

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA

Faculté des Sciences de l'ingénieur

Département d'Electronique

MEMOIRE DE MAGISTER

En Electronique

Spécialité : Communication

Etude et Conception d'une Interface Bluetooth-TV

Par

HENHEN Mahfoud

Devant le jury composé de :

M.BENSEBTI	PROFESSEUR	USD DE BLIDA	Président
A.ANOU	MAITRE DE CONFERENCE	USD DE BLIDA	Examineur
M.OULDZMIRLI	MAITRE DE CONFERENCE	CU DE MEDEA	Examineur
M.DJEBARI	MAITRE DE CONFERENCE	USD DE BLIDA	Rapporteur

Blida Novembre 2011

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA

Faculté des Sciences de l'ingénieur

Département d'Electronique

MEMOIRE DE MAGISTER

En Electronique

Spécialité : Communication

Etude et Conception d'une Interface Bluetooth-TV

Par

HENHEN Mahfoud

Devant le jury composé de :

M.BENSEBTI	PROFESSEUR	USD DE BLIDA	Président
A.ANOU	MAITRE DE CONFERENCE	USD DE BLIDA	Examineur
M.OULDZMIRLI	MAITRE DE CONFERENCE	CU DE MEDEA	Examineur
M.DJEBARI	MAITRE DE CONFERENCE	USD DE BLIDA	Rapporteur

Blida Novembre 2011

Remerciements

Je remercie Allah le tout puissant de m'avoir donné la santé et la volonté et la patience de mener ce travail à terme.

Tout d'abord je tiens à remercier Dr.M.DJEBARI pour l'encadrement et ses précieux et judicieux conseils qu'il n'a cessé de me prodiguer tout au long de ce projet, qu'il trouve ici ma gratitude et ma reconnaissance profonde.

Par ailleurs, je tiens à exprimer mes vifs remerciements aux membres du jury de ma soutenance pour avoir accepté d'évaluer mon travail et pour leurs remarques constructives.

Mes remerciements vont également à tous les enseignants du département d'électronique.

Je remercie également toutes les personnes qui m'ont soutenu pour l'accomplissement de ce travail.

Mes sincères gratitude s'adressent à ma famille, leurs encouragements permanents et leur soutien moral.

المخلص

هذا العمل يقدم دراسة تقنية على البلوتوث ومختلف التقنيات القائمة على تصميم وتنفيذ بلوتوث-تي في قادر على نقل الصور من جهاز الهاتف النقال وعرضها على شاشة التلفزيون الكلاسيكي. من أجل تحقيق هدف مشروعنا ألا وهو تصميم واجهة استنادا على البلوتوث إتبعنا الخطوات التالية:

- دراسة عامة حول الشبكات الهوائية.
- دراسة خواص البلوتوث.
- دراسة خواص MPEG
- وضع نموذج خاص بمستقبل الصور بواسطة البلوتوث وبعثها إلى التلفاز.

Résumé

Ce travail présente une étude sur la technologie BLUETOOTH aussi que les différentes techniques actuelles afin de concevoir et de réaliser une interface BLUETOOTH-TV capable de transmettre une image du portable et de l'afficher sur un TV classique.

Afin de parvenir le but de notre projet qui est la réalisation d'une interface à base BLUETOOTH on a suivi les étapes suivantes :

- Généralité sur les différents réseaux sans fils.
- Etude des spécifications Bluetooth et ses applications.
- Etude la norme audiovisuelle MPEG.
- Faire une conception du récepteur d'image par le BLUETOOTH et MPEG et l'envoyer vers TV

Abstract

This work presents a study of Bluetooth technology as the different existing techniques to design and implement a Bluetooth-TV capable of transmitting an Picture of the laptop and display it on a TV classic. In order to achieve the goal of our project is the realization of a BLUETOOTH interface based on the following steps:

- Generality on different wireless network.
- Study of bluetooth specifications and its applications.
- Study of the standard MPEG.
- To design the picture receptor by the bluetooth and MPEG and sen dit to TV

TABLE DES MATIERES

Introduction générale	1
-----------------------------	---

CHAPITRE 1 : GENERALITES

1- Les réseaux sans fil	2
1.1- Introduction	2
1.2- Les différentes technologies de réseaux sans fil	2
1.2.1- Les Wireless Personal Area Network (IEEE 802.15)	4
1.2.2- Les Wireless Local Area Network (IEEE 802.11)	4
1.2.3- Les Wireless Metropolitan Area Network (IEEE 802.16)	5
1.2.4- Les Wireless Regional Area Network (IEEE 802.22)	5
1.2.5- Les Wireless Wide Area Network (IEEE 802.20)	6
1.3- Spread Spectrum	6
1.3.1- Le saut de fréquence (FHSS)	7
1.3.2- La séquence directe (DSSS)	9
1.3.3- Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)	10
1.3.4- MIMO-OFDM	11
1.4 – Conclusion	11

CHAPITRE 2 : SYSTEM BLUETOOTH ET SES APPLICATIONS

1- Introduction	12
2-Principe de fonctionnement.....	12
3-Les spécifications techniques Bluetooth.....	12
4-Piconet et Scatternet.....	13
4.1- Saut de fréquence (FHSS).....	13
5-Description des liens physiques.....	14
6- Les paquets Bluetooth.....	15
6.1- Découpage d'un paquet	15
6.2- Types de paquets.....	15

7- Les protocoles de connexion Bluetooth.....	16
8- Architecture Bluetooth.....	20
8.1- Définition du canal de communication.....	20
8.2 - Bande de fréquences et canaux RF	21
8.3-Technique de modulation.....	21
8.4-Structure des trames.....	21
8.5- Pile de protocol Bluetooth.....	22
9-Composants des systèmes Bluetooth.....	22
10-Les profils	24
11-Mécanismes de lutte contre les interférences.....	24
12-Conclusion	25

CHAPITRE 3 : La NORME DE CODAGE AUDIOVISUEL MPEG4

1- Introduction	26
2- Principes du MPEG4	26
3- Compression vidéo	27
3.1- Redondances spatiales	27
3.1.1- Codage/décodage Intra	28
3.1.2- Schéma du codage/décodage Intra	32
3.2- Redondances temporelles	32
3.2.1- Codage/décodage Inter	33
3.2.2- Schéma de codage/décodage Inter	36
3.3- Organisation d'un flux MPEG	36
3.3.1- Image	37
3.3.2- Slice	37
3.3.3- Macrobloc	37
3.3.4- Bloc	38
4- Conclusion	38

CHAPITRE4 :CONCEPTION D'UN ADAPTATEUR BLUETOOTH-TV

1- Introduction	39
2- Schéma synoptique de l'interface	39
3- Schéma détaillé	40
4- Description des composants	40
4.1- Circuit Bluetooth (LMX 9838)	40
4.1.1- Introduction	40
4.1.2- Caractéristique	40
4.1.3- Schéma synoptique du circuit LMX 9838	42
4.2- Circuit MPEG 4 (SAA7128AH)	43
4.2.1- Introduction	43
4.2.2- Caractéristiques du circuit	43
4.2.3- Schéma Synoptique	44
4.2.4- Présentation physique	45
4.2.5- Information d'application	46
4.3- Microcontrôleur (PIC 16F876)	47
4.3.1- Introduction	47
4.3.2- Les différents types de mémoires dans les microcontrôleurs	48
4.3.3- Les entrées/sorties	48
4.3.4- Le bus système	48
4.3.5- Caractéristiques générales du PIC 16F876	49
4.3.6- Schéma de connexion du PIC	49
5- Connexion des circuits	50
5.1- Connexion entre le LMX9838 et le PIC 16F876	50
5.2- Connexion entre le PIC 16F876 et le circuit SAA7128AH	50
7- Conclusion	52
Conclusion générale	53
Bibliographie.	
Annexe.	

Liste des Acronymes

A

ATM: Asynchronous Transfer Mode.

ACL: Asynchronous Connection-Less.

AFHSS: Adaptative Frequency Hopping Spread Spectrum.

B

BWA: Broadband Wireless Access.

BER: Bit Error Rate.

BT : Bandwidth Time.

BRGH : Baud Rate Generator Hserial.

C

CVBS: Chroma Video Blanking Synchro (video composite).

CAN: Control Area Network.

D

DSSS: Direct Sequence Spread Spectrum.

DAC: Device Access Code.

DSL: Digital Subscriber Line.

DCT : Discrete Cosine Transform.

E

ETSI: European Telecommunications Standards Institute.

ESCO: extended Synchronous Connections Oriented.

EPROM: Erasable Programmable Read Only Memory.

F

FHSS: Frequency Hopping Spread Spectrum.

FEC: Forward Error Code.

FCC: Federal Communications Commission.

FOSC: Oscillation Frequency.

G

GFSK: Gaussian Frequency Shift Keying.

H

HR-DSSS: High Rate Direct Sequence Spread Spectrum.

I

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

ISM: Industrial, Scientific and Medical.

IP: Internet Protocols.

IFFT: Inverse Fast Fourier Transform.

I2C: Inter Integrated Circuit bus.

ITU-R: Union internationales des télécommunications.

L

LMP: Link Manager Protocol.

L2CAP: Logical Link Control and Adaptation Protocol.

M

MPEG: Moving Picture Expert Group.

MBWA: Mobile Broadband Wireless Access.

MIMO-OFDM: Multiple Input/Multiple Output Orthogonal Frequency Division Multiplexing.

N

NC: No Connection.

O

OSI: Open System Interconnection.

OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing.

P

PSK: Phase Shift Keying.

PROM : Programmable Read Only Memory

R

RAM : Random Access Memory.

S

SIG: Special Interest Group.

SCO: Synchronous Connections Oriented.

SDP: Service Discovery Protocol.

SSPADD: Synchronous Serial Port Address Register .

SPBRG: Synchronous Port Baud Rate Generator.

T

TDD: Time Division Duplex.

U

UART: Universal Asynchronous Receiver Transmitter.

UWB: Ultra Wide Band.

UHF: Ultra High Frequency.

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System.

V

VHF: Very High Frequency.

VBS: Visual Basic Scripting edition.

W

WPAN: Wireless Personal Area Network.

Liste des Figures

Chapitre 1

Figure 1.1- différentes catégories de réseaux sans fil	3
Figure 1.2- Différents réseaux sans fil selon leurs débits et leurs portées	3
Figure 1.3 : Principe de Saut de fréquence	8
Figure 1.4 : Principe de la séquence directe avec la séquence de Barker du Wi-Fi	9
Figure 1.5 : Principe de l'OFDM	10
Figure 1.6 : Principe de MIMO-OFDM	11

Chapitre 2

Figure 2.1 : Maître/Esclaves	13
Figure 2.2 : Architecture d'un Scatternet	13
Figure 2.3 : Format d'un paquet Bluetooth	15
Figure 2.4 : Mécanisme de connexion	17
Figure 2.5 : Diagramme de transmission d'état des équipements Bluetooth.....	20
Figure 2.6 : Pile de protocole Bluetooth	22

Chapitre 3

Figure 3.1 : Domaine d'application de la norme MPEG 4	27
Figure 3.2 : Structure d'échantillonnage du signal vidéo	28
Figure 3.3 : Organisation des macroblocs selon la structure chrominance	29
Figure 3.4 : Formatage des données macrobloc en mode trame ou image	30
Figure 3.5 : Schéma de Codage/décodage Intra	32
Figure 3.6 : Estimation de mouvement	34
Figure 3.7 : Schéma de Codage/décodage Inter	36

Figure 3.8 : Description hiérarchique d'un flux MPEG	37
---	-----------

Chapitre 4

Figure 4.1 : Schéma synoptique de l'adaptateur	39
Figure 4.2 : Schéma détaillé de l'adaptateur	40
Figure 4.3 : Schéma du système fonctionnel 3.0V à 3.3 V	41
Figure 4.4 : Schéma bloc du LMX 9838	42
Figure 4.5 : Formats des images	43
Figure 4.6 : Schéma bloc du SAA7128AH	44
Figure 4.7 : Schéma électrique du SAA7128AH	45
Figure 4.8 : Schéma fonctionnel	46
Figure 4.9 : Schéma interne du microcontrôleur	47
Figure 4.10 : Circuit Pic 16F876/873	49
Figure 4.11 : Connexion UART entre le Bluetooth et le Pic	50
Figure 4.12 : Connexion I2C entre le Pic et le circuit SAA7128AH	50
Figure 4.13 : Schéma bloc du circuit	51

Introduction générale

L'évolution de la technologie sans fil, offre aujourd'hui de nouvelles perspectives dans le domaine de la télécommunication. L'évolution récente des moyens de communication sans fil permet la manipulation de l'information à travers des unités et calculs portables qui ont des caractéristiques particulières (une faible capacité de stockage, une source d'énergie autonome...) et accèdent au réseaux à travers une interface de communication sans fil.

Comparant avec l'ancien environnement (l'environnement statique) ; le nouvel environnement résultant appelé l'environnement mobile ; permet une unité de calcul, une libre mobilité et il ne pose aucune restriction sur la localisation des usagers. La mobilité (ou le nomadisme) est le nouveau mode de communication utilisé, engendrant de nouvelles caractéristiques propre à l'environnement mobile : une fréquente déconnection ; un débit de communication et des ressources modestes et des sources d'énergie limitées.

Les environnements mobiles offrent une grande flexibilité d'emploi. Grâce à la miniaturisation des composants et leurs intégrations ; les nouveaux réseaux sans fil ont pris de l'ampleur ces dernières années. Les plus connus sont les réseaux sans fil Bluetooth, permettant l'inter connectivité à courte distance entre différents périphériques, et sans le moindre câble, on utilisant les ondes radio. C'est une norme utilisée pour faire fonctionner des applications pour la maison, le travail et les loisirs.

Dans ce mémoire le travail est consacré aux étapes de conception d'une interface qui joue le rôle d'un adaptateur TV à base Bluetooth, car le but de ce projet est : l'envoi d'une image d'un téléphone portable et la visualiser sur la télévision.

Chapitre 1

Généralités sur les Réseaux sans fils

1- Les réseaux sans fils

1.1- Introduction

Depuis la fin du 20^e siècle, le monde a de plus en plus besoin de mobilité, de l'accès et du partage de l'information. Cette mobilité se matérialise par la miniaturisation des périphériques leur autonomie électrique (assistant personnel digital, appareil photo numérique, téléphone portable,...) cependant, au début de leur création, ces différents appareils ne pouvaient communiquer entre eux ou se connecter à des réseaux informatiques. Il a donc été rapidement implémenté dans ces appareils les technologies des réseaux sans fils.

1.2- Les différentes technologies de réseaux sans fils

Les réseaux sans fils prennent une place importante dans nos sociétés ces dernières années. Des solutions sont en cours de développement par le groupe IEEE aux Etats-Unis et de l'**European Telecommunications** Standard Institute (ETSI) en Europe.

Chacune correspond à un usage différent en fonction de ses caractéristiques (vitesse de transmission, débit maximum, coût de l'infrastructure, coût de l'équipement connecté, sécurité, souplesse d'instruction et d'usage, consommation électrique et autonomie,.....).

La figure 1.1 décrit les différentes catégories de réseaux sans fils suivant leur étendue et la figure 1.2 les différents réseaux sans fils selon leurs débits et leurs portées [1].

La présentation des différentes catégories de réseaux se limitera à la présentation des normes sans fils de l'IEEE car elles sont dominantes sur le marché de l'informatique. Les normes de l'ETSI sont plus dédiées au monde des télécommunications.

Les normes IEEE décrivent les deux premières couches du modèle OSI (Couche Physique et Couche Liaison). Les couches supérieures, couche réseaux et couche transport, définissant les protocoles devant être indépendantes de l'architecture du réseau.

