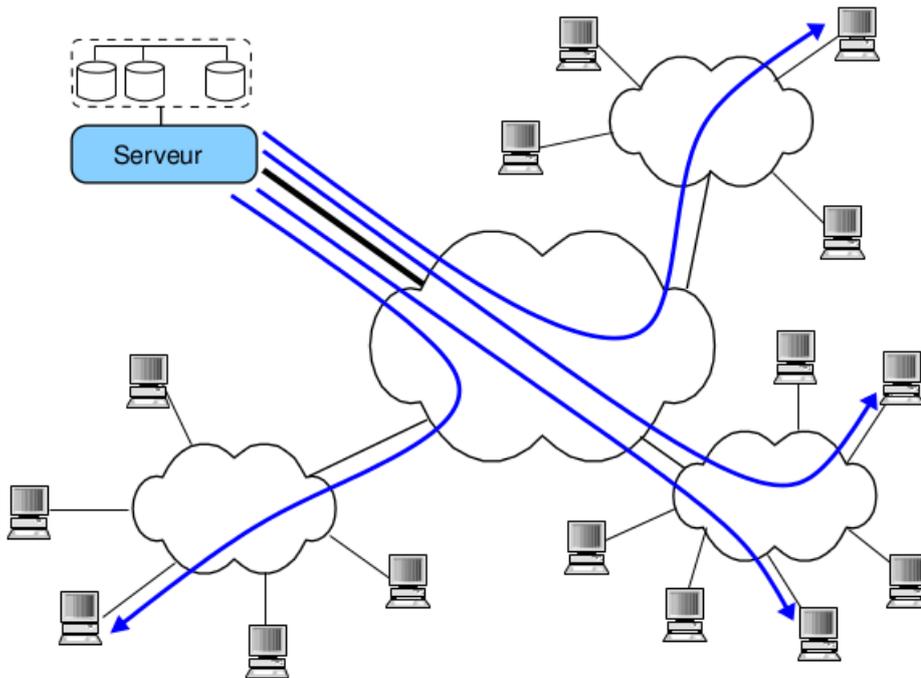


**FIGURE 2.1 : Multidiffusion d'un événement en direct [24].**

#### 2-4-2- Unicast :

Unicast est une méthode de diffusion d'information d'un point à un autre comme le montre la **figure 2.2**.

Le paquet est émis par une seule source et reçu par une destination unique. Ce type de diffusion est très utilisé sur les réseaux locaux [24].



**FIGURE 2.2 : Diffusion Unicast de vidéos à la demande [24].**

### 2-4-3- Broadcast :

Appelé aussi diffusion intégrale, c'est un mode de transmission dans lequel un émetteur transmet vers tous les destinataires du réseau [24].

### 2-4-4- Anycast :

Anycasting est une méthode de diffusion à partir de plusieurs sources, c'est une transmission point à point dont le récepteur ne demande pas à s'avoir la source. Le trafic se fait au plus point le plus proche [24].

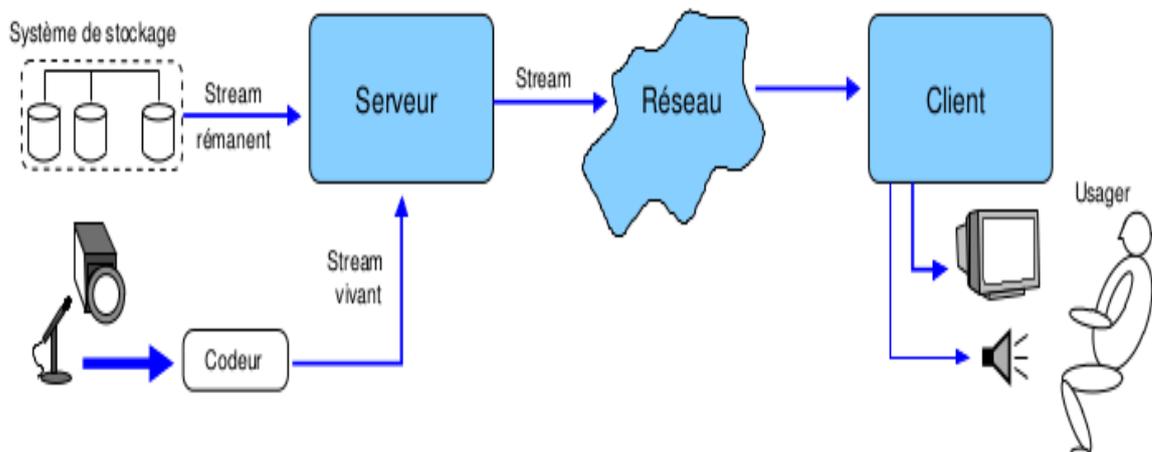
## 3- Système de streaming :

### 3-1- Définition :

Le Streaming est un système utilisé pour la lecture instantanée de vidéos. On trouve dans un système de streaming trois parties principales :

- Le serveur responsable de données audiovisuelles.
- Les lecteurs qui s'occupent de la restitution aux usagers.
- Le réseau pour réaliser la connexion.

Dans ce qui va suivre, chaque composant sera détaillé.



**FIGURE 2.3 : Système de streaming [24].**

### **3-2- Données audiovisuelles :**

\*Les données statiques « discrètes » : des données sont de type texte ou image.

\*Les données dynamiques « continues » : des données de types audio ou vidéo.

Pour encoder ou décoder des données audiovisuelles (audio ou vidéo) il faut des codecs, ces derniers sont des logiciels ou matériels.

Pour compresser le flux audio ou vidéo final il faut faire appel à des méthodes de compression [24].

### **3-3- Streaming versus téléchargement :**

Les données dynamiques affichées à partir d'une machine locale sont stockées sur un disque dur. Quand l'utilisateur demande la restitution d'un fichier audiovisuel, les données passent par trois étapes essentielles : la récupération depuis l'espace de stockage local, le décodage, le passage à la carte graphique et/ou carte son.

Dans le cas d'une machine distante, on a deux étapes : toujours la récupération des données depuis l'espace de stockage de cette machine puis la transmission à la machine de l'utilisateur par l'intermédiaire d'un réseau. Cette transmission s'effectue par trois modèles : téléchargement simple, streaming ou téléchargement progressif [24].

#### **3-3-1- Téléchargement simple :**

Le téléchargement simple est basé sur la technique de stockage puis la restitution.

Pour décoder les données, elles doivent être complètement téléchargées et le transfert se fait via un serveur http ou FTP standard. C'est le téléchargement classique [24].

#### **3-3-2- Téléchargement streaming :**

Ce téléchargement exige un serveur streaming pas comme le téléchargement progressif, la lecture est presque instantanée. Il utilise les protocoles RTP/RTCP sur UDP [25].

#### **3-3-3- Téléchargement progressif « pseudo-streaming » :**

Ce type de téléchargement passe par un serveur http non spécialisé [26].

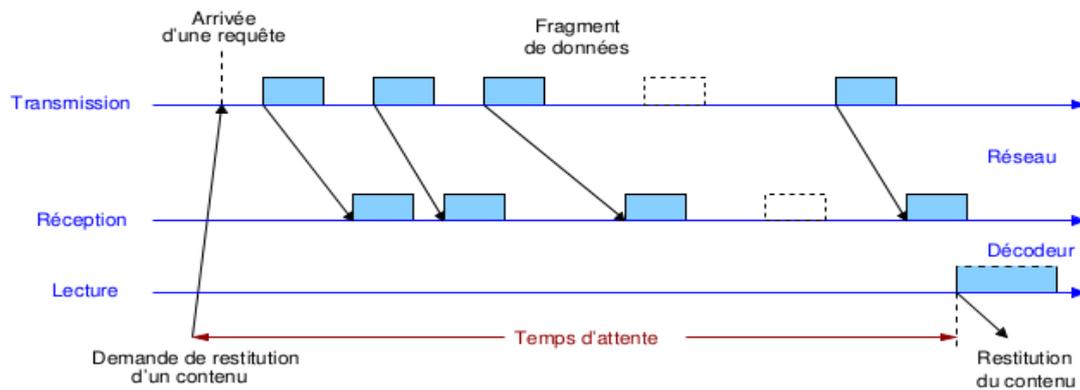
Il permet de lire le contenu au fur et à mesure de son téléchargement. Les données sont transmises en flux continu dès que l'utilisateur sollicite le fichier et non pas après le

téléchargement complet de la vidéo. Si les données ne se téléchargent pas dans un instant défini alors elles deviennent négligeables [24].

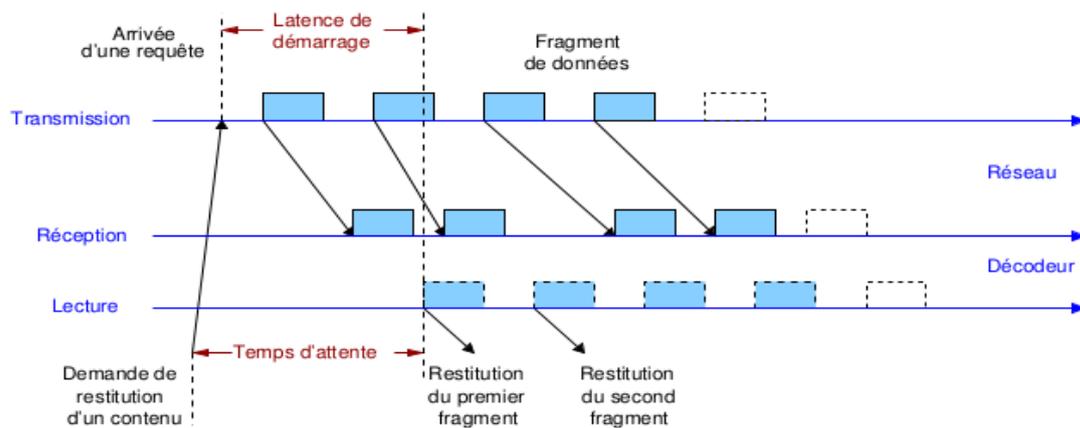
Le tableau qui suit montre la différence entre le téléchargement streaming et le pseudo-streaming.

	Streaming	Pseudo-Streaming
<b>Clips de courte durée et haut débit</b>		√
<b>Clips de longue durée et débit moyen</b>	√	
<b>Contrôle sur le média</b>	√	
<b>Diffusion d'événements en direct</b>	√	
<b>Protection de la propriété intellectuelle</b>	√	
<b>Démarrage instantané</b>	√	
<b>Détection du meilleur débit</b>	√	
<b>Qualité et fiabilité</b>	√	

**TABLEAU 2.1 : comparaison entre streaming et pseudo streaming.**



(a) Téléchargement simple



(b) Streaming

**FIGURE 2.4 : Téléchargement simple versus streaming [24].**

### 3-4- Applications :

#### 3-4-1- Diffusion en direct :

C'est la transmission à l'instant de production « live » sur les différentes plateformes comme : YouTube [27].

