

ÉCOLE SUPÉRIEURE D'INFORMATIQUE SALAMA  
République Démocratique du Congo  
Province du Haut-Katanga  
Lubumbashi  
[www.esisalama.org](http://www.esisalama.org)

---



---

ÉTUDE DE LA MISE EN PLACE DE LA  
TÉLÉVISION NUMÉRIQUE MOBILE  
(DVB-H) DANS LA 4G (LTE-A)

---

*Travail présenté et défendu en vue de l'obtention du  
grade d'ingénieur technicien en informatique*

**Par : MPWETO KUNGUBWE MONIQUE**  
*Option : Télécommunications et Réseaux*

*Septembre 2016*

ÉCOLE SUPÉRIEURE D'INFORMATIQUE SALAMA  
République Démocratique du Congo  
Province du Haut-Katanga  
Lubumbashi  
[www.esisalama.org](http://www.esisalama.org)

---



---

## ÉTUDE DE LA MISE EN PLACE DE LA TÉLÉVISION NUMÉRIQUE MOBILE (DVB-H) DANS LA 4G (LTE-A)

---

*Travail présenté et défendu en vue de l'obtention du  
grade d'ingénieur technicien en informatique*

**Par : MPWETO KUNGUBWE MONIQUE**  
**Option : Télécommunications et Réseaux**

**Directeur : ALBERT KAFUTSHI**  
**Co-directeur : HERBERT KALONJI**

**Septembre 2016**

---

## ÉPIGRAPHE

---

*« L'informatique, c'est la nouvelle écriture de notre ère, mais c'est grâce au développement des technologies de l'information et de la communication que le monde est devenu tout petit. »*

Jude MUZEMBO TSANGU

---

## DÉDICACE

---

A vous chers parents Salazar KANYEMBO KUBU KUBU et Betty KAZADI LUSONDE, pour les sacrifices que vous n'avez cessé de consentir à notre égard, pour votre amour et votre dévouement sans limite ;

A vous mes frères et sœurs : Orville KANYEMBO LWIMBA, Jonas KANYEMBO KUBU KUBU, Mathilde KITENGE LUSONDE , Simone MBAYA BULUNGO, Miriam KIMBELE MUTANGA, Gloria KITANIKA MUKANDA BANTU, Armelle KISABI NDIYA ;

A vous cousins et cousines : Teddy KAPOTWE, MIKE KITO , Yannick KISIMBA, Elie KABELA, Franck LUKANGA, Sandra KASHIRIYE, Vanessa KAPOTWE, Milka KAPOTWE, Maguy KAPOTWE, Ruth MUTANGA ;

A vous neveux et nièces, chers amis et collègues ;

A mon futur époux ;

A ma future progéniture ;

A toute personne soucieuse de justice.

Nous dédions ce travail.

---

## REMERCIEMENTS

---

Étant donné que ce travail est un fruit des efforts de plusieurs personnes, nous ne pouvons passer sans leur dire un mot de gratitude.

Que toutes les personnes qui ont contribué de loin ou de près à l'élaboration de ce travail trouvent ici nos sincères remerciements. Nous essaierons de les leur présenter tant bien que mal, malgré la pauvreté du langage humain.

Nous remercions le corps professoral de l'Ecole Supérieure d'Informatique Salama (ESIS) dirigé par le père NGOIE KABONDO MUTANGALA suivie de monsieur Patrick KASONGA le secrétaire général académique, du Père Isaac KAMIBA le secrétaire administratif et de la filière Réseaux et Télécommunications en particulier, pour la formation, le courage dont ils nous ont comblé, ils ont ainsi contribué à la réalisation de notre personnalité. Nous avons grâce à eux, apprécié la conquête du monde scientifique et donné le meilleur de nous –même.

Ainsi nos remerciements montent droit à Monsieur Albert KAFUTSHI pour avoir bien voulu diriger notre travail en dépit de ses nombreuses et multiples préoccupations et à Monsieur Herbert KALONJI pour avoir répondu à notre appel et joué le rôle de co-directeur. Notre profonde gratitude ;

Tout au long de nos études tout comme dans la vie, une aide tant morale, spirituelle que matérielle nous a été indispensable. Ainsi, il nous serait ingrat de passer sous silence sans jamais oser souligner ou citer les noms de toutes les personnes qui nous ont prêté main forte pendant cette période de dur labeur. Nous pensons directement à nos chers parents Salazar KANYEMBO KUBU KUBU et Betty KAZADI LUSONDE pour avoir répondu généreusement à notre appel malgré les dures circonstances de la vie ;

Nos remerciements s'adressent également à la grande sœur Maguy KAPOTWE KAWEME pour son soutien et sa présence permanente parmi nous ; aux messieurs Dubois KAPULULA MUMBA, Guislain KAPOTWE, Castar KANYEMBO, Guislain KASHALA, Patrice MALOBA, Arthur MBAYA, SAM KAZAMBA, Nathan MUGANZA, Bertin POLOMBWE pour leur soutien bien moral que matériel, et à tous les membres de la famille : KISABI Armelle, KITENGE Mathilde, , KANYEMBO Orville, KANYEMBO Jonas, KITANIKA Gloria, MBAYA Simone, KIMBELE Miriam, Teddy KAPOTWE, Alicia KASHALA ; pour nous avoir aidé à évoluer dans un climat de calme et de paix

Nous ne pouvons pas oublier nos amis et connaissances, nos compagnes et compagnons de lutte et plus particulièrement ceux de la filière Télécommunications et Réseaux : Baudouin BANZA, Joel TSHIKUNDA, Jonathan MWENZE, Etienne KABEYA, Emilie MUSWAMBA, Thésy MAUWA, Christelle MUSOGA, Marianne KARUMB, Magloire NDAYI, Benoit TSIBWABWA, Gael MULASA, Junior KAYA, Célestin MUKENGA, Nanette MULAMBA, Vasthie MIZUMI, Chardrack MIJI ; pour leur collaboration scientifique, morale, matérielle en cas de nécessité et quand ils en avaient l'occasion.

Merci enfin à toutes les personnes qui nous ont aidé aussi bien directement qu'indirectement mais dont leurs noms ne sont pas repris ici.

MPWETO KUNGUBWE MONIQUE

---

## TABLE DES FIGURES

---

I.1	Schéma du fonctionnement de la diffusion numérique . . . . .	7
I.2	Schéma de la chaîne de diffusion numérique . . . . .	7
I.3	Schéma fonctionnel de la modulation numérique . . . . .	9
I.4	Illustration de la réception sur PC . . . . .	13
I.5	Illustration de la réception fixe . . . . .	13
I.6	Illustration de la réception fixe . . . . .	14
I.7	Illustration de la réception Mobile. . . . .	14
I.8	Illustration de la réception par câble . . . . .	15
I.9	Illustration de la réception Unicast en 3G . . . . .	16
I.10	Illustration de la réception Broadcast en 3G . . . . .	17
I.11	Illustration de la réception par ADSL . . . . .	18
I.12	Illustration du fonctionnement IPTV . . . . .	19
I.13	Illustration de la réception des contenus en Unicast et Multicast . . . . .	21
II.1	Illustration des différentes formes de la télévision et leurs usages . . . . .	24
II.2	Illustration de la pile des protocoles DVB-H . . . . .	27
II.3	Schéma de la coexistence de services DVB-T et DVB-H . . . . .	28
II.4	Illustration des principales caractéristiques du DVB-H . . . . .	28
III.1	Structure du réseau 4G. . . . .	39
III.2	Illustration de l'architecture du système à déployer . . . . .	40
III.3	Schéma du système eMBMS . . . . .	43
III.4	La diffusion Broadcast/Multicast . . . . .	44
III.5	Illustration du principe de fonctionnement de la solution . . . . .	45
III.6	Représentation de la simulation en Matlab . . . . .	46

---

III.7 Représentation des signaux multiplexés par l'oscilloscope . . . . .	47
III.8 Illustration des composantes internes du mobile 1 . . . . .	48
III.9 Représentation du signal demandé par le mobile 1 . . . . .	48
III.10 Illustration des composantes internes du mobile 2 . . . . .	49
III.11 Représentation du signal demandé par le mobile 2 . . . . .	49

---

## LISTE DES TABLEAUX

---

I.1	Les différentes normes de diffusion . . . . .	11
I.2	Description et éléments d'IPTV . . . . .	20
III.1	les caractéristiques de la 4G . . . . .	36

---

## LISTE DES ACRONYMES

---

LTE-A : Long Term Evolution-Advanced  
DVB-H : Digital Video Broadcasting- Handheld  
UE : User Équipement  
TV : Télévision  
SMS : Short Message Service  
4G : Quatrième Génération  
2G : Deuxième génération  
3G : Troisième Génération  
Mo : Mégaoctets  
Go : Gigaoctets  
IP : Internet Protocol  
VPN : Virtual Private Network  
HD : Haute définition  
VAS : Value Service Added (Service à valeur ajoutée)  
TNT : Télévision Numérique Terrestre  
DVD : Digital Versatile Disc  
COFDM : Coded Orthogonal Frequency Multiplexing  
QPSK : Quaternary Phase Shift Keying  
QAM : Quadrature Amplitude Modulation  
MIC : Modulation par Impulsion Codée  
MPEG : Moving Picture Expert Group  
Mhz : Mégahertz  
Ghz : Gigahertz  
MP3 : MPEG audio layer3  
Mbps : Mégabits par seconde  
SD : Standard Definition  
Kbps : Kilobits par seconde  
Gbps : Gigabits par seconde  
IPTV : Internet Protocol Television  
VOD : Video On Demand (Vidéo à la demande)  
ADSL : Asymmetric Digital Subscriber Line

PC : Personal Computer  
PCMCIA : Personal Computer Memory Card Association  
CD : Compact Disc  
ROM : Read Only Memory  
USB : Universal Serial Bus  
HSDPA : High Speed Downlink Packet Access  
BTS : Base Transceiver Station  
RNIS : Réseau Numérique par Intégration de Services  
RSTP : Reservation Transfert Protocol  
IGMP : Internet Group Management Protocol  
ATAWAD : AnyTime AnyWere AnyDevice  
TMP : Télévision Mobile Personnelle  
DVB-T : Digital Video Broadcasting- Terrestrial  
MBMS : Mutimedia Broadcast/Multicast Services  
T-DMB : Terrestrial-Digital Multimedia Broadcasting  
FLO : Forward Link Only  
MPE-FEC : MultiProtocol Encapsulation-Forward Error Correction  
UHF : Ultra High Frequency  
ETSI : European Telecommunication Standard Institute  
TCP/IP : Transfert Control Protocol/Internet Protocol  
TPS : Time Packed Slice  
RTP : Real-time Transfort Protocol  
UDP : : User Datagram Protocol  
MPE : MultiProtocol Encapsulation  
UMTS : Universal Mobile Telecommunication Systems  
DMB : Digital Multimedia Broadcasting  
DAB : Digital Audio Broadcasting  
TIC : Technologie d'information et de communication  
A/N : Analogique /Numérique  
fe : fréquence d'échantillonnage  
fs : fréquence du signal  
K : mode ou coefficient du facteur de Kell  
DVB : Digital Video Broadcasting  
DSM-CC : Digital Storage Media-Command Control  
INT Table : Interrup Table

---

RS-FEC : Reed Solomon Forward Encapsulation Correction  
RF : Radio Frequency  
PSI Management : Property Specialist Management  
SI-Management : System-Information Management  
ETS : Element Time Slice  
UMTS : Universal Mobile Telecommunication Systems  
GPRS : General Packet Radio Service  
S-DMB : Satellite-Digital Mobile Broadcasting  
GSM : Global System for Mobile Communication  
SMS : Short Message Service  
MMS : Multimedia Message Service  
3G+ : Évolution de la 3G  
UIT : Union Internationale des Télécommunications  
DL : Downlink  
UL : Uplink  
IMT-A : International Mobile Telecommunication-Advanced  
ms : millisecond  
EUTRAN : Evolved Universal Terrestrial Access Network  
MME : Mobility Management Equipement  
S-GW : Service Gateway  
BMS-C : Broadcast Multicast- Service Center  
eMBMS : evolved Multicast Broadcast Multicast Service  
MBMS : Multicast Broadcast Multimedia Service  
EPC : Evolved Packet Core  
PMCH : Physical Multicast Channel  
PDSCH : Physical Downlink Shared Channel  
MTCH : Multicast Traffic Channel  
MCCH : Multicast Control Channel  
NAS : Network Access Stratum  
AS : Access Stratum  
3GPP : 3rd Generation Partnership Project  
P-GW : Packet Data Network Gateway  
PDU : Protocol Data Unit  
AL-FEC : Application Layer- Forward Error Correction  
VAS : Value Added Service

VASP : Value-Added Service Provider

CP : Content Provider

---

## TABLE DES MATIÈRES

---

<b>ÉPIGRAPHE</b>	<b>I</b>
<b>DÉDICACE</b>	<b>II</b>
<b>REMERCIEMENTS</b>	<b>III</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b>	<b>V</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	<b>VI</b>
<b>LISTE DES ACRONYMES</b>	<b>VII</b>
<b>AVANT-PROPOS</b>	<b>XIII</b>
<b>0 INTRODUCTION GÉNÉRALE</b>	<b>1</b>
0.1 Problématique . . . . .	1
0.2 Hypothèses . . . . .	2
0.3 Choix et intérêt du sujet . . . . .	2
0.4 État de l'art . . . . .	4
0.5 Délimitation du travail . . . . .	4
0.6 Subdivision du travail . . . . .	5
0.7 Outils logiciels et équipements utilisés . . . . .	5
<b>I LES SOLUTIONS EXISTANTES DE LA TELEVISION NUMERIQUE</b>	<b>6</b>
I.1 Introduction . . . . .	6
I.2 Fonctionnement de la télévision numérique . . . . .	6
I.3 Les solutions existantes de la télévision numérique . . . . .	12
I.4 Conclusion Partielle . . . . .	22

---

<b>II LA TELEVISION NUMERIQUE SUR MOBILE</b>	<b>23</b>
II.1 Introduction . . . . .	23
II.2 La télévision sur mobile . . . . .	24
II.3 Conclusion Partielle . . . . .	32
<b>III DEPLOIEMENT DU SYSTEME</b>	<b>33</b>
III.1 Introduction . . . . .	33
III.2 Architecture fonctionnelle du système . . . . .	33
III.3 Conclusion partielle . . . . .	50
<b>IV CONCLUSION GENERALE</b>	<b>51</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>52</b>

---

## AVANT-PROPOS

---

Nous tenons à signaler que plusieurs solutions de télécommunications de réseaux mobiles sont envisageables et de l'infrastructure LTE-A, et que celle choisie pour la télévision sur mobile s'accorde de notre avis avec le profit et le besoin de cette dernière.

Nous avons l'espoir que ce travail servira à plusieurs comme modèle de référence tant pour la compréhension des concepts technologiques que pour ceux qui traitent des problèmes liés à une mise en place d'une infrastructure réseau, aspect infrastructure de télécommunications. Que chaque lecteur intéressé trouve dans ce travail ce qu'il peut.

## CHAPITRE 0

---

### INTRODUCTION GÉNÉRALE

---

L'histoire de la télévision attache et attachait beaucoup d'importance aux peuples organisés en grands pays et continents. C'est ainsi que certaines villes et contrées n'ont pas encore fait une étude fouillée et approfondie. C'est-à-dire que le monde social et humain reste encore dans une vue de la télévision étant immobile ou fixe que nous devons explorer patiemment et minutieusement. Aucune étude objective ne peut exclusivement se fonder sur les déductions ou les vraisemblances surtout quand il s'agit de la télévision numérique mobile (DVB-H) mais une analyse profonde et rigoureuse de la réalité quotidienne s'avère indispensable.

L'apparition du numérique dans le traitement de l'information a connu un essor dont on ne peut s'en passer dans la transmission haut-débit fiable dans le monde. Ainsi ce travail entend à apporter la lumière sur le genre de révolution qu'a connu la télévision et numérique en particulier. Il convient de signaler que l'histoire de cette dernière est essentiellement celle de la télévision. Des nombreuses révolutions électroniques continuent à troubler la compréhension sociale dans certaines régions. En ce qui nous concerne, nous ne dérogerons pas à la règle car nous sommes à la fin de notre premier cycle d'études universitaires qui prévoit qu'à la fin du cycle l'étudiant présente un travail sur un sujet qui cadre avec son domaine.

La télévision est devenue un moyen de communication qui a toujours été un besoin et une nécessité pour l'être humain et beaucoup plus pour les entreprises.

Donc, compte tenu des différentes difficultés rencontrées dans la réception de la télévision numérique dans un réseau mobile et dans les autres formes de réception de la télévision : la latence, le débit, les interférences, les problèmes liés à la propagation des ondes hautes fréquences, à la saturation du réseau nous avons opté de mener une étude de la mise en place de la télévision numérique (DVB-H) grâce aux apports de la quatrième génération de réseaux mobiles via l'équipement UE. Cela dit dans les lignes qui suivent nous tenterons dans la mesure du possible de passer en revue les apports de la quatrième génération de réseaux mobiles comme solution des difficultés précitées, sans oublier les motivations qui étaient derrière le choix de ce dit sujet, son intérêt pour la société, ainsi que notre apport par rapport à la manière dont nos prédécesseurs l'ont abordé.

#### **0.1. Problématique**

La problématique d'une recherche scientifique est définie comme étant l'ensemble des questions que se pose le chercheur sous forme des problèmes à traiter relatif à un phénomène ou à une analyse.

En ce qui nous concerne, une observation attentive de la réception de la télévision numérique grâce au mobile présente certaines difficultés et à mener à certaines questions

telles que :

- Quelle est la technologie qui va pallier les limites existantes dans la réception de la télévision et cela sur mobile ?
- Comment déployer cette solution de manière à obtenir un rendement optimal ?