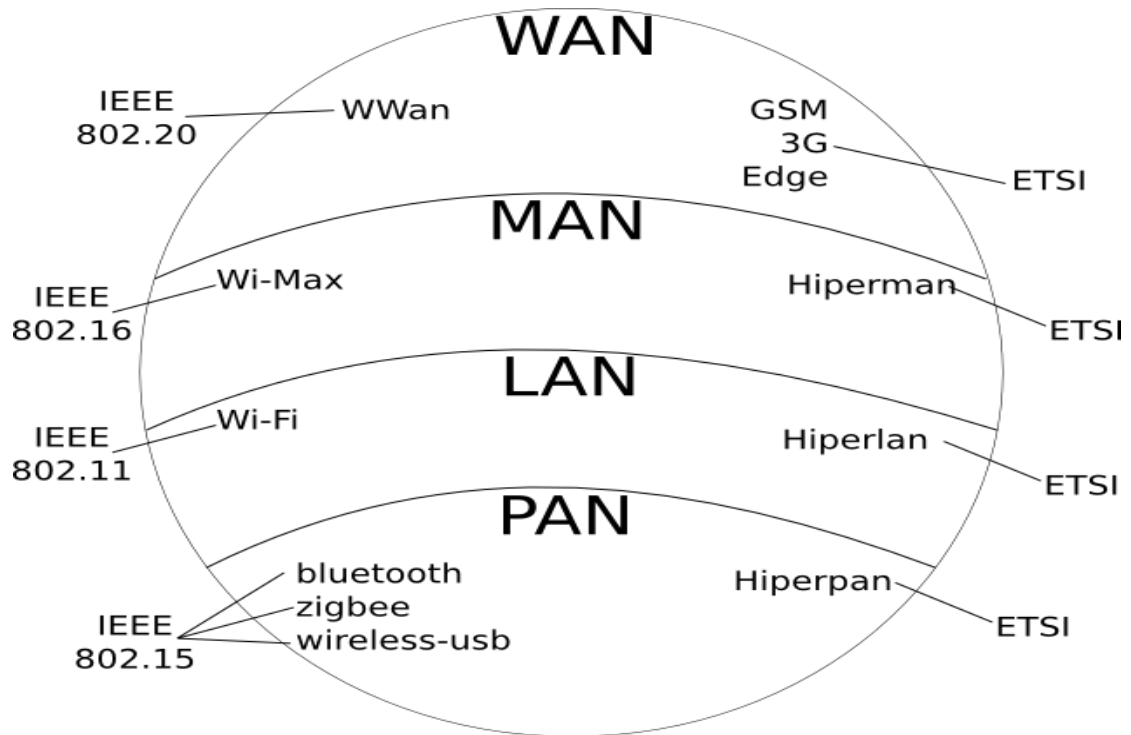


Figure I.1 décrit les différentes catégories de réseaux sans fils

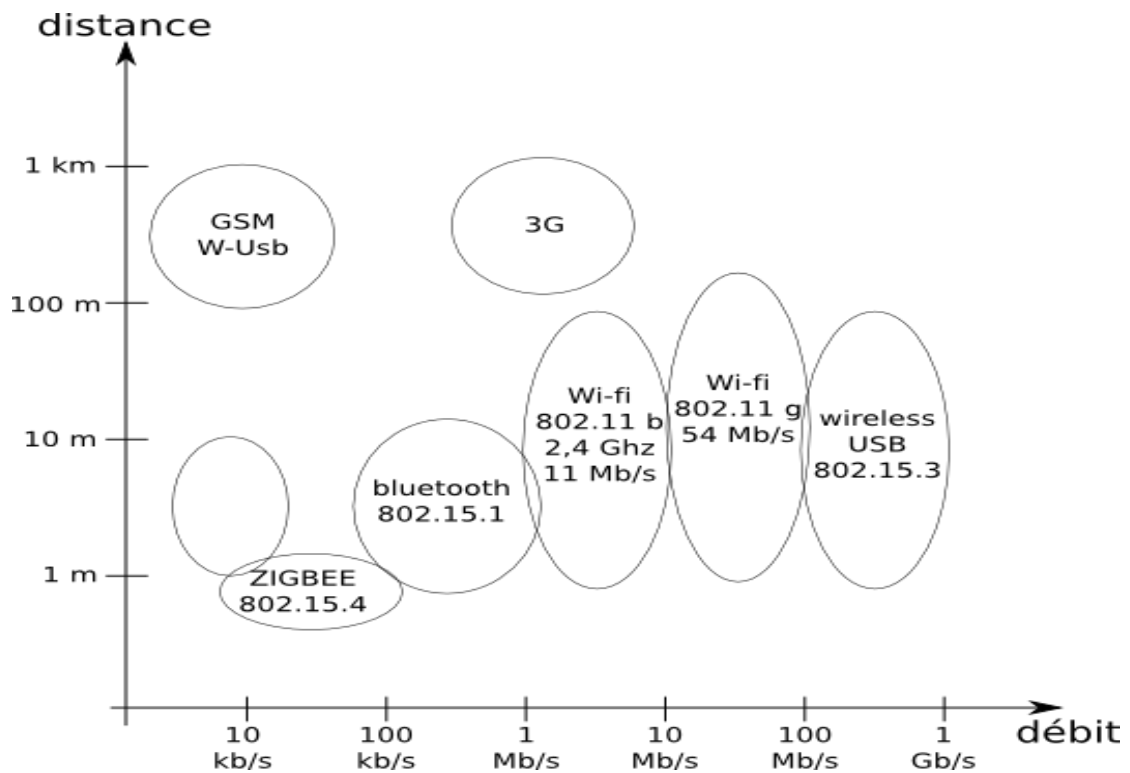


Figure I.2 les différents réseaux sans fils selon leurs débits et leurs portées

1.2.1- Les Wireless Personal Area Network (IEEE 802.15)

La norme IEEE 802.15 sert à créer de minuscule réseau sans fils, appelé WPAN (Wireless Personal Area Network). Ces réseaux de l'ordre d'une dizaine de mètres et sont prévus pour interconnecter différents périphériques autonomes entre eux. Cette norme est souvent appelée **Bluetooth**, mais ce n'est qu'une application de cette norme. En effet, la norme IEEE 802.15.1 a été adaptée à partir des spécifications Bluetooth déjà existantes. Mais la norme IEEE 802.15 est divisée en quatre parties qui normalisent des gammes de produits en parallèle :

- **IEEE 802.15.1** : définit le standard Bluetooth 1.X permettant un débit d'environ 1 Mbit/s. Ce débit est en cours d'être multiplié par 10 avec la norme Bluetooth 2.X. La norme IEEE 802.15.1 est pleinement compatible avec la version Bluetooth 1.1.
- **IEEE 802.15.2** : définit des recommandations pour l'utilisation de la bande de fréquence des 2.4 GHz (fréquence utilisée par d'autres réseaux sans fils).
- **IEEE 802.15.3** : définit la norme UWB (Ultra Wide Bande), ce standard est aussi connu sous le nom de Wimedia, géré par la Wimedia Alliance.
- **IEEE 802.15.4** : définit la norme ZigBee qui possède un débit faible mais consomme très peu d'énergie.

1.2.2- Les Wireless Local Area Network (IEEE 802.11)

La norme IEEE 802.11 sert à créer des réseaux sans fils, de la taille d'une cinquantaine de mètres. Cette norme est prévue pour transférer des gros débits et se veut le prolongement de la norme IEEE 802.3 pour les réseaux filaires afin de créer un accès permanent au réseau.

Il existe de nombreuses normes dérivées de celle-ci. Les trois plus connues sont : la norme IEEE 802.11b qui est à l'origine des réseaux à 11 Mbit/s dans la bande de fréquence des 2.4 GHz, la norme IEEE 802.11a qui offre un débit de 54 Mbit/s dans la bande de fréquence de 5.3 GHz et la norme IEEE 802.11g qui est un compromis avec les deux normes précédentes en offrant un débit de 54 Mbit/s dans la bande de fréquence de 2.4 GHz.

Il est intéressant de remarquer que certaines normes dérivées apportent de nombreuses améliorations. Ainsi, la norme IEEE 802.11i met l'accent sur la sécurité

d'authentification et le chiffrement des données. La norme IEEE 802.11n doit pouvoir atteindre des débits de 100 Mbit/s sur la bande de fréquence de 2.4 GHz. La norme IEEE 802.11e veut améliorer la qualité de service, surtout dans la transmission de la voix et de la vidéo.

1.2.3- Les Wireless Metropolitan Area Network (IEEE 802.16)

La norme IEEE 802.16 est aussi appelée Broadband Wireless Access (BWA). Elle a pour but de créer des réseaux locaux sans fils, de la taille d'une ville. Elle offre une alternative aux réseaux câblés entre différents bâtiments ou au remplacement des lignes DSL (**Digital Subscriber Line**).

Il existe plusieurs versions de cette norme. La norme IEEE 802.16 fonctionnant dans la bande de fréquence 10 à 66 GHz a besoin d'antennes en vue directe.

La norme IEEE 802.16a fonctionne quant à elle dans la bande de fréquence de 2 à 11 GHz mais ne requiert pas de vue directe pour les antennes. Cette dernière devrait permettre une desserte sur un rayon de 50 kilomètres et atteindre une bande passante totale de 70 Mbit/s. La norme IEEE 802.16c définit les profils d'utilisation dans la bande de fréquence 10 à 66 GHz comme le transport de flux audio/vidéo, la téléphonie numérique, ou les trames ATM. La norme IEEE 802.16e ajoute la mobilité à ces réseaux (**Handover**).

Enfin, la norme IEEE 802.16.2 permet l'inter compatibilité entre toutes les normes 802.16. Toutes les normes IEEE 802.16 incluent de base la notion de qualité de service permettant par exemple le transport de la voix ou de la télévision.

1.2.4- Les Wireless Regional Area Network (IEEE 802.22)

La norme IEEE 802.22 vise à des réseaux sans fils dont la taille d'une cellule est comprise entre 40 et 100 km, en utilisant la bande de fréquence VHF/UHF (Very High Frequency / Ultra High Frequency) entre 54 et 862 MHz (fréquence de télévision) sans interférer avec les canaux utilisés par la télévision. En effet, les transmissions hertziennes des chaînes de télévision sont séparées par des bandes de fréquences non utilisées. L'espace libre du spectre peut donc permettre à d'autres réseaux d'échanger des données. Pour cela, les protocoles qui implémentent cette norme ne doivent pas interférer avec les transmissions hertziennes. Il est donc prévu une auto détection des morceaux du spectre qui sont inutilisés. De même que pour la

télévision, la transmission est de type point à multipoint. Cette solution vise à couvrir au maximum le territoire avec des débits et des services de type DSL.

Ce standard doit pouvoir fonctionner avec les architectures IEEE 802 existantes, et permettre aux réseaux IEEE 802.11 d'avoir de plus gros débits et aux réseaux IEEE 802.16 d'utiliser le spectre VHF/UHF. Cette norme permet donc de fournir un accès sans fils aux régions peu peuplées avec un haut débit.

1.2.5- Les Wireless Wide Area Network (IEEE 802.20)

La norme IEEE 802.20, déjà plus connue sous le nom de MBWA (Mobile Broadband Wireless Access) est en cours de développement. Elle doit permettre de créer des réseaux métropolitains mobiles qui ont pour but de permettre le déploiement mondial de réseaux sans filss haut débit à un coût accessible et disponible partout avec une connexion permanente.

De base, cette norme utilise des bandes de fréquences avec licence en dessous des 3,5 GHz. Elle doit permettre des débits maximum par utilisateur de 1 Mbit/s en descente et terminaux à se déplacer à plus de 250 KM/h pour pouvoir être utilisé dans les trains à grande vitesse. D'autres versions sont prévues, utilisant un canal plus large de 5 MHz permettant des débits de 4 Mbit/s en descente et 1.2 Mbit/s en montée pour chaque utilisateur.

A l'inverse de l'UMTS qui fonctionne sur des terminaux centrés voix, cette norme est prévue pour des terminaux centrés sur les données, mais pouvant transférer voix et données. Elle devrait utiliser les technologies de FHSS, OFDM ou MIMO-OFDM. La qualité de service doit être implémentée pour le transport de la voix en utilisant une logique « pure IP ». Un réseau « pure IP » étant un réseau où les données, ou la voix sont transmises avec le protocole IP (Internet Protocol).

1.3- Spread Spectrum (étalement de spectre)

Spread Spectrum signifie **étalement de spectre**. Le tableau ci-dessous référence les différentes techniques d'étalement de spectre par technologie. Beaucoup des ces technologies utilisent la bande de fréquence 2.4 à 2.4835 GHz.

Cette bande de fréquence libre est appelée ISM (**Industrial, Scientific and Medical**) et peut être utilisée sans autorisation préalable.

➤ Tableau de technique d'étalement de spectre par technologie sans fils

Technologie	Type d'étalement de spectre	Fréquence de transmission	Débit maximal
IEEE 802.15.1	FHSS ET AFHSS	ISM	1 Mbit/s
IEEE 802.15.3	OFDM	ISM et 3.1 à 10.6 GHz	>110 Mbit/s
IEEE 802.15.4	DSSS	868 MHz, 3.1 MHz et ISM	250 Mbit/s
IEEE 802.11	FHSS, DSSS et IR	ISM	1.2 Mbit/s
IEEE 802.11b	DSSS	ISM	11 Mbit/s
IEEE 802.11a	OFDM	5.15 à 5.35 GHz et 5.725 à 5.825 GHz	54 Mbit/s
IEEE 802.11g	DSSS et OFDM	ISM	54 Mbit/s
IEEE 802.16	Wireless MAN-SC, OFDM et OFDMA	10 à 66 GHz et 2 à 11 GHz	155 Mbit/s
IEEE 802.20	FHSS, OFDM et MIMO-OFDM	<3.5 GHz	16 Mbit/s
IEEE 802.22	Non défini	Bandes VHF et UHF (54 à 865 MHz)	

1.3.1- Le saut de fréquence (FHSS)

L'étalement de spectre par saut de fréquence FHSS (**Frequency Hopping Spread Spectrum**) a été développé par l'armée pour la transmission de données analogiques ou numériques. L'idée de départ est de répartir le signal d'information sur une bande passante plus large pour rendre plus difficile son brouillage ou son interception. Le signal est transmis à tout le réseau (**Broadcast**) en une suite apparemment aléatoire de fréquences radio, sautant d'une fréquence à une autre par intervalle de temps fixe.

En effet, le spectre de transmission est divisé en un minimum de 75 canaux de 1 MHz chacun. Par exemple, dans la bande de fréquence 2.4 à 2.4835 GHz de la norme 802.11, le spectre est divisé en 79 canaux de 1 MHz. Le canal de transmission doit être changé au moins 2.5 fois par seconde et chaque saut doit être espacé du précédent par au moins 6 fréquences, soit 6 MHz, selon un ordre déterminé par le code d'étalement. L'émetteur et le récepteur possèdent le même code pour pouvoir

se placer simultanément sur le même canal. Ce code d'étalement est généré au début de la transmission.

L'Adaptative FHSS (AFHSS) est un dérivé du FHSS, utilisé par la technologie Bluetooth 1.2, réduisant le nombre de canaux utilisés à une quinzaine, parmi les moins utilisés de la bande de fréquence 2.4 à 2.4835 GHz. Cela permet une meilleure cohabitation entre les normes 802.11 et 802.15.

Cette technique procure plusieurs avantages car elle offre une immunité de signal aux différents types de bruits et évite la distorsion due à la propagation multi trajet. De plus, cela peut servir à dissimuler des signaux, car seul le récepteur qui connaît le code d'étalement peut récupérer les informations codées. Enfin, cela permet à plusieurs utilisateurs d'exploiter la même bande passante étalée, sans s'interférer ou très peu. Le principal inconvénient du FHSS est son débit limité à 2 Mbit/s due à la limitation de la bande passante dans les canaux de 1 MHz par la **Federal Communications Commission (FCC)**.

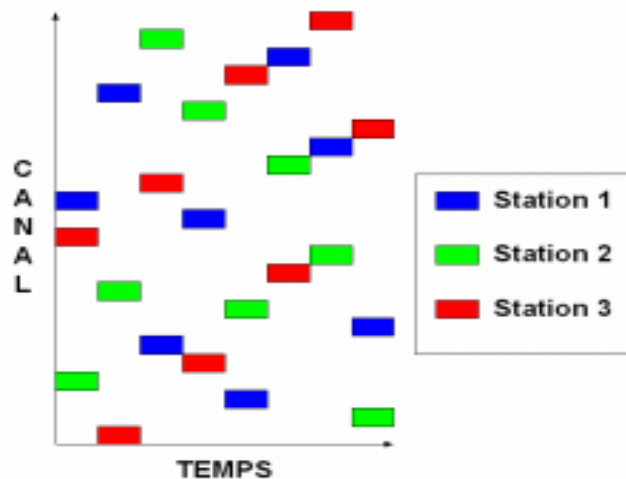


Figure I.3 : Principe de Saut de fréquence

1.3.2- La séquence direct (DSSS)

Le principe de l'étalement de spectre par séquence directe DSSS (**Direct Sequence Spread Spectrum**) est de coder chaque bit du signal d'origine par plusieurs bits dans le signal transmis à l'aide d'une séquence d'étalement appelé aussi Chipping ou séquence de Barker.

Le signal est ensuite transmis sur un canal de 20 MHz. La bande de fréquence 2.4 à 2.4835 GHz est donc découpée en 14 canaux se recouvrant car les canaux sont espacés de 5 MHz.

Grâce au DSSS, de l'information redondante est transmise, ce qui permet d'effectuer des contrôles d'erreurs sur les transmissions, voire de la correction d'erreurs. Toutefois, pour une transmission de 11 Mbit/s correcte il est nécessaire de transmettre sur une bande de fréquence de 22 MHz car, d'après le théorème de Shannon, la fréquence d'échantillonnage doit être au minimum égale au double du signal à numériser.

Selon ce principe, l'HR-DSSS (High Rate-DSSS) est un dérivé du DSSS mais la bande passante est divisée en seulement 11 canaux de 22 MHz. Pour éviter des interférences entre les transmissions en DSSS, il existe des canaux isolés 1.7 et 13 distants les uns des autres de 25 MHz pour DSSS et les canaux 1.6 et 11 distants de 30 MHz pour HR-DSSS sont généralement utilisés.

L'inconvénient du DSSS vient des perturbations du signal pouvant intervenir si deux périphériques communiquent sur des canaux qui se chevauchent.