Le Stream résultant est dit 'vivant', et la transmission en streaming de données audiovisuelles s'appelle streaming rémanent [24].

#### 3-4-2- Diffusion à la demande :

L'utilisateur reçoit une requête spécifique pour lui c'est-à-dire la transmission des données prennent la direction que vers les usagers qui ont fait la demande sachant que la durée des streams est déjà connue si elle est longue ou courte [24].

### **3-5- Architecture de système de streaming :**

#### **3-5-1- Lecteur audiovisuel :**

Cette partie du système de streaming à une relation direct avec les utilisateurs. Le lecteur audiovisuel est appelé client. **La figure 2.5** montre les différents composants de cette partie principale du système de streaming

Le client est considéré comme un logiciel. Il lit les données audiovisuelles, les décode et les restituer. Il comporte une interface utilisateur.

Les principaux composants d'un client sont :

##### **1) Le décodeur :**

Les données audiovisuelles sont stockées et transmises sous forme compressée à cause de leur volume, le codeur est la partie du client qui s'occupe de la décompression avant la restitution. Le lecteur est capable de lire les formats de données si les décodeurs disposent des algorithmes de décodage.

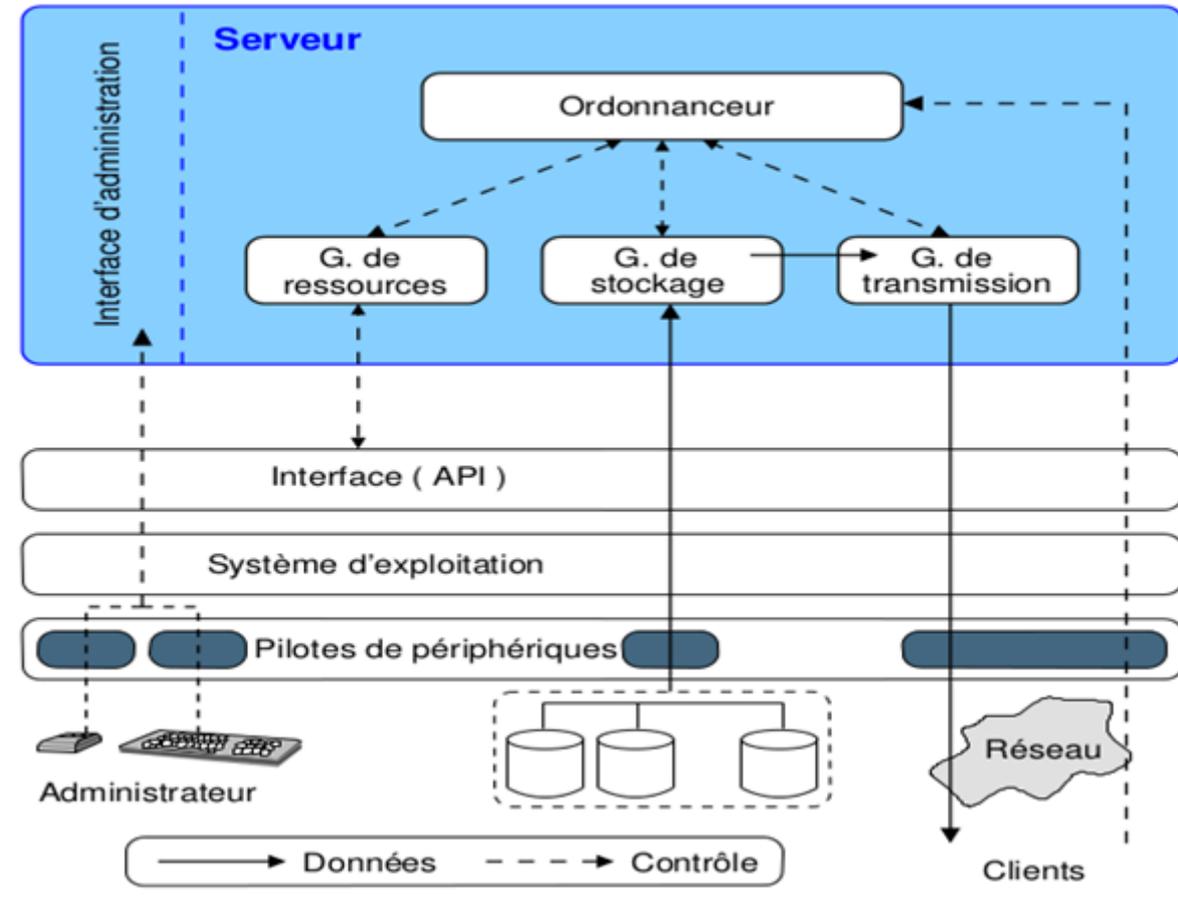
##### **2) Le démultiplexeur :**

Après l'encodage, les données audiovisuelles se trouvent dans des conteneurs dit aussi « containers » ou « wrappers ». Le groupement ou multiplexage de données compressées est effectué par des logiciels appelés multiplexeurs alors que le démultiplexage est effectué par des démultiplexeurs. Le démultiplexeur est ainsi le composant chargé d'extraire les différents flux de données multiplexées.

##### **3) Le contrôleur :**

Le contrôleur sert à gérer les interférences entre les utilisateurs et superviser l'itinéraire des données audiovisuelles.

Les données compressées et multiplexées sont récupérées depuis une source jusqu'au démultiplexeur qui extrait les données audio et vidéo compressées, par la suite elles vont être décompressées par les décodeurs appropriés. Enfin, les données décodées sont acheminées jusqu'au point de restitution.



**FIGURE 2.5 : Composants d'un lecteur audiovisuel [24].**

### 3-5-2- Clients existants :

Les lecteurs les plus populaires en lecture des données audiovisuelles sont :

#### 1) VLC media Player :

C'est un lecteur, encodeur et streamer et un cadre logiciel pour plate-forme multiples gratuit et au code source ouvert, il signifie vidéo LAN client. Il peut lire le contenu du fichier avant le téléchargement complet. Il permet de lire la plupart des fichiers multimédia et de nombreux protocoles de flux de diffusion en continu. On peut l'installer et l'exécuter directement à l'aide d'un lecteur flash ou d'un autre lecteur multimédia externe [28].

## **2) MPlayer :**

C'est un lecteur multimédia multi plate-forme. Il prend en charge plusieurs formats vidéo et disponible sous presque tous les systèmes d'exploitation. Il peut aussi jouer plusieurs types de vidéo en streaming sur internet et les enregistrer dans un fichier. Ce lecteur est accompagné de Mencoder qui est un logiciel de codage audio et vidéo, il est responsable de prendre en entrée les fichiers dont le format est reconnu par MPlayer, puis les coder dans d'autres formats et leur appliquer toute sorte de modification [29].

MPlayer a une interface graphique officielle (GMplayer), et plusieurs interfaces graphiques pour accéder aux fonctionnalités de Mencoder [29].

## **3) Windows Media Player :**

WMP est un lecteur multimédia et une application de bibliothèque multimédia développés par Microsoft, il sert à lire, stocker, organiser le contenu audio et vidéo. D'après une étude de Nielsen, ce lecteur occupe la première place du marché mondial du streaming [29].

Il a un égaliseur de son qui est efficace, et supporte les extensions vidéo [29].

## **4) Real Player :**

Real Player est un lecteur multimédia développée par Real Network, il est parmi les premiers lecteurs capables de la lecture en continue sur internet « streaming » [29].

Real Player est compatible avec les plates formes PC. Il sert de lire et de regarder des vidéos en différents formats comme : MPEG-4, MP3, Real Vidéo, Windows Media et QuickTime [30].

## **5) QuickTime et iTunes :**

QuickTime et iTunes sont des logiciels de lecture et de gestion de bibliothèque multimédia dédiée gratuitement par Apple [31].

QuickTime Il est composé de trois éléments principaux :

\* le format de fichier.

\* les logiciels de lecture de média.

\*des outils de développements pour les éditeurs de logiciels et de matériels.

I Tunes gère les transferts de musique, photos et vidéos sur les différents périphériques multimédias d'Apple, c'est aussi un logiciel de streaming [31].

#### **6) Adobe Flash Player :**

Adobe flash Player est un lecteur multimédia qui est ajusté pour tous types de systèmes d'exploitation [29].

Il est autonome et utilise la technique flash [31].

#### **3-5-3- Serveur de streaming :**

La troisième partie du système de streaming est bien le serveur. Il permet la diffusion de vidéos en même temps qu'elle est enregistrée « exemple : un bulletin météo ».

Son rôle est d'analyser la bande passante au niveau du client, assurer une bonne qualité de diffusion et de sécuriser les vidéos diffusées [31].

La machine qui héberge un serveur de streaming doit être capable de supporter un nombre important de client et posséder un grand espace de stockage donc cette machine doit avoir une grande bande passante pour qu'elle puisse effectuer la diffusion. La capacité du serveur dépend au nombre de Stream géré en même temps par ce dernier.

On trouve les serveurs à petite échelles « utilisé dans les avions », les serveurs à échelle moyenne « contient jusqu'à 50 Stream simultanés sur un serveur local », et ceux à grande échelle « des milliers de Stream simultanés sur un réseau métropolitain » [31].

- **Modèle fonctionnel du serveur :**

Pour l'accès en streaming à des séquences audiovisuelles on doit utiliser un modèle fonctionnel à cinq composants, une interface d'administration, un ordonnanceur, un gestionnaire de stockage, un gestionnaire de ressource de transmission.

Ces composants se complètent et travaillent en collaboration. Notons que ce modèle fonctionnel fait abstraction de tout choix d'architecture matérielle ou d'implémentation et ne se focalise pas particulièrement sur des techniques adaptées à une classe spécifique d'application de streaming [24].

#### **4- Réseaux et streaming :**

Dans un système de streaming, le terme réseau englobe les infrastructures matérielles et les protocoles logiciels permettant de transmettre au serveur les commandes des utilisateurs et de délivrer aux clients les données audiovisuelles choisies, tout en respectant leur isochronisme [24].

Jusqu'à présent, les applications et les protocoles de niveau applicatif se contentaient d'exploiter les services qui sont disponibles au niveau des couches inférieures. Étant donné que les conditions de transmission sont dynamiques (débit, taux de perte, latence, gigue), les applications multimédia subissent les variations de ces conditions avec des réactions limitées, à leur niveau, en utilisant des mécanismes de QoS présentés précédemment. De nouvelles interactions, entre la couche application et les couches réseaux, permettront à ces mécanismes d'être plus dynamiques et plus adaptatifs pour une configuration adéquate suivant l'état instantané du réseau. De plus, les applications multimédia doivent être informées des mécanismes QoS déployés dans le réseau pour assurer une certaine qualité des informations importantes, par exemple une correspondance entre la couche de base dans le codage hiérarchique et les classes de service prioritaires au niveau IP et au niveau MAC [24].