## 0.2. Hypothèses

L'hypothèse d'une recherche scientifique est définie comme étant une supposition dont nous tirerons une conséquence.

Il importe de faire appel à une technologie qui puisse satisfaire ces attentes. Nous utiliserons la télévision numérique comme étant un service (VAS) que nous déploierons dans un réseau de quatrième génération.

Grâce à la technologie DVB-H ; la qualité de service dans la diffusion sera améliorée. La technologie sera déployée dans la LTE-A qui va devoir pallier tous les inconvénients de la génération précédente précités et d'autres formes de la télévision sur mobile.

Il est possible d'utiliser le Cloud gaming mais aussi le streaming en haute définition, parfait pour les amateurs ou les passionnés de films ; plus besoin donc de stockage, tout est consultable en temps réel ce qui est le grand avantage dans ce réseau de quatrième génération.

La 4G apporte un confort de connexion, un débit élevé mais aussi des échanges de données rapides. La navigation internet est beaucoup plus fluide, il en est de même pour les vidéos, la Visio et la télé-présence HD, la qualité de l'image est juste superbe et en temps réel. Grâce au Cloud, une multitude de services s'offre à nous, le stockage mais aussi le calcul et les analyses de données.

Nous mènerons une étude pour déployer le DVB-H dans la 4G.

## 0.3. Choix et intérêt du sujet

Le choix de ce sujet « Etude de la mise en place de la télévision numérique (DVB-H) dans un réseau 4G (LTE-A) » n'est pas un hasard, il s'inscrit dans notre domaine d'étude, qui est l'informatique, plus précisément dans la filière télécommunications et réseaux.

La télévision est un domaine qui passionne plusieurs personnes, car elle permet de faire vivre grâce aux images et sons (vidéo) des événements se passant à distance.

A sa genèse, elle était analogique et était caractérisée par la réception noire et blanc et que l'effet souffle (images neigeuses et bruit sonore) se manifeste à mesure que l'intensité du signal reçu se décroît. Ensuite est venue l'ère du numérique qui apporte les fonctionnalités ; la qualité numérique avec une définition standard ou améliorée voire haute définition, la possibilité d'effectuer une compression des données numériques à

l'aide d'un codage de source. Ceci offre la possibilité d'augmenter la qualité d'information envoyée et donc le nombre de programmes TV transmis dans un canal d'une largeur de bande donnée.

Les réseaux des opérateurs mobiles ont été conçus initialement pour le trafic de la voix.

Progressivement, la nature du trafic a évolué vers des services plus complexes des données tels que les SMS, l'accès Internet ou encore la télévision mobile. Leurs évolutions (4G) permettent d'atteindre des débits suffisamment importants et des latences réduites offrant ainsi des ouvertures vers des services innovants.

Il s'avère donc nécessaire de pouvoir combiner ces deux technologies au sein d'une seule qui pourra entre autre utiliser les services de la télévision numérique dans un réseau mobile 4G.

Chaque offre associée à l'usage d'une clé 3G implique une limite à l'échange des données, à l'exception de quelques rares forfaits. Selon la formule choisie, la consommation peut être limitée de 500 Mo à 3 Go ou plus.

A partir de la 3G, il est possible de télécharger des logiciels, poster des photos sur des sites de partage, regarder des vidéos... Mais ces actions, banales via une connexion ADSL, s'avèrent gourmandes en mégaoctets sur un réseau 3G. Mieux vaut garder un œil sur le compteur intégré au logiciel de connexion et éviter un dépassement de son forfait. Les réseaux 3G ne sont pas dimensionnés pour transporter des fichiers trop lourds. C'est la raison invoquée par les opérateurs pour justifier l'interdiction de tout téléchargement via des réseaux Peer to Peer (eMule, bitTorrent...) ou des réseaux virtuels (VPN). La téléphonie IP fait aussi partie des fonctions prohibées, de même que le tchat vidéo audio. Impossible d'accéder à un bouquet de chaînes télé dans 3G. Vous pourrez vous rattraper avec les sites de streaming vidéo. Là aussi, attention à ne pas dépasser le quota de données alloué.

Il relève du désir d'approfondir les connaissances apprises en téléphonie mobile durant notre parcours académique et dans d'autres cours. En outre, il est à noter que l'aspect actuel du sujet fut d'une motivation sans pareil. Et aussi pour pallier les inconvénients que présente la troisième génération de réseaux mobiles est de pouvoir présenter aux utilisateurs de réseaux de télécommunications un service pouvant être exploité. C'est une réponse pratique à un besoin réel exprimé par les utilisateurs, ce service va leur permettre de pouvoir recevoir en permanence et en temps réel une télévision numérique sur leurs mobiles, c'est-à-dire que ce service sera intégré dans la partie cœur du réseau de l'opérateur et qui sera fourni aux utilisateurs via leurs mobiles.

Il réside dans le fait que le développement de générations des réseaux mobiles implique l'ajout de certains avantages.

Ce sujet est d'un intérêt capital ; et cet intérêt peut être relevé à trois niveaux :

- Personnel

Ce sujet présente vraiment de l'intérêt car il nous a permis comme signalé ci-haut grâce aux recherches effectuées, d'approfondir nos connaissances en téléphonie mobile et dans d'autres cours.

Par ailleurs, il nous permet d'être à jour avec les nouvelles technologies dont la télévision numérique et la quatrième génération des réseaux mobiles.

- Social

Ce sujet présente également un intérêt non négligeable. En fait, grâce à la quatrième génération des réseaux mobile, les abonnées d'un opérateur de télécoms ne se plaindront plus de certaines difficultés rencontrées liées au débit et aux interférences ainsi qu'aux autres inconvénients que présente la troisième génération de réseaux mobiles dans la réception de la télévision numérique et d'autres formes de réception.

- Scientifique

Ce présent travail permettra à tout chercheur scientifique de pouvoir cultiver en lui un esprit de recherche afin de bien comprendre tous les phénomènes de la révolution et de l'évolution d'une technologie.

#### **0.4. État de l'art**

Le sujet que nous traitons dans le présent travail n'est pas une invention ni moins une nouveauté mais plutôt un ajout dans la manière de mener une étude de la mise en place de la télévision numérique mobile, tout en optimisant cette réception, nous ne sommes pas le premier à le traiter ni même le dernier.

Ainsi, ce présent travail doit une pleine reconnaissance aux travaux de nos prédécesseurs qui ont traités aussi de la télévision numérique et de la quatrième génération de réseaux mobiles.

Nous citons : MUTEBA MUZANGA Marc : « Étude sur la mise en place de la plateforme pour la télévision numérique mobile sur les réseaux téléphoniques de troisième génération ».

ILUNGA NTONGA Patrick : « La migration de la télévision analogique terrestre vers la télévision numérique terrestre en RDC ». Cela étant toutefois, la particularité de ce travail réside dans le fait qu'il permet une mise en place de la réception de la télévision numérique comme VAS (Service à valeur ajoutée) grâce à la quatrième génération des réseaux mobiles.

#### **0.5. Délimitation du travail**

Les limites de ce travail portent dans le domaine des réseaux et télécommunications et plus précisément la télévision numérique mobile dans le réseau de quatrième génération 4G (LTE-A) et plus particulièrement dans la partie transmission du signal vidéo ; étant donné que ces deux domaines sont très vastes et dont nous ne saurons mener une étude sur tous leurs aspects.

Ce travail a été élaboré au cours de l'année académique 2015-2016.

**0.6. Subdivision du travail**

Hormis l'introduction et la conclusion générale, notre travail se compartimentera de la manière suivante :

- Le premier chapitre intitulé : « Les solutions existantes de la télévision numérique », reprenant les notions nécessaires.
- Le deuxième chapitre intitulé : « La télévision sur mobile », énumérant tous les aspects de la télévision sur mobile.
- Le troisième chapitre intitulé : « Le déploiement du système », énumérant tous les aspects du déploiement par simulation avec des outils logiciels.

**0.7. Outils logiciels et équipements utilisés****Simulation**

- Microsoft Visio ;
- Staruml ;
- MatLab ;
- Edraw

## CHAPITRE I

---

### LES SOLUTIONS EXISTANTES DE LA TELEVISION NUMERIQUE

---

#### I.1. Introduction

La télévision est une globalité des techniques destinées à émettre et recevoir des séquences audiovisuelles appelées, programmes télévisés (émissions, films et séquences publicitaires). Le contenu de ces programmes peut être décrit selon des procédés analogiques ou numériques tandis que leur transmission peut se faire par ondes radioélectriques ou par réseau câblé.

Autrement dit la télévision est un moyen de diffuser par un courant électrique (ligne) ou par une onde (voie hertzienne), de façon séquentielle, les éléments d'une image analysée point par point, ligne après ligne.

#### I.2. Fonctionnement de la télévision numérique

La télévision numérique terrestre ou TNT est un mode de diffusion terrestre de la télévision (dont les émetteurs se trouvent sur terre), dans lequel les signaux vidéo, audio et des données ont été numérisés, puis ordonnés dans un multiplexeur, avant d'être modulés puis diffusés et transportés jusqu'au téléspectateur via les ondes électromagnétiques, fournit une image proche de la qualité DVD et un son numérique de haute-fidélité.[2, pp.123-130]

Elle a depuis un temps remplacé, la télévision analogique et permet de diffuser 5 ou 6 programmes sur la même fréquence par effet de compression des signaux constituant un multiplex de chaînes là où, il n'y avait qu'en analogique une seule ; offre aussi d'autres possibilités comme celle d'utiliser des services interactifs : guide de programmes, météo, informations, trafic, services bancaires, achats et réservation, offres d'emplois, etc. . .

Elle nous offre une faible puissance d'émission avec une couverture radio optimale, qualité stable et uniforme du signal (modulation numérique avec correction d'erreurs dynamiques, diffusion multi-services : tv, radio, internet à haut débit ainsi que de jeux interactifs. . .)

Nous illustrons le fonctionnement de la diffusion numérique à la figure.I.1

##### I.2.1. *Système numérique*

L'audiovisuel est entré dans l'ère du numérique comme dans la plupart des domaines d'activité reposant sur un traitement et un échange d'information dans le sens où, après le texte, la voix, la photographie ; nous voyons que les images télévisées peuvent aussi être converties en séries de nombres pour mieux se prêter au traitement informatique.

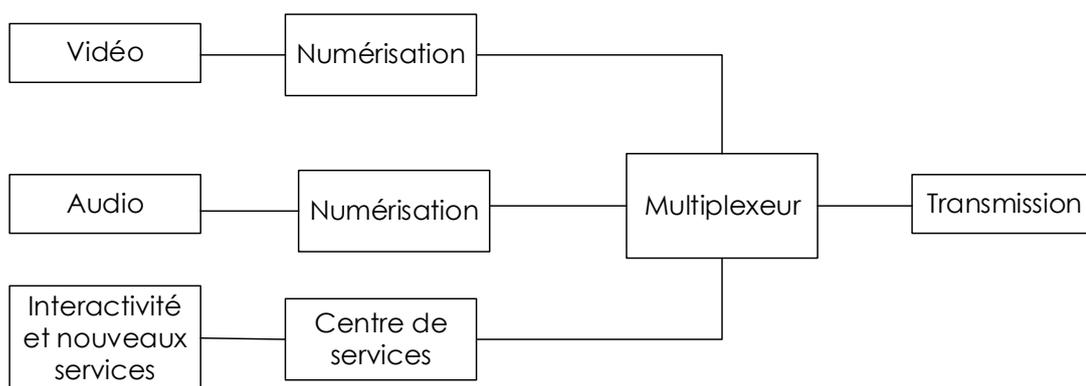
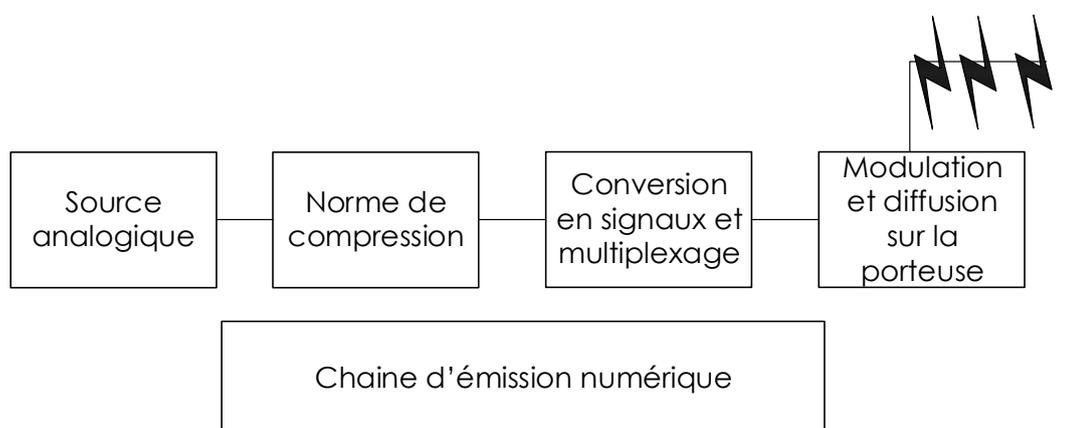


FIGURE I.1 – Schéma du fonctionnement de la diffusion numérique



cf [p,83]7

FIGURE I.2 – Schéma de la chaîne de diffusion numérique

Ainsi, les techniques numériques permettent de profiter de l'avancée récente du traitement du signal qui fournit aux données une meilleure résistance aux risques de la transmission.

Nous illustrons le système numérique à la figure.I.2

### ***1.2.2. Principe de la numérisation***

Dans l'audiovisuel, la numérisation permet de bénéficier des baisses de coût et des accroissements de performances liés à l'emploi de composantes déjà utilisées dans d'autres secteurs d'activité (microprocesseur, mémoire, périphériques de transmission, de stockage ou d'affichage).

Avec la numérisation, le signal électrique de la caméra est numérisé et permet de sélectionner des points à intervalle régulier sur la courbe et à coder leur position en binaire. Chaque code en binaire, correspondra à un point sur la courbe.

### ***1.2.3. Modulation numérique***

La modulation numérique consiste en une conversion d'une information analogique portée par un signal à variations continues, en une séquence de caractères discrets, issus d'un alphabet fini de  $q$  caractères qui sont des nombres entiers.

Son but est d'adapter le signal à émettre au canal de transmission. Lorsque la diffusion s'effectue en numérique ce sont des codes qui voyagent sur les ondes porteuses où à chaque code ou symbole correspond un court signal électrique qui a sa propre fréquence. Les différents signaux octroyés à chaque code vont moduler l'onde porteuse de la même manière. L'antenne de réception capte les ondes, ensuite l'étape de la démodulation en récupérant, les codes de départ pour qu'à la fin le signal vidéo soit reconstitué qui est l'image.

Elle corrige des erreurs dynamiques ce qui permet d'avoir une bonne qualité en signal ainsi la modulation utilisée en télévision numérique terrestre suivant la norme de diffusion DVB-T est le COFDM ; qui est une technique de modulation consistant à répartir le signal numérique sur un grand nombre de porteuses orthogonales modulées individuellement à bas débit. Cette technique offre une excellente résistance au fading (évanouissement du signal ou fréquence) où chaque porteuse est modulée en QPSK : modulation de phase transmettant 2 bits par symboles, 16 QAM : modulation d'amplitude en quadrature transmettant 4 bits par symboles ; et 64 QAM : modulation d'amplitude en quadrature transmettant 6 bits par symboles.[8, p.66]

Elle comprend trois étapes importantes :

- Filtrage et échantillonnage : c'est sont ces deux opérations qui constituent la première étape d'une conversion analogique/numérique. Echantillonner un signal, c'est prélever à intervalle de temps  $T_e$ , la valeur instantanée de ce signal.
- Quantification : elle consiste à réduire à un nombre fini les valeurs d'amplitude des échantillons. L'amplitude de chaque échantillon peut prendre une valeur quelconque comprise entre une valeur minimale et une valeur maximale.
- Compression et codage : cette technique permet d'incorporer un plus grand nombre d'informations dans un signal radio.

### ***1.2.4. La compression des images***

La compression consiste à réduire la taille physique de blocs d'informations. Elle est très utile pour plusieurs applications informatiques. Étant donné que le poids des images numérisées est trop important, il est nécessaire de les compresser et de ne faire transporter que les codes qui ont changés. Comme le signal a été découpé en une série de codes, il est possible d'envoyer uniquement ceux qui ont changé par rapport à l'image précédente.[7, p.123]

Nous bénéficions d'un espace important en fréquence et cet espace sera occupé par de nouveaux programmes ; et donc sur une bande de 8 Mhz, là où nous ne pouvions

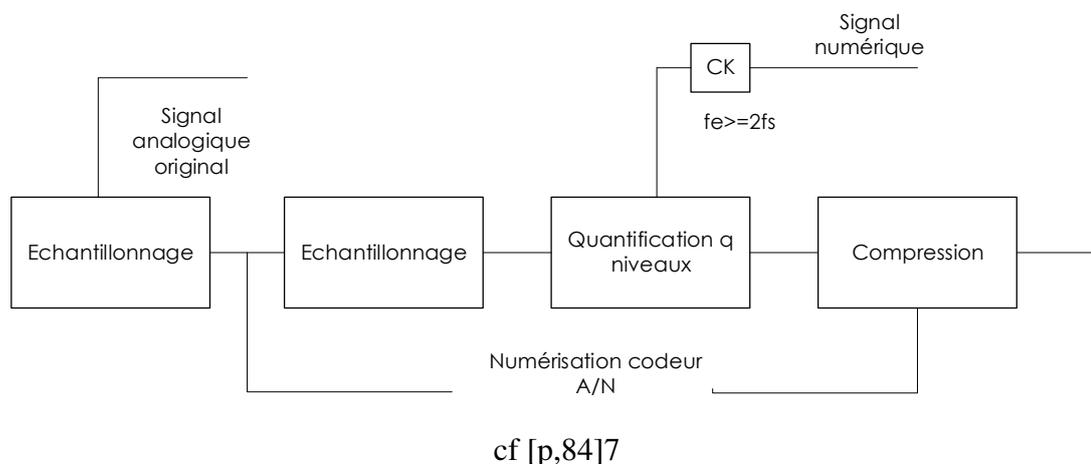


FIGURE I.3 – Schéma fonctionnel de la modulation numérique

diffuser qu'un programme analogique ; 5 ou 6 programmes numériques sont diffusés simultanément. Le MPEG 2 et le MPEG 4 sont les normes retenues en télévision numérique terrestre : [6, p.36].