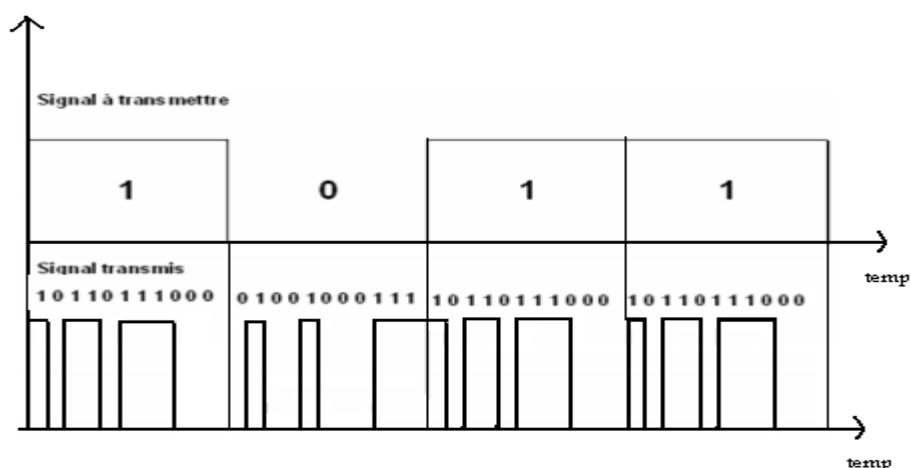


Figure I.4 : Principe de la séquence directe avec la séquence de Barker du Wi-Fi

1.3.3- Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)

L'Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) est une modulation multi porteuse. Cette technologie a été développée dans les années 60, mais prend de l'ampleur de nos jours car les techniques de traitement du signal la rendent plus réalisable. Le principe de l'OFDM est de diviser la bande passante en tranches appelées porteuses ou sous porteuses qui sont des canaux distincts pour la transmission de données. Les porteuses se distinguent les unes des autres car la crête d'une porteuse correspond à une amplitude nulle des porteuses adjacentes.

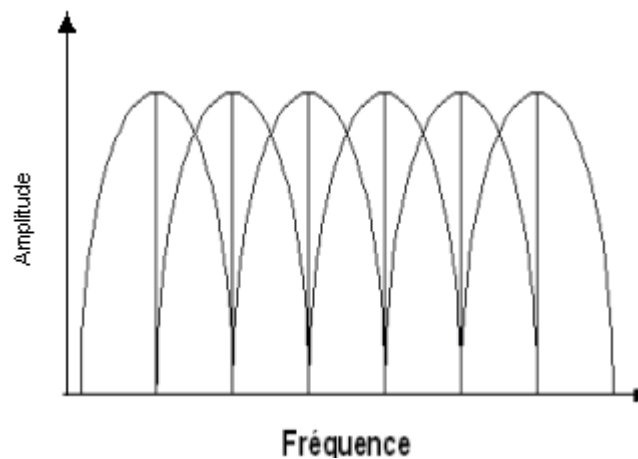


Figure 1.5 : Principe de l'OFDM

Pour cela, la technique OFDM prend le signal code chaque sous canal, et utilise la transformée de Fourier rapide inverse IFFT (**Inverse Fast Fourier Transform**) pour générer une onde composite à partir de la force de chaque sous canal. Les récepteurs font l'inverse, c'est-à-dire qu'ils reçoivent l'onde composite, et la décompose en signaux sur différents canaux en utilisant la transformée de Fourier rapide. Un des avantages de l'OFDM est sa robustesse face aux trajets multiples et son débit de transmission de données pouvant atteindre 54 Mbit/s dans la bande passante ISM. OFDM utilise le multiplexage orthogonal par division de fréquence avec 256 points. OFDMA, qui est une extension de l'OFDM, utilise les fréquences orthogonales avec multiples divisions fréquentielles avec 2048 points.

1.3.4- MIMO-OFDM

MIMO signifie Multiple Input/Multiple Output. Cette technologie est développée par le groupe IEEE 802.11n pour permettre d'atteindre des débits de 100Mbit/s. Le principe est de couvrir une zone avec plusieurs antennes côté transmetteur et récepteur. C'est un procédé de multiplexage spatial, où le débit est multiplié par le nombre d'antennes émettrices.

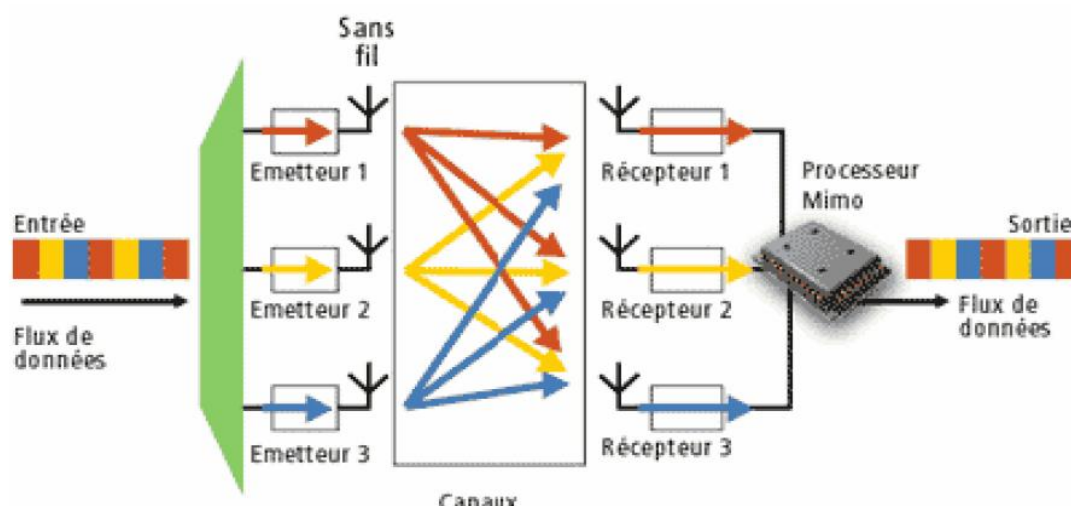


Figure I.6 : Principe de MIMO-OFDM

Le fait de transmettre sur la même bande passante, mais avec un décalage temporel, permet d'utiliser le spectre plus efficacement. Cette solution permet d'augmenter la bande passante en multipliant le débit de la transmission OFDM par le nombre d'antennes. De plus, le traitement simultané de plusieurs signaux permet de corriger les interférences multi trajet.

1.4 - Conclusion

Les réseaux sans fils prennent de plus en plus d'importance et leurs implémentations dans nos objets de tous les jours ne cessent de croître. Dans cette voie, la maison est en train de devenir communicante. Les capteurs s'occupent de la gestion de la domotique, tous les appareils électroménagers communiquent entre eux pour se transmettre des informations ou s'échanger des données comme du son ou de la vidéo. Chaque appareil peut se connecter à Internet pour se mettre à jour ou récupérer des données. Dans notre projet on utilise comme technologie de réseau sans fils la norme **IEEE 802.15**

Chapitre 2

Systeme Bluetooth et ses Applications

1- Introduction

La technologie Bluetooth est née de l'alliance d'Ericsson, IBM, Intel, Nokia et Toshiba en 1999 dans le Bluetooth **Special Interest Group** (SIG).

Elle permet l'interconnexion de différents périphériques (clavier, souris, imprimante,...) dans la bande de fréquence 2.4 à 2.4835 GHz bande de fréquence **ISM (Industrial, Scientific and Medical)**. Le Bluetooth permet de remplacer les câbles entre les différents périphériques pour plus de mobilité.

2- Principe de fonctionnement

Les appareils compatibles Bluetooth communiquent en utilisant les ondes radio sur les fréquences comprises entre 2400 et 2483.5 MHz. Le débit théorique est de **1 Mb/s**. L'envoi des informations s'effectue par paquets de donnée entourés de blocs de contrôle. Ces blocs de contrôle permettent la mise en réseau des appareils à distance suffisante, le bon acheminement des données et la correction d'éventuelles erreurs de transmission. Pour pouvoir communiquer entre eux, les appareils doivent se trouver à une distance maximum de 10 mètres. Il peut y avoir jusqu'à 8 appareils chaînés pour former un petit réseau (nommé pico réseau ou piconet). Il est cependant possible de connecter entre eux ces piconets pour former des réseaux plus grands nommés **scatternets**. Certains appareils Bluetooth pourront donc servir de passerelle.

3- Les spécifications techniques Bluetooth

Bluetooth se base sur les ondes hertziennes pour communiquer. Celles-ci sont situées autour de 2.4GHz. Plus exactement, un appareil Bluetooth doit avoir la capacité de balayer toute une plage de fréquences : [2400 - 2483.5 MHz]. Des canaux de communication sont définis sur toute l'étendue de cette plage par tranches de 1 MHz. Ceci fait donc environs 80 canaux distincts. Le changement de fréquence est également appelé saut de fréquence (frequency hopping). Ces sauts de fréquence ont lieu 1600 fois par secondes. Entre chaque saut de fréquence, on trouve des plages de quelques micros secondes durant lesquelles des paquets peuvent être envoyés. Ces plages sont appelées " slots ".

4- Piconet et Scatternet

Les machines d'un réseau Bluetooth se rassemblent en sous réseaux appelés « Piconets ». Dans un Piconet, une des machines joue le rôle de maître, et gère à ce titre l'horloge et les sauts de fréquence. Chaque maître peut accueillir jusqu'à 7 esclaves actifs, soit 8 appareils actifs maximum par Piconet. Plusieurs Piconets adjacents constituent un "Scatternet" et peuvent interagir. Une machine peut ainsi être esclave d'un Piconet et maître d'un autre. La figure7 montre un exemple d'organisation de Piconets et Scatternets .

Deux points sont à souligner :

- ✓ Le protocole Bluetooth considère comme maître le premier composant qui lancé une demande de connexion. Ainsi, n'importe quel composant d'un Piconet peut devenir le maître.
- ✓ Une fois un Piconet constitué, suite à une période de repos, un composant esclave peut être élu maître et un composant maître peut devenir esclave (Scatternet). [2]

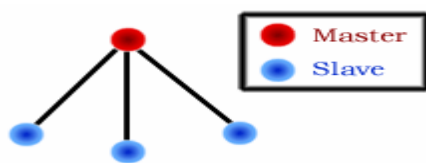


Figure II.1 : Maître/Esclaves

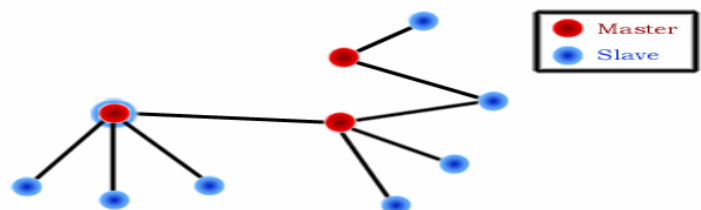


Figure II. 2 : Architecture d'un Scatternet

4.1- Saut de fréquence (FHSS)

Le FHSS est une technique qui utilise le saut de fréquence. Elle consiste à diviser la bande passante disponible en 79 sous canaux, de 1 MHz de largeur de bande offrant, chacun un débit d'au moins 1 MB/s avec codage binaire. L'émetteur et le récepteur s'entendent sur une séquence de sauts de fréquence porteuse pour envoyer les données successivement sur les différents sous-canaux, ce qui sert à ne pas utiliser (temporairement) les sous-canaux fortement perturbés. La séquence de sauts est calculée pour minimiser la probabilité que deux émissions utilisent le même sous-canal.

5- Description des liens physiques

Les appareils Bluetooth doivent respecter un standard de communication. Ce standard est basé sur le principe des paquets. Ces derniers constituent la brique de base de la communication entre les appareils Bluetooth.

Il existe deux façons de transporter les paquets dans cette norme ; le transport connecté synchrone orienté (ou SCO) et le transport asynchrone non connecté (ou ACL) :

✓ Les liens de connexion SCO :

Ces liens sont des connections symétriques (full duplex) point à point entre un maître et un seul esclave au sein d'un pico réseau. Le maître maintient ce lien via des "slots " qu'il réserve et qui reviennent à intervalles régulières. Dans ce cas, on travaille en mode circuit. C'est la régularité du débit de ce mode qui le rend idéal pour le transport des données de type vocales. Un maître peut supporter jusqu'à trois liens de communication SCO simultanément. Un esclave peut lui en supporter trois avec le même maître ou deux avec des maîtres différents. Le maître peut envoyer des informations à un débit de 723,2Kb/s tandis que l'esclave peut transmettre à un débit de 57,6Kb/s vers le maître. Les paquets de type SCO ne sont jamais retransmis.

✓ Les liens de connections ACL :

Ce sont des connections point à multi point entre le maître et tous les esclaves de son pico réseau, un débit de 64Kb/s. Dans les " slots " qui ne sont pas réservés pour les liens SCO, un maître peut établir un lien ACL avec un esclave, même avec ceux déjà impliqués dans une connexion de type SCO. Ce mode permet donc la commutation de paquet. La sous adresse de la partie Header d'un paquet définit l'unité Esclave destinataire de ce paquet ; Si la sous adresse n'est constituée que de 0, alors toutes les unités Esclaves sont destinataires ; c'est un paquet de type broadcaste La retransmission peut être utilisée avec ce type de paquet.

✓ Combinaisons de liens :

Ces combinaisons peuvent aller d'un lien SCO full-rate (ou de trois liens SCO third-rate) sans lien ACL jusqu'à un lien ACL full-rate sans lien SCO.

6- Les paquets Bluetooth :

6.1- Découpage d'un paquet

Le format standard des paquets est le suivant

72 bits	54 bits	[0 - 2745 bits]
Code d'accès	Entête	Corps du message

Figure II.3 : Format d'un paquet Bluetooth

- Les 72 premiers bits transport des codes d'accès, synchronisation entre les composants Bluetooth.
- Les 54 bits d'entête adresse d'un nombre actif du piconet
 - Numéro du code
 - Contrôle de flux
 - Demande d'acquittement
 - Contrôle d'erreur
- 0-2745 bits de données dont un bit de détection d'erreur

6.2- Types de paquets

- **Les paquets standards :** Ils sont utilisés dans les opérations "administratives N'entend parler que le contenu de ces paquets est dédié à la gestion des connections entre les appareils.

- **Les paquets SC:** Comme son nom l'indique, ce type de paquet est utilisé pour les communications de données de type SC.

- **Les paquets ACL:** Il existe également des paquets spécifiques au mode de transmission de données ACL.

Pour chacun de ces types, plusieurs sous catégories existent. Les différents types de paquets qui en découlent se sont vus attribuer une nomenclature. on distingue dans cette nomenclature les paquets suivants :

- **Les paquets DV :** Pour " Data Voice packet ". Ce type hétéroclite permet de transporter à la fois des données et de la voie.

- **Les paquets DM x :** Pour "Medium Data rate packet". Ce type de paquet n'est disponible qu'en mode ACL. Cette dénomination est due au fait que le corps de

ce type de paquet est toujours encodé afin d'obtenir de la redondance (prévention d'erreur).

- **Les paquets DH x** : Pour " High Data rate packet". Ce type de paquet n'est également disponible qu'en mode ACL. Son nom vient du fait qu'aucun encodage de prévention d'erreur n'est employé, d'où un meilleur taux de transfert.

- **Les paquets HV y** : Pour " High quality Voice packet ". Ce type de paquet n'est disponible qu'en mode SCO. Ces paquets n'utilisent pas de CRC dans leur corps.

Le x dans les notations " DM x " et " DH x " remplace un des chiffres suivants : 1,3 ou 5. Ce chiffre représente le nombre de slots sur lesquels ce paquet s'étend. Par exemple les paquets de type DM3 s'étalent sur 3 slots.

Le y dans la notation " HV y " permet de préciser quel type de prévention d'erreur est utilisée:

- y = 1 <=> 1/3 FCE,
- y = 2 <=> 2/3 FCE,
- y = 3 <=> lorsqu'il n'y a pas de protections mise en place.

7- Les protocoles de connexion Bluetooth

Lorsqu'aucune connexion n'est établie dans le réseau, tous les périphériques sont en mode STANDBY. Dans ce mode, une unité non connectée " écoute " les messages périodiquement toutes les 1.28 secondes. La procédure de connexion est initiée par n'importe quelle unité du réseau, celle-ci devenant alors Maître.

Afin d'expliquer le fonctionnement du protocole Bluetooth lors d'une connexion, nous allons prendre un exemple simple. Soit deux terminaux Bluetooth notés **M** et **E**. Ici **M** jouera le rôle du maître et **E** celui de l'esclave.

Le maître et l'esclave sont au début de notre exemple dans un état dit passif. La puce **M** va initialiser un lien avec la puce **E**. L'état passif pour une puce Bluetooth signifie principalement une consommation d'énergie réduite. Dans un état passif il existe plusieurs sous états. Ceux-ci servent durant l'établissement d'une connexion.