##### **4-1-Problématiques dues aux réseaux :**

De nos jours, la production de contenu vidéo génère un grand volume de trafic sur Internet. Une panoplie de réseaux sociaux émergent (tels que Facebook) et de portails vidéo communautaires (tels que YouTube) ont agi comme de véritables accélérateurs de ce phénomène. En plus des applications IPTV et de VoD, le partage de vidéos personnelles est également dans la course.

Notre première préoccupation est la mobilité dans les réseaux sans fil dits infrastructure. La variation du délai de transmission est communément appelée gigue. La gigue a des effets perturbateurs voire destructeurs des relations temporelles intrinsèques aux données dynamiques, causant ainsi la désynchronisation de celles-ci

Elle peut empêcher la reconstitution correcte des données dynamiques qui doivent être décodées et restituées à une cadence constante. Afin de réduire l'effet de la gigue, un tampon de lecture est souvent utilisé du côté client. L'arrivée des paquets n'est pas garantie non plus dans les réseaux à commutation de paquets [20].

## **4-2-Protocoles dédiés au streaming :**

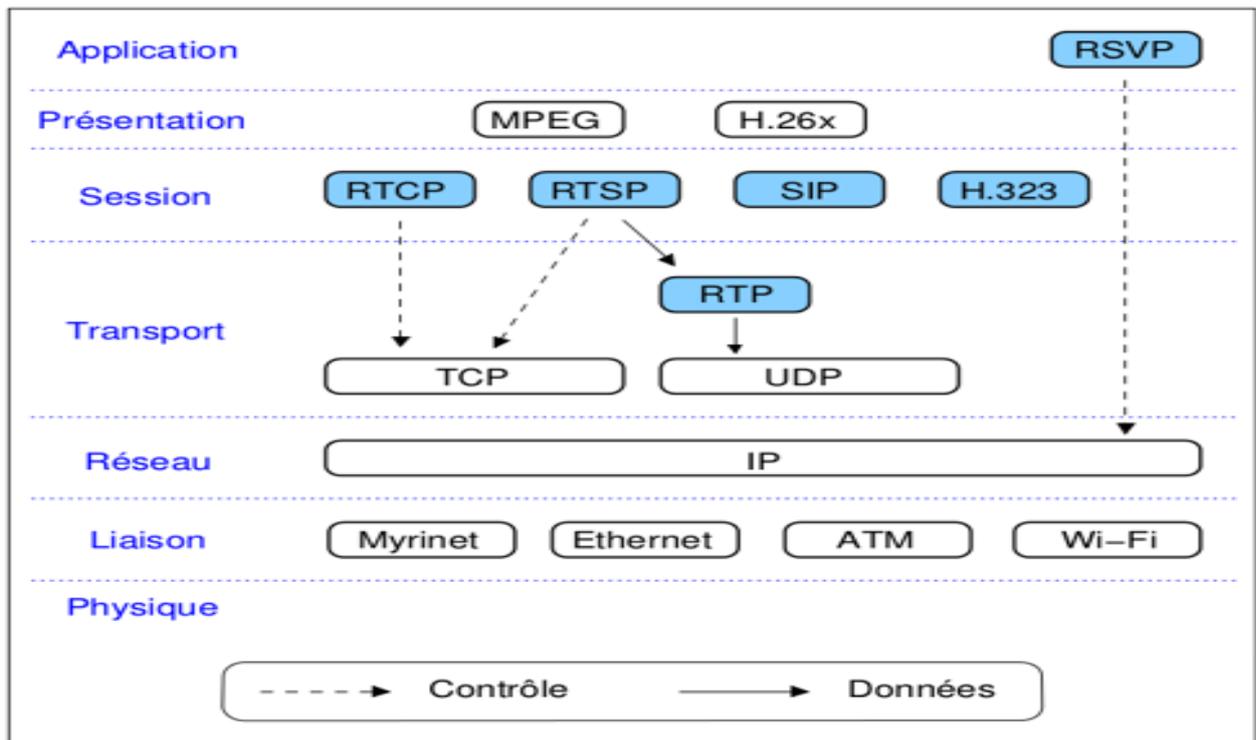
Le streaming vidéo nécessite des protocoles adaptés à ses besoins et exigences comme nous avons vu précédemment : exigence tant au niveau de la rapidité (afin de pouvoir satisfaire la lecture en temps réel de la vidéo), qu'au niveau de la synchronisation (au sein d'un flux et entre différents flux) et de l'adaptation au type d'information transmise (afin de pouvoir réagir intelligemment en cas de congestion du réseau et dégradation des performances de transmission). [32] Nous nous focalisons sur les protocoles normalisés par l'IETF suivants : RTP, RTSP, SIP, RTCP, RSVP [24].

### **4-2-1-Protocoles de transport :**

Comme définition générale, un protocole est une sorte de langage utilisé pour communiquer entre les ordinateurs dans un même réseau (quel que soit le type), chaque protocole est associé à une couche des modèles théoriques OSI et TCP/IP suivants sa fonction (transport, service, correction d'erreur) **figure 2.6**.

Dans les réseaux basés sur IP, deux protocoles de transfert de données sont principalement utilisés TCP et UDP. Le protocole UDP est une alternative au protocole TCP. Comme TCP, il intervient au-dessus de la couche IP, au niveau Transport au sens des couches ISO.

UDP est donc un protocole orienté commande/réponse où UDP est également utile pour les applications qui nécessitent une diffusion d'informations car dans ce cas il serait pénalisant d'utiliser un protocole comme TCP orienté connexion qui devrait gérer (ouvrir et fermer) autant de connexion que de nœuds auxquels l'information est destinée [33].



**FIGURE 2.6 : classement des protocoles de streaming dans les couches de modèle OSI [24].**

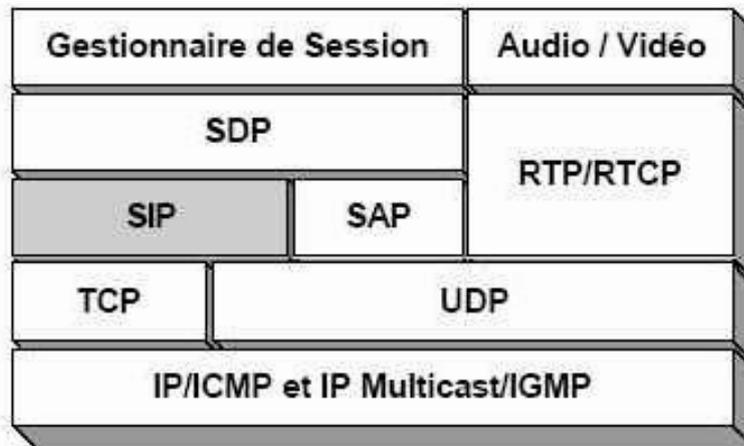
#### 4-2-2-Protocoles de session :

##### a- RTP (Real-Time Transport Protocol):

RTP signifie Real Time Protocol (RFC 3350) et ne permet pas de réaliser des échanges temps réels contrairement à ce que ce nom pourrait laisser entendre. Est un protocole internet standardisé en 1996, permet la transmission de données multimédia sur les services réseau unicast ou multicast en temps réel. Le rôle principal de RTP consiste à mettre en œuvre des numéros de séquence de paquets IP pour reconstituer les informations de voix ou vidéo même si le réseau sous-jacent change l'ordre des paquets. Il peut également être utilisé pour le transport dans une seule direction comme la VOD (Vidéo On Demande) mais aussi pour des applications interactives telles que la téléphonie à travers internet. RTP est conçu pour travailler en conjonction avec le protocole RTCP afin de permettre la mesure des performances et le contrôle de la session en cours.

Les blocs de données, générés par la sortie de l'application multimédia, sont encapsulés dans des paquets RTP, puis chaque paquet RTP est à son tour encapsulé dans un segment UDP. Considérons l'exemple d'une application téléphonique sur RTP. Supposons que la source soit encodée au format PCM à 64 kb/s et que les échantillons soient disponibles toutes les 20 ms.

L'application serveur ajoute à chaque bloc un entête RTP qui inclut le type de codage, un numéro de séquence et une estampille de temps. L'en-tête et le bloc de données forment le paquet RTP. Ce paquet est ensuite envoyé sur un socket UDP où il sera empaqueté dans un paquet UDP. Du côté client, c'est un paquet RTP qui est reçu via le socket. L'application cliente peut extraire le bloc de données et utiliser l'en-tête pour le décoder puis le jouer correctement [34] **figure 2.7**.



**FIGURE 2.7 : Architecteur de protocole RTP [35].**

- **L'entête RTP :**

L'entête RTP comporte les champs suivants :

**Version (V) :** 2 bits, indique la version du protocole (V=2).

**Padding (P) :** 1 bit, si P est égale à 1, le paquet contient des octets additionnels de bourrage.

**Extension (X) :** 1 bit, si X=1 l'entête fixe est suivie par une extension.

**CSRC count (CC) :** 4 bits, contient le nombre de CSRC identifiées qui suivent l'entête.

**Marker (M) :** 1 bit, son interprétation est définie par un profil d'application.

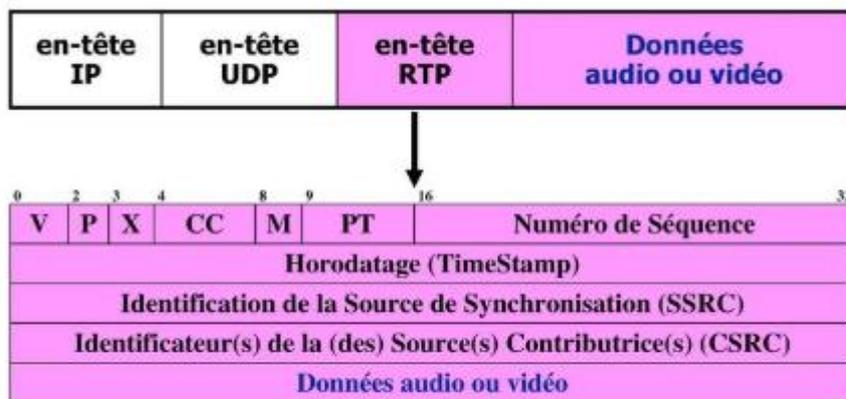
**Payload type (PT) :** 7 bits, identifie le format des données contenus dans le paquet RTP. Un profil définit de façon statique la correspondance entre un type de données et le format des données (voir RFC 1890).

**Sequence number** : 16 bits, sa valeur initiale est aléatoire et il est incrémenté de 1 pour chaque paquet envoyé.

**Timestamp** : 32 bits, reflète l'instant où le premier octet du paquet RTP a été échantillonné. L'instant doit être dérivé d'une horloge qui augmente de façon monotone et linéaire dans le temps pour permettre la synchronisation et le calcul de la gigue à la destination.

**SSRC** : 32 bits, identifie de manière unique la source.

**Le champ CSRC** : 32 bits, identifie les sources (SSRC) qui ont contribué à l'obtention des données contenues dans le paquet. Le nombre d'identificateurs est donné dans le champ CC [22] **figure 2.8**.