### 1.2.5. Les différents critères d'algorithme de compression

- Le taux de compression : est le rapport de la taille du fichier compressé sur la taille du fichier initial.
- La qualité de compression : elle peut être avec perte (étant donné que les signaux vidéo et audio contiennent de données très importantes que l'œil et l'oreille ne peuvent apercevoir, alors le principe de cette compression est basé sur une étude précise de l'œil et l'oreille humaine et son objectif est d'éliminer les données non pertinentes pour transmettre que ce qui est perceptible), ou sans perte (engendre une dégradation indiscernable à l'œil ou à l'oreille et son objectif est d'éliminer l'information redondante).
- La vitesse de compression (un compresseur utilise un algorithme qui permet d'optimiser les données en fonction du type de données à compresser). La vitesse de décompression quant à elle, permet de reconstruire les données grâce à l'algorithme Dual utilisé pour la compression.

### 1.2.6. Les normes de compression

Le principe de la compression est donc de minimiser les redondances qui existent dans le son et dans l'image, la quantité des données à stocker, à transmettre ; en retenant que l'information indispensable à sa restitution (méthode d'encodage). Un condencement de données viendra juste après et l'interprétation avec un décodeur reconstituant les abréviations utiliser pour le son et l'image.

La norme MPEG est une norme internationale qui traite de la compression, de la décompression, du traitement et de la représentation codée de l'image animée, du son et de leur combinaison.[11, p.114]

Version	Validation	Performances
MPEG-1	1990	Codage de qualité jusqu'à 1,5 Mbps
MPEG-2	1994	Diffusion SD : 3-6 Mbps. Diffusion HD : 18-20 Mbps.
MPEG-3	Abandon	Télévision haute définition.
MPEG-4	2003	La qualité SD pour la diffusion : 1.5-3 Mbps, la qualité HD pour la diffusion : 9-12 Mbps
MPEG-7	A l'étude	Description de contenu multimédia, pas d'impact sur les performances de codage.
MPEG-21	A l'étude horizon 2014	Environnement multimédias intégré..

TABLE I.1 – Les différentes normes de diffusion

Les normes utilisées en TNT sont précisément MPEG2 et MPEG-4<sup>1</sup>.

Le numérique permet la diffusion en haute définition, l'augmentation sensible de l'offre de programmes audiovisuels, la multiplication des chaînes de télévision vient compléter la profusion d'offres désormais proposés par les opérateurs télécoms à leurs abonnés éligibles sur IP.

Les propriétés de la télévision numérique :

- Économie du fait de l'amélioration de l'efficacité spectrale, plusieurs programmes dans un seul canal, économie d'énergie);
- Bonne qualité de l'image et du son ;
- Nombre des programmes important ;
- Nouveaux services (interactivité, télé achat, internet, télé enseignement, réception portable/mobile) ;
- Flexibilité pour la transmission des programmes de différentes qualités.

1. En qualité d'image, le MPEG-4, divise le débit par deux, par rapport au MPEG-2 et permet ainsi de diffuser un plus grand nombre de chaînes à définitions standard, ou bien, d'introduire des chaînes HD. En plus, l'adoption de cette nouvelle norme permet de transmettre des images réduites à des débits et convient ainsi davantage à l'écran portable.

### **I.3. Les solutions existantes de la télévision numérique**

Les nouvelles formes de consommation des images : TNT, IPTV, VOD<sup>2</sup>, etc. . . la modernisation des téléviseurs, la prolifération des écrans, pouvant s'adapter à toutes les circonstances et des espace-temps de l'utilisateur : écran de l'ordinateur (fixe et portable), écrans nomades (lecteur DVD portable, écrans embarqués dans la voiture, baladeurs, mobiles, etc.)

#### **I.3.1. DVB-T**

La diffusion, terrestre avec le standard DVB-T, les émetteurs se trouvent sur terre. Avec ce standard, différentes émissions sont multiplexées sur le même canal.

#### **I.3.2. DVB-S**

Cette diffusion s'effectue de la manière suivante ; l'opérateur TV émet les signaux vers le satellite qui lui est alloué à l'aide d'une grande parabole, le satellite réémet le signal sur la terre ; la réception du signal s'effectuera grâce à une antenne parabolique pointée vers le satellite. Cette diffusion permet de desservir les zones non câblées ou non couvertes par le réseau de diffusion hertzienne terrestre.

#### **I.3.3. Réception sur PC**

Il existe des modules PCMCIA<sup>3</sup> spécifiques pour la réception TNT sur PC . Il suffit d'introduire le module dans l'interface commune PC après l'avoir installé grâce à son CD Rom, pour pouvoir obtenir la télévision (réception TNT) : il existe une petite antenne intégrée qui fonctionne en champ fort. Le module peut être raccordé également à une antenne extérieure.

Bien entendu il est nécessaire que le PC ait une bonne carte vidéo pour obtenir un résultat acceptable. De même sur le marché le tuner TNT est fourni sous la forme d'un boîtier ou clef USB qui permettent de recevoir la télévision numérique terrestre sur n'importe quel PC, qu'il soit fixe ou portable.

Nous illustrons la réception sur PC à la figure.I.4

---

2. Par VOD, il est question de « la mise à disposition des programmes au consommateur final, à sa demande et à l'heure de son choix, par tout réseau de communication électronique (via internet, par voie hertzienne terrestre, par câble, par satellite), par tous ces procédés de diffusion cryptée, tels que le « streaming » (diffusion linéaire) ou le « downloading » (téléchargement), pour la visualisation sur tout matériel de réception, par tout mode de sécurisation et selon les fonctionnalités des systèmes d'accès conditionnel utilisés ; un mécanisme permettant de commander, des films, des émissions télévisées, des documentaires à la demande. Cette dernière à une approche importante ; Le fait de pouvoir recevoir et profiter des programmes vidéo sans avoir besoin du téléviseur.

3. PCMCIA : personal computer memory card association ; le bus PCMCIA, actuellement bus PC card est un bus développé principalement pour les portables (laptop)

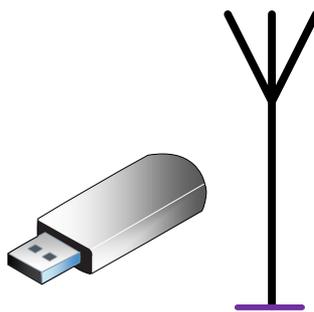


FIGURE I.4 – Illustration de la réception sur PC

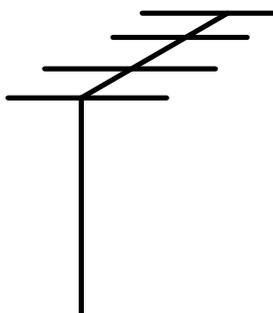


FIGURE I.5 – Illustration de la réception fixe

#### ***1.3.4. Réception fixe***

Cette réception est réalisée à l'aide d'une antenne râteau, placée sur la toiture d'une maison ou d'un bâtiment.

Elle ne nécessite aucune intervention requise sur l'antenne ; l'acquisition d'un adaptateur est nécessaire dans certains cas. Il est aussi possible d'améliorer cette réception extérieure en installant un amplificateur sur la tête du réseau.

Nous illustrons la réception fixe à la figure.I.5

#### ***1.3.5. Réception Portable***

Réalisée à l'aide d'une antenne posée sur le téléviseur et aussi d'une antenne qui lui est intégrée.

Nous illustrons la réception portable à la figure.I.6

#### ***1.3.6. Réception Mobile***

Mise en place par un récepteur embarqué dans un véhicule, qui est une possibilité de recevoir les programmes ou séquences visuelles et audio en déplacement.

Nous illustrons la chaîne d'émission du système numérique à la figure.I.7

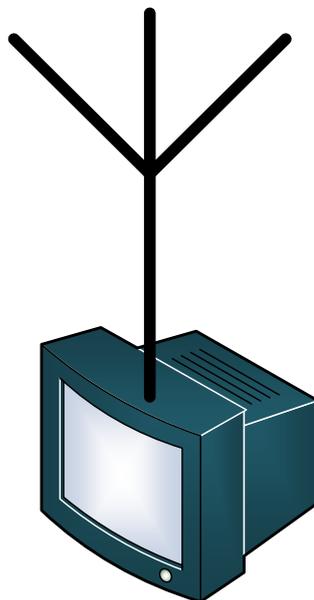


FIGURE I.6 – Illustration de la réception fixe



cf [p,91]7

FIGURE I.7 – Illustration de la réception Mobile.

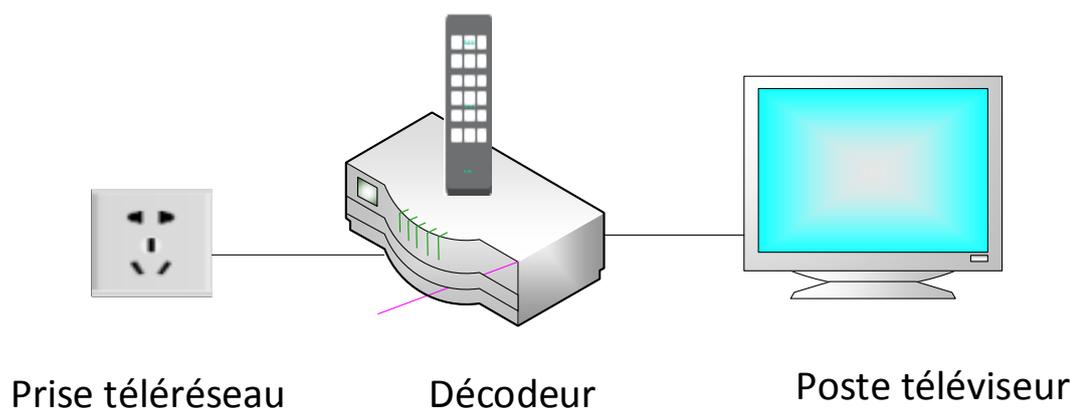


FIGURE I.8 – Illustration de la réception par câble

### ***1.3.7. Réception par câble***

La diffusion des services par câble est essentiellement assurée par des opérateurs spécifiques. Les signaux sont diffusés sur le réseau câblé avec la norme spécifique DVB-C ; la compression reste MPEG-2 en SD et MPEG-4 en HD.

La réception se fait à l'aide d'un adaptateur (une prise télé-réseau) branché au téléviseur.

Les programmes sont émis directement sur le câble et sont plus généralement diffusés par le satellite et repris sur le réseau câblé. Nous illustrons la réception par le câble à la figure.I.8

### ***1.3.8. Illustration de la réception en 3G***

Le service « Point à Point<sup>4</sup> » permet de délivrer les services à la demande, les contenus interactifs liés aux chaînes diffusées, et les chaînes à faible audience. Le nombre des chaînes proposées en « Point à Point » étant virtuellement illimité tant que la demande pour ces programmes et sur ce support n'excède pas les capacités, des réseaux 3G, très limitées, mais qui évolueront quelque peu dans les prochaines années avec l'introduction des nouvelles technologies telles HSDPA.

La limite au-delà de laquelle la demande de ce type des contenus audiovisuels peut saturer un élément de réseau 3G à environ 20 liaisons simultanées par cellule.

L'utilisation de terminaux intégrant simultanément la fonction téléphonie mobile 3G, des chaînes de réception DVB-H et un logiciel de présentation Rich Média permettra à un utilisateur de sélectionner de manière parfaitement indifférenciée n'importe quel programme TV, d'un bouquet constitué à la fois de chaînes proposées en mode point à

4. La technologie « Point à Point ou Peer to Peer », consiste à échanger des données ou fichiers entre utilisateurs via un réseau, repose sur un concept simple ; plus qu'il y a d'utilisateurs sur le réseau, plus il y a de données à partager et le plus le partage est rapide.

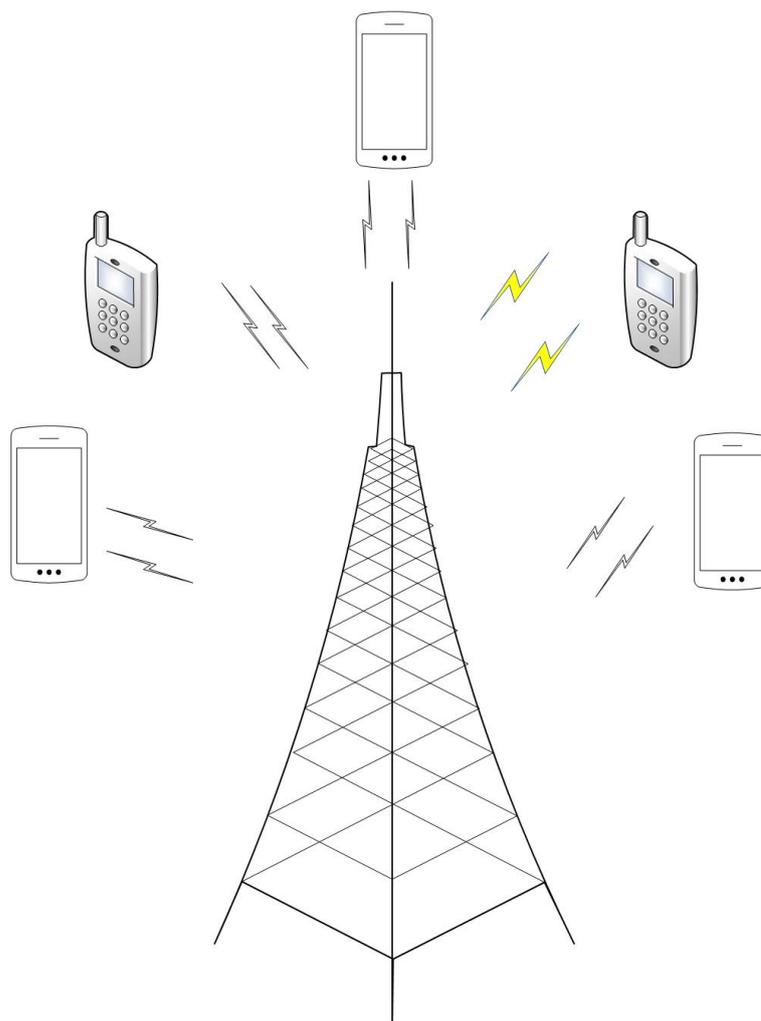


FIGURE I.9 – Illustration de la réception Unicast en 3G

point par un réseau 3G<sup>5</sup> et de chaînes à forte audience proposée en mode diffusé par un réseau de diffusion DVB-H.

Le mobile fait une demande auprès de l'émetteur (NodeB) ; puis les images sont diffusées spécifiquement depuis l'émetteur (NodeB) vers le mobile ; la liaison est interrompue quand le mobile est raccroché.

Cette liaison est appelée : liaison Point à Point.

Nous illustrons la réception en 3G à la figure.I.9

Dans cette génération de réseaux mobiles, un nombre excédant des mobiles ne peuvent pas faire une même demande simultanément car il y a un problème de saturation du réseau 3G<sup>6</sup> et ces derniers ne seront pas servis.

5. La troisième génération de réseaux mobiles (3G) offre la télévision à la demande, celle-ci fonctionne quand il s'agit d'un ou deux UE qui font la même demande simultanément mais quand plusieurs UE font la même demande simultanément, le réseau sera saturé et tous ne seront pas servis.