Le schéma suivant permet de mieux comprendre **le mécanisme de connexion** :

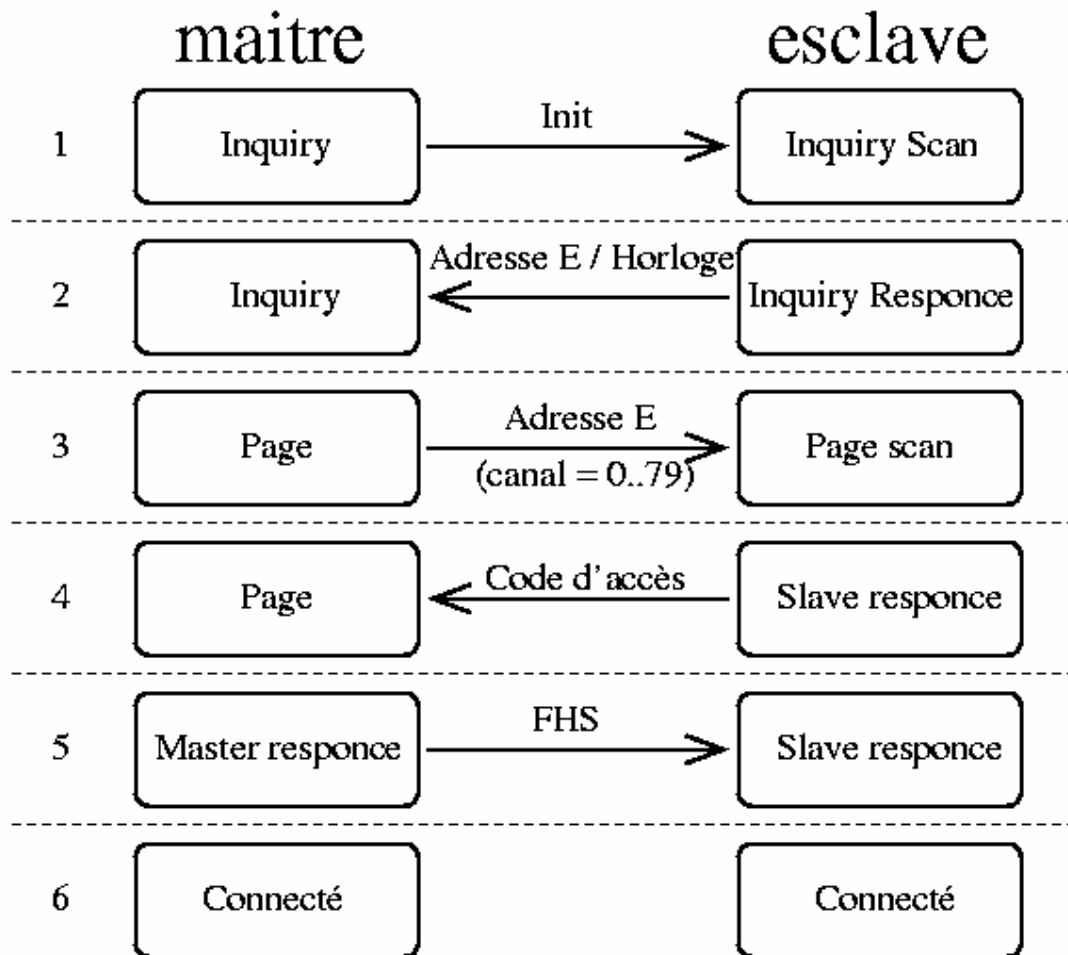


Figure II.4: Mécanisme de connexion

Une connexion est établie par un message de type PAGE si l'adresse de l'unité à connecter (Unité Esclave) est connue ou alors un message de type INQUIRY (demandant à toutes les unités de répondre) suivi d'un PAGE si l'adresse n'est pas connue.

Au début du processus, le maître **M** doit se trouver dans le sous état " **Inquiry** " et l'esclave **E** dans l'état " **Inquiry scan** " :

1- Etant dans l'état " **Inquiry** ", **M** envoie un signal pour prévenir **E** qu'il souhaite initialiser une connexion. **E** se trouve alors dans l'état " **inquiry scan** ".

2- Si **E** se trouve à portée et qu'il est dans l'état " **Inquiry scan** ", il passe alors dans le sous état " **Inquiry responce** " puis répond effectivement au maître. La réponse de **E** comporte entre autre son adresse (adresse MAC sur 48 bits) ainsi que des informations sur son horloge.

3- Une fois que **E** a envoyé sa réponse, il passe dans l'état "**Page Scan**". Il se met ensuite en attente d'un message comportant sa propre adresse sur un des 80 canaux existants. Lorsque **M** reçoit le message réponse de **E**, celui-ci passe dans l'état "**page**". C'est à dire que **M** stocke les informations reçus (Pagination). Ces informations permettent à **M** d'avoir conscience de la présence de **E**. Lorsque **M** souhaite poursuivre le processus de connexion, celui-ci renvoie un message réponse en y plaçant l'adresse de **E**. Ce message est renvoyé plusieurs fois sur tous les canaux.

4- Lorsque **E** voit une réponse à son nom arriver, il se place dans le sous état "**Slave response**" puis renvoie un message réponse à **M** en y joignant son code d'accès.

5- De son côté, **M** une fois ce code d'accès récupéré, se place alors dans un état "**Master response**" et renvoie un paquet de type FHS à **E**. Ce paquet de type FHS (**Frequency Hopping Synchronisation**) permet à **E** de se synchroniser avec **M**.

6- Une fois ce dernier message envoyé, **M** passe dans l'état "**Connecté**". De même, lorsque **E** reçoit ce message il passe aussi dans l'état "connecté".

Ici l'état "**Connecté**" n'est pas un sous état. Pour vérifier que la connexion s'est bien passée, le maître envoie un paquet de type POLL et attend en retour n'importe quel type de paquet. Si une connexion s'est effectivement bien passée, l'esclave est synchronisé avec son maître et se trouve sur le bon canal de communication.

Le temps de connexion est typiquement de 0.64 s (ceci s'applique lorsque l'adresse de l'unité en question est connue et que 5 heures ne se sont pas écoulées avant la dernière connexion). Moins d'une seconde étant nécessaire pour débiter une transmission, il n'est donc pas utile qu'une unité soit connectée en permanence. C'est pourquoi, lorsqu'une unité n'est pas active, celle-ci est placée dans un mode de repos (mode **STANDBY**) où seul un **Low Power Oscillator** (LPO) fonctionne. Ceci est bien entendu bénéfique pour la durée de vie des batteries.

Ainsi, une fois qu'un esclave est dans un état "**Connecté**", celui-ci peut à nouveau se trouver dans plusieurs sous états :

- **Sous état actif** : en mode actif, le maître comme l'esclave participe activement à la communication sur le canal (écoute, envois de paquets, réception).
- **Sous état suspendu (hold)** : dans un état suspendu, un esclave ne peut plus recevoir que des messages de type SCO. Cet état dure pendant N slots. Ce dernier coefficient est fixé par le maître. Les messages de type SCO arrivants à intervalles réguliers, l'esclave peut s'endormir lorsqu'il n'est pas susceptible d'en recevoir. Ceci permet d'économiser de l'énergie.
- **Sous état parké (park)** : Un esclave dans cet état est très peu actif (économie d'énergie). Lorsqu'un esclave est dans l'état parké celui-ci ne reçoit plus du tout de messages ni n'en envois. Sa seule activité est de se réveiller de temps en temps pour se synchroniser avec le maître grâce à des "balises" que celui-ci envoi régulièrement. Cet état passif permet de libérer une des 7 places disponibles dans un pico réseau. Plus de 7 périphériques Bluetooth peuvent ainsi cohabiter au sein d'un même pico réseau en jouant avec cette possibilité.
- **Sous état tâtonnage (sniff)** : Dans le sous état tâtonnage, un esclave peut alterner N slots d'état endormis (économie d'énergie), et K slots d'états actifs.

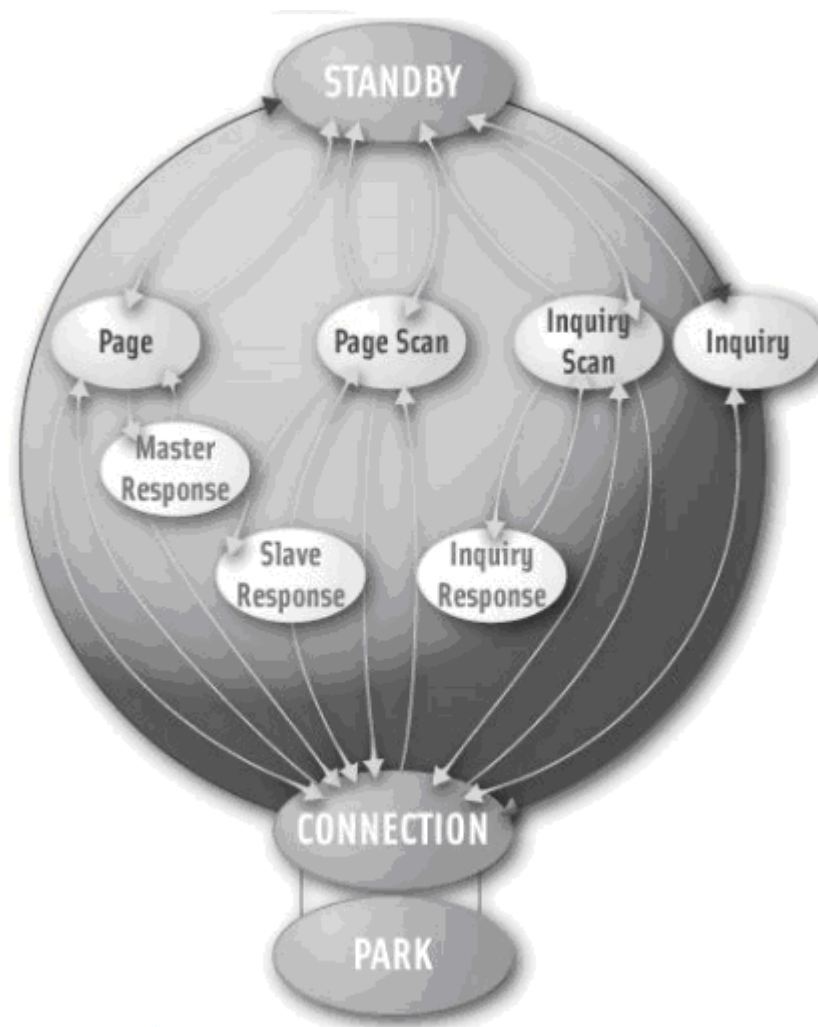


Figure II.5 : Diagramme de transmission d'état des équipements Bluetooth

8- Architecture Bluetooth

8.1- Définition du canal de communication

Le canal de communication est représenté par une séquence pseudo aléatoire de sauts de fréquences sur 79 canaux RF. La séquence de sauts de fréquences est unique par piconet et elle est déterminée par l'identité Bluetooth de l'unité Maître. Le canal de communication est lui-même divisé en time slots où chaque slot correspond à un saut de fréquences donc à un canal Radio Fréquence (RF). La fréquence nominale des sauts est de 1600 sauts/s. Toutes les unités Bluetooth constituant un piconet sont synchronisées sur la même séquence de sauts du canal de communication.

8.2 - Bande de fréquences et canaux RF

Bluetooth opère dans la bande des fréquences ISM c'est à dire des 2.4 GHz. Dans la plupart des pays du monde, une bande de 83.5 MHz est disponible avec 79 canaux RF séparés de 1 MHz. Aujourd'hui tout est mis en oeuvre afin que tous les pays travaillent dans la même plage de fréquence. Malheureusement l'harmonisation complète n'existe pas encore.

8.3- Technique de modulation

La transmission de données se fait avec un débit brut de 1 Mb/s.

La modulation employée est de type GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) [3] avec un produit BT (Bandwidth Time) de 0.5. Ce qui signifie qu'un élément binaire de valeur 1 se traduit par une déviation de fréquence positive tandis qu'un élément binaire de valeur 0 se traduit par une déviation négative. La déviation de fréquence maximale étant entre 140 kHz et 175 kHz.

8.4- Structure des trames

Le canal de communication est divisé en time slots numérotés d'une durée de 625 μ s chacun. La méthode de multiplexage utilisé est le TDD (Time Division Duplex), c'est à dire que les unités Maître et Esclaves transmettent alternativement (une unité Maître transmet dans les slots pairs et les unités Esclaves dans les slots impairs). La trame TDD a une durée de 1.25 ms. Les transmissions effectuées par les unités Bluetooth sont effectuées par paquets. Un paquet correspondant aux données transmises et reçues par les différentes entités Bluetooth. En termes de timing un paquet correspond à la juxtaposition de 1 à 5 time slots consécutifs. Lorsqu'un paquet a une taille de 1 slot on parle de transmission/réception single slot, et lorsqu'un paquet possède une taille supérieure à 1 time slot (3 ou 5 slot), on parle de Multi-slot. Le saut de fréquence appliqué au paquet est celui du premier slot de ce paquet.

8.5- Pile de protocol Bluetooth

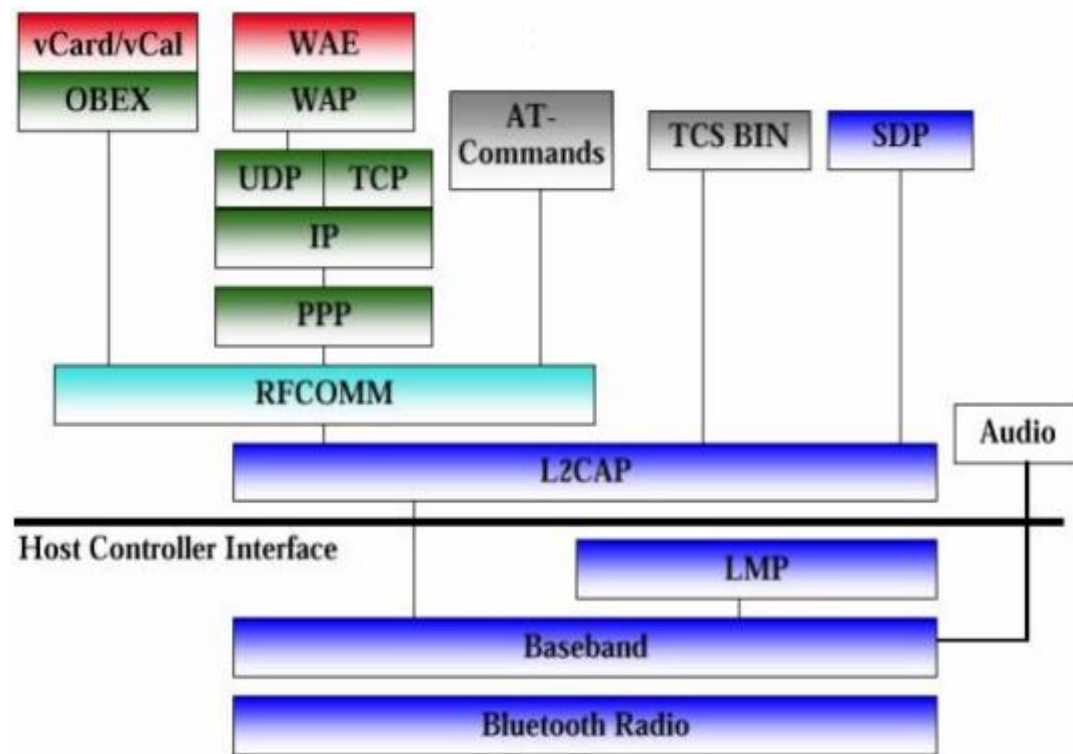


Figure II.6 : Pile de protocole Bluetooth

- Système de communication Bluetooth (seul) : Bluetooth Radio, Baseband, LMP, L2CAP et SDP.
- Protocoles de communication avec la téléphonie (Se sert de la partie Audio) : AT-commands, TCS BIN.
- Protocole simple de transmission de données. RFCOMM, sert entre autre à l'émulation de ports série.
- Protocoles adoptés par le système Bluetooth : PPP, IP, UDP/TCP, WAP et OBEX.
- Applications de haut niveau : vCARD/vCal et WAE.

9- Composants des systèmes Bluetooth

On peut dénombrer plusieurs composants indispensables dans un système Bluetooth :

- **L'antenne de réception/émission des fréquences radio :**

Ce composant n'a pas de spécifications générales pour tous les systèmes. L'antenne dépend du type d'appareil sur lequel Bluetooth est implémenté. C'est pour cela qu'elle n'est pas représentée sur la **figure 6**.

- **Système radio et Base band :**

Il s'agit ici, de la partie liaison physique avec la couche de plus bas niveau (Bluetooth Radio) et la deuxième couche (Base band).

- La couche radio est destinée à émettre et recevoir les ondes radio des systèmes environnant. Elle fait la conversion des ondes radio (dont la fréquence de base est 2.4 GHz) en signaux électriques utilisables par la couche supérieure (Base band).

- La couche Base band inclue des routines de liaison bas niveau servant à établir les communications entre les systèmes Bluetooth. Elle permet, entre autre, le contrôle des liaisons entre une ou plusieurs unités Bluetooth, la définition des paquets de données, la détection et la correction d'erreurs de bas niveau, la gestion des canaux logiques et la gestion des intervalles de temps de transmission.

- **Couches de protocole logiciel (bas niveau) :**

Ces différentes couches logicielles peuvent être perçues comme des drivers. Elles permettent de faire la liaison entre les couches supérieures et la partie matérielle (Radio et Base band). Les couches à prendre en compte, ici, sont les suivantes :

- Gestion des liaisons (Link Manager et le protocole LMP).

- Contrôle des liens logiques et adaptation des protocoles (Logical Link Control and Adaptation Protocol : L2CAP).

- Interface de contrôle de l'hôte (Host Control Interface : HCI).

- Protocole de découverte de service (Service Discovery Protocol : SDP).

- **Autres couches de protocole logiciel (moyen niveau) :**

- Pour la couche TCS BIN (Telephony Control protocol Specification BINARY), il s'agit d'un protocole permettant de communiquer avec des outils de téléphonie, téléphone portable par exemple, possédant la technologie Bluetooth. Il permet de transmettre la voix (via la passerelle Audio) et des données.

- La couche AT-Commands sert à communiquer avec des appareils de type modem, téléphones mobile acceptant les commandes AT et les FAX (compatibilité avec plusieurs classes). Cette couche communique avec la couche inférieure (RFCOMM)

décrite ci-dessous. - Le protocole RFCOMM sert à transmettre des données aux couches de haut niveau. De plus, ce protocole permet l'émulation de liaison série du type RS232 pour tout types d'applications. Notamment, pour la communication avec des commandes AT.