**FIGURE 2.8** : Architecteur de L'entête RTP [35].

#### **b- RTCP (Real-Time Control Protocol):**

Le protocole RTCP (RFC 1889 et 1890) est basé sur des transmissions périodiques de paquets de contrôle par tous les participants dans la session. C'est un protocole de contrôle des flux RTP, permettant de véhiculer des informations basiques sur les participants d'une session, et sur la qualité de service. Les fonctions assurées par ce protocole sont [36] :

Fournir des informations sur la qualité de la session (ce feedback permet à la source de changer de politique de transmission et met en évidence des défauts de distribution individuels et/ou collectifs).

Garder une trace de tous les participants à une session grâce au CNAME (Canonical Name). C'est un identifiant unique et permanent propre à un participant et au SSRC (Synchronisation Source Identifier).

Contrôle le débit auquel les participants à une session RTP transmettent leurs paquets RTCP. Plus il y a de participants, moins la fréquence d'envoi de paquets RTCP par un participant est grande. Il faut faire en sorte que le trafic RTCP reste en dessous de 5% de trafic de la session.

Transmettre des informations de contrôle sur la session (optionnel) exemple : identifier un participant sur les écrans des participants.

RTCP est encapsulé dans des paquets UDP tout comme RTP. L'objectif de RTCP est de fournir différents types d'informations et un retour quant à la qualité de réception.

En conclusion l'association des protocoles RTP (Real time Transport Protocol) et RTCP (Real time Transport Control Protocol) permet de transporter et de contrôler des flots de données qui ont des propriétés temps-réel. RTP et RTCP sont des protocoles qui se situent au niveau de l'application et utilisent les protocoles sous-jacents de transport TCP ou UDP. Mais l'utilisation de RTP/RTCP se fait généralement au-dessus d'UDP. RTP et RTCP peuvent utiliser aussi bien le mode Unicast (point à point) que le mode Multicast (multipoint). Chacun d'eux utilise un port séparé d'une paire de ports. RTP utilise le port pair et RTCP le port impair immédiatement supérieur [36].

- **L'entête de RTCP :**

L'en-tête RTCP comportera les informations suivantes :

Champ	Nbr de Bits	Fonction
V : Version	2	Définit le numéro de la version de RTP : actuellement 2.
P : Padding	1	Indice permettant de spécifier que les octets de données ont une partie de bourrage.
RC : Report Counter	5	Contient le nombre de rapports contenus dans le paquet (un rapport pour chaque source).
PT : Packet Type	8	Donne le type de rapport du paquet (SR, RR, SDES ou BYE).
Longueur	16	Longueur du paquet.

**TABLEAU 2.2 : l'entête de RTCP [35].**

Il existe plusieurs types de rapport qui permettent de remonter les informations concernant la transmission, voici les cinq principaux :

Nom du Rapport	Caractéristiques
<b>SR (Sender Report)</b>	Ce rapport regroupe des statistiques concernant la transmission (pourcentage de perte, nombre cumulé de paquets perdus, variation de délai (jiggle), ... Ces rapports sont issus d'émetteurs actifs d'une session.
<b>RR (Receiver Report)</b>	Ensemble de statistiques portant sur la communication entre les participants. Ces rapports sont issus des récepteurs d'une session.
<b>SDES (Source Description)</b>	Carte de visite de la source (nom, email, localisation).
<b>BYE</b>	Message de fin de participation à une session.
<b>APP</b>	Fonction spécifique de l'application

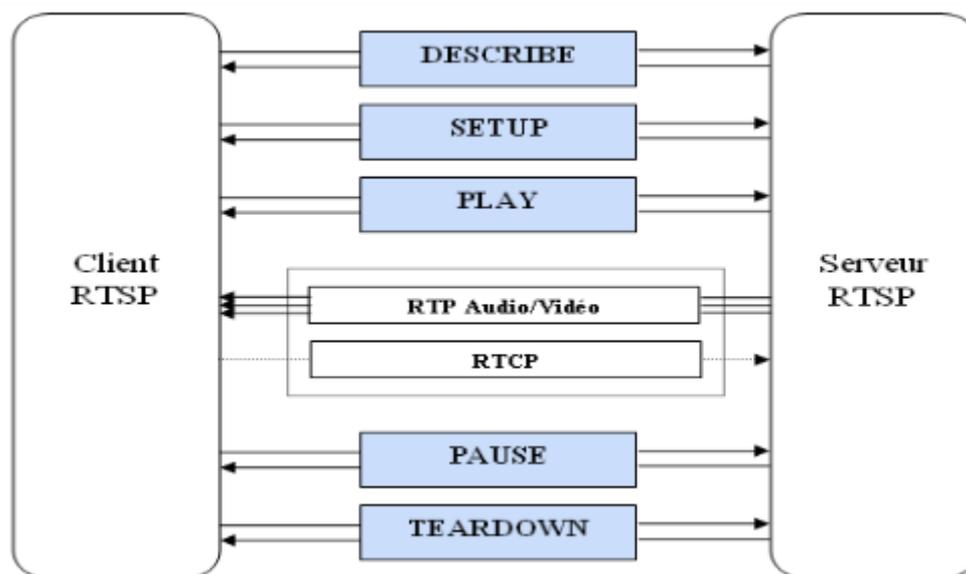
**TABLEAU 2.3 : les principaux types de rapport [35].**

### c- RTSP (Real-Time Streaming Protocol):

Le protocole RTSP (Real Time Streaming Protocol) est un système de communication réseau au niveau de l'application qui transfère des données en temps réel du multimédia vers un périphérique terminal en communiquant directement avec le serveur en streaming [24].

Le but de RTSP pour d'établir et de contrôler un ou plusieurs flux synchronisés de contenu continu de multimédia, Même si la spécification de RTSP lui permet de prendre en charge la

distribution de ce contenu de multimédia, le flux sera distribué en général prise en charge par RTP, RTSP ayant ainsi comme seule fonction la commande du flux et seront définis par un protocole de présentation. La RFC2326 ne définit pas le format de présentation. **La figure 2.9** c'est une présentation d'une Echange entre un serveur et un client RTSP [37].



**FIGURE 2.9 : Echange entre un serveur et un client RTSP [24].**

Les principales méthodes sont :

**La méthode DESCRIBE :** permet d'obtenir une description de la présentation ou de l'objet désigné par l'URL RTSP en conjonction avec l'utilisation du protocole de description de session. Le serveur répond à cette demande avec une description de la ressource demandée. Cette réponse correspond à la phase d'initialisation de RTSP et contient la liste des flux multimédia requis.

**La méthode SETUP :** est utilisée pour établir le mode de transport du flux, la demande contient l'URL du flux multimédia et une spécification de transport qui inclut généralement le port permettant de recevoir des données audio et vidéo RTP et un autre pour le RTCP métadonnées. Le serveur répond en confirmant les paramètres sélectionnés et remplit les autres parties, car ce sont les ports sélectionnés par le serveur. Chaque flux doit être configuré avant d'envoyer une demande PLAY.

**La demande PLAY :** est utilisée pour démarrer l'envoi du flux de données par le serveur à l'aide des ports configurés avec la méthode de demande SETUP. De plus,

**La méthode PAUSE** : met temporairement en pause un ou tous les flux pour reprendre plus tard avec une requête PLAY.

**La demande TEARDOWN** : arrête l'envoi des données et libère toutes les ressources. Notez que tout d'abord, une connexion TCP est établie entre le client et le serveur, démarrée par le client et généralement sur un port TCP bien connu (554) [38].

#### **d- RTMP (Real-Time Messaging Protocol):**

Real Time Messaging Protocol (RTMP) est un protocole réseau propriétaire (protocole de communication mis en œuvre sur un réseau informatique), développé par Adobe System, pour la diffusion de flux de données en streaming (audio, vidéo ou autre) entre un serveur et un client, généralement le lecteur flash. RTMP prend en charge les formats vidéo FLV et H.264 (MP4 / MOV / F4V) et les formats audio MP3 et AAC (M4A).

Utilisé principalement dans Flash Media Server et LiveCycle Data Services. Créé par Macromedia est utilisé pour transférer des flux de données, de son et de vidéo en temps réel au Flash Player. La stratégie de la plateforme Flash reste la même.

Fournir des services à valeur ajoutée pour les développeurs qui conçoivent des applications avec nos technologies de plus en plus ouvertes (*Flex, PDF, XMP, AMF...*) [39].

#### **e- Web RTC (Web Real-Time Communication) :**

Web RTC est un projet de source présenté par Google, Mozilla et d'autres en plus est une interface de programmation d'application (API) qui permet des communications en temps réel sans plugin via une API, créée par le consortium W3C (World Wide Web Consortium). Ce système facilite les applications de navigateur à navigateur pour les appels vocaux, le chat vidéo et le partage de fichiers.

Le web RTC est la possibilité de communiquer en direct avec quelqu'un ou quelque chose comme si nous étions juste à côté.

VP8 est le codec actuellement pris en charge pour Web RTC. Il utilise un serveur appelé Web Conferencing Server qui, conjointement à un serveur STUN, est nécessaire pour fournir la page initiale et synchroniser les connexions entre deux points de terminaison de Web RTC.

Parmi les trois API de WebRTC - `getUserMedia`, `RTCPeerConnection`, `RTCDataChannel` – `getUserMedia` [40].

Les principaux composants de Web RTC sont les suivants :

- **getUserMedia** : permet d'obtenir des flux vidéo ou audio à partir du matériel du microphone ou de la caméra. Cette API peut être utilisée pour obtenir une capture d'écran ou pour partager notre écran avec d'autres utilisateurs.
- **RTCPeerConnection** : Il permet de configurer le flux audio / vidéo. Il comporte un grand nombre de tâches différentes telles que le traitement du signal, l'exécution du codec, l'administration de la bande passante, la sécurité du streaming, etc. Cet appel API peut être utilisé pour mettre en œuvre ces différentes tâches sans l'intervention du programmeur.
- **RTCDataChannel** : Il permet de partager des données vidéo ou audio entre des utilisateurs connectés. RTCDataChannel utilise une communication bidirectionnelle entre homologues et peut être utilisé pour échanger tout type de données. Pour ce faire, RTCDataChannel utilise Websockets, qui permet une communication bidirectionnelle entre le client et le serveur, en utilisant une communication plus lente et fiable sur TCP ou une communication plus rapide et non fiable sur UDP.
- **getStats** : appel API permettant d'obtenir différentes statistiques sur une session WebRTC.

#### 4-2-3-Protocoles d'application :

RSVP (Ressource Réserve Protocol) est un protocole de signalisation permet aux applications de réserver dynamiquement des ressources dans un réseau basé sur IP afin de satisfaire leurs besoins en termes de bande passante nécessaire, délais de transfert autorisé, il est particulièrement utile pour les applications multimédia comme le streaming.