6. Les réseaux 3G peuvent rapidement être saturés lors des périodes d'affluence des utilisateurs.

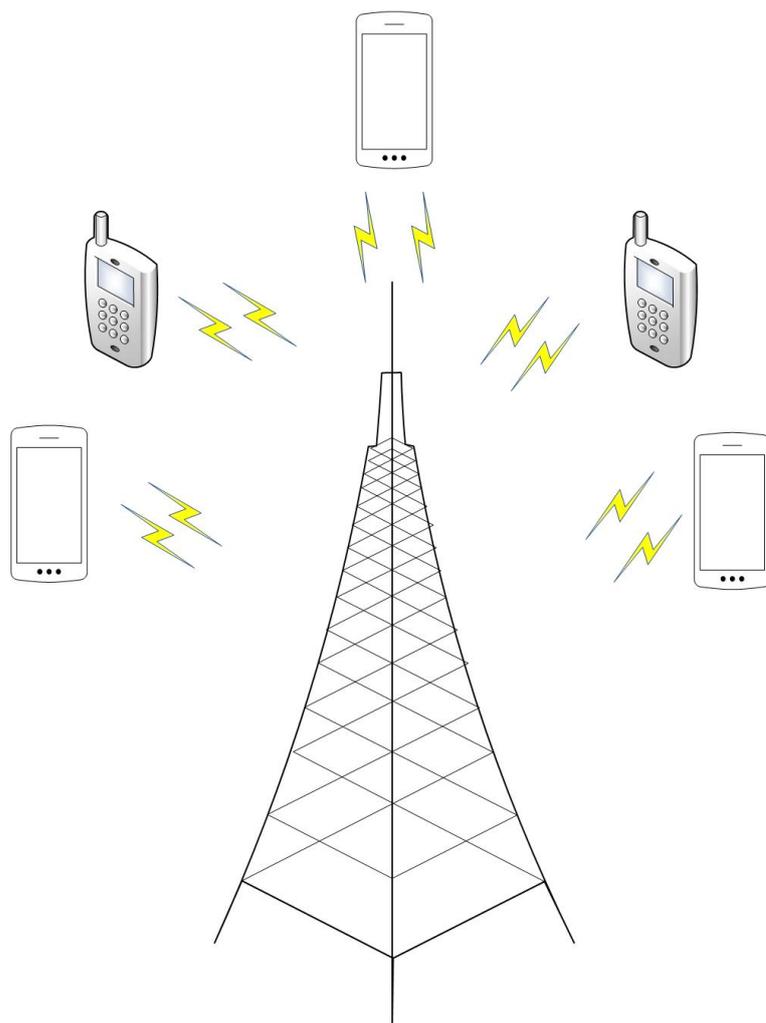


FIGURE I.10 – Illustration de la réception Broadcast en 3G

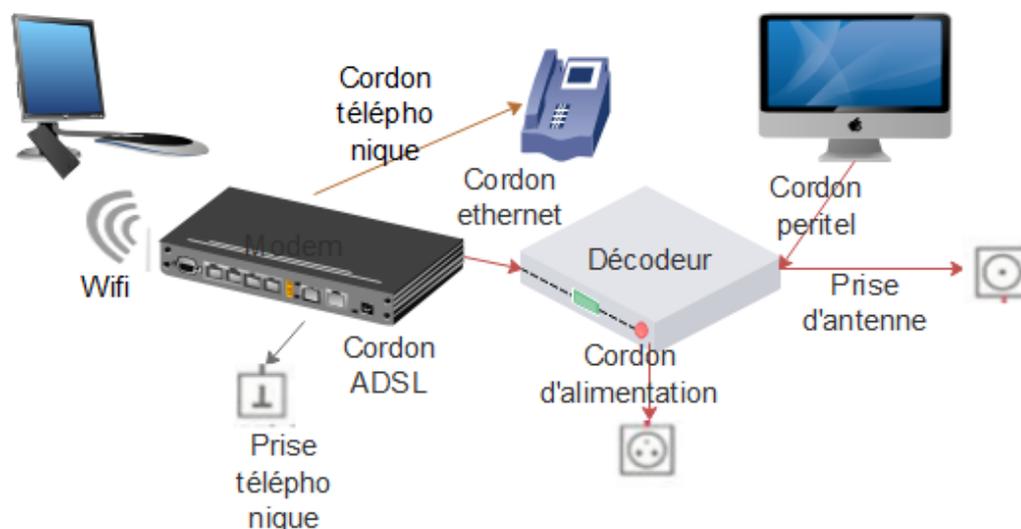


FIGURE I.11 – Illustration de la réception par ADSL

### ***1.3.9. Réception par ADSL***

L'ADSL, est une technique de communication numérique permettant d'utiliser une ligne téléphonique spécialisée ou une ligne RNIS reliant l'abonné au central téléphonique (auto-commutateur), pour transmettre et recevoir des données numériques de manière indépendante du service téléphonique conventionnel.

Nous illustrons la réception par ADSL à la figure.I.11

### ***1.3.10. IPTV***

Cette réception utilise le protocole IP en utilisant une connexion à haut débit sur une ligne téléphonique.

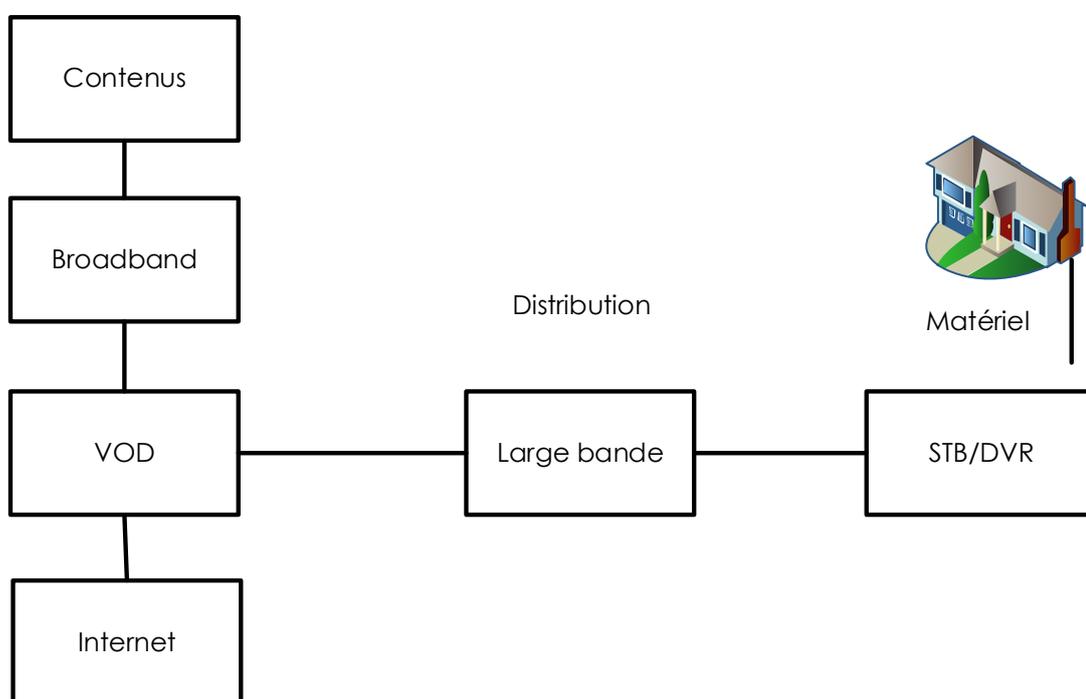
IPTV est une méthode pour livrer la télévision traditionnelle et linéaire aux consommateurs. IPTV<sup>7</sup> est toujours un service payé d'abonnement où beaucoup d'internet, des services visuels sont donnés librement à l'utilisateur.[10, pp.3-4]

La TV sur IP, permet un réel service de VOD ; l'opérateur n'envoie un programme qu'à un seul abonné lorsqu'il demande, sans encombrer tout le réseau avec ce programme.

#### ***1.3.10.1. Fonctionnement***

Nous illustrons le fonctionnement IPTV à la figure.I.12

7. IPTV, fonctionne quand un UE a souscrit à un abonnement en ligne si cet abonnement prend fin, la diffusion s'arrête aussi



cf[302]1

FIGURE I.12 – Illustration du fonctionnement IPTV

Eléments	Description
Contenu vidéo	Les contenus sont payés par le fournisseur comme pour le réseau de broadcast
Réseau de distribution	Le coût d'un réseau IP, est égal à celui, de l'abonné.
Set Top Box	Souvent desservie et parfois achetée par les consommateurs
Numérisation émise reçue	Réception de signaux de vidéo convertis, tout droit format IP.
Contenus servis	Utilisés sur demande et adversité.
Guide électronique	Produit peut être localement par le fournisseur de programme d'IPTV ou par un fournisseur.

TABLE I.2 – Description et éléments d'IPTV

- IPTV Unicast

Est la manière, dont l'internet fonctionne actuellement, celle-ci est Point à Point. Consomme la quantité énorme de la ressource de la bande passante, pour des applications multimédias.

- IPTV Multicast

Est la manière dont les réseaux d'IPTV fournissent le contenu vidéo, elle est Point à Multipoint ; consomme moins de ressource de la bande passante, puisque des jets sont répliqués sur le réseau légèrement puis sur le serveur.

Nous illustrons la diffusion Unicast et Broadcast IPTV à la figure.I.13

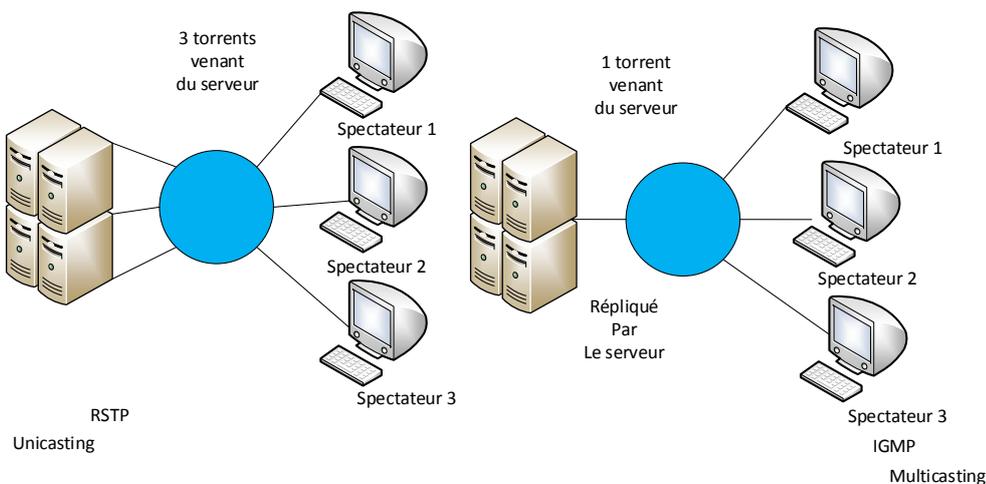


FIGURE I.13 – Illustration de la réception des contenus en Unicast et Multicast

Le signal numérique a l'avantage d'être facilement et fidèlement reproduit, en plus de cela, il présente d'autres avantages tels que :

- La Fiabilité dans la transmission ;
- La compression , permettant de choisir les algorithmes appropriés selon le type d'information ;
- La correction d'erreur, évitant la distorsion d'informations, l'information transmise doit être exactement la même que celle qui est reçue ;
- Faible consommation de la bande des fréquences ;
- Le cryptage : pour protéger les informations contre les personnes mal intentionnées par exemple les pirates, hackers etc. . . ;
- Banalisation de l'information transmise : Indépendamment de la source c'est-à-dire, l'information transportée par le signal peut être du texte, la voix ou des images (fixes ou animées) ce qui permet de construire un réseau multiusages au lieu d'un réseau par type d'information.[9][p.2]

Si la numérisation du signal présente ces avantages ; elle présente également des inconvénients tels que la courte durée de vie de technologies matérielles et cela peut occasionner brutalement la perte d'informations, pour le CD et DVD. De plus le format de l'enregistrement est très dépendant de la durée d'existence du logiciel utilisé.

Le numérique offre une meilleure qualité d'images.

#### **I.4. Conclusion Partielle**

Dans cette partie nous avons présenté les différentes solutions ; celles permettant de recevoir la télévision numérique ; sur mobile ; sur PC, sur téléviseur etc...

Toutes ces solutions sont appliquées actuellement mais présentent certaines difficultés entre autre la saturation du réseau, le fait d'avoir un réseau approprié dans ce cas il faudrait une nouvelle architecture par laquelle cette diffusion va passer et cela demande un coût, ils ne fournissent pas le trafic vidéo en permanence et en temps réel par la latence qui intervient, et aussi du fait d'avoir beaucoup de ressources pour écouler le trafic vidéo.

Et il s'avère donc important d'utiliser une autre solution qui palliera ses difficultés.

## CHAPITRE II

---

### LA TELEVISION NUMERIQUE SUR MOBILE

---

#### II.1. Introduction

La diffusion terrestre de la télévision à destination des récepteurs portables et mobiles peut s'appuyer sur les réseaux de télécommunications, et utiliser la norme DVB-H ; cette norme utilise le même type de modulation (COFDM) que la télévision numérique (DVB-T), mais avec diffusion le contenu est transmis en salves (time slicing), ce qui permet de n'activer le mobile récepteur que 10 du temps en protégeant ainsi quelque peu son autonomie.

La multiplication des récepteurs au sein des foyers entraîne des usages de plus en plus individualisés, éclatés et actifs.

Le téléspectateur veut être libre de choisir son programme où il le veut, quand il veut et sur l'écran qu'il veut. Cette logique d'ATAWAD<sup>1</sup>, impose la télévision de suivre son public là où il se trouve.

Ce n'est plus le choix du codage des images qui constitue le facteur discriminant en mobilité. En effet, la difficulté principale est de faire parvenir les données aux terminaux, en surmontant les particularités de propagation des fréquences et les aléas de transmission dus à la mobilité.

Ce sont ainsi les différents protocoles de transport (normes de multiplexage et de modulation) qui permettent de classer les différentes solutions, et c'est cette clef qui sera utilisée désormais.

En télévision numérique sur mobile, les services interactifs pourront utiliser la voie de radiodiffusion en DVB-H, de manière exclusive, la voie de diffusion via DVB-T ou bien en lien avec les réseaux de communication mobile, pour leur diffusion auprès des utilisateurs.

La diffusion s'effectuera par l'utilisation d'une partie de la ressource globale attribuée au service de télévision autorisé.

Ce nouveau mode de diffusion de la télévision est une véritable opportunité pour les chaînes qui émettent déjà sur les ondes. La télévision numérique sur mobile révolutionnera, le monde du multimédia.

Pour la diffusion des chaînes, les opérateurs de téléphonie mobile exploitent le canal réservé aux données haut débit de leurs réseaux. La télévision par biais du réseau haut débit mobile est une technologie dite « unicast » : regarder la télévision sur un téléphone mobile consiste à accéder à un flux consistant (streaming) initié pour un utilisateur, multicast ou broadcast.

Nous illustrons les différentes formes de la télévision et leur usage.II.3

---

1. ATAWAD : anytime, anywhere, anydevice.

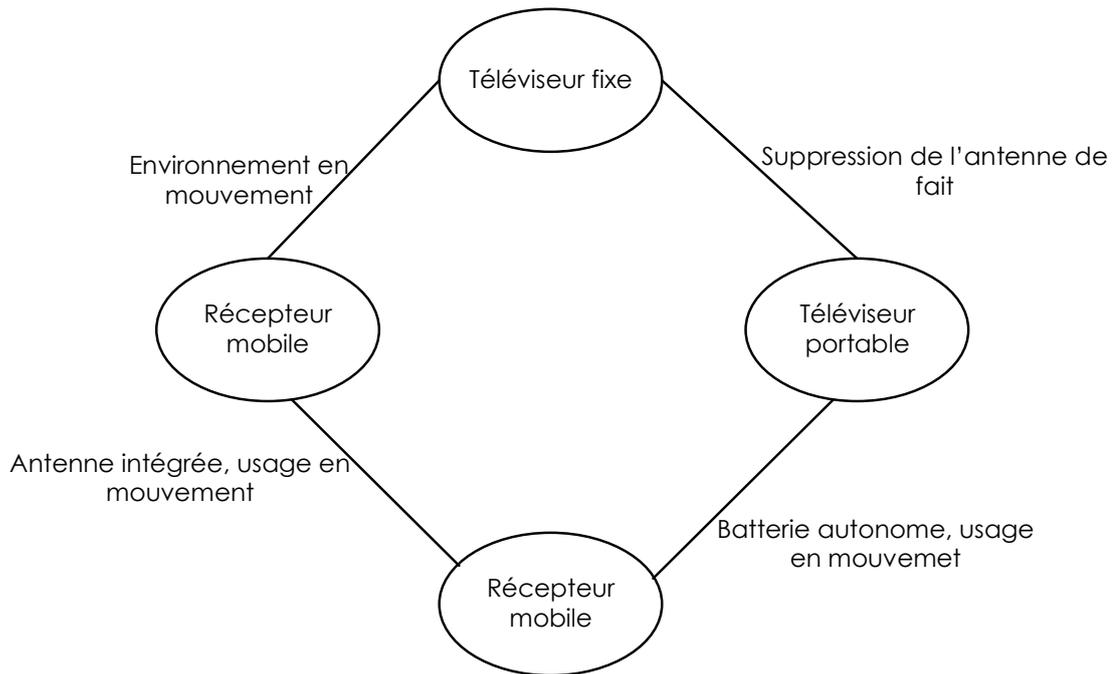


FIGURE II.1 – Illustration des différentes formes de la télévision et leurs usages

## II.2. La télévision sur mobile

La TMP<sup>2</sup> est un mode de diffusion de la télévision par voie hertzienne utilisant des ressources radioélectriques, de services de communication accessibles en mobilité.

Elle utilise deux modes :

- Unicast : connexion réseau Point à Point (relie le mobile (téléphone) à l'émetteur radio).
- Broadcast : techniquement dans le mode radio, mais avec une cellule de très grande dimension (le mobile est en mode de réception passive ; comme un téléviseur).

### II.2.1. Les technologies de diffusion

Les principales technologies de diffusion terrestre de la télévision mobile découlent de quatre protocoles de transport [11, p.2] :

- DVB-H ;
- Le MBMS ;
- La technologie FLO de Qualcomm ;
- Le T-DMB<sup>3</sup>.

2. TMP : télévision mobile personnelle.

3. Conçue pour la réception en mobilité ; très adaptée à la voiture, les terminaux déjà disponibles ; consommation des récepteurs sensiblement équivalente à celle du DVB-H.

### II.2.1.1. DVB-H

C'est une technologie, de diffusion des contenus audiovisuels à destination de récepteurs mobiles. Le « H » signifie « handheld » : pour de récepteurs dont nous pouvons tenir à la main.

C'est une évolution du DVB-T, norme européenne publiée par l'ESTI, le 04 novembre 2004, sous la référence EN 302 304.

La norme DVB-H<sup>4</sup>

Il introduit trois nouveautés par rapport au DVB-T :

- Le flux des données n'est plus transmis de manière continue, mais en rafale « bursts » découpées dans le temps ; ce mécanisme s'appelle le « time slicing ».
- Un code de correction d'erreurs plus robuste a été introduit, le MPE-FEC, mécanisme permettant d'assurer une meilleure qualité de services lors d'une réception à vitesse élevée, ou lors du changement de cellule de réception « handover » ;
- Une modulation 4K a été introduite. Ce mode optionnel permet un compromis entre le mode 2K du DVB-T (vitesse élevée possible, pour une zone de couverture réduite) et le mode 8K (vitesse plus faible, pour une couverture plus grande). Comme le DVB-T, le DVB-H peut être utilisé dans une canalisation de 6, 7 ou 8 MHz de bande passante.