• **Protocoles et Applications de haut niveau :**

Certaines couches protocolaires ont été ajoutées par le système Bluetooth afin de permettre aux applications traditionnelles, exemple transfert de fichier, de fonctionner indépendamment des systèmes Bluetooth. (Voir section suivante : les profils).

10- Les profils

Un profile définit un ensemble de composantes protocolaires (SDP, RFCOMM....) nécessaires à la mise en œuvre d'applications Bluetooth. A l'heure actuelle, plusieurs profiles ont été spécifiés par le Bluetooth SIG (Special Interest Group). De façon générale, un profile doit être compris comme étant la définition de l'application.

Ce profile offre la possibilité d'un transfert de données d'une unité Bluetooth vers une autre.

11- Mécanismes de lutte contre les interférences :

Pour lutter contre les interférences (par exemple les interférences provenant des fours à micro-ondes qui se trouvent dans la même bande de fréquences), Bluetooth utilise la technique de saut de fréquences. C'est à dire que la porteuse (Fréquence modulée par les données à transmettre) change de fréquence à un rythme de 1600 sauts par seconde. La totalité du spectre disponible dans la bande ISM 2.4 GHz est utilisée avec 79 sauts espacés de 1 MHz, cette technique étant la même que celle définie dans la norme IEEE 802.11. Le mécanisme de saut de fréquences est complété par l'utilisation de mécanismes de correction d'erreurs tels que:

- Le fast ARQ (Automatic Repeat reQuest)
- Le CRC (Cyclic Redundancy Check)
- Ainsi que le FEC (Forward Error Correction) pour les données.

Tous ces mécanismes ont pour but de rendre le lien radio très robuste autant pour la voix que pour les données.

12- Conclusion

Nous pouvons dire aujourd'hui que Bluetooth a réalisé ses objectifs, c'est-à-dire, définir un standard permettant la communication sans fil entre des éléments aussi diverses que variés.

Chapitre 3

La Norme de Codage Audiovisuel MPEG4

1 - Introduction

Diffusion, des télécommunications et de l'informatique deviennent moins nettes. Certaines applications apparaissent qui diffusent de la vidéo sur tous types de réseaux, y rajoutent des possibilités d'interactivité, etc., et bien qu'encore mal défini, ce marché dit du multimédia paraît gigantesque. MPEG-4 se propose de standardiser une représentation des données audiovisuelles permettant cette convergence.

2- Principes du MPEG4

Créé en 1998, la norme MPEG4 a pour but de trouver un compromis entre qualité et taille des fichiers. En effet, les flux MPEG1 possédaient une taille raisonnable, mais une mauvaise qualité. Inversement le MPEG2 possède une très bonne qualité mais la taille des fichiers est énorme, en particulier si l'on veut faire circuler ceux ci sur un réseau. Les fichiers MPEG4 sont prévus pour pallier ces deux problèmes.

MPEG 4 est conçu pour le contenu de scènes comprenant un ou plusieurs objets audio-video. Contrairement à MPEG2 qui visait uniquement des usages liés à la télévision numérique (diffusion DVB et DVD), les usages de MPEG 4 englobent toutes les nouvelles applications multimédias comme le téléchargement et le Streaming sur Internet, le multimédia sur mobile, la radio numérique, les jeux vidéos, la télévision et les supports haute définition.

MPEG-4 se décompose en une suite de normes, des parties, qui spécifient un type de codage particulier. Dans chaque partie plusieurs profils (collection d'algorithmes) et niveaux (contraintes quantitatives) sont définis. Un consortium industriel désirant utiliser MPEG-4 choisit une ou plusieurs parties de la norme et, pour chaque partie, il peut sélectionner un ou plusieurs profils et niveaux correspondant à ses besoins [4].

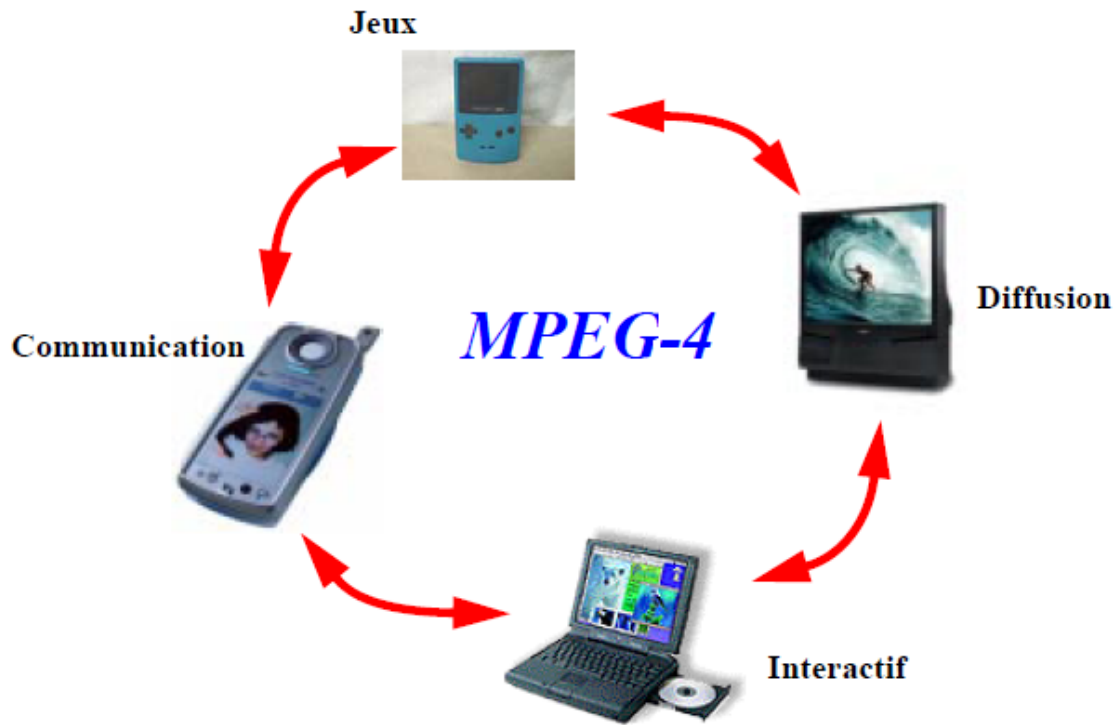


Figure III.1 : Domaine d'application de la norme MPEG 4

3 - Compression vidéo

L'objectif d'un système de compression est de réduire la quantité d'information à transmettre ou stocker tout en préservant le contenu visuel du signal. L'algorithme met à profit les redondances qui existent naturellement dans un signal et donc met en œuvre des méthodes spécifiques de codage qui permettront de supprimer ces redondances. Dans un signal vidéo, les redondances sont de deux types [5].

3.1- Redondances spatiales

Les valeurs des pixels dans une même image ne sont pas indépendantes. On mettra donc à profit cette corrélation par l'utilisation d'une transformée orthogonale puis codage des coefficients pour compresser le signal. Ce codage, appelé « Intra », cette corrélation est variable en fonction du contenu de l'image : des sources vidéo avec beaucoup de détails visuels contiennent assez peu de redondances spatiales. La compression du signal mettant à profit ce type de redondance étant dans ce cas peu efficace, le codeur introduira plus de défauts provenant de la quantification.

3.1.1- Codage/décodage Intra

➤ Conversion de format

L'image vidéo d'entrée est constituée par un ensemble de pixels représentant les composantes luminances (Y) et chrominance (C_r et C_b). L'image de taille rectangulaire a une dimension variable.

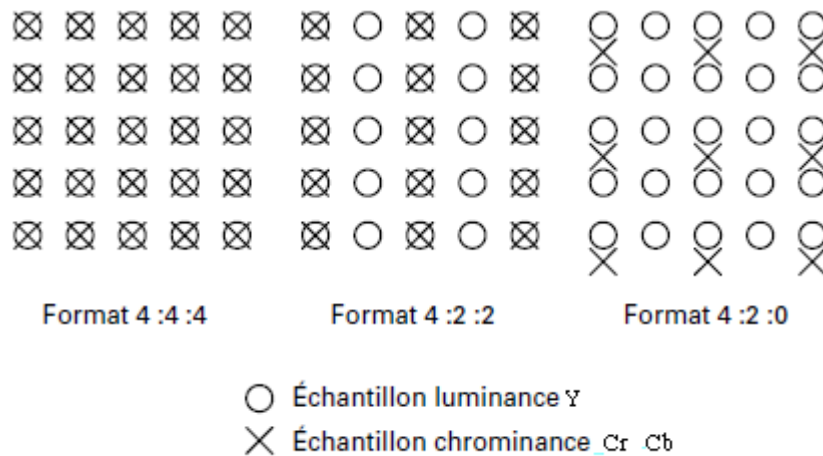


Figure III.2 : Structure d'échantillonnage du signal vidéo

Cette liste n'est bien entendu pas limitative : en théorie, les normes MPEG permettent le codage d'un format quelconque d'image de dimension n*m. Seule la définition des niveaux de codage restreint cette liberté.

Avant le processus de compression lui-même, plusieurs modifications du format de la source peuvent s'avérer souhaitables ou même nécessaires.

✓ Conversion 4 :2 :2/4 :2 :0

La plupart des signaux vidéo générés par les caméras ont un échantillonnage de la chrominance de type 4 :2 :2 : un pixel C_r et C_b pour deux pixels Y dans la direction horizontale et un pixel C_r et C_b pour chaque pixel Y en vertical. La plupart des modes de codage MPEG sont de type 4 :2 :0 (Un pixel chrominance pour deux de luminance dans les deux directions). Il est donc indispensable d'opérer par filtrage, puis sous échantillonnage une conversion 4 :2 :2/4 :2 :0 des composantes chrominances. La norme MPEG définit la position respective des échantillons de chrominance par rapport à la luminance.

✓ **Sous échantillonnage horizontal ou vertical**

Pour des raisons de qualité du signal décompressé, il peut s'avérer préférable de diminuer la résolution du signal. En effet, si le débit alloué sur le canal est faible, la diminution de la quantité de signal à coder, par filtrage passe-bas et sous échantillonnage, permet de limiter les effets de blocs provoqués par une quantification trop élevée. On substitue donc des défauts de codage par un flou de l'image qui, en général, est mieux accepté par l'oeil humain.

✓ **Formatage des données**

Avant compression, le signal est organisé par niveaux hiérarchiques. Dans le cas d'un signal entrelacé, l'image peut d'abord être séparée en deux trames codées séparément.

L'image ou trame est constituée de rangées horizontales, chacune contenant 16 lignes de pixels. Dans chaque rangée on trouvera des Macroblocs, chacun étant de dimension 16*16.

Un Macrobloc est organisé en 4 blocs de luminance et en 2, 4 ou 8 blocs de chrominance selon le type d'échantillonnage (figure 17). Dans un schéma de compression d'un signal entrelacé, on peut être amené à formater les données en mode image ou trame dans un Macrobloc. Dans le premier cas, les deux parties du Macrobloc correspondant aux deux trames restent entrelacées dans des blocs communs. Dans le mode de codage de type trame, les deux trames sont séparées dans le Macrobloc : deux blocs de luminance correspondent à la trame paire et deux autres à la trame impaire (figure 18). Ce choix, quand il est autorisé, peut se faire à chaque Macrobloc, un bit dans le flux binaire indiquant le mode sélectionné. En règle générale, il est préférable de passer en mode trame pour une image comportant du mouvement, la cohérence entre les trames étant faible, alors que le mode image est plus efficace quand le mouvement est faible, car il existe une forte cohérence entre les deux trames.

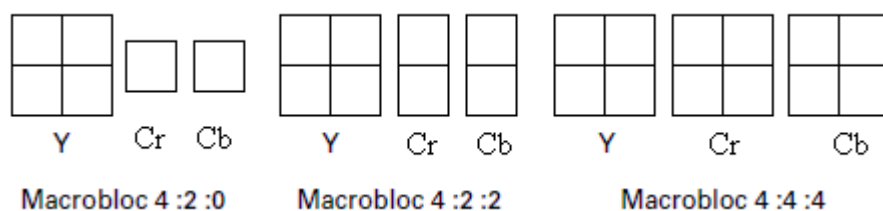


Figure III.3 : Organisation des Macroblocs selon la structure chrominance

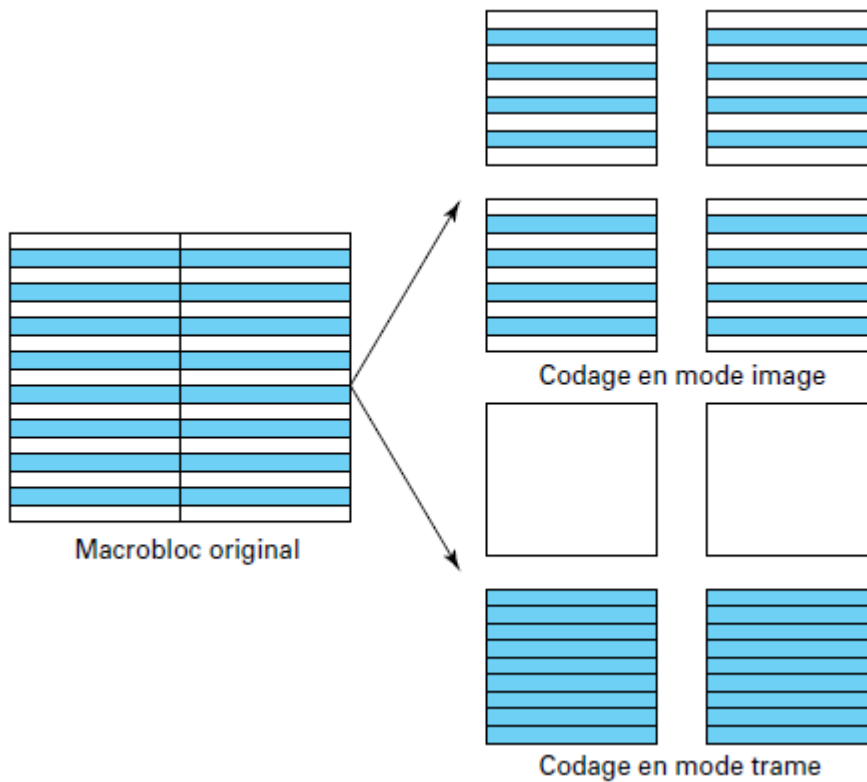


Figure III.4 : Formatage des données Macroblocs en mode trame ou image

➤ **DCT et DCT inverse**

L'objectif fondamental de la compression du signal vidéo est de réduire les redondances spatiales. La transformée en cosinus discret (**Discrete Cosines Transform. DCT**) est l'élément essentiel de ce processus.

La DCT est une transformée orthogonale en fréquence définie comme suit :

$$f(x, y) = \frac{2}{N} \sum_{U=0}^{N-1} \sum_{V=0}^{N-1} C(U)C(V)F(U, V) \cos \frac{(2x+1)U\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)V\pi}{2N}$$

La transformée inverse est définie comme suit :

$$f(x, y) = \frac{2}{N} C(U)C(V) \sum_{U=0}^{N-1} \sum_{V=0}^{N-1} F(U, V) \cos \frac{(2x+1)U\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)V\pi}{2N}$$

$$C(U), C(V) = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ Pour } UV=0$$

$$C(U), C(V) = 1 \text{ Pour } U \text{ ou } V \neq 0$$

Un bloc de dimensions est donc transformé dans la phase de codage en un bloc de mêmes dimensions contenant les coefficients DCT. Le coefficient de la première colonne et première ligne correspond à la composante continue appelée DC (attention, seuls les coefficients issus d'un codage Intra sont appelés DC : après un codage Inter, le coefficient correspondant à la composante continue perd cette appellation).

Ensuite, chaque coefficient appelé AC représente la contribution du bloc dans la composante DCT correspondante. Le déplacement vers la droite indique une augmentation de la fréquence horizontale, de même pour la dimension verticale de haut en bas. La transformée permet de concentrer l'énergie du bloc codé sur certains coefficients.

Ses avantages comparés à d'autres transformations du même type (Hadamard, Fourier...) résident dans les points suivants : simplicité d'implémentation dans des systèmes numériques (calcul de la DCT et inverse en mode papillon), bonnes performances en terme de concentration de l'énergie et résultats de la transformée en valeurs réelles. Le choix de la dimension pour les codages de type MPEG provient d'un compromis entre les différents avantages et désavantages correspondant à des dimensions plus ou moins petites.

L'augmentation de la taille du bloc tend à améliorer l'effet concentrateur d'énergie de la DCT. En revanche, dans le même temps, on observe des effets provenant des défauts de quantification plus gênants et la cohérence de l'information dans un bloc plus grand tend à diminuer. Il est important de noter que la DCT en tant que telle n'est pas une opération de compression. Au contraire : les pixels en entrée sont codés sur 8 bits alors que la sortie est codée sur 11 bits pour le DC et 12 bits pour les coefficients AC.

L'opération de compression se fait par la :

➤ **Quantification**

L'opération de quantification est la première étape du processus de compression de l'information. Le coefficient DCT est quantifié de façon à réduire la dynamique du signal à coder. Celui-ci sera restitué dans le décodeur avec une erreur de

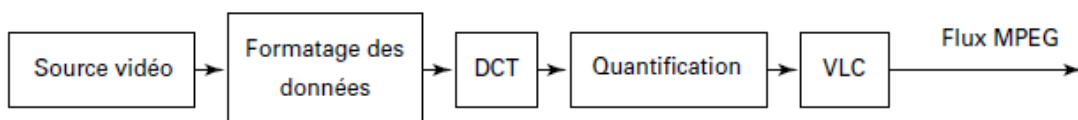
quantification qui est à l'origine des défauts visuels introduits par les schémas de compression de type MPEG.