Ce protocole est responsable de la négociation des paramètres de connexion avec ces routeurs. Si la réservation est établie, RSVP se charge aussi du maintien de l'état des routeurs et de l'hôte afin de fournir le service demandé. Ce protocole a pour objectif [41]:

- Etablissement et maintien d'un chemin unique pour la transmission de données.
- Elaboration d'un système d'ordonnancement des paquets
- Création d'un module de contrôle pour les ressources des différents nœuds du réseau.

#### **4-3-Client pull versus serveur push :**

- **Client Pull** : peut être utilisé pour mettre à jour la vidéo en direct dans une fenêtre toutes les secondes, car le document est rechargé automatiquement toutes les secondes. La mise à jour toutes les 0 secondes s'actualise à la vitesse de l'ordinateur et du réseau.
- **Serveur push** : Le Server Push est un mode de communication client-serveur dans lequel le dialogue est lancé par le serveur. Cette technique s'oppose donc au fonctionnement « classique » des transactions web où le client ouvre le dialogue, et tire vers lui l'information (pull) [24].

#### **5- Caches dans les systèmes de streaming :**

Ce terme utilisé en informatique pour se référer à une préservation des données pendant des périodes plus ou moins éphémères, fait référence à plusieurs sortes de caches selon leurs localisations dans un système de streaming.

##### **5-1-Cache lecteur :**

Un cache de lecture est constitué d'une mémoire tampon (buffer) placée dans la machine hébergeant le client. Afin de restituer les Stream sans saccades et de combattre les effets de la gigue présente dans les réseaux à commutation de paquets. Il permet donc d'apporter une meilleure qualité de service, chose à laquelle l'utilisateur est particulièrement sensible.

Il sert à stocker temporairement les données audiovisuelles avant leur décodage et leur restitution à un usager. La mise en cache de données peut se décomposer en la mise en cache initiale et mise en cache durant le streaming du contenu (buffering ou rebuffering).

##### **5-2-Cache serveur :**

Cache de serveur transmet des données, celles-ci sont momentanément stockées dans la mémoire, avant d'être expédiées. La problématique de la gestion du cache de serveur peut être divisée en deux tâches principales.

La première concerne directement les politiques de gestion proprement dites, le remplacement de blocs.

La deuxième s'intéresse aux opportunités d'optimisation de l'utilisation du cache. La frontière entre les deux tâches est souvent floue. En effet, les techniques proposées dans la littérature sont, dans leur majorité, des techniques dites intégrées, combinant à la fois les techniques de

gestion et d'optimisation de l'utilisation des caches. Notons que l'objectif de toutes ces stratégies est de diminuer le taux d'échec du cache lors de la récupération de blocs de données et de réduire par conséquent le besoin de récupérer des données depuis le système de stockage du serveur [24].

## **6- Avantages du streaming :**

La transmission de données audiovisuelles en streaming présent plusieurs avantages [22] :

-Accès quasi-instantané simple la lecture de la vidéo commence quasiment immédiatement.

-Il permet aux usagers de commencer à visualiser, ou entendre, un contenu audiovisuel, volumineux par nature, sans attendre que la totalité des données soit téléchargée.

-Durée illimitée il n'y a plus aucune limite de taille de fichier puisqu'il est lu au fur et à mesure et la durée de la vidéo peut ainsi être illimitée. Ceci est utile pour la diffusion en direct.

-Il offre la possibilité au spectateur de se rétracter à tout moment, si le contenu ne correspondait pas à ce qu'il attendait.

-Possibilité de retransmission en direct le flux vidéo peut être capturé, encodé et compressé puis diffusé directement seul un léger décalage sera perceptible.

-Il ne nécessite pas de disposer d'un espace de stockage chez l'utilisateur. Toutefois, un espace limité de mémoire tampon peut être demandé pour le décodage des données.

-Aucune copie locale n'est conservée. Ceci est très utile pour le partage de contenus soumis à des licences restrictives quant à la distribution de contenus (mais qui en autorise la diffusion).

-Il est bien adapté pour la transmission des événements en direct.

-Evénements live le streaming est le seul moyen de distribution des événements en temps réel sur le net.

## **7- Conclusion :**

Le streaming est une technique de diffusion et de lecture en flux continu de données multimédias (sans avoir besoin à les télécharger et donc accéder directement au contenu).

La diffusion en temps réel permet une économie de bande passante non négligeable impliquant une économie de coût pour le trafic généré.

Le streaming est très appliqué pour les sites de télévision ou de radio sur internet (les web radios et WebTV), ainsi pour les conférences, la diffusion de spectacles et concerts, formations et cours et d'autres domaines.

Dans ce chapitre nous nous sommes concentrés et basés sur le principe et le fonctionnement de la vidéo en streaming, le type de téléchargement à qui il s'appuie. Par la suite nous avons détaillé l'architecture du système de streaming et les différents lecteurs de données audiovisuelles. Enfin, nous avons détaillé les protocoles dédiés au streaming.

## **Chapitre 3**

### **Android vidéo streaming**

## **1- Introduction :**

Le but principal de notre projet de fin d'étude est de proposer une plateforme complète, facile permettant d'appliquer la diffusion des données audiovisuelles en temps réel via une borne Wifi. Dans ce dernier chapitre, nous décrivons un cahier de charge ainsi les contributions de notre application. Par la suite, le bilan d'analyse pour justifier le choix de telle ou telle technologie et enfin la présentation de notre simulation.

## **2- Etude technique :**

Dans cette partie on va détailler le plan fonctionnel afin d'assurer une interface facile à utiliser.

### **2-1- Donnée de base :**

L'idée de base est d'exploiter les smartphones dans les domaines extra communication vocale. Le principe donc est de détourner ces appareils de leur fonction de base et d'en faire des outils pour tous les services des utilisateurs.

Ce qui permet de développer des plateformes mobiles des services à valeurs ajouté et par conséquent d'insérer d'autres options sur ce type de terminaux.

Un logiciel pour cela est implémenté sur smartphone, ayant la fonction d'acquisition et diffusion des vidéos en direct, il sera possible et préférable d'installer le logiciel surtout terminal mobile Android.

### **2-2- Cahier de charge :**

Le cahier de charge est composé de :

-Une application à installer sur le Smartphone pour diffuser le flux vidéo issu de caméra au serveur distant.

-La deuxième qui fonctionne sur un serveur web pour recevoir, interpréter et visualiser la vidéo en temps réel.

-Programmer une interface utilisateur simple, souple, haute qualité et facile à utiliser.

### **2-3- Fonctionnalités et contribution de notre application :**

Les composants qui permettent le fonctionnement de cette application sont les suivants :

- Connexion entre le terminal mobile et le serveur de traitement distant.
- Diffusion de flux vidéo par une communication via la borne Wifi.
- Lecture en directe de vidéo capturée via Flash Player sur la page web d'un serveur distant.

### **3- Bilan d'analyse :**

L'analyse effectuée a permis de mieux comprendre le fonctionnement de principaux standards technologies et protocoles qui peuvent être ciblés dans la conception et le développement de notre application.

#### **3-1- Outils de développement :**

Les outils principaux qui ont assuré la qualité de développement sont les suivants :

- Wowza Media Engine.
- WAMP server.
- SDK Android.
- Flash Player.



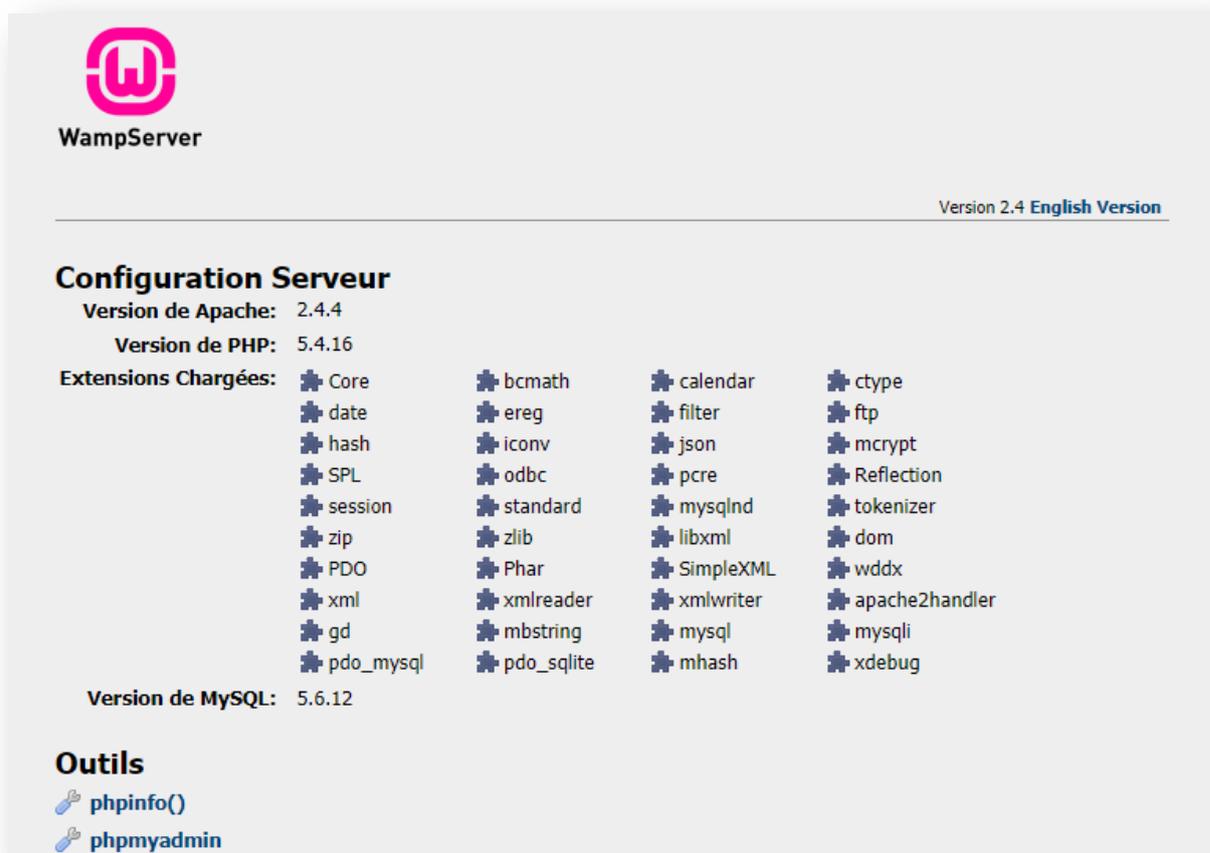
#### **3-1-1-Wowza Media Engine:**

Est un logiciel de serveur de média de diffusion en continu unifié développé par Wowza Media System (connu sous le nom de Wowza Media Server avant la version 4). Le serveur est utilisé pour la diffusion en continu d'applications vidéo, audio et Internet riches en direct et à la demande, sur des réseaux IP, sur des ordinateurs de bureau, des ordinateurs portables et des tablettes, des appareils mobiles, des décodeurs IPTV, des téléviseurs connectés à Internet, des consoles de jeu, et d'autres appareils connectés au réseau. Le serveur est une application Java déployable sur la plupart des systèmes d'exploitation [41]



### 3-1-2- WAMP server :

C'est une plateforme de développement web permettant de faire fonctionner localement des scripts (sans avoir se connecter à un serveur externe) des scripts PHP. WampServer n'est pas en soi un logiciel, mais un environnement comprenant trois serveurs (Apache, MySQL et MariaDB), un interpréteur de script (PHP), ainsi que phpMyAdmin pour l'administrateur Web des bases MySQL. Il dispose d'une interface d'administration permettant de gérer et d'administrer ses serveurs au travers d'un tray icon (icône près de l'horloge de Windows). La grande nouveauté de WampServer 3 réside dans la possibilité d'y installer et d'utiliser n'importe quelle version de PHP, Apache, MySQL ou MariaDB en un clic. Ainsi, chaque développeur peut reproduire fidèlement son serveur de production sur sa machine locale [42].