Le réseau DVB-H doit bien souvent être envisagé indépendamment d'un réseau fixe pré-existant, Il n'en demeure pas moins que la norme DVB-H se développera plus facilement dans les régions où la technologie DVB-T existe déjà ou existera prochainement. Le DVB-H permet un débit de l'ordre de 11 Mbps sur un canal de 8 MHz de large. La norme de compression vidéo utilisée n'est pas spécifiée par la norme DVB-H, et pourrait être aussi bien du MPEG-2 que du MPEG-4, d'autant que la vidéo est en outre « encapsulée » dans des paquets IP avant d'être multiplexé. Néanmoins, les expérimentations de DVB-H ont aujourd'hui recours au codage MPEG-4, pour des raisons d'efficacité. Etant donné, que les récepteurs DVB-H, sont également utilisés à des vitesses plus élevées (par exemple en voiture), des effets Doppler et des réflexions particulièrement prises en considération, il peut être logique de simuler des canaux perturbés grâce au simulateur disponible en option, pour permettre d'examiner à des vitesses plus élevées les conséquences des configurations DVB-H sur le comportement de réception des terminaux. DVB-H, sera désormais la base des applications data casting mobiles sur IP. Le vidéo-streaming, pour appareils mobiles fonctionnant sur batterie est donc pour demain. La réception de ces services est possible sur les réseaux terrestres existants (DVB-T), pendant des longues périodes et sur mobile même à grandes vitesses, grâce au procédé DVB-H consommant peu d'énergie. La technologie DVB-H, en revanche, permet de réaliser efficacement du vidéo-streaming pour la réception sur des petits mobiles (appareils).

---

4. En matière d'usage il existe de différence entre la télévision 3G et le DVB-H, généralement le DVB-H offre une meilleure qualité de télévision que la télévision 3G, le mode broadcast avec DVB-H permet de réserver plus de bande passante pour chaque chaîne ; préserve la consommation d'énergie grâce à la technique « time-slicing » et d'assurer la disponibilité du service en tout lieu.

**II.2.1.1.1. Fonctionnement** : Le DVB-H est basé sur deux modes de fonctionnement :

- Fréquentiel radio : Composé de la partie modulation et de la fréquence radio. Modulation : basée sur la norme qui encapsule la trame DVB-H dans une trame DVB-T avant d'être envoyé en modulation OFDM sur le réseau radio. La transmission DVB-H peut recourir à une modulation OFDM ne faisant pas parti de la spécification DVB-T qui fournit déjà un mode 2k et 8k pour une prise en charge optimale des différents types de réseau. ;
- Transmission logicielle.

**II.2.1.1.2. Les bases de la technologie DVB-H** : Les points clés de la technologie DVB-H, se dégagent des réflexions sur les moyens d'économiser de l'énergie, d'accroître les performances et d'améliorer la mobilité.

**II.2.1.1.3. Intégration facile dans l'architecture existante** : Le vidéo-streaming basé sur IP est effectué, facilement et à des prix relativement bas par les serveurs dits de « streaming ». Les actuels terminaux disposent de piles TCP/IP, permettant de traiter les réseaux IP.

**II.2.1.1.4. BITS TPS** : La signalisation des caractéristiques DVB-H utilisées, via des bits TPS, permet au récepteur de trouver plus rapidement les services de vidéo-streaming. DVB-H, est un mélange de technologie de radiodiffusion. La technologie Internet pure, déjà éprouvée, offre les avantages.

**II.2.1.1.5. Bande passante réduite** : Les services multimédias pour terminaux mobiles ont une bande passante d'environ 128 à 256 kbps. Environ 10 à 20 services de vidéo peuvent donc être réalisés. La norme DVB-H, prévoit la coexistence de services DVB-T et DVB-H dans le même système. Les services DVB-H atteignent le summum de leurs performances lorsque les services disposent de la même bande passante et remplissent complètement la bande passante du signal MPEG-2. :

**II.2.1.1.6. Réalisation de réseaux DVB-H** Au départ les systèmes DVB-H, feront appel à l'infrastructure terrestre DVB existante. L'obtention donc très probable des scénarios mixtes DVB-T/DVB-H. Pour passer en DVB-H, le système d'émission DVB-T nécessite plus un « MultiProtocol Encapsulator ».

**II.2.1.1.7. La pile de protocoles DVB-H** Nous illustrons la pile de protocoles à la figure.II.2

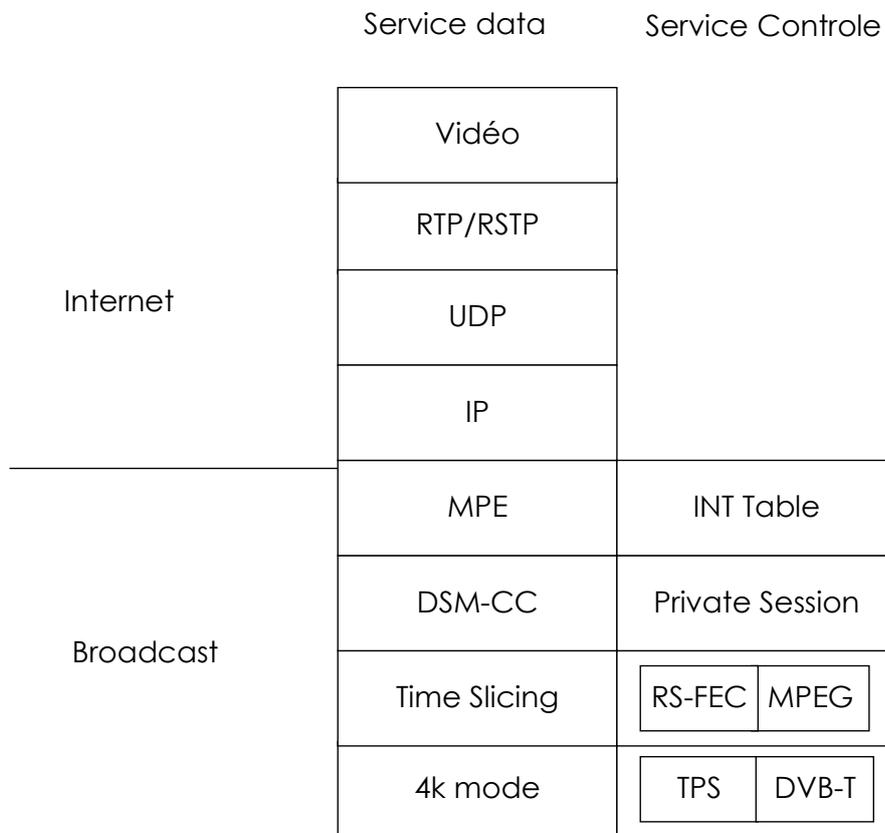


FIGURE II.2 – Illustration de la pile des protocoles DVB-H

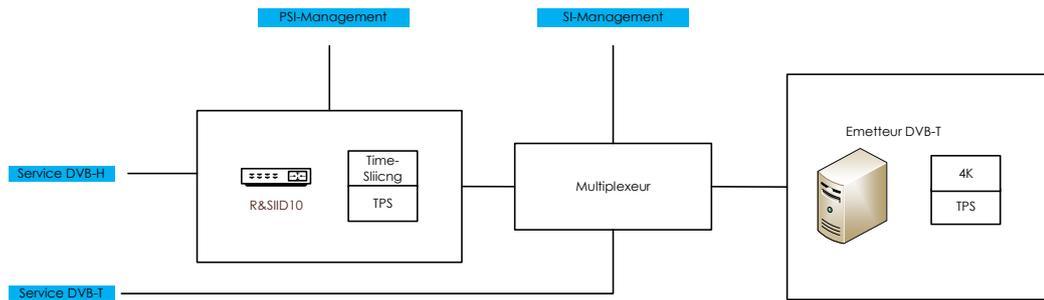


FIGURE II.3 – Schéma de la coexistence de services DVB-T et DVB-H

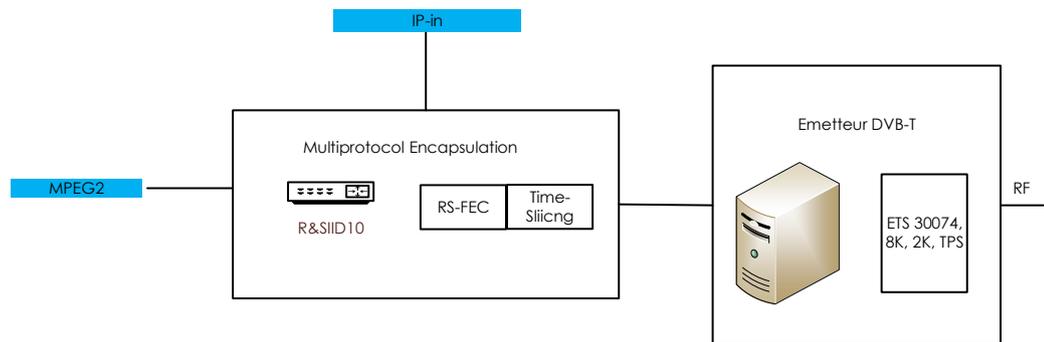


FIGURE II.4 – Illustration des principales caractéristiques du DVB-H

**II.2.1.1.8. Coexistence de services DVB-T et DVB-H dans le multiplex mixte** : La compatibilité est forte avec un réseau DVB-T, les mêmes modulateurs, émetteurs et antennes peuvent être utilisés pour diffuser à la fois des services en DVB-T et en DVB-H. Les mêmes infrastructures pourraient ainsi être employées, sous réserve que les canaux restent dans une gamme de fréquences voisines.<sup>5</sup>

**II.2.1.1.9. Principales Caractéristiques DVB-H** Nous illustrons les principales caractéristiques du DVB-H à la figure.II.4

- L'équipement Modem du premier bloc du schéma analyse :

Rapport porteuse/bruit ; RS en utilisant le time-slice-buffer ; time interleaver virtuel ; TS packet radio de 10% acceptable. Résistant à l'effet Doppler et porteuse/bruit en utilisations mobile et portable meilleure tolérance à l'interférence par impulsion. Possibilité de varier le degré de robustesse.

- Time-Slicing

Consommation et handover ;économie d'énergie jusqu'à 90%. Possibilité de handover hors des phases en coupure.

5. La norme DVB-H est compatible avec celle de DVB-T, celle-ci peut fonctionner dans une architecture TNT utilisant comme norme DVB-T.

Nous illustrons la coexistence de services DVB-T et DVB-H à la figure.II.3

- ETS

Ingénierie réseau, flexibilité et signalisation ; très faible complexité supplémentaire ; performance améliorée en cas de l'effet Doppler ; réseaux isofréquences avec d'excellentes possibilités de réception mobile. Performance supplémentaire importante pour un signal DVB-H.

Le DVB-H, est l'adaptation de DVB-T, norme de télévision terrestre numérique à succès mondial, aux exigences en utilisation mobile, notamment pour les appareils fonctionnant sur batterie. Avec le DVB-H<sup>6</sup>, les objectifs suivants ont été atteints :

- Transmission des services sur internet ;
- Economie d'énergie pour les terminaux, grâce à la procédure de découpage temporel (Time Slicing) ;
- Bonne performance en réception mobile grâce au mode 4K ;
- Bonne qualité de réception, même en cas de perte élevée des paquets grâce à la protection d'erreurs supplémentaires (MPE-FEC)<sup>7</sup>.

Ce standard a été développé en vue de réaliser une diffusion audiovisuelle à des destinations des récepteurs mobiles de taille réduite tels que les Smartphones, les téléphones portables, les assistants personnels ... etc. Il est un système de radiodiffusion numérique destiné à une réception sur terminal mobile et offre un canal descendant à haut débit utilisable tel quel ou en complément des réseaux de télécommunications mobiles. Il est à noter que les émissions mobiles (DVB-H) sont émises en polarisation verticale particulièrement dans les grandes agglomérations car elles sont mieux reçues dans ce mode de polarité. Avec DVB-H<sup>8</sup> nous avons une réception mobile de telle sorte qu'il y a une mise en place par un récepteur qui est embarqué dans le téléphone, un portable, un assistant numérique ou dans une voiture ; qui est une possibilité de recevoir les programmes tout en se déplaçant. Ce standard garantit :

- Une flexibilité totale ;
- Une adaptation mutliplex et une dispersion de l'énergie ;
- Un codage ;
- Un entrelacement. . .

---

6. DVB-H : fournit un grand nombre d'utilisation et la qualité d'image excellente.

7. MPE-FEC (MultiProtocol Encapsulation –Forward Error Correction).

8. Avec DVB-H, nombreux services proposés ; meilleure efficacité spectrale que le T-DMB, consommation optimisée pour une utilisation nomade.

### II.2.1.2. Le MBMS

Les technologies de radiodiffusion ne sont pas les seules à permettre la transmission de vidéo en situation de mobilité. Les technologies cellulaires de la téléphonie mobile, doivent également la considérer.

L'UMTS n'est pas une solution adaptée pour ouvrir pleinement le mobile au monde de la télévision. Sa technologie n'est pas conçue pour la diffusion de la télévision. Elle alloue en effet un canal privatif par utilisateur, quoi qu'il arrive. Six, dix personnes dans une cellule du même réseau veulent regarder la même chaîne, le programme sera répliqué dix fois, alors qu'une diffusion suffirait. Cela consomme inutilement des ressources rares. La réponse à ce problème serait donc d'employer des solutions (qu'il s'agisse de Broadcast ou de Multicast), pour distribuer un même programme de télévision vers tous les mobiles actifs dans la zone de couverture d'un émetteur.

La technologie MBMS<sup>9</sup> ; permet justement de doter le réseau UMTS voire GPRS de cette nouvelle capacité. Des services qui s'éloigneront sans doute de la télévision. Cette technologie constitue une évolution du réseau mobile UMTS qui rend possible un nouveau mode d'usage. En ce sens, la mise en œuvre du MBMS ne nécessiterait pas de fréquence supplémentaire : le MBMS prend appui sur l'UMTS existant. Les investissements seraient limités à des mises à jour des équipements de réseau, notamment les stations de base, bien sûr, les terminaux téléphoniques UMTS devraient être adaptés pour traiter le MBMS (par exemple, pour gérer l'arrivée d'un appel entrant pendant le visionnage d'un flux vidéo), mais le surcoût serait faible voire quasi nul, l'interface radio restant la même. La bande passante MBMS est contrainte par celle du réseau UMTS, soit 5MHz ; elle est en outre partagée avec tous les autres protocoles utilisables, notamment voix et données. Pour cette raison, le débit utile pouvant servir de la transmission vidéo en MBMS apparaît significativement plus faible que pour d'autres technologies de diffusion mobile : il est souvent estimé à 384 kbps au maximum, soit l'équivalent d'au plus trois chaînes codées à basse résolution (128 kbps). De fait, il est probable que le MBMS restera réservé à la diffusion des contenus moins exigeants en bande passante que la télévision en direct : distribution des messages ou des fichiers. Le service MBMS est trop limité pour considérer qu'il puisse y avoir une offre de TV mobile reposant sur ce service. [3] De plus, MBMS utilise les ressources radio de l'UMTS dont le coût est fort élevé et qui doivent être réservées à un usage dont la rémunération pour l'opérateur est proportionnelle au temps ou au volume d'utilisation, or l'ensemble des acteurs s'accordent pour considérer que le modèle de paiement acceptable pour le Mobispectateur est basé sur un paiement forfaitaire non fonction du temps ou du volume d'utilisation.

### II.2.1.3. La technologie FLO de Qualcomm

La technologie FLO est conçue pour fonctionner dans le spectre UHF, et requiert une bande passante de 6 MHz, le canal UHF 55 (716 – 722 MHz). Cette bande de 6MHz servira à déployer FLO, mais elle ne sera totalement libérée qu'après arrêt de la diffusion analogique de la télévision.

---

9. La diffusion de la télévision sur mobile présente des difficultés comparables à celle du réseau 3G et donc n'est pas plus adaptée à la bonne diffusion ; pas de nouvelles bandes requises ; synergie avec les terminaux 3G ; services multicast. Norme encore en développement, peu de services proposés en broadcast.

#### II.2.1.4. T-DMB

Le DMB, est issu de la technologie européenne EUREKA 147, le DAB<sup>10</sup>, créé pour la diffusion des services de radio numérique, mais peu utilisée jusqu'à ce jour. Modifiée pour permettre la diffusion des contenus vidéo et non plus seulement audio, le DAB a ainsi donné naissance à une technologie proche, le DMB. Deux versions du DMB existent [15, p,3] :

- Une version dont le réseau de diffusion est uniquement terrestre : c'est le T-DMB1 ;
- Une version dont la diffusion principale est assurée à partir d'un satellite géostationnaire, et dont les zones d'ombres inaccessibles au satellite (notamment en ville), sont couvertes par des récepteurs terrestres : c'est le S-DMB.<sup>11</sup>

L'industrie de radiocommunication mobile ainsi que les opérateurs de réseau de télédiffusion souhaitent renforcer l'offre des contenus multimédias, tels que le vidéo-streaming et la TV, pour des récepteurs. Le DVB-H a été particulièrement conçu pour cette application mais concentrées en paquets appelés bursts (IP Encapsulation) ; le terminal mobile peut alors être mis en veille lors des intervalles entre les paquets et intervalles ainsi que d'économiser jusqu'à 90 % d'énergie, grâce à cette procédure de découpage temporel. En cas de perte élevée des paquets, une protection d'erreur supplémentaire au niveau IP (MPE Forward Error Correction), améliore la qualité de réception.