Le choix du pas de quantification est donc directement à l'origine du compromis qui doit être trouvé dans un codeur entre la qualité de restitution du signal et le débit numérique utilisé.

Une quantification plus forte implique des défauts plus visibles mais un débit plus faible, et inversement. Le processus qui permet de choisir le pas de quantification en rapport avec le débit désiré. Le processus de quantification n'est pas spécifié dans la norme. Les formules présentées dans ce paragraphe sont celles du modèle de référence MPEG-2 utilisé pour la mise au point du standard. Le processus de quantification et quantification inverse dans le décodeur est différent en fonction du type de coefficient DCT.

3.1.2- Schéma de codage/décodage Intra

a) codeur Intra



b) décodeur Intra

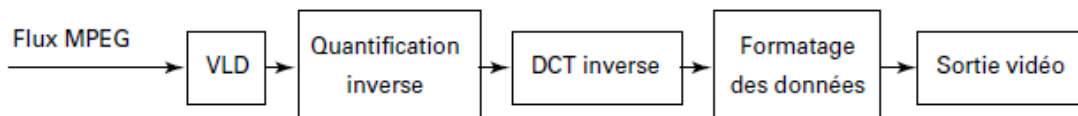


Figure III.5 : Schéma de Codage/décodage Intra

3.2- Redondances temporelles

Le même type de corrélation existe entre les pixels de deux images successives. On peut donc prédire le contenu d'une image par référence à une image précédente ou suivante et donc proche d'un point de vue contenu. Il suffit ensuite de coder le signal résiduel, qui représente les changements entre les deux images, de la même façon que pour les redondances spatiales.

Ce mode de codage appelé « Inter ». Encore une fois, l'efficacité de cette compression du signal dépend du contenu. Une séquence vidéo contenant des

mouvements peu modélisables ou de nombreux changements de scène favorisera assez peu la compression par réduction des redondances temporelles et sera donc l'objet d'une dégradation plus importante du signal pour un même débit de transmission.

3.2.1- Codage/décodage Inter

➤ Estimation de mouvement et compensation

Le mode de codage Inter a pour but de mettre à profit les redondances temporelles du signal vidéo pour le compresser. Le principe est donc de prédire le contenu d'une image, puis de coder uniquement l'erreur faite sur cette prédiction. La méthode la plus simple est de faire la différence entre les valeurs de chaque pixel à position égale et ensuite de coder l'image différence. Cette opération est peu efficace si le contenu de l'image est en mouvement. Les normes MPEG mettent donc en oeuvre des techniques de compensation du mouvement dans l'image pour optimiser la réduction des redondances temporelles. Plusieurs étapes sont alors à distinguer.

✓ Estimation de mouvement

En règle générale, le mouvement dans une séquence vidéo ne peut pas se modéliser par un seul vecteur (sauf dans le cas d'un planning simple).

A chaque macrobloc de l'image, on associe donc une information de mouvement. Dans les normes MPEG, seuls les mouvements de type translation sont modélisés : l'utilisation de mouvements de type homothétie ou rotation n'améliore pas suffisamment les performances de compression en regard de la complexité qu'ils induisent dans les systèmes de compression et décompression.

L'opération d'estimation de mouvement permet de déterminer dans l'image de référence le Macrobloc qui ressemble le plus au Macrobloc à coder. Cet algorithme de recherche n'est pas normalisé et son efficacité a une influence fondamentale sur la performance du codeur, mais aussi sur sa complexité.

La méthode la plus utilisée est le Blockmatching : le Macrobloc est comparé avec les Macroblocs pointés par les vecteurs testés dans la zone de recherche de l'image de référence.

Le vecteur est en général déterminé avec une précision d'un demi-pixel. La sélection est faite sur le Macrobloc minimisant la différence du point de vue de la somme des valeurs absolues des différences entre les valeurs de pixels.

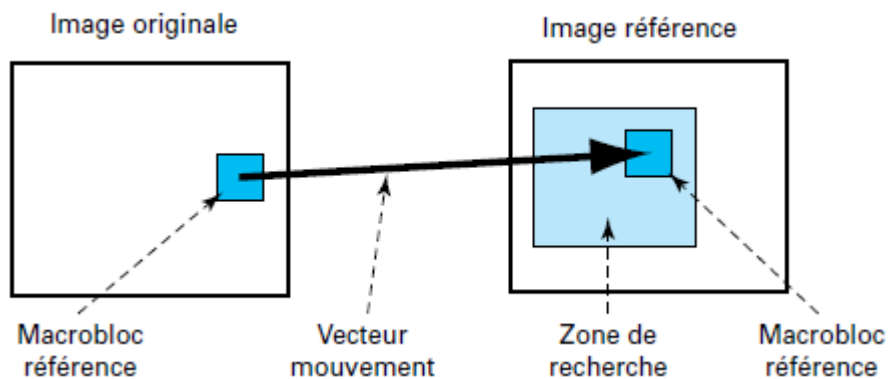


Figure III.6 : Estimation de mouvement

✓ Compensation de mouvement

L'information de mouvement ayant été déterminée pour chaque Macrobloc, on détermine le Macrobloc qui représente la référence. Dans le codeur, l'extraction de ce Macrobloc doit se faire dans l'image de référence décodée et non l'image originale, de façon à permettre la même opération de compression dans le décodeur où seules les images décodées sont disponibles.

Dans le cas contraire, une dérive des images survient dans le décodeur au fil du décodage, seul le mode de codage Intra sans utilisation de la référence permettant de revenir à une référence commune.

✓ Codage

Le Macrobloc de prédiction étant déterminé, il suffit d'en faire la différence avec le Macrobloc à coder. De façon à permettre l'opération inverse dans le décodeur, l'information sur le vecteur mouvement utilisé sera codée dans le Bitstream pour chaque Macrobloc. Le Macrobloc différence sera traité de la même façon qu'en mode Intra, avec quelques adaptations dues aux caractéristiques statistiques du signal Inter.

➤ Images I, P, B

On distingue dans un flux MPEG plusieurs types d'image selon les modes de prédiction utilisés :

- Image I (Intra picture) :

Dans cette image, les macroblochs sont codés en Intra, donc sans faire référence à une autre image. Ces images sont donc les points d'accès dans un flux MPEG pour le décodage. On notera que l'efficacité de la compression étant limitée à la réduction des redondances spatiales, les images I, à qualité égale, ont le taux de compression le plus faible.

- Image P (Predictive picture) :

Les Macroblocs sont codés en mode Inter par rapport à une image P ou I précédente dans le flux vidéo.

- Image B (Bi-directionally predictive picture):

Les Macroblocs sont prédits par rapport à l'image P ou I précédente et l'image P ou I suivante.

Cette possibilité est la plus efficace du point de vue de la réduction des redondances temporelles (une information non présente dans l'image précédente peut se trouver dans l'image suivante), et donc ce type d'image contient la quantité la plus faible d'informations à qualité d'image égale. En revanche, la prédiction par rapport à une image future qui doit être préalablement codée implique un processus de réordonnement des images aussi bien dans le codeur que dans le décodeur. Deux paramètres caractérisent la structure d'un point de vue images I, P, B d'un flux MPEG.

- **N** : représente la distance entre deux images I successives. L'augmentation de N implique une meilleure qualité de codage, en revanche, l'accès dans la séquence est plus restrictif (cet aspect est important dans les applications de télévision numérique où le zapping est une fonctionnalité importante).
- **M** : représente la distance entre deux images P successives. L'augmentation de M permet une meilleure qualité de codage, mais s'accompagne d'un retard de codage/décodage et d'une complexité de réalisation plus importante.

3.2.2- Schéma de codage/décodage Inter

La figure 20 montre un codage et un décodage Inter.

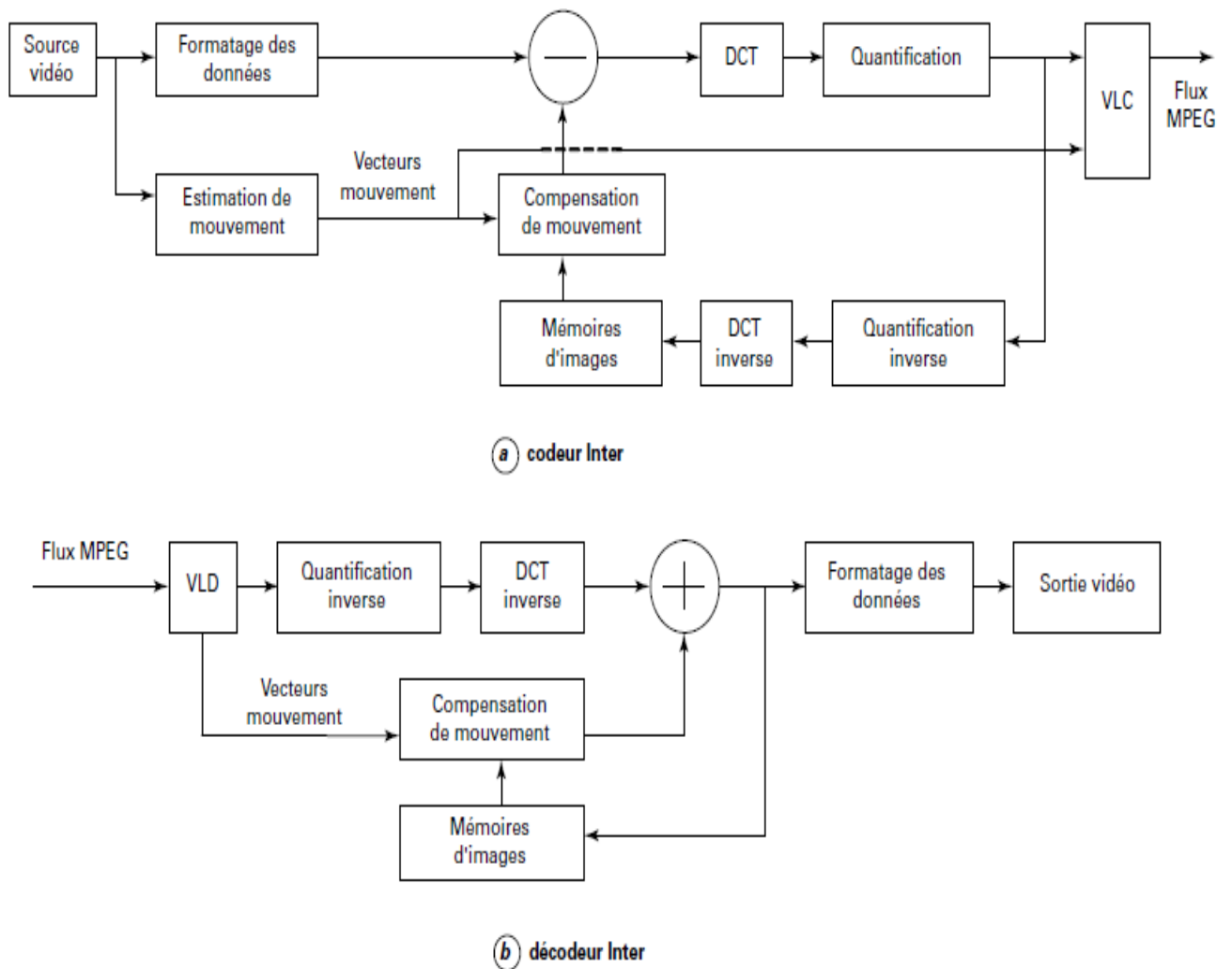


Figure III.7 : Schéma de Codage/décodage Inter

3.3- Organisation d'un flux MPEG

Les normes de compression MPEG définissent l'organisation d'un flux binaire ainsi que la signification de chaque élément (figure III.7). Le séquençage exact, bien que suivant certaines règles de base, n'est pas complètement défini et dépend des choix de codage effectués par le codeur (N, M, modes de compensation...). Chaque élément syntaxique de haut niveau (séquence, image, rangée) est précédé d'un code d'accès unique : 23 zéros suivis d'un 1.

Ceci permet à un décodeur de retrouver rapidement une synchronisation en début de décodage ou quand une erreur est survenue sur le flux binaire.

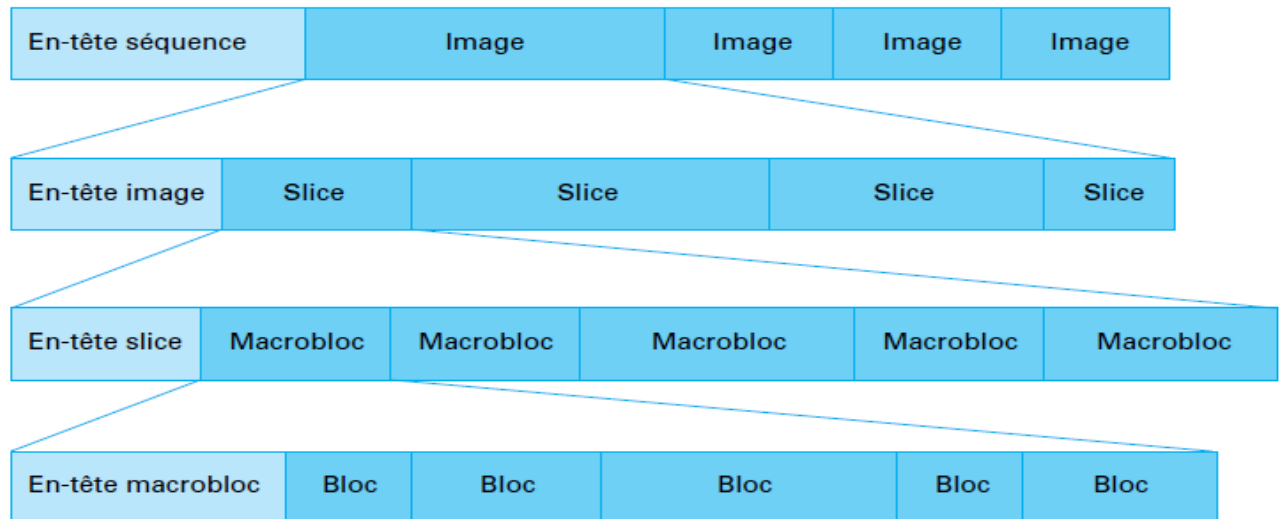


Figure III.8 : Description hiérarchique d'un flux MPEG

3.3.1- Image

Chaque image transmise dans l'ordre de codage est précédée d'un en-tête contenant les informations générales spécifiques pour le décodage de l'image : type d'image, structure de l'image, dimension maximale des vecteurs mouvements...

3.3.2- Slice

Une image est constituée d'un ensemble de rangées de Macroblocs, marquées en leur début par un en-tête permettant la resynchronisation du décodeur en cours d'image. La fréquence d'insertion de ces en-têtes peut augmenter toujours pour faciliter la resynchronisation en cas d'erreur sur le flux binaire. Chaque élément syntaxique situé entre deux en-têtes successifs est appelé slice et contient un nombre variable de Macroblocs.

3.3.3- Macrobloc

Dans le flux correspondant à un Macrobloc, on trouvera d'abord les informations nécessaires à son décodage : pas de quantification, modes de codage, mode de compensation de mouvement et vecteurs mouvement. Pour certaines de ces informations (modes de compensation, vecteurs mouvement), la norme fait appel à des codes à longueur variable.

L'appel à des techniques de codage équivalentes aux codes de Huffman utilisés pour les coefficients DCT permet d'exploiter les statistiques d'occurrence des modes de compensation ou vecteurs. Par exemple, dans une image P ou B, le mode Intra est très peu probable.

3.3.4- Bloc

Pour chaque Macrobloc, on transmet les 6, 8 ou 12 blocs DCT correspondants dans l'ordre défini par la norme.

4- Conclusion

La normalisation pour la compression des données audiovisuelles est maintenant bien ouverte par les standards MPEG-1, MPEG-2 et MPEG-4. Ajoutant aux avantages du numérique des outils performants, pensés par des experts et des industriels, spécifiques au maniement des données audiovisuelles, ils ouvrent la porte à son utilisation massive dans tous les domaines touchant au multimédia et à l'audiovisuel

Chapitre 4

Conception d'une Interface Bluetooth-TV

1- Introduction

La majorité des téléphones portables sont équipés par les appareils photos intégrés, étant donné que le Bluetooth est un protocole standardisé utilisé par multitude de produits différents, il est judicieux de le choisir afin de faciliter l'interconnexion entre appareils (Interface TV et le téléphone portable) [6].

Dans ce chapitre on va concevoir une interface qui a le pouvoir de faire l'interconnexion entre la télévision et le téléphone portable.

2- Schéma synoptique de l'interface

Avant de présenter le schéma synoptique on va préciser quelques points qui nous aideront à choisir les différents étages de notre prototype:

1. Moyens de transmission: les ondes radios « Bluetooth ».
2. Le format des données: la norme MPEG4 « *.3gp ».
3. Le moyen d'affichage: le téléviseur.

Donc :

- Pour satisfaire le premier point on aura besoin d'un récepteur Bluetooth.
- Ainsi le deuxième point sera assuré par un décodeur MPEG4.
- Pour relier les deux étages on aura besoin d'un contrôleur.