**FIGURE 3.1. L'interface WampServer version 2.4.**



### 3-1-3 SDK Android :

Le kit de développement (SDK) d'Android est un ensemble complet d'outils de développement. Il inclut un débogueur, des bibliothèques logicielles, un émulateur basé sur QEMU, de la documentation, des exemples de code et des tutoriaux. Les plateformes de développement prises en charge par ce kit sont les distributions sous Noyau Linux, Mac OS X 10.5.8 ou plus, Windows XP ou version ultérieure. L'IDE officiellement supporté était Eclipse combiné au plugin d'outils de développement d'Android (ADT).

- L'Android SDK (software Development kit) amène des outils.
- Un environnement de développement.
- Une machine virtuelle java adaptée : la Dalvik Virtual Machine.
- Un environnement débogueur DDMS (Dalvik Debug Monitor Service) utilisant adb (Android Debug Bridge).
- Un environnement de construction d'application Android aapt (Android Asset Packaging Tool).
- Des émulateurs de téléphones ou de tablettes AVD (Android Virtual Device), et une énorme API.



### 3-1-4 Flash Player:

**Adobe Flash**, ou **Flash**, anciennement **Macromedia Flash**, est un logiciel qui ne sera plus mis à jour avant la fin 2020 permettant la manipulation de graphiques vectoriels, d'images matricielles et de scripts Action Script en vue de créer des contenus multimédia (animations, vidéos, jeux, applications...) destinés à être publiés sur Internet. Flash Player, développé et distribué par Macromedia et racheté en 2005 par Adobe Systems, est quant à elle, une application client fonctionnant sur la plupart des navigateurs web. Ce logiciel permet la diffusion de flux (*stream*) bi-directionnels audio et vidéo. En résumé, Adobe Flash est

un environnement de développement intégré (IDE), une machine virtuelle utilisée par un lecteur Flash ou serveur Flash pour lire les fichiers Flash. Mais le terme « Flash » peut se référer à un lecteur, un environnement ou à un fichier d'application.

La technologie Flash est devenue une des méthodes les plus populaires pour ajouter des animations et des objets interactifs à une page web. De nombreux logiciels de création et systèmes d'exploitation sont capables de créer ou d'afficher du Flash. Celui-ci est généralement utilisé pour créer des animations, des publicités ou des jeux vidéo. Il permet aussi d'intégrer de la vidéo en streaming dans une page, jusqu'au développement d'applications Rich Media. Les fichiers Flash, généralement appelés « animations Flash », comportent l'extension .SWF. Ils peuvent être inclus dans une page web et lus par le plugin Flash du navigateur, ou bien interprétés indépendamment dans le lecteur Flash Player.

Flash a longtemps été la plate-forme dominante pour le contenu multimédia en ligne mais depuis la décision en 2010 d'Apple de ne plus le supporter sur les ordinateurs, tablettes et téléphones de la marque, l'utilisation de Flash est donc passé de près de 50 % en 2011 à 10 % en octobre 2016. Depuis, Adobe favorise une transition vers le HTML5 et sa mort définitive est annoncée pour 2020.

### **3-2- Protocoles :**

Pour une simple diffusion de flux vidéo en direct, il faut juste adapter un simple téléphone portable lié par un système de transmission composé de protocoles suivants :

- RTSP.
- RTMP.

Nous avons choisi le protocole RTSP pour établir et contrôler un ou plusieurs flux synchronisés de contenu continu de multimédia. D'autre part le protocole RTMP pour la diffusion de flux de données en streaming (audio, vidéo ou autre) entre un serveur et un client.

### **3-3- Support des réseaux :**

En termes d'exploitation des flux vidéo envoyés par le téléphone portable sur une page web, l'application consiste à utiliser un téléphone portable avec caméra (source vidéo) et une page

web liés par des réseaux mixtes (réseaux d'accès radio mobile 3G/4G et la technologie internet).

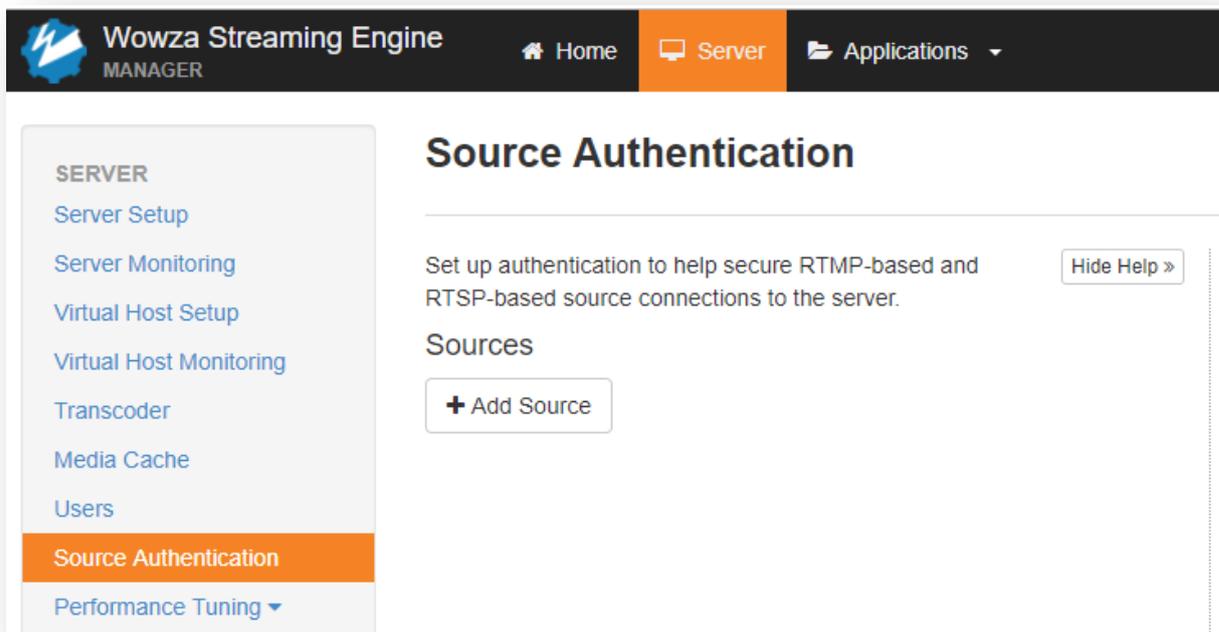
#### 4- Étapes suivies pour la réalisation de projet :

##### 4-1- Installation et configuration de Wowza Media Engine :

Le serveur Wowza est la base de streaming pour la diffusion de la vidéo avec une haute qualité. Dans notre projet il reçoit la vidéo de l'appareil Android et commence un service de streaming qui sera à nouveau consommé par la page web pour afficher la vidéo.

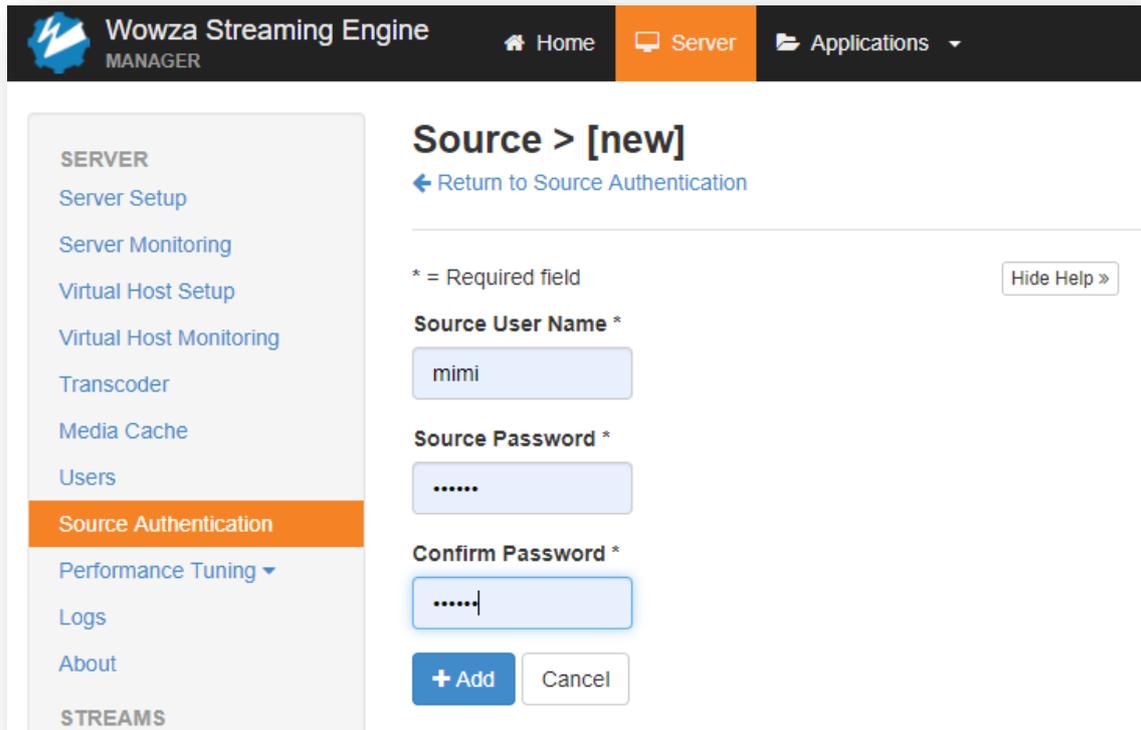
Le flux vidéo doit être authentifié avec Wowza avant le début décodé. Nous donc besoin de créer un nom d'utilisateur et mot de passe d'éditeur en premier. Ces informations d'identification nous allons utiliser dans notre application Android plus tard.

Pour crée un utilisateur, nous avons cliqué server  Add source.



**FIGURE 3.2 création d'un utilisateur sur Wowza Media Engine.**

Nous avons entré les informations concernant le nom d'utilisateur et le mot de passe.