Différentes classes de terminaux permettront de recevoir, les services de TMP. Les terminaux intégrés aux téléphones portables disposeront, a priori, d'écrans de taille limitée mais, offriront des possibilités supplémentaires du fait de la présence d'une voie de retour. La TMP<sup>12</sup> pourrait être reçue sur des assistants personnels ou sur des récepteurs portatifs dédiés.

#### II.2.1.5. Architecture de réseau

Il est possible d'envisager différents types d'architectures de réseaux d'émetteurs pour assurer la couverture en DVB-H, par exemple, des sites en points hauts, colocalisés avec les émetteurs DVB-T, complétés par des réémetteurs de faible puissance. Une autre possibilité serait un réseau constitué d'un grand nombre d'émetteurs, éventuellement localisés sur les sites des réseaux GSM/UMTS. Quelles architectures de réseau d'émetteur serait-il envisageable de mettre en œuvre, de façon à minimiser les coûts de déploiement, tout en assurant le respect des contraintes. Une architecture de type cellulaire présente de nombreux avantages :

---

10. Le DAB a comme principal avantage, l'adaptation à des trajets multiples facilitant la réception mobile ou portable.

11. Synergie avec les terminaux et les services 3G.

12. La TMP consiste en une offre de services audiovisuels diffusés sur des terminaux mobiles individuels (écrans portatifs, téléphones, agendas électroniques de type PDA, ordinateurs, portables, etc.), ou sur des récepteurs de télévision installés dans le véhicule ; et donc il peut s'agir de la retransmission simultanée de chaînes de télévision déjà autorisées pour un mode de la diffusion « classique » (terrestre, par câble, satellite ou ADSL), ou encore de la diffusion de nouveaux services conçus spécifiquement pour la consommation nomade.

- Une meilleure pénétration indoor, le signal pénétrant principalement par les fenêtres ;
- Une faible puissance d'émission limitant les risques d'interférence ;
- La création de réseau SFN facilité.

Cependant, une telle architecture est difficile à mettre en place en UHF car elle nécessite l'installation de nouvelles antennes sur les toits des immeubles. Ces antennes étant de grande taille, et généralement sur un mat, les risques d'oppositions des riverains sont importants. Un déploiement cellulaire en bande S semble préférable grâce à la réutilisation optimale des sites de téléphonie mobile (GSM ou UMTS), pour le déploiement des stations DVB- H (pas de nouvelles antennes, zone de protection identique à l'UMTS, et niveau d'émission très sensiblement plus faible, pour de quantité de spectre et débit numérique égaux...).

### **II.3. Conclusion Partielle**

Dans ce chapitre, nous avons pu illustrer des nombreuses techniques appliquées à la diffusion de la télévision numérique en mobilité.

Mais la plus envisageable est la diffusion par le standard de diffusion DVB-H, passant par le réseau d'un opérateur de télécommunication qui permettra à tout UE d'avoir accès aux contenus vidéo tout en gardant son énergie et ayant une qualité optimale de réception.

Avec la prolifération des Smartphones les utilisateurs suivront leurs émissions télévisées n'importe où et n'importe quand.

## CHAPITRE III

---

### DEPLOIEMENT DU SYSTEME

---

#### III.1. Introduction

La télévision numérique est également l'une des principales applications visées et réelles de la convergence entre des nombreux acteurs de la télévision et de la communication mobile, tous associés autour de la technologie IP. Le succès de réseau mobile de quatrième génération, réside en grande partie du succès qu'ils ont dans des services visuels numériques.

Un système numérique Point à Point de TV, utilise les dispositifs multiples tels que : les décodeurs, les encodeurs, les récepteurs, conçus, construits et déployés par différentes compagnies ; l'interopérabilité entre ces derniers est critique, c'est pourquoi il est indispensable de faire appel à une méthode de compression ou aux normes de compression audio visuelle qui jouent un rôle important.

L'idée fondamentale du Point à Point est de pouvoir traiter chaque nœud du réseau en tant qu'un Point à part entière, il peut aider à véhiculer, à faire passer les paquets visuels à d'autres. Cependant, le système 4G fournit les possibilités coulantes de vidéo sans fil à grande échelle, Point à Point afin de soutenir beaucoup plus les visionneuses et les possibilités de découverte de topologies ainsi que la commande de QoS.

#### III.2. Architecture fonctionnelle du système

##### III.2.1. Le réseau 4G

###### III.2.1.1. Caractéristiques

L'accroissement des besoins de capacité est une constante dans l'évolution de réseaux. Le progrès technologique de réseaux encourage de nouveaux types d'usage, grâce à une expérience utilisateur plus confortable et un coût pour l'abonné généralement stable et constant ou décroissant. Ces nouveaux usages couplés à la démocratisation de leur accès, incitent en retour à une utilisation plus intensive des réseaux. Les besoins de capacité vont donc croissants, et la technologie se doit donc d'évoluer constamment pour les satisfaire. Les gains associés à l'évolution de la quatrième génération ont renforcé la capacité des réseaux par rapport à l'UMTS.

En télécommunications, la 4G est la quatrième génération des standards pour la téléphonie mobile. Succédant à la 2G et la 3G, elle permet le très haut débit mobile, c'est-à-dire des transmissions de données à des débits théoriques supérieurs à 100 Mbps, voire même supérieurs à 1 Gbps (débit minimum défini par l'UIT pour les spécifications IMT-A) et pouvant aller jusqu'à 100 Mbps par seconde, soit pour les usagers des connexions trois ou quatre fois plus rapides que ceux de la 3G ou 3G+.

En pratique, les débits sont de l'ordre des quelques dizaines des Mbps selon le nombre d'utilisateurs, puisque la bande passante est partagée entre les terminaux actifs des utilisateurs présents dans une même cellule radio.[8, p. 499]

L'utilisation des réseaux mobiles est aussi à l'origine de la très forte croissance du trafic de données et à l'explosion de l'usage des services de données. A cet effet une activation sous réserve de disponibilité des ressources fréquentielles nécessaires est envisageable pour maintenir des débits satisfaisants aux utilisateurs.

Le besoin de cette génération est d'accroître la capacité des réseaux mobiles. L'évolution des débits suit une progression semblable à celle de la capacité, chaque nouvelle technologie de réseaux mobiles augmentant les débits et suscitant une attente de débits supérieurs.

Cette nouvelle génération mobile s'inscrit donc comme une composante majeure dans le contexte du "anytime, anywhere, anydevice" (et même anything).

La 4G est la génération des réseaux mobiles, permettant l'utilisation d'applications mobiles, ou plus largement d'accéder aux services web à de très haut débit, par rapport à la génération précédente ; les échanges de données sont théoriquement plus rapides aussi bien pour les flux ascendants que descendants et un gain de latence est également attendu ; commence à émerger, un développement attendu alors qu'apparaissent des problèmes de saturation de réseau, liés à l'usage des smartphones. Avec la démocratisation de l'internet mobile, via les clés 3G à brancher sur un ordinateur portable ou les smartphones popularisés par l'iPhone, le trafic data a été multiplié en moyenne par deux ou trois. [3, 478]

Elle est de nouveau une révolution pour les réseaux hertziens par sa compatibilité avec le monde IP, de telle sorte qu'il n'y a plus aucune différence entre un réseau fixe et un réseau mobile et de ne plus offrir de mode commuté (établissement d'un circuit pour transmettre un appel « voix »), ce qui signifie que les communications téléphoniques utilisent la voix sur IP (en mode paquet) ; elle prend en charge : voix, données et vidéo ; dont le plan de commande (signalisation commande) est séparé du plan de transport/commutation ; réseau avec des interfaces ouvertes entre le transport, la commande et les applications ; utilisant le mode paquet pour le transfert de tous les types d'information ; ayant une qualité de services garantie pour différents types de trafic ; un réseau souple pour l'élaboration et l'offre des services réduit le cout du fait du partage de l'infrastructure et des systèmes ; simple à exploiter et à maintenir d'où la diminution des dépenses d'exploitation. Dans ce réseau il y a présence de la capacité de survie pour pouvoir garantir les services en cas de défaillances et d'évènements inattendus extérieurs.[7, p,1]

### III.2.1.2. Avantages

- Une réactivité et une réduction significative du phénomène de latence assez typique de la 3G où l'affichage d'une page est précédé d'une brève attente, du temps de connexion au réseau.
- Une capacité accrue qui permettra dans un contexte de "ressource sharing" d'accueillir sans perte de qualité un plus grand nombre de connexions simultanées sur le réseau ;

- Un débit nettement supérieur à celui de la 3G (tant en download qu'en upload), ce qui ouvre des nouvelles perspectives pour des usages avancés, par exemple dans le domaine du multimédia ;
- Plus grande vitesse, diminution de la latence ;
- Débits (montant et descendant) importants pour des lourds trafics ;
- Interactivité : réduction de la latence ;
- Meilleure efficacité spectrale.

LTE-A		
Débits crêtes maximum	DL, UL	1 Gpbs, 500 Mbps
Bande des fréquences		100 Mhz
Latence	Données, session	10 ms (RTT), 50 ms
Efficacité spectrale DL/UL	Max, moyen, en limite	30/15 b/s/Hz, 2,6/2,0 b/s/Hz, 0,009/0,7 b/s/Hz

TABLE III.1 – les caractéristiques de la 4G

### III.2.1.3. Bande de fréquences

[4, p.21]

- 450 - 470 MHz ;
- 698 - 862 MHz ;
- 790 – 862 MHz ;
- 2.3 – 2.4 GHz ;
- 3.4 – 4.2 GHz ;
- 4.4 – 4.99 GHz.

Après la radio, le téléphone et l'ordinateur ; c'est désormais à la télévision de basculer. Le téléphone mobile, qui a démontré sa capacité d'hybridation en se dotant d'un écran et d'une caméra, n'a plus grand-chose à avoir avec un téléphone. Équipé d'un disque dur, il est devenu un terminal qui peut d'ores et déjà recevoir et streamer de la vidéo.

### **III.2.2. Service à Valeur Ajoutée**

#### **III.2.2.1. Définition**

VAS est l'abréviation de « Value Added Service », qui veut dire service à valeur ajoutée. Il s'agit d'un service qui s'ajoute au service de base (Service de Voice).

Exemple : la télécopie, le SMS, SMS+, SMS Vocale, MMS, . . .

Un service à valeur ajoutée est une application télécoms dont l'usage fait l'objet d'une tarification qui s'ajoute à celle des services supports utilisés par l'application. Il présente donc un caractère essentiellement marchand. L'expression « Valeur ajoutée » représente les deux faces de marchand : le service apporte une utilité au client (sans cela il ne rencontrerait aucune demande), et un profit au producteur (sans quoi il ne pourrait être offert).

Il constitue en effet un moyen pertinent pour fournir des services à distance via un système de paiement par facture téléphonique. Il offre de plus une communication simplifiée et de qualité pour les entreprises dans le cadre des relations avec de clients.

Il est un service TIC(Technologie d'information et de communication)supplémentaire qui vient s'ajouter aux services de base (Appel, SMS, Fax) faisant appel à une facturation.

Il répond ainsi à des besoins à valeur ajoutée particulière pour le client et tout comme pour le fournisseur des services, pour l'amélioration constante de la qualité des services, de la diversification et de l'enrichissement des services proposés à la recherche de la plus grande satisfaction de l'utilisateur ou consommateur. Il s'agit d'une application Télécoms dont l'usage fait l'objet d'une tarification s'ajoutant à celle des services supports utilisés par l'application.

Les services sont produits par des applications qui sont des interfaces entre les utilisateurs et le fournisseur. Les utilisateurs ont besoin de téléphone, tablette ; comme équipements pour dialoguer avec les interfaces. Les VAS sont fournis ou offerts par l'opérateur lui-même ou par le prestataire ou encore par le fournisseur de VAS (VASP ) ou des contenus (CP) via des services de télécommunication.

Ces services sont les moteurs développant les facteurs motivant le secteur Télécoms ; car ils représentent à la fois l'aspect tangible des Télécoms et accroissent l'économie numérique ; ils sont encore générateurs de revenus supplémentaires. Ils ont pour objectif, la création d'offres complémentaires aux services de base et représentent une nouvelle richesse produite qui pourra certainement être répartie sous forme des revenus. Pour les produire le fournisseur ajoute une valeur aux informations qu'il fournit aux clients tout en améliorant leur forme ou leur contenu en prévoyant leur stockage et leur recherche.

Ils doivent avoir une plateforme conçue d'une manière à y accéder le plus simplement et rapidement possible et faciliter la navigation en leur sein. La possibilité pour un utilisateur d'y accéder assure la fluidité, impose une très grande fiabilité du service.

Ils offrent de plus une communication simplifiée et de qualité pour les entreprises dans le cadre des relations avec les clients (utilisateurs). Ces services présentent un intérêt certain : l'ergonomie et la facilité d'utilisation permettent à tous de souscrire à des services en utilisant leurs mobiles, l'optimisation grâce à des nombreuses fonctionnalités pouvant être déployées par les opérateurs de télécommunications. L'estimation donc d'une modernisation du système des services à valeur ajoutée doit être opérée pour permettre la sauvegarde de services et revenus générés par cette activité et garantir son développement futur. Cette modernisation doit suivre plusieurs principes essentiels :

- La restauration de la confiance des consommateurs dont ce système du point de vue de la nature des services proposés, l'usage légitime des services à valeur ajoutée en assurant à l'utilisateur la fourniture réelle d'un service ;
- La possibilité d'enrichissement des services proposés par les entreprises via les réseaux téléphoniques ; elle recouvre une plus grande liberté dans le développement de nouveaux services ;
- La prise en compte du rôle des opérateurs dans la rénovation des services à valeur ajoutée. Ces principes permettront aux utilisateurs d'utiliser des services par téléphone en bénéficiant de l'ergonomie de ce système et aux entreprises de répondre de manière plus adéquate à la demande.

Les opérateurs de Télécoms se sont rendu compte de l'importance de services à valeur ajoutée pour le développement économique, social, budgétaire et financier, ont entrepris une transformation de la structure en revoyant les techniques de télécommunications en renforçant l'infrastructure des télécommunications et en popularisant l'utilisation des services et de techniques des communications dans les différents secteurs de l'économie et de la société. La notion de la valeur ajoutée est utilisée dans différents domaines à diverses fins pour identifier des solutions aux problèmes d'inefficacité des entreprises. Cette notion a comme intérêt de concentrer les ressources et efforts sur les services ou activités qui promeuvent la valeur de l'entreprise.

### **III.2.3. Structure**

#### **III.2.3.1. UE**

UE : le terminal mobile, appelé aussi équipement utilisateur (ou usager), abrégé en UE (User Equipment) ; L'UE fait partie du domaine de l'équipement utilisateur et est interconnecté au réseau d'accès par l'intermédiaire de l'interface radio.

#### **III.2.3.2. eNodeB**

eNodeB : L'élément d'interconnexion du réseau d'accès avec l'interface radio. Responsable du multiplexage, tramage, codage canal, modulation et transmission.

- Gère la ressource radio ;

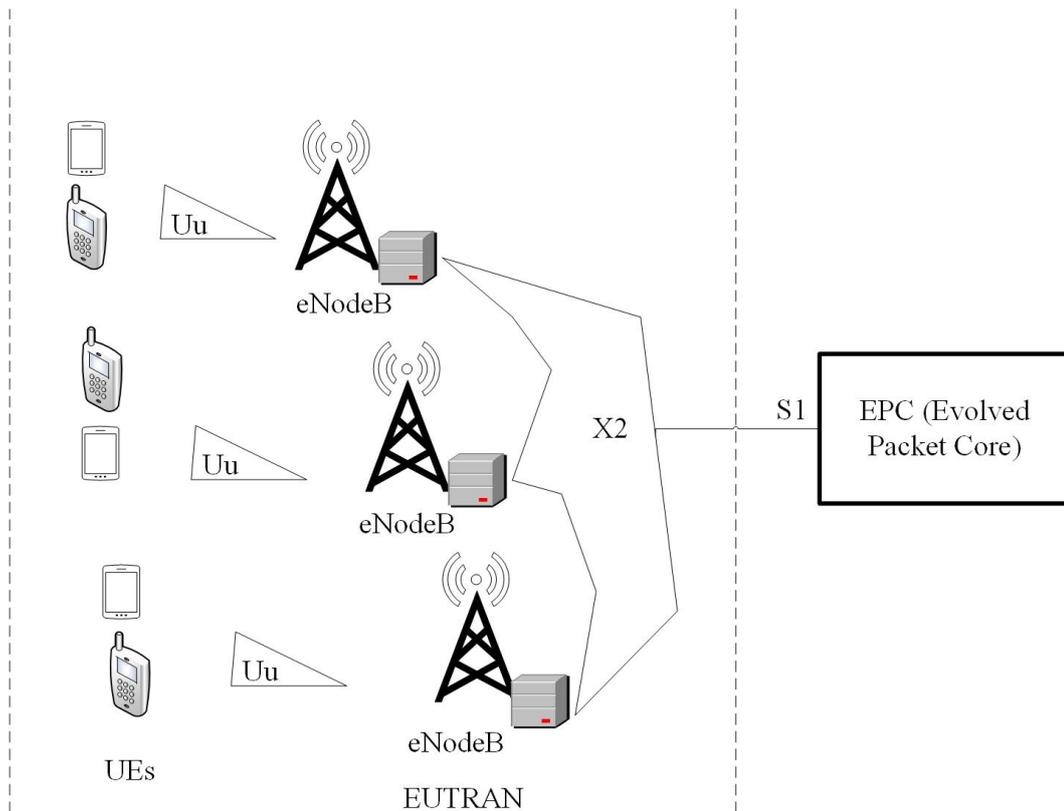


FIGURE III.1 – Structure du réseau 4G.

- E-UTRAN, gère la synchronisation et le contrôle d'interférence ;
- Comprime l'entête IP ;
- Encapsulation intégrale et protection pour les données des utilisateurs
- Assure la sélection du MME (entre MME pool) ;
- Fait le routage pour usager, plan de données venant du S-GW.