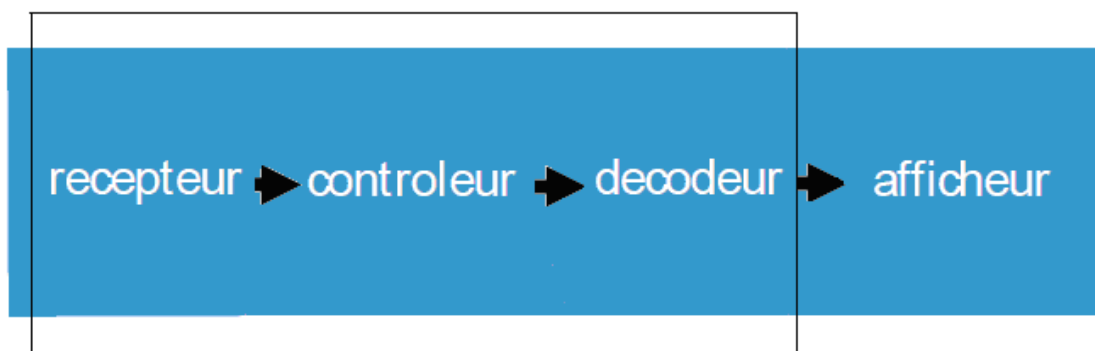


Figure IV.1 : Schéma synoptique de l'Interface

3- Schéma détaillé

Ce qui nous reste à faire à ce stade est de spécifier les circuits qui correspondent à chaque étage:

- **Récepteur** = Bluetooth (LMX 9838).
- **Contrôleur** = Microcontrôleur (PIC 16F876).
- **Décodeur** = Circuit MPEG4 (SAA7128AH).
- **Afficheur** = La télévision.

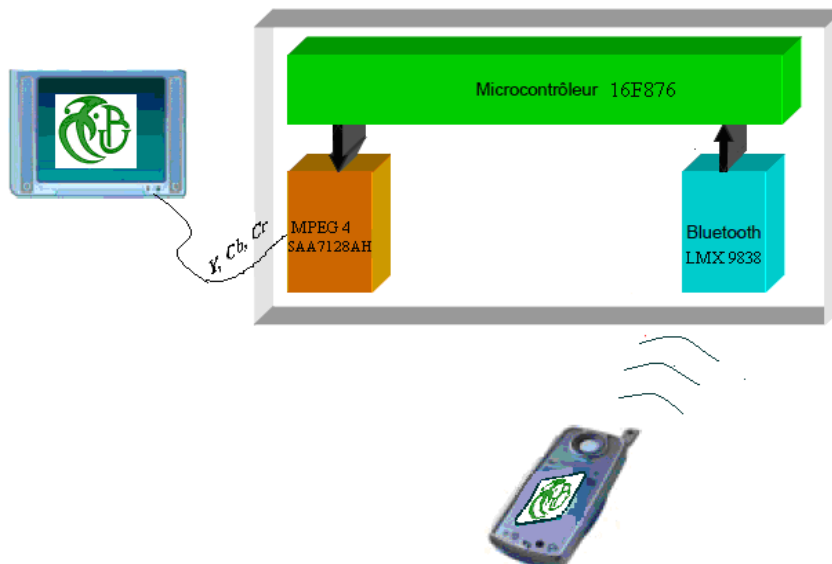


Figure IV.2 : Schéma détaillé de l'Interface

4- Description des composants

4.1- Circuit Bluetooth (LMX 9838)

4.1.1- Introduction

Le circuit Bluetooth a pour rôle la réception de l'image à partir du téléphone portable.

4.1.2- Caractéristique [8]

- Bluetooth complet 2.0 comprenant
 - ✓ Directeur de bande de base et de lien.
 - ✓ Protocoles : L2CAP, RFCOMM, SDP.
 - ✓ Profils : GAP, SDAP, ESPECES.

- Intégration élevée : Inclut l'antenne, le cristal, EEPROM, LDO.
- En soutenant jusqu'à 7 liaisons de transmission de données actives de Bluetooth et 1 active de SCO.
- Le port de commande/données d'UART accélère à 921.6kbts/s.

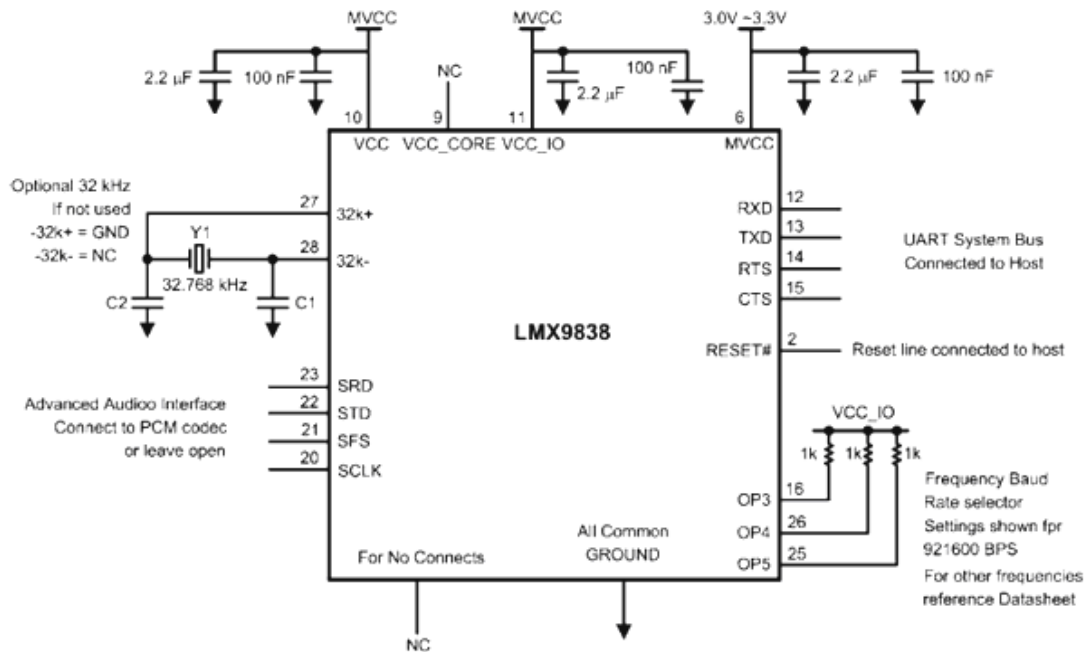


Figure IV.3 : Schéma du système fonctionnel 3.0V à 3.3 V

C'est ce schéma là qu'on va utiliser pour notre prototype ; ou on va l'alimenter par une tension de 3.3v comme la montre la figure 2.3.

Afin d'obtenir un Baud Rate de 9600 bauds, on va jouer sur le sélecteur de Baud Rate qui est : OP3 (pin16) ; OP4 (pin26) et OP5 (pin25) ou on va utiliser la 2° configuration en mettant OP4 à la masse.

➤ **Tableau de sélection des fréquences de l'UART**

OP3 (Note 21)	OP4 (Note 22)	OP5 (Note 23)	Function
1	0	0	UART speed read from NVS
1	0	1	UART speed 9.6 kbps
1	1	0	UART speed 115.2 kbps
1	1	1	UART speed 921.6 kbps

➤ Tableau de référence des données

Symbole	Min	Typ	Max	Unité
MVcc	3.0	3.3	3.6	V
Vcc	2.5	3.3	3.6	V
Vcc_I/O	1.8	3.3	3.6	V
Icc-Tx	--	--	65	mA
Icc-Rx	--	--	65	mA

✓ Remarque

Le schéma et la description prise de Datasheet

4.1.3- Schéma synoptique du circuit LMX 9838

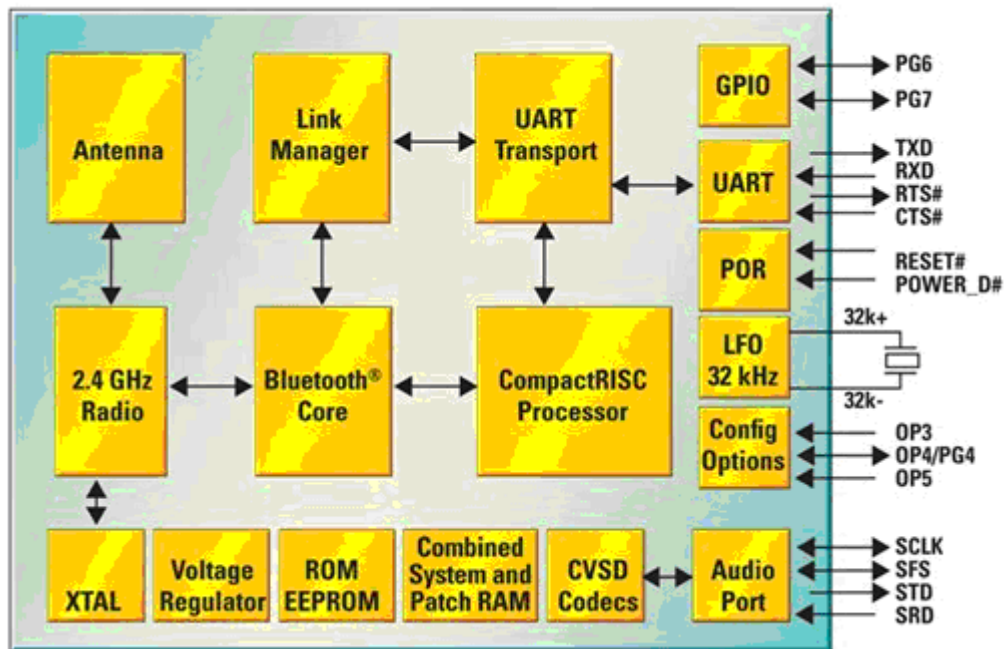


Figure IV.4 : Schéma bloc du LMX 9838 [9]

4.2- Circuit MPEG 4 (SAA7128AH)

4.2.1- Introduction

Le décodeur MPEG 4 de référence SAA7128AH est un décompresseur. Il reçoit les signaux de l'image compresser du microcontrôleur et les convertit sous forme **Y, Cr, Cb** [10].

4.2.2- Caractéristiques du circuit

- Dispositif CMOS 3.3 V.
- Port rapide de commande d'I²C-bus (400 KHz).
- Il supporte en entrée les formats de vidéo PAL, SECAM, NTSC et MPEG4.
- Les signaux de sortie CVBS (signal vidéo composite) et les signaux ROUGE, VERT et BLEU.
- exécuté avec QCIF (176x144 pixels). [Voir figure2.5]

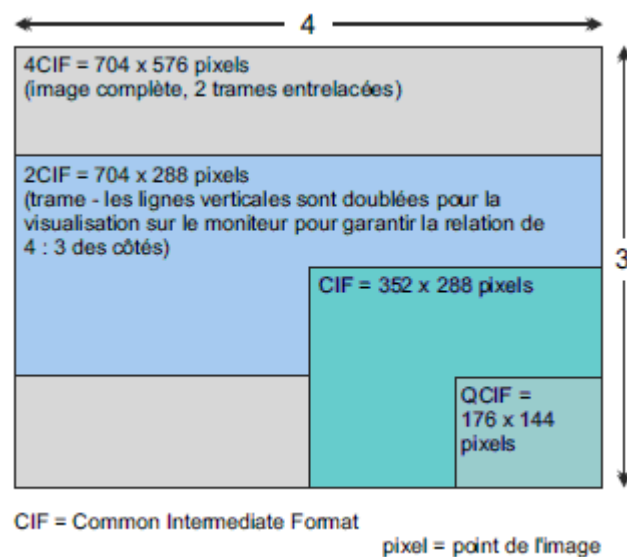


Figure IV.5 : Formats des images [11]

4.2.3- Schéma Synoptique

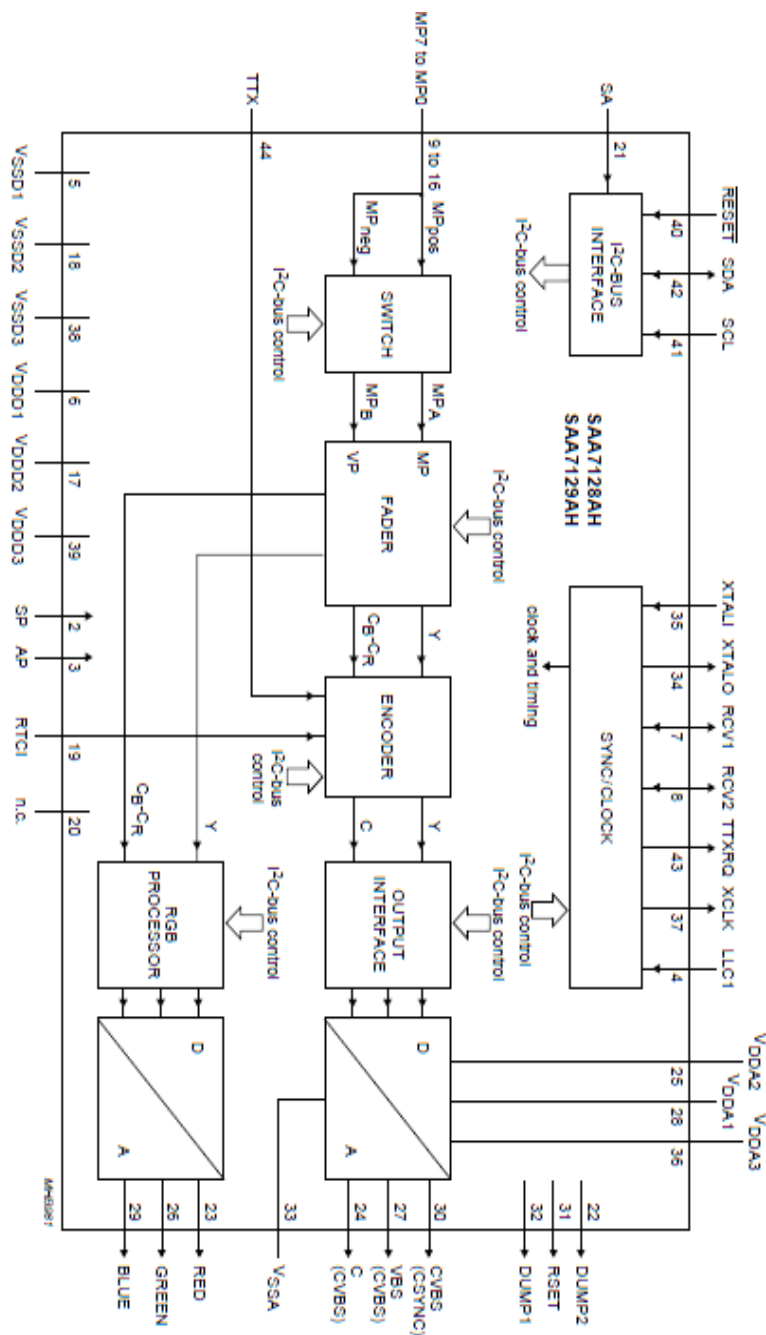


Figure IV.6 : Schéma bloc du SAA7128AH

Ce circuit reçoit en entrée l'image (JPEG) ou vidéo (3gp) et la convertie en différents formats tel que : CVBS « signal vidéo composite », RED, GREEN, BLUE.