**Figure 3.3 : insertion des informations d'utilisateur.**

#### **4-2- Création de l'application web :**

- Après l'installation de logiciel WAMP sur notre pc, nous devons assurer l'accès au localhost dans le navigateur.
- Nous avons créé un répertoire sur notre WAMP/WWW (C/WAMP) nommé **Wowza-Web-app** à l'intérieur de WWW.
- A l'intérieur de ce répertoire **Wowza-web-app**, nous avons créé deux répertoires nommés **js** et **css**.
- Nous avons mis **JWPlayer** dans le répertoire **js**.
- Création d'une page html nommé **index.html** in **Wowza-web-app** qui permet le début et la fin de la lecture de la vidéo (voir **figure 3.4**).

```

<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <meta charset="utf-8">
    <title>Android Video Streaming</title>
    <script
                                src="js/jquery-1.9.1.min.js"
type="text/javascript"></script>
    <script type="text/javascript" src="js/jwplayer.js"></script>
    <script src="js/player.js" type="text/javascript"></script>
    <script>jwplayer.key = ""</script>
    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/style.css" />
  </head>

  <body>
    <!-- Header -->
    <div id="header">
      <div class="container">
        <h1>Android Video Streaming</h1>
      </div>
    </div>
    <!-- ./Header -->

    <!-- Video Preview -->
    <div class="container">
      <div id="video_preview">
        <div id="player"></div><div class="clear"></div>
        <br/><br/><br/>
        <input
                                type="text"
                                id="stream_url"
value="rtmp://172.16.16.123:1935/live/android_test"/><br/>
        <input type="button" id="btn_start" class="" value="Start" />

```

```

        <input type="button" id="btn_stop" class="" value="Stop"/>
    </div>

    <div class="clear"></div>

</div>

<!-- ./Video Preview -->

<div class="container">
    <div class="info"><p>
        Tutorial: <a
href="#">https://www.androidhive.info/?p=4449&preview=true</a><br/>
        <a href="http://www.wowza.com/">Wowza Media
Engine</a><br/>
        Thanks <a href="Fyhertz">@Fyhertz</a> for <a
href="https://github.com/fyhertz/libstreaming">libstreaming</a><br/>
        www.androidhive.info
    </p>
    </div>
</div>
</body>
</html>

```

**FIGURE 3.4 : code INDEX.HTML [44].**

Nous avons créé à l'intérieur de répertoire css une page nommée **style.css**.

```

                                style.css
/*
Document    : style
Created on  : May 31, 2014, 2:09:28 AM
Author     : Ravi Tamada
*/

```

```
body {
    padding:0;
    margin: 0;
}

.clear{
    clear: both;
}

.container{
    width: 1100px;
    margin: 0 auto;
    padding: 0;
}

#header{
    text-align: left;
    box-shadow: 0px 3px 3px #e3e3e3;
}

#header h1{
    font:normal 35px arial;
    color: #ed4365;
    margin: 0;
    padding: 15px 0;
}

#video_preview{
    text-align: center;
}

#player, #player_wrapper{
    margin: 0 auto !important;
    margin-bottom: 20px !important;
    margin-top: 60px !important;
}
```

```
input#stream_url{
    background: none;
    border: 2px solid #92d07f;
    outline: none;
    padding: 5px 10px;
    font: 18px arial;
    color: #666;
    width: 600px;
    text-align: center;
}
#btn_start, #btn_stop{
    padding: 8px 30px;
    color: #fff;
    border: none;
    outline: none;
    font: normal 16px arial;
    border-radius: 6px;
    cursor: pointer;
    margin-top: 15px;
}
#btn_start{
    background: #3bbe13;
}
#btn_stop{
    background: #e6304f;
}
.info{
    margin-top: 80px;
    text-align: center;
    font: normal 13px verdana;
}
```

```
}  
  
.info p{  
    line-height: 25px;  
}  
  
.info a{  
  
    color: #f05539;  
}  
}
```

**FIGURE 3.5 : Style.css [44].**

Nous avons créé une page nommé **player.js** dans le répertoire js qui contienne le programme javaScript ( voir **figure 3.6**). Elle permet l'initialisation de jwplayer et le lancement d'événement boutons click.

```
player.js  
  
var data = [];  
var jw_width = 640, jw_height = 360;  
  
// Outputs some logs about jwplayer  
function print(t, obj) {  
    for (var a in obj) {  
        if (typeof obj[a] === "object")  
            print(t + '.' + a, obj[a]);  
        else  
            data[t + '.' + a] = obj[a];  
    }  
}  
  
$(document).ready(function() {
```

```

jwplayer('player').setup({
wmode: 'transparent',
width: jw_width,
height: jw_height,
stretching: 'exactfit'
});

$('#btn_start').click(function() {
startPlayer($('#stream_url').val());
});

$('#btn_stop').click(function() {
jwplayer('player').stop();
});

startPlayer($('#stream_url').val());
});

// Starts the flash player
function startPlayer(stream) {

jwplayer('player').setup({
height: jw_height,
width: jw_width,
stretching: 'exactfit',
sources: [{
file: stream

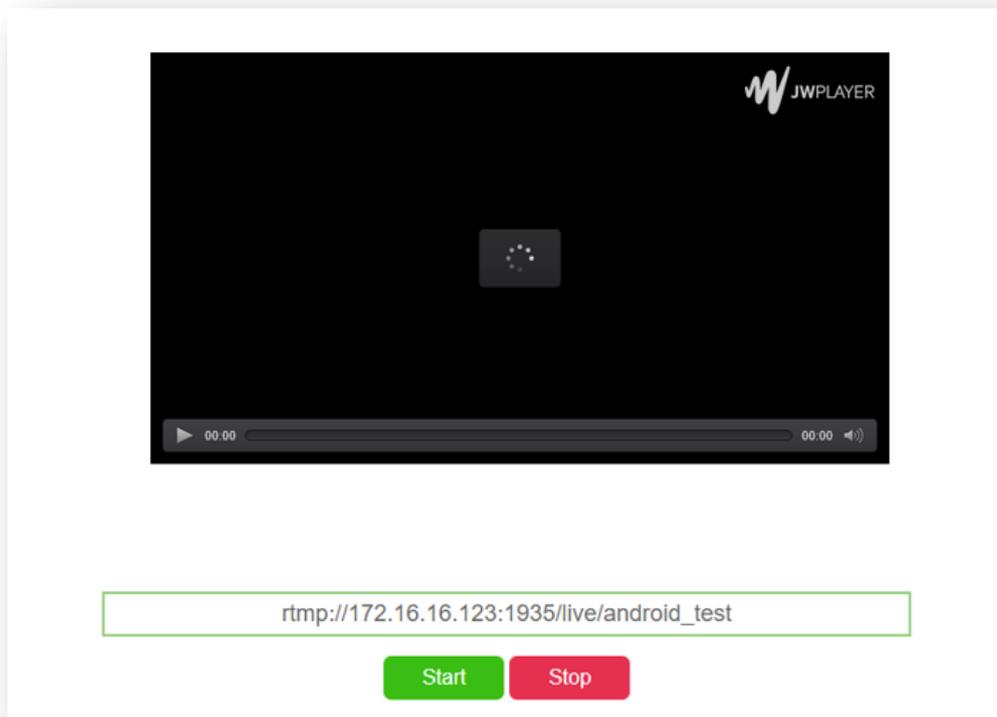
```

```
    }],  
    rtmp: {  
      bufferlength: 3  
    }  
  });  
  
  jwplayer("player").onMeta(function(event) {  
    var info = "";  
    for (var key in data) {  
      info += key + " = " + data[key] + "<BR>";  
    }  
    print("event", event);  
  });  
  
  jwplayer('player').play();  
}
```

**FIGURE 3.6 : code Player.js [44].**

Nous avons accédé au localhost « [http://localhost/wowza\\_web\\_app/index.html](http://localhost/wowza_web_app/index.html) » dans notre navigateur pour assurer le fonctionnement de serveur web .

- L'apparition de notre page web sous la forme suivant :



**FIGURE 3.7 : capture de notre application web.**

#### 4-3- Plateforme proposée pour le streaming vidéo live :

L'architecture de notre application est illustrée dans la figure qui suit (**figure 3.8**), dont le téléphone portable communique avec le serveur Wowza via le protocole RTSP, et par la suite ce serveur diffuse la vidéo à notre PC avec le protocole RTMP.



**FIGURE 3.8 : plateforme de l'application.**

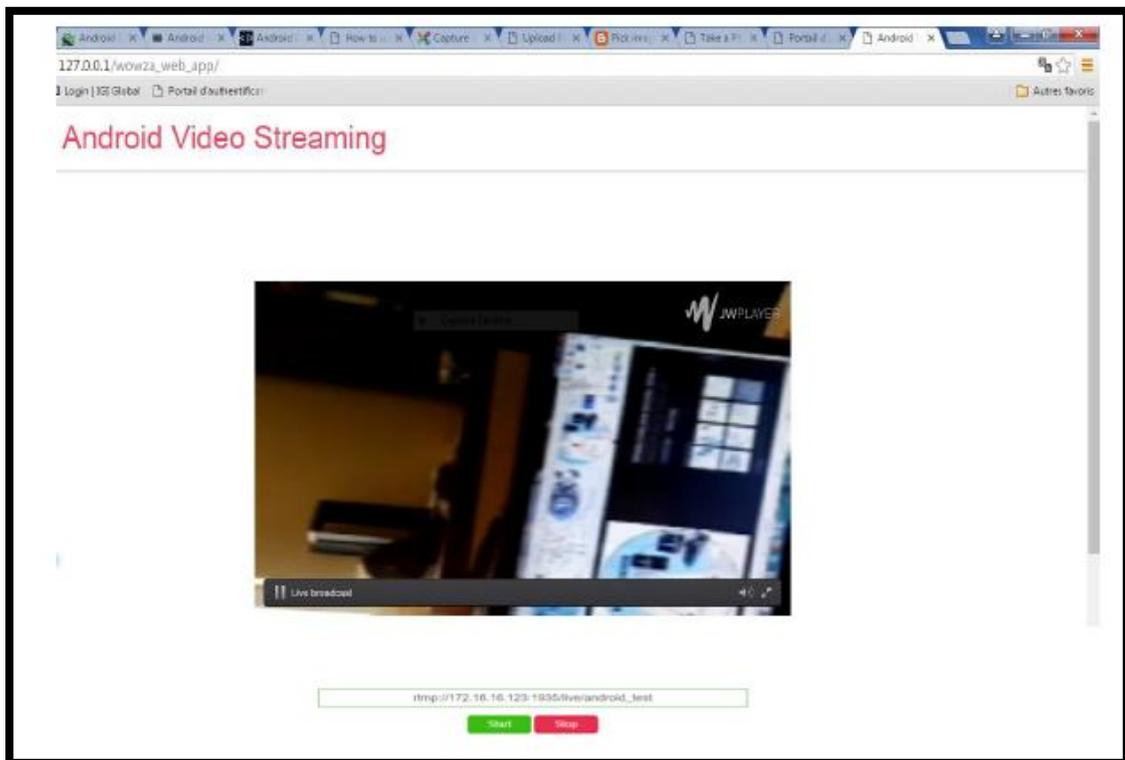
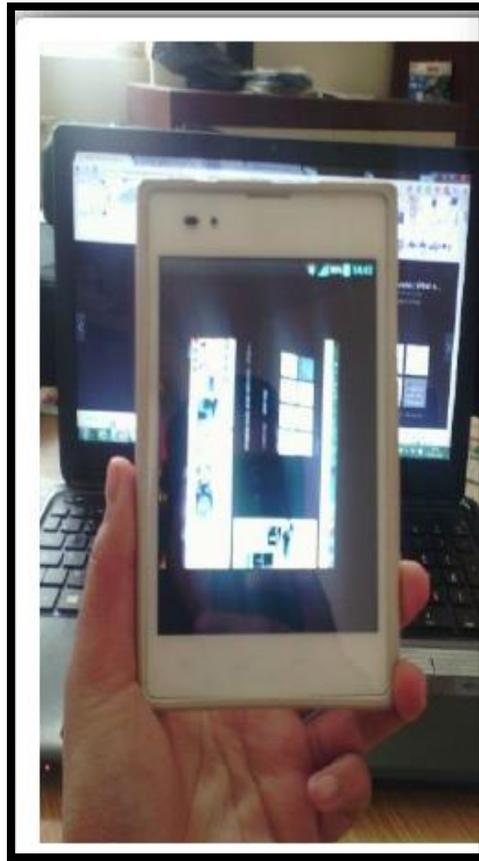
### **Le déroulement des opérations sera le suivant :**