### III.2.3.3. Les interfaces

- Uu : L'interface radio, assure le rôle clé de transférer par la voie des airs les données issues de la couche IP associées au service demandé par l'utilisateur.
- X2 : Interface utilisée pour le roaming inter-eNodeB, load balancing et pour la suppression d'interférences.
- S1 : Interface utilisée pour l'interconnexion entre les équipements de la partie EUTRAN et ceux de la partie cœur EPC. C'est un support réseaux de partage, de redondance et d'équilibrage.

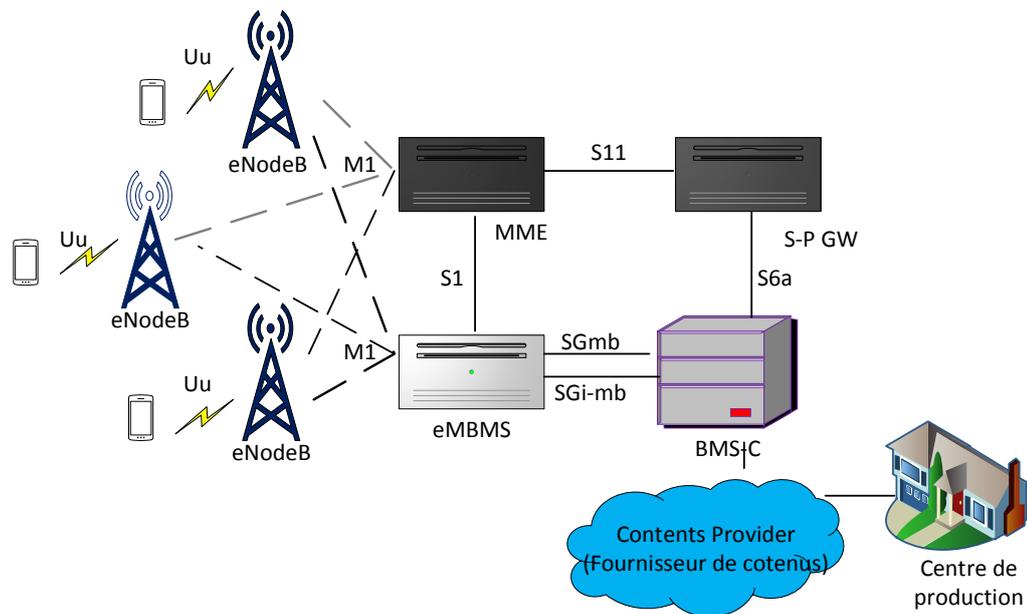


FIGURE III.2 – Illustration de l'architecture du système à déployer

### III.2.4. Architecture du système à déployer

#### III.2.4.1. Le centre de production (Contenus vidéos)

Le centre de production de la télévision numérique ; c'est là que les programmes de contenus audiovisuels sont produits puis envoyés soit par faisceau, par câble ou soit par fibre optique aux équipements qui jouent le rôle d'interfaces et au réseau 4G par après ses programmes seront traités puis adaptés à la partie cœur du réseau pour être offert aux UE. Sur le mobile, comme nous voyons les services que propose un opérateur de télécommunication, et donc il y aura aussi un service appelé TV.

Ne seront proposées que les chaînes qui sont intéressantes, spécialisées et suivies par beaucoup de gens.

Cette méthode est indispensable par rapport aux autres, car elle permet la réception de la télévision en temps réel, pas de problème de saturation du réseau ou latence élevée, la 4G présente des débits importants pour l'écoulement de trafics lourds, de latence assez réduite pour permettre aux UE de recevoir la TV en temps réel et partout où ils peuvent se trouver.

Ce nouvel usage de consommation des programmes de télévision permet de s'affranchir du poste de télévision traditionnel et du confortable canapé dans lequel le téléspectateur a depuis des décennies été cantonné. Pour les personnes situées au fin fond qui ne sont pas capable de se procurer du poste téléviseur et autres... mais qui auront la capacité d'avoir le récepteur mobile seront capables de recevoir le signal de télévision venant du réseau de l'opérateur de quatrième génération auront la capacité de recevoir de la vidéo sur leurs mobiles et donc cela permettra de tenir informé tous les coins. Le développement de la consommation des contenus audiovisuels en situation de mobilité, représente une opportunité en termes d'extension d'audience. Le tout rendu possible grâce

au développement des lignes haut débit qui permettent de transporter de la télévision sur les lignes téléphoniques.

#### III.2.4.2. *BM-SC (Broadcast Multicast- Service Center)*

C'est un élément nouveau pour la partie cœur du réseau de l'arbre de la diffusion Broadcast en quatrième génération. Il sert d'un point d'entrée pour les contenus fournis de service que MBMS utilise. Sa fonctionnalité est comparable à IP Encapsulator dans les services DVBT/DBV-H ; fournit aussi les services de renseignement (l'identification de services multicast, l'adresse IP Multicast, le temps de transmission, la description du support dont le terminal a besoin pour se raccorder au service MBMS) end-devices. Le BM-SC peut aussi être utilisé pour générer le chargement des enregistrements pour les données transmises depuis le fournisseur de contenus ; gère en plus les fonctions de sécurité.[13, pp.1-8]

Il est un serveur de distribution de diffusion efficace et robuste et permet aux opérateurs de diffuser du contenu de haute qualité simultanément à un grand nombre d'abonnés, avec une plus haute qualité de service, gère l'optimisation de l'utilisation du spectre à des coûts de réseau inférieurs et offre des hautes performances et de la qualité de transmission élevée, avec des taux d'abandon et d'erreur particulièrement bas. .

Le BMSC prend en charge le streaming à travers multiples zones des services pour une couverture géographique complète. Les zones des services sont temps synchronisé, permettant aux utilisateurs de voyager sans perte de session.

Offre les fonctionnalités telles que : la correction de bugs, supportant les exigences rigoureuses de support et de les rendre plus robustes et flexibles le long du chemin.

Le BMS-C est optimisé pour Forward Error Correction décodage (FEC), offre une fonctionnalité automatisée unique, de réparation de fichiers pour assurer la plus haute qualité de services, transmet également les octets redondants à l'avant pour corriger les erreurs potentielles (en raison de la perturbation de la radio par exemple), et est livré avec un serveur de contenu local utilisé pour stocker le contenu transmis et répondre automatiquement aux demandes de données perdues.

- Transfert les fichiers sous forme de contenus et diffuse ces derniers en broadcast ;
- Ajoute l'élasticité avec le mécanisme AL-FEC ; permettant la redondance de paquets ;
- streams pour que les récepteurs mobiles retrouvent les paquets perdus ;
- Inclue les bases de réparation permettant aux récepteurs de rapporter les parties des fichiers restants au travers le flux unicast et de donner le rapport de réception.

#### III.2.4.3. *eMBMS (Multicast Broadcast Multicast Service)*

C'est un point ou équipement assurant la fonction de Gateway entre le fournisseur de contenus et les eNodeBs ; transmet des contenus à des utilisateurs multiples en même

temps, même service à faible coût et utilisant la même quantité des ressources, utilise le protocole IP Multicast : élément logique offrant le trafic MBMS pour atteindre plusieurs sites cellulaires dans une même transmission. Il est une partie du EPC. Le plan contrôle du eMBMS est compris dans la session start/setup eMBMS ; le plan usager est responsable de la fourniture des données sur IP Multicast aux utilisateurs capable du transport réseaux vers les eNodeBs.

La technologie eMBMS est également une fonctionnalité de la norme de communication mobile de quatrième génération (LTE-A), permettant nativement d'affecter une partie du spectre d'un réseau mobile à des communications en mode diffusion.

Elle ne se limite pas seulement à la diffusion de contenu vidéo, permet aussi la diffusion de tout contenu numérique, contribue à alléger la charge d'un réseau en permettant la création des nouveaux services et nouveaux usages.

La sécurité des eMBMS fournit des défis différents par rapport à la sécurité des services fournis en utilisant Point- à point de services. La lutte contre les menaces liées diffusées peut nécessiter des mises à jour fréquentes des clés de décryptage d'une manière qui ne peut être prédit par les abonnés tout en faisant une utilisation efficace du réseau radio.

- Permet la synchronisation de la transmission ;
- Vérifie la bonne affectation des canaux physiques (PMCH) et des canaux communs (PDSCH) dans le signal LTE-A ;
- Effectue l'analyse du signal sur les ondes ;
- Évalue la qualité du signal, le temps d'alignement d'erreur et le niveau de modulation ;
- Assure la bonne exécution des services importants aux utilisateurs mobiles.

Utilise deux canaux logiques :

- MTCH (Multicast Traffic Channel) ;
- MCCH (Multicast Control Channel).

#### III.2.4.4. MME (plan contrôle)

- Effectue la signalisation et la sécurité au niveau de la couche NAS (Non Access Stratum) ;
- Assure la sécurité et le contrôle de la couche AS (Access Stratum) ;
- Gère la liste de chemin de zones ;

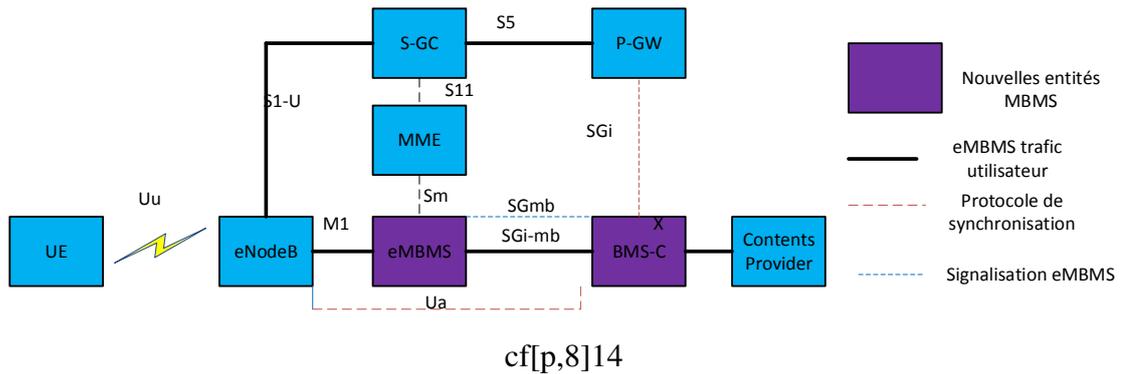


FIGURE III.3 – Schéma du système eMBMS

- Sélection du MME pour le roaming entre MME ;
- Assure la signalisation des contenus de nœuds du cœur de réseau pour la mobilité entre réseaux d'accès 3GPP ;
- Fait le roaming et l'authentification ;
- Gère tous les supports de la partie EPS (Evolved Packet System).

#### III.2.4.5. S-GW (plan utilisateur)

- Gère la mobilité entre EUTRAN et inter 3GPP ;
- EUTRAN mode passif DL paquet temporel ;
- Routage et acheminement de paquets ;
- UL et DL chargement sur l'utilisateur mobile, PDU et QCI ;
- Transport, niveau de Qos cartographie/marquage.

#### III.2.4.6. PGW

- Allocation de l'IP à l'utilisateur mobile ;
- Filtrage de paquets et politique de fortification.

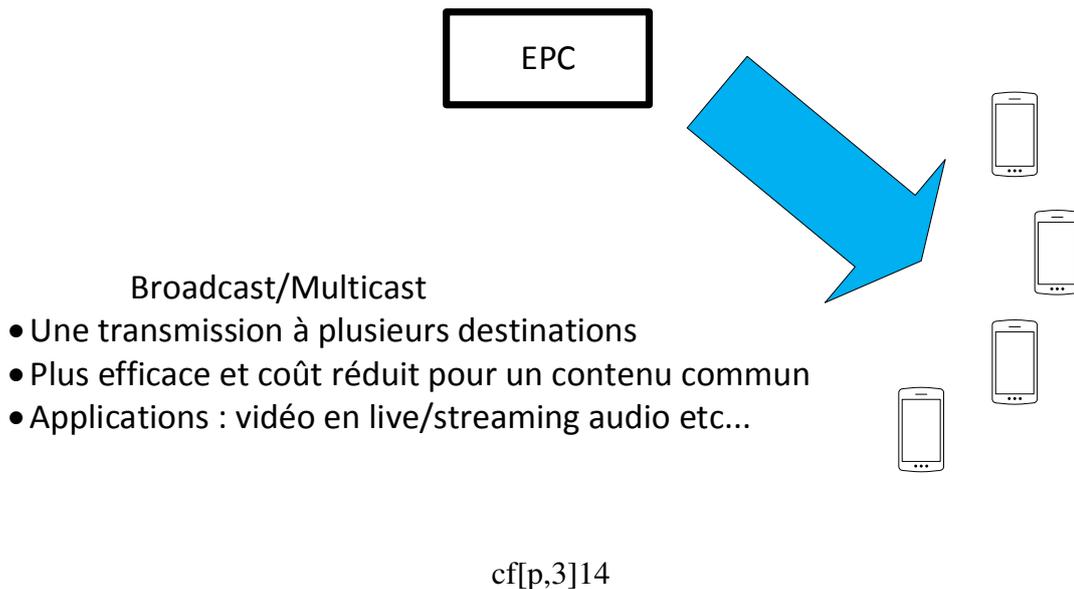


FIGURE III.4 – La diffusion Broadcast/Multicast

#### III.2.4.7. Les interfaces

[12, 42]

- M1 : interface entre le MBMS et les eNodeBs. Sur cette interface le transport est basé sur le protocole IP Multicast. Le contenu (e) MBMS est transporté par la trame ou le tunnel protocole, dans l'ordre de supporter le contenu de synchronisation et d'autres fonctionnalités. IP Multicast est supporté par la couche de transport du réseau dans le but de permettre aux eNodeBs de se joindre au groupe IP Multicast.
- S11 : une interface entre le MME et S-GW ; qui supporte et gère tous les EPS supports ;
- SGmb : le point de référence entre le plan de contrôle BM-SC et eMBMS-GW ;
- SGi-mb : le point de référence entre le broadcast/multicast centre de service BM-SC et eMBMS, fonction pour les données fournies eMBMS.

Fonctionnement du modèle Broadcast : diffusion depuis une source unique à un ensemble d'émetteur et donc Point à Mutlipoint. Offre des services de radiodiffusion dans des environnements portables et mobiles.

#### III.2.5. Principe du fonctionnement du système à déployer

Le client commence par taper sur son clavier le code de service qui sera envoyé au point détection du commutateur du réseau de l'opérateur et ce dernier vérifie si ce code lui est par défaut il l'exécute sinon s'il correspond à une plate-forme de services extérieure (TV) le redirige vers cette plate-forme, puis l'utilisateur fera le choix d'une chaîne et pour que la chaîne lui soit offerte, une vérification du serveur de tarification doit sera faite ; si la tarification est ok le contenu sera offert sinon le service interrompu.

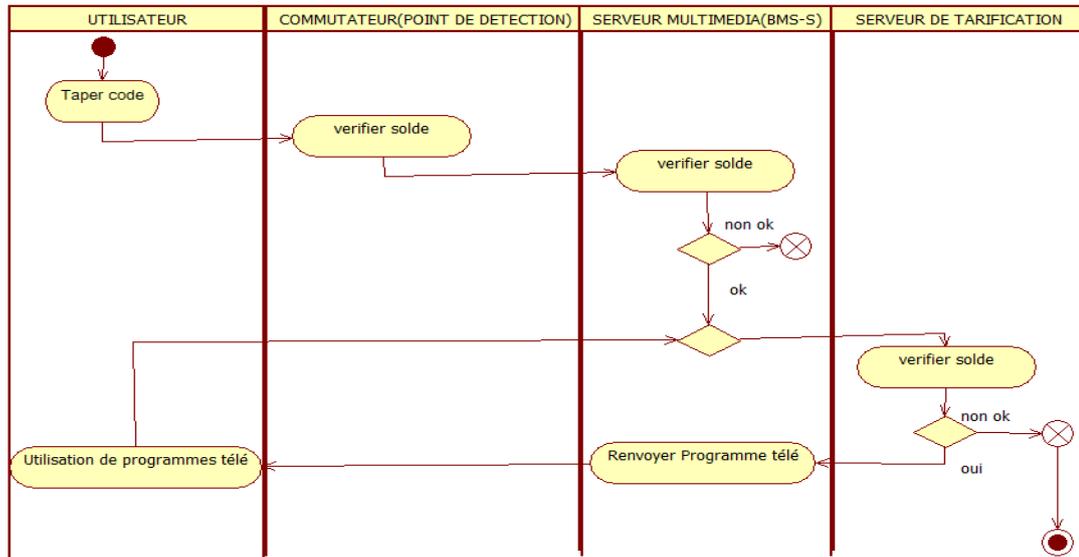


FIGURE III.5 – Illustration du principe de fonctionnement de la solution

### III.2.6. Limite du système

Notre système présente une limite, telle que le mobile voudrais toujours être compatible à la quatrième génération de réseaux mobiles.