4.2.4- Présentation physique

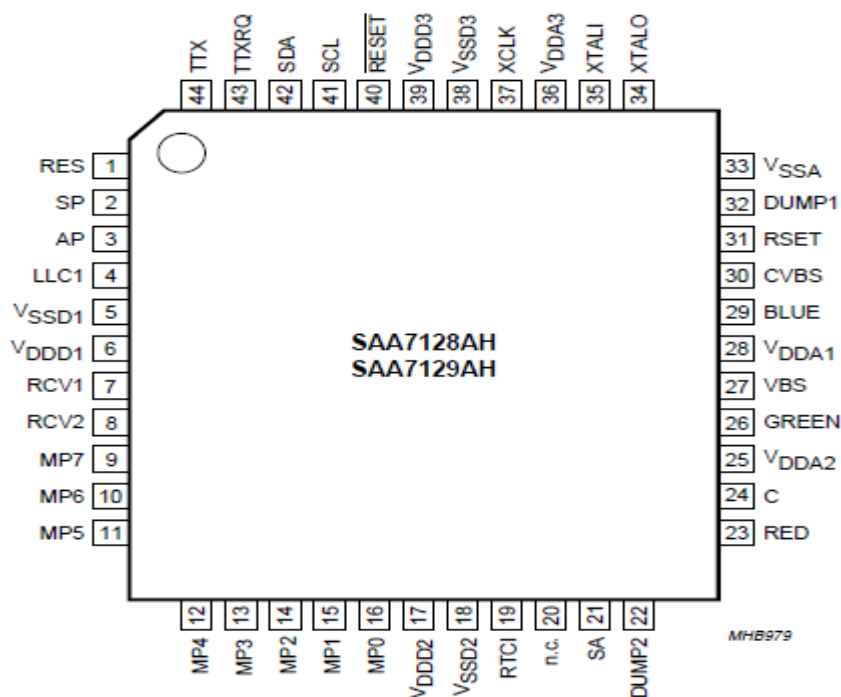


Figure IV.7 : Schéma électrique du SAA7128AH

➤ **Tableau de référence des données** [Plus de description voir Annexe]

Symbole	Paramètre	MIN	TYP	MAX
V_{DDA}	Tension d'alimentation analogue (V)	3.15	3.3	3.45
V_{DDD}	Tension d'alimentation analogue (V)	3.0	3.3	3.6
I_{DDA}	Courant analogue d'approvisionnement (mA)	-	180	190
I_{DDD}	Courant numérique d'approvisionnement (mA)	-	40	55
V_i	Niveaux de tension de signal d'entrée	TTL compatible		
$V_o(p-p)$	Tension analogue du signal de sortie de CVBS pour une discrimination raciale de 100/100 à 75/2 charge de W (valeur de crête à crête) (V)	-	1.23	-
RL	Résistance de charge (Ω)	-	37.5	-
LElf(i)	Erreur intégrale de basse fréquence de linéarités (lsb)	-	-	-/+3
LElf(d)	Erreur différentielle de basse fréquence de linéarités (lsb)	-	-	-/+1
Tamb	La température ambiante ($^{\circ}C$)	0	-	70

4.2.5- Information d'application

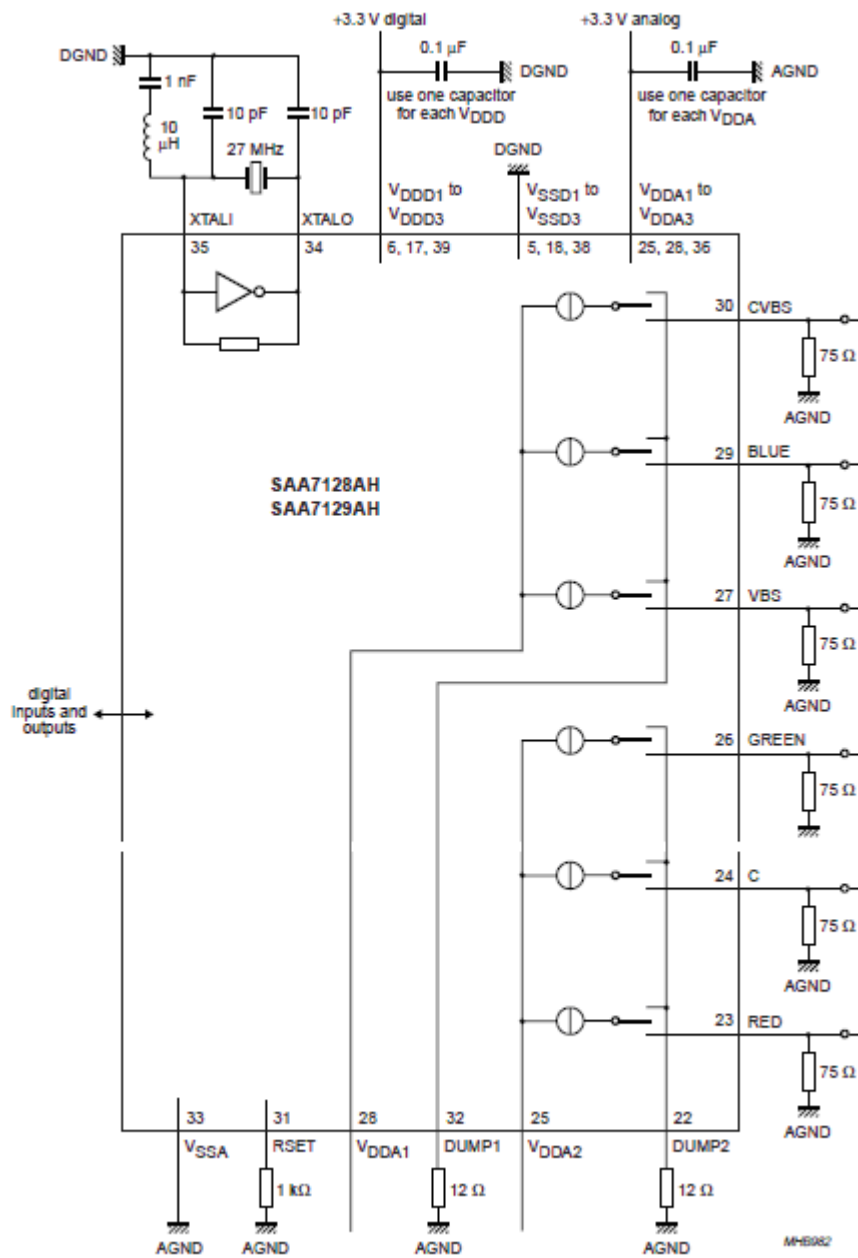


Figure IV.8 : Schéma fonctionnel

Ce schéma fonctionnel du décodeur SAA7128AH sert à faire une conversion entre les différents formats supportés.

4.3- Microcontrôleur (PIC 16F876)

4.3.1- Introduction

Circuit programmable capable d'exécuter un programme et qui possède des circuits d'interface intégrés avec le monde extérieur [12].

Toutes les solutions à base de composants programmables ont pour but de réduire le nombre de composants sur le circuit électronique et donc fiabiliser le circuit.

Dans un seul circuit on trouve :

- Une Horloge (oscillateur).
- Un processeur (unité centrale).
- Mémoire vive (RAM).
- Mémoire morte (PROM, EPROM, EEPROM).
- Des interfaces qui vont dépendre du type de microcontrôleurs choisi :
 - ✓ Compteurs/Timer.
 - ✓ Convertisseurs analogiques/numériques (CAN).
 - ✓ Chien de garde (Watch dog).
 - ✓ Gestion d'un port parallèle (entrée/sortie).
 - ✓ Gestion de liaison série RS232.
 - ✓ Gestion d'interruptions.
 - ✓ Etc....

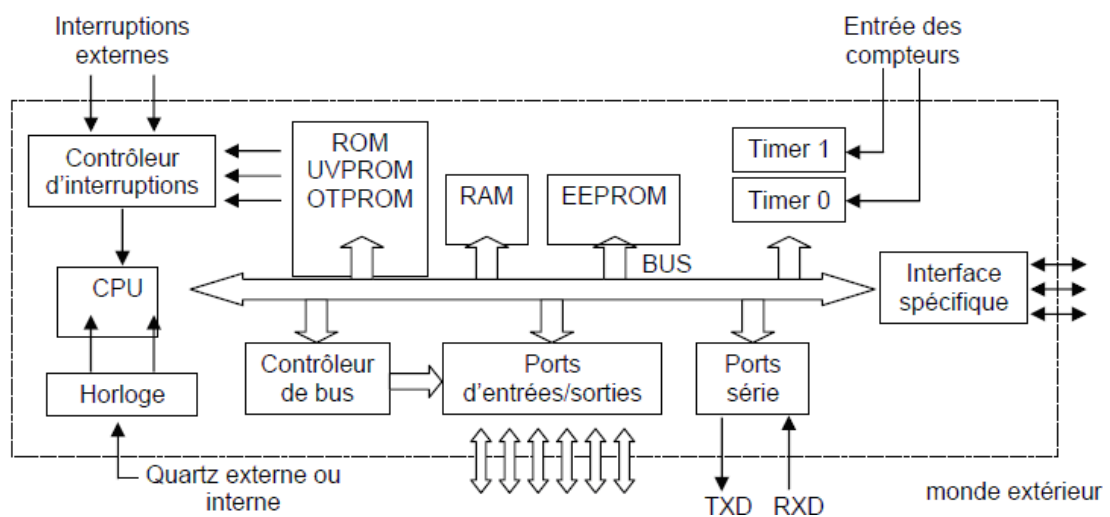


Figure IV.9 : Schéma interne du microcontrôleur

4.3.2- Les différents types de mémoires dans les microcontrôleurs

✓ ROM (Read Only Memory)

Contient le programme à exécuter (plusieurs Kilo octets), ne s'efface pas hors tension. Il existe plusieurs types de ROM :

▪ PROM (Programmable Read Only Memory)

On les appelle aussi mémoire fusibles ou **OTP (One Times Programmable)**. La programmation de ce type de mémoires consiste à faire « claquer » des fusibles (qui sont en fait des jonctions semi conducteur).

▪ EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) ou UVPROM (Ultra Violet Programmable Read Only Memory)

Sont des mémoires programmables électriquement et effaçable par UV (Ultra Violet) donc réutilisables. Il faut noter que l'effacement par UV (environ 15 minutes) et l'écriture (quelques minutes) sont des opérations relativement longues.

▪ EEPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)

Sont des mémoires programmables et effaçables électriquement, ou aussi mémoires FLASH procédé beaucoup plus rapide que lors d'une exposition à UV.

✓ RAM (Random Access Memory)

Pour pouvoir travailler normalement le microcontrôleur a souvent besoin de stocker des données temporaire quelque part et c'est la qu'intervient la RAM.

Elle s'efface hors tension.

4.3.3- Les entrées/sorties

Les circuits d'interfaces peuvent piloter des matériels très différents (moteur pas à pas, afficheur LCD, communication avec des pc ou d'autre microcontrôleur,.....).

4.3.4- Le bus système

L'unité centrale doit pouvoir communiquer avec les mémoires et les périphériques.

On distingue 3 types de bus :

- ✓ Bus d'adresses.
- ✓ Bus de données.
- ✓ Bus de contrôle.

4.3.5- Caractéristiques générales du PIC 16F876 [13]

Caractéristiques	PIC 16F876
Fréquence opérationnelle	DC- 20 MHz
RESET (Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH (mémoire programmable)	8 Ko
Mémoire des données (RAM)	368 octets
EEPROM	256 octets
Interruptions	13
Input/Output Ports	Ports A, B, C
Serial de communication	MSSP, USART
Les instructions	35 instructions
Alimentation	4.2V - 5.5V

4.3.6- Schéma de connexion du PIC [14]

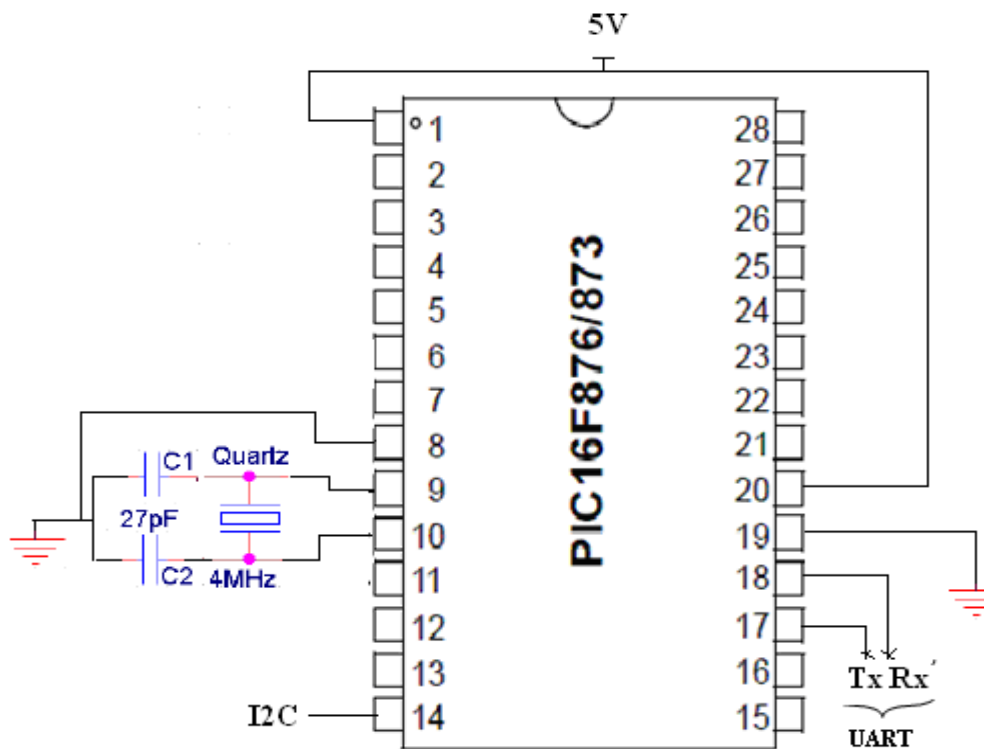


Figure IV.10 : Circuit Pic 16F876/873

5- Connexion des circuits

5.1- Connexion entre le LMX9838 et le PIC 16F876

La connexion entre les deux circuits se fait par l'entrée/sortie de l'UART des deux circuits comme le montre le schéma synoptique.

❖ Schéma synoptique de la connexion

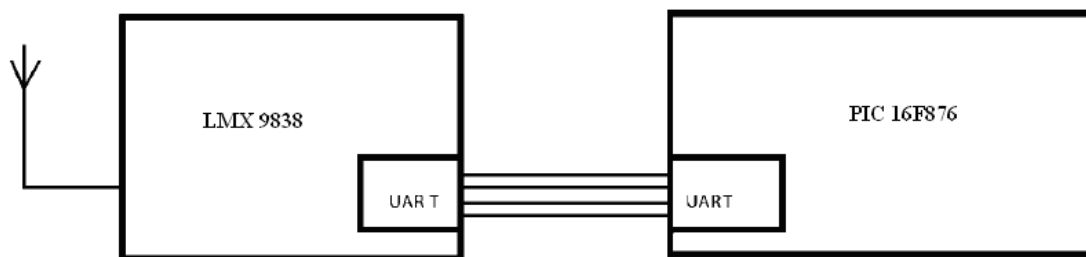


Figure IV.11 : Connexion UART entre le Bluetooth et le Pic [15]

Lors de la mise sous tension de la carte de traitement, celle-ci exécute une fonction permettant d'initialiser la communication série par l'intermédiaire de l'UART.

La communication série est configurée afin d'obtenir une vitesse de 9600 bauds, 8 bits de données, aucune parité et un bit de stop.

5.2- Connexion entre le PIC 16F876 et le circuit SAA7128AH [16]

Et maintenant on passe à la deuxième connexion c'est entre le Pic et le circuit SAA7128AH. Pour cette connexion on utilise le bus I2C pour l'envoi des données de côté du Pic et la réception de ces données au niveau du circuit SAA7128AH.

❖ Schéma synoptique

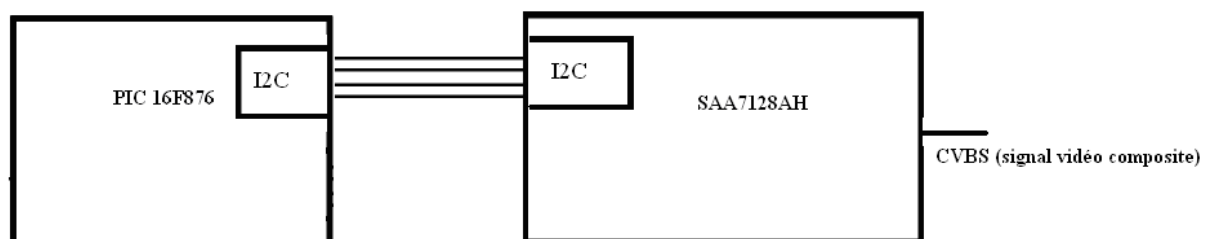


Figure IV.12 : Connexion I2C entre le Pic et le circuit SAA7128AH

La aussi le pic va initialiser la communication série par l'intermédiaire de l'I²C. La communication série est configurée afin d'obtenir une vitesse de 400 kbits/s. Pour l'obtenir, il faut configurer un registre se nommant SSPADD.

- **Calcule I2C Baud Rate**

$$\frac{F_{osc}}{4 * (SSPADD + 1)}$$

On a : $F_{osc}=4\text{MHz}$ donc : $SSPADD=2$

❖ Schéma synoptique final

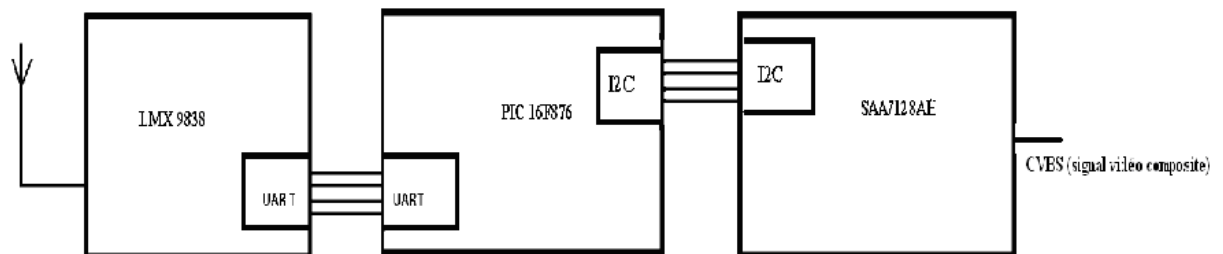


Figure IV.13 : Schéma bloc du circuit

Pour qu'une communication avec le Bluetooth soit effective, le reset de celui-ci doit être au niveau 1. C'est donc la première chose que nous devons faire. La communication avec le Bluetooth est très simple car elle se réduit à une communication de type série. Cette communication de type série est configurée par défaut à 9600 bauds, 8 bits de données, aucune parité et 1 bit de stop. [17]

Maintenant que les données sont transmises vers le pic, ils seront émis vers le décodeur MPEG via le port série I²C qui est configuré à 100 kbits/s. Après être décodé et convertie en SVC « signal vidéo composite », l'image\vidéo est récupéré en pin 30 (SVC).

Enfin on pourra la visualiser sur le téléviseur via les afficheurs RCA.

7- Conclusion [17]

Après avoir largement étudié les différents circuits du prototype, leurs différentes interfaces et la manière dont ils doivent être connectés ; on a pu adapter les différentes interfaces des circuits en utilisant les mêmes configurations tel que le Baud Rate et les formats des signaux « nombre de bit, bit de START... ».

Maintenant on passe à la phase de la réalisation ou on va voir l'aspect