- 1- Un utilisateur se servira d'un téléphone portable avec le système d'exploitation Android de capturer une vidéo par la caméra et la diffuser au serveur Wowza.
- 2- Le flux vidéo sera transmis vers un serveur vidéo, encodé et visualisé sur une page web.

### **5- Simulation :**

L'algorithme fonctionnera et communiquera de façon autonome avec la source vidéo **figure3.9**, le terminal capture la vidéo et la transfère vers la page web de serveur.

Nous avons programmé une interface Client sur l'appareil Android qui permet l'accès à la caméra du smartphone, la capture d'évènements, et la diffusion de flux vidéo vers un serveur web distant.



**FIGURE 3.9 : streaming vidéo live**

## **6- Conclusion :**

Les Smartphones sont utilisés certainement d'une façon indispensable de nos jours. La technologie du streaming a envahi pratiquement tous les domaines de la vie quotidienne.

Dans ce chapitre nous avons exposé notre application qui ne demande qu'un Smartphone, et par conséquent cela ne demande pas une grande infrastructure en exploitant les outils Android pour la partie logicielle après tout un enchaînement des étapes.

# Conclusion générale

Nous vivons dans un monde de vitesse où il est difficile d'être présent partout et à tout moment en peu de temps donc l'objectif de ce projet de fin d'étude est de réduire le temps la distance et la participation à l'événement directement par streaming en direct via le Smartphone.

Il s'agit d'implémenter une plateforme mobile de streaming permettant l'acquisition et la diffusion de la vidéo entre les différents utilisateurs via des Smartphones Android. C'est le cas de la téléformation que l'on peut trouver dans de nombreux domaines.

L'application proposée dans le cadre de ce projet. N'a pas nécessité de gros moyens, ainsi qu'une grosse infrastructure, puisqu'aujourd'hui un simple Smartphone peut suffire en exploitant les outils Android pour la partie logicielle.

A travers cette infrastructure destinée au développement des applications pour les téléphones portables, on a pu réaliser un logiciel téléchargeable sur un terminal réel et par conséquent ajouter des options supplémentaires.

## Perspective

L'une des préoccupations majeures qui reste à développer comme une suite logique à notre travail consiste à réaliser l'application décrite précédemment en implémentant d'autres services et d'autres options comme la génération automatique des questionnaires structurés par les différents membres de formation à distance.

# Bibliographies :

- [1] Abdelheq BELABDELLI et Mokhtar OUKAZ « dimensionnement d'un réseau sans fil wifi » Master 2 à l'université abou baker belkaid 2011/2012.
- [2] Amar BOURAI et Abdelhamid BENTABET « Mise en œuvre d'un réseau de senseurs sans fil pour la détection et la localisation d'un incendie » Master 2 RMS université Tlemcen Aboubeker belkaid.
- [3] Samira BOUAZZAOUI et Zahira DEKALI « conception des réseaux sans fils IEEE 802.11 en mode infrastructure et ADHOC » Master 2 à l'université Abou baker belkaid 24 mai 2016.
- [4] Omar CHEIKHROUHOU « sécurité des réseaux Ad Hoc » Master 2 à l'université de sefax ecole nationale d'ingénieurs de sefax 4 juillet 2005.
- [5] <http://www.courstechinfo.be/Reseaux/WiFi.html> consulté le 02/05/2019.
- [6] <https://selectra.info/telecom/guides/comprendre/wifi> consulté le 06/05/2019.
- [7] <https://www.commentcamarche.net/faq/3020-wifi-cours-d-introduction> consulté le 12/05/2019.
- [8] <https://www.zoneadsl.com/dossiers/maison-connectee/wifi-avantages-inconvenients.html> consulté le 16/05/2019
- [ 9] Abdelheq BELABDELLI et Mokhtar OUKAZ « dimensionnement d'un réseau sans fil wifi » Master 2 à l'université abou baker belkaid 2011/2012.
- [10] <https://www.it-connect.fr/quest-ce-que-le-wi-fi-decouverte/> consulté le 24/05/2019
- [11] Nadia ADRAR et Hanane AIT MOKRANE « les technologies sans fil le wifi et la sécurité » Master 2 l'université a bejaia 2007 juin.
- [12] <http://julienth37.over-blog.com/r%C3%A9seau-wifi-avantages-et-inconv%C3%A9nients> consulté le 18/05/2019.
- [13] Roger TAAKAN, « le multimédia mobile » Master 2 à l'université de jules verne picardie 2007.
- [14] Omar HASNAOUI « Universal Moblie Telecommunications Systeme » Master 2 à l'université de djillali liabes 2006.
- [15] Bianda OUNAKOUN et Zie FOMCHONG DANY stéphane « evolution technologie de la 3G et 3G++ » Master 2 l'université de picardie jules verne 2009.

[16] Abderrahim KHOBZAOUI et Boussaad GHAIBI « planification d'un réseau 4G en zone urbaine » Master 2 l'université bejaia 2015/2016.

[17] <https://developer.orange.com/wp-content/uploads/Generalites-et-architecture-de-la-4G.pdf> consulté le 06/06/2019.

[18] Julien LAUGHLIN « création multimédia et direction de project artistiques » Master 2 à l'université de nice sophia antipolis année 2008/2009.

[19] Ouacila BELMEHDI « Conception et Réalisation d'un site WebTV pour la Fédération des Associations des parents d'Elèves » Master 02 (génie logiciel) l'université de wilaya de Bejaia 2016/2017.

[20] Mehdi NAFA « optimisation des applications de streaming Peer to Peer pour des réseaux Adhoc mobiles » thèse doctorat en informatique 25-03-2009 à Evry-val d'essore dans le cadre de Ecole doctorat Sciences et ingénierie.

[21] Aristote mabonda NEKENKO « Etude et mise en œuvre d'un système streaming via le réseau internet » Master 2 école supérieure des métiers d'informatique et de commerce RDC 2013.

[22] Imane ammara BELMELIANI « Le développement d'une application mobile dédiée au streaming vidéo entre les professionnels de santé » Master 2 à l'université de Tlemcen Abouker belkaid.

[23] Houda SAADANE « la qualité de service d'un streaming vidéo dans un réseau ad hoc (égale à égale) » Master 2 à l'université BADJI MOKHTAR -ANNABA 2012.

[24] Saounoumi SOURPELE RODRIGUE « Adaptation de flux vidéo en environnement limité et dynamique : proposition d'une solution par encodage vidéo multicouche » Master 2 en ingénierie informatique à l'université Ngaoundéré 2013.

[25] [http://www.rap.prd.fr/pdf/AURIF\\_streaming.pdf](http://www.rap.prd.fr/pdf/AURIF_streaming.pdf) consulté le 08/05/2019.

[26] <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-streaming-1958/> consulté le 08/05/2019.

[27] <https://kalyzee.zendesk.com/hc/fr/articles/360002189752-Diffuser-en-direct> consulté le 15/05/2019.

[28] <https://www.winxdvd.com/resource/vlc.htm> consulté le 16/05/2019.

- [29] <https://helpx.adobe.com/fr/x-productkb/policy-pricing/system-requirements-master-collection.html> consulté le 25/05/2019.
- [30] [http://www.ehow.com/facts\\_4967184\\_what-real-player.html?ref=Track2&utm\\_source=IACB2B](http://www.ehow.com/facts_4967184_what-real-player.html?ref=Track2&utm_source=IACB2B) consulté le 20/05/2019.
- [31] <https://www.mmdev.fr/streaming-quelles-solutions/labs> consulté le 22/05/2019.
- [32] Dimitri DEL MAROL et Benjamin MICHIELS » transmission de flux vidéo sur internet » Master 2 à l'université catholique de Louvain donnée par le professeur MACQ.
- [33] Yassine DOUGA « Amélioration de la performance de TCP dans les réseaux mobiles Adhoc » thèse doctorat à université Oran Ahmed benbella 2016.
- [34] Vincement HALVERLANT portage de VRENG sur RTP 15 Septembre 1999.
- [35] <https://www.google.com> consulté le 30/05/2019
- [36] <http://wapiti.enic.fr/commun/ens/peda/options/ST/RIO/pub/exposes/exposesrio2003ttnfa04/couraud-schoehn/rtcp.htm> consulté le 26/05/2019.
- [37] <http://www.labri.fr/> Mourad rapport PFE à l'université France de bordeaux. Consulté le 23/06/2019.
- [38] <https://searchvirtualdesktop.techtarget.com/definition/Real-Time-Streaming-Protocol-RTSP> consulté le 11/05/2019.
- [39] <https://codemoiunmouton.wordpress.com/2009/01/21/adobe-publie-le-protocole-rtmp/> consulté le 11/05/2019.
- [40] Clément BOULVERT « conception et développement d'une plateforme web de communication et de partage dynamique de medias » Master 2 à l'université de la réunion 2014-2015.
- [41] Rima BENAMARA « protocole RVSP » mémoire online Master 2 réseau 2012 à l'université de m'sila.
- [42] <https://www.wowza.com/products/streaming-engine> consulté le 13/05/2019.
- [43] <https://dfarnier.fr/wampserver-apache/> consulté le 13/05/2019.

[44] <https://www.androidhive.info/2014/06/android-streaming-live-camera-video-to-web-page/>