### III.2.7. Présentation du simulateur

- MatLab

C'est un logiciel, un outil pour d'autres langages. Lorsque nous parlons de MatLab, nous faisons allusion à l'outil que nous utilisons ; l'interface de l'utilisateur et aussi nous désignons la syntaxe que nous mettons en oeuvre dans cet outil. Le nom MatLab vient de l'anglais MATrix LABOratory. Une traduction littérale nous amène à voir MatLab comme un laboratoire pour manipuler des matrices. Cet outil comprend de nombreuses fonctions, de calcul, de traitement de données, d'affichage, de tracés de courbes, de résolution de systèmes et d'algorithmes de calculs numériques au sens large du terme. Toutes ces fonctions sont définies par défaut dans MatLab dans un langage de programmation. Ce langage comprend de nombreuses fonctions prédéfinies pour le calcul matriciel, mais pas seulement. De ce fait, les domaines d'application sont extrêmement variés :

- Le calcul numérique dans le corps des réels ou de complexes ;
- Le calcul de probabilités ou les statistiques ;
- Le calcul intégral ou la dérivation ;
- Le traitement du signal ;

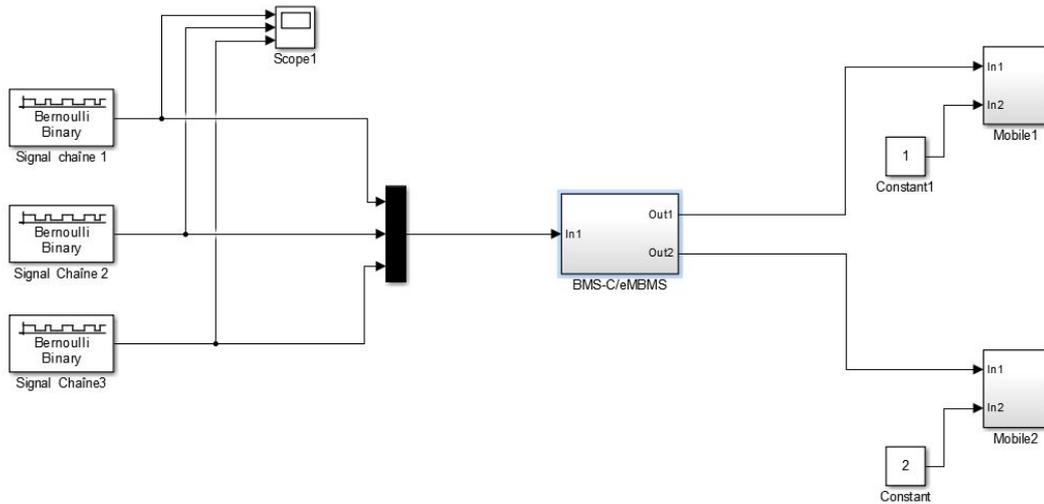


FIGURE III.6 – Représentation de la simulation en Matlab

- Le traitement d'images ;
- L'automatisme.

### III.2.8. Simulation du système

Nous illustrons la représentation de la simulation. III.6

La représentation de la simulation dans le simulateur Matlab du bloc constituant les chaînes proposées par le centre de production qui sont multiplexées et diffusées par un diffuseur ; à la réception, le récepteur visionnera les images de la chaîne voulue.

Les signaux de toutes les chaînes représentées par l'oscilloscope. Nous illustrons la représentation des signaux multiplexés à la figure. III.7

Le mobile 2 est constitué de deux portent, l'une permettant de recevoir toutes les chaînes (un multiplexeur) et l'autre lui permettant d'opérer un choix ; et aussi d'un oscilloscope permettant de représenter le signal reçu. Nous illustrons les composantes internes du mobile 1. III.8

Cette représentation correspond au choix effectué par le mobile 1, et donc les images et sons correspondant au signal de la chaîne 1 par l'oscilloscope.

Nous illustrons la représentation du signal demandé par le mobile 1. III.9

Le mobile 2 est constitué de deux portent, l'une permettant de recevoir toutes les chaînes (un multiplexeur) et l'autre lui permettant d'opérer un choix ; et aussi d'un oscilloscope permettant de représenter le signal reçu. Nous illustrons les composantes internes du mobile. III.10

Cette représentation correspond au choix effectué par le mobile 2, et donc les images et sons correspondant au signal de la chaîne 2 par l'oscilloscope.

Nous illustrons le signal demandé par le mobile 2 .III.11

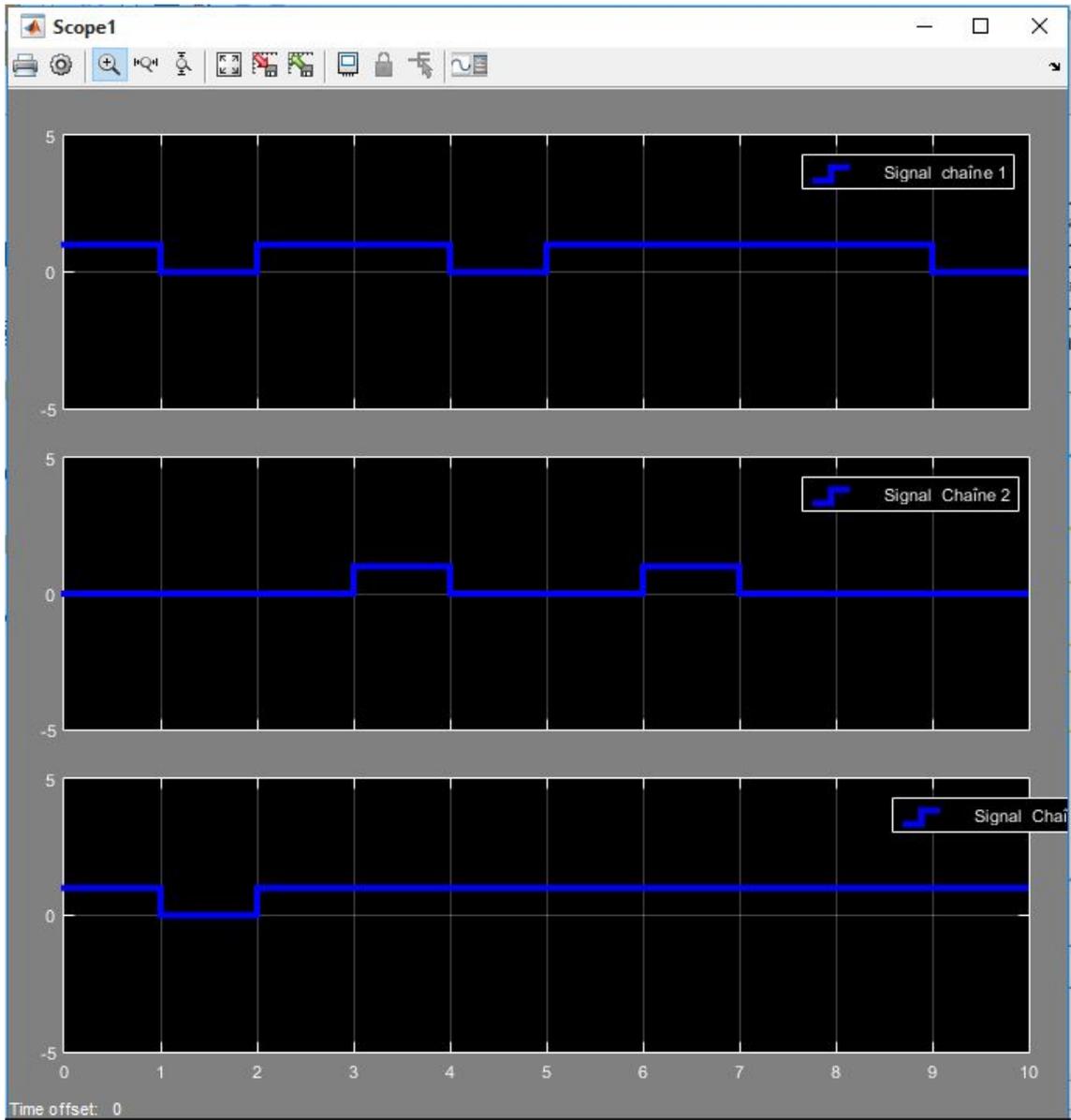


FIGURE III.7 – Représentation des signaux multiplexés par l’oscilloscope

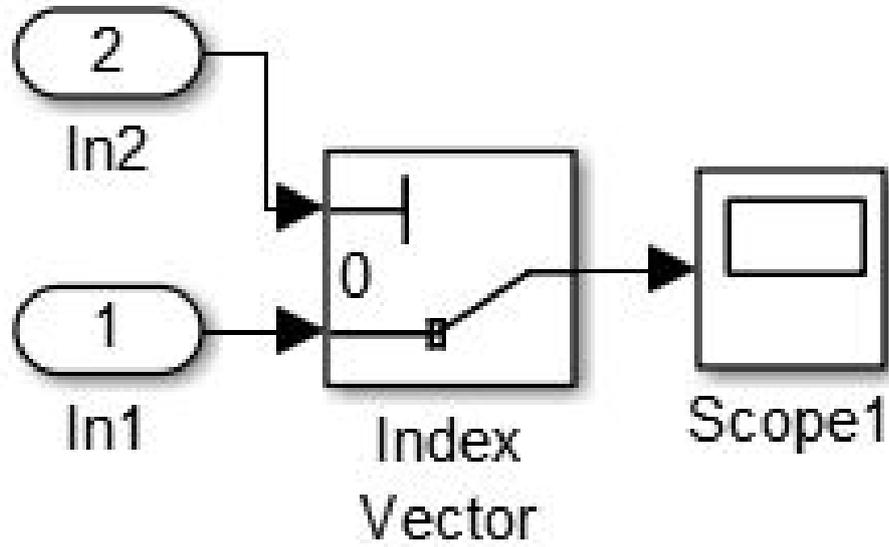


FIGURE III.8 – Illustration des composantes internes du mobile 1



FIGURE III.9 – Représentation du signal demandé par le mobile 1

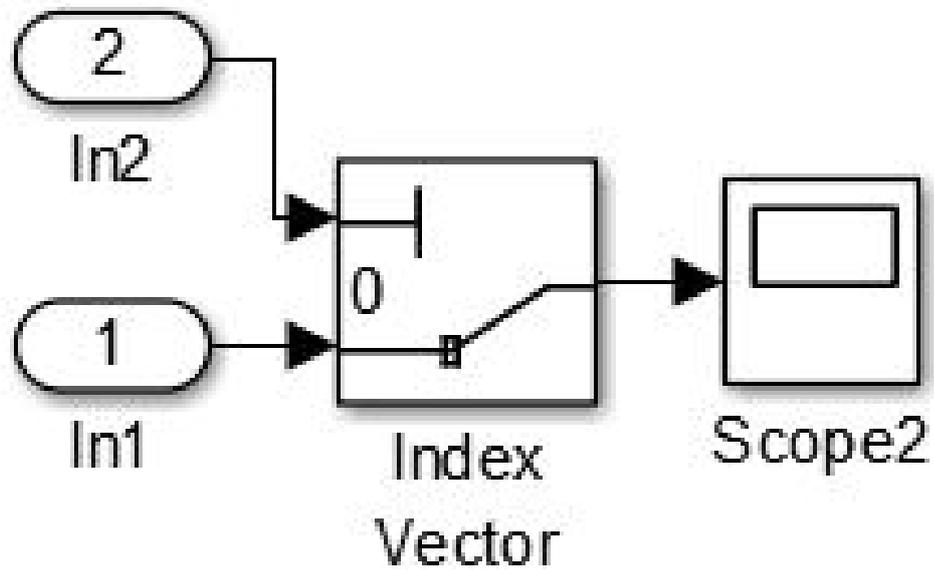


FIGURE III.10 – Illustration des composantes internes du mobile 2

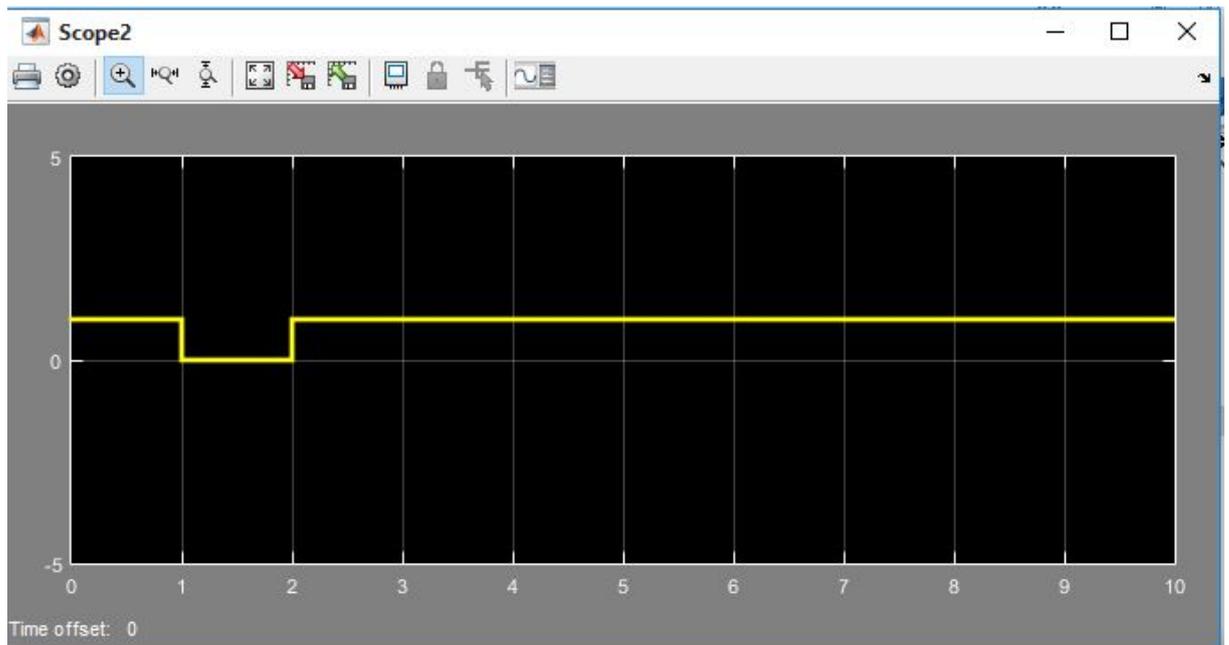


FIGURE III.11 – Représentation du signal demandé par le mobile 2

### **III.2.9. Sécurité du système**

Le eMBMS introduit le concept de service point à multipoint dans un broadcast et multicast système de quatrième génération. Un élément d'un service d'utilisateur eMBMS est en mesure de transmettre des données à un ensemble donné d'utilisateurs en toute sécurité. Pour ce faire, les méthodes d'authentification, la distribution des clés, et la protection des données peuvent être fournies pour un service d'utilisateur eMBMS. En particulier, LTE-A eMBMS précise actuellement que pour protéger un eMBMS User Service, les clés de services et de transport sont livrés à partir du centre de diffusion multicast service (BMS-C) à l'UE.

### **III.3. Conclusion partielle**

Dans cette partie, nous avons présenté la 4G LTE-A, tout en donnant ses caractéristiques et aussi l'architecture du système à déployer et les différents équipements et interfaces intervenant lors de la diffusion de la télévision en broadcast. La réception de la télévision sur mobile dans un réseau de télécommunication est une solution importante car elle permet d'atteindre tous les endroits couverts par ce dit réseau.

Et enfin nous avons présenté cette diffusion en MatLab qui est un outil de simulation.

## CHAPITRE IV

---

### CONCLUSION GENERALE

---

En guise de conclusion disons que la télévision est une globalité des techniques dans le but d'envoyer et de recevoir des séquences visuelles et audio communément appelés « programmes télévisés » ; et cette dernière peut être transmise selon les procédés analogiques ou numériques. Celle choisie pour notre solution est la transmission numérique.

Il existe plusieurs normes ou standards de diffusion de la télévision numérique et celle choisie pour notre étude fait partie de celles de la télévision sur mobile ; c'est donc DVB-H.

Le DVB-H a trois manières de fonctionner soit dans un réseau de Télévision numérique (TNT), soit dans une installation appropriée ou dans un réseau de télécommunications. ce standard est un système de radiodiffusion numérique destiné à une réception sur terminal mobile et offre un canal descendant à haut débit utilisable tel quel ou en complément des réseaux de télécommunications mobiles. Il est à noter que les émissions mobiles (DVB-H) sont émises en polarisation verticale particulièrement dans les grandes agglomérations car elles sont mieux reçues dans ce mode de polarité.

En fin ce travail traite de la réception des signaux vidéo (télévision) dans un réseau de quatrième génération de réseaux mobiles qui offre de débits assez importants pour de trafics lourds en ressources et de latence assez réduite permettant le chargement le plus rapide des contenus.

Il serait fallacieux de prétendre vider les matières ayant trait à la présente thématique, cependant nous croyons avoir dit l'essentiel. Ceci étant nous laissons la question ouverte à tout chercheur intéressé de l'enrichir suffisamment, étant donné que la science se fait en se défaisant.

L'œuvre humaine étant imparfaite, la notre n'a pas échappée à cette règle, c'est donc à ce titre que nous sollicitons de votre part l'indulgence pour tout non-dit et tout mal-dit.

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

- [1] AvAv, *FUNDAMENTALS OF DIGITAL TELEVISION TRANSMISSION*, Wiley ,2001.
- [2] AvAv, *Les Réseaux*, Dunod,2014.
- [3] AvAv, *LTE et Les Réseaux 4G*, Dunod,2001.
- [4] Fischer .W, *Digital Television*,Germany, Springer,2004.
- [5] AvAv, *Understanding Digital Television*,Focal press ,2006.
- [6] AvAv, *Formation Unix/Linux, Archivage et compression de fichiers*, Dunod, 2010. Wiley ,2001.
- [7] TUTA O.,« COURS TELEVISION »,cours,École Supérieure d'Informatique Salama, 2013.
- [8] Philippe.J,« La Télévision Numérique Terrestre »,2010.
- [9] AvAv,« Internet Protol Television »,2010.
- [10] Chaptal .A,« Télévision numérique et mobilité, deux approches, une solution »,2010.
- [11] AvAv, *4G WIRELESS VIDEO COMMUNICATIONS*, Wiley,2009.
- [12] AvAv, *Long Term Evolution (LTE) Air Interface*, QAULCOMM ,2009.
- [13] Ericsson,« Delivering content with LTE Broadcast »,2013.
- [14] Qualcomm Search San Tiago,« LTE eMBMS Technology Overview »,QUALCOMM, 2012.
- [15] AvAv,« Mobile television in Europe State of the art and current regulatory issues »,2013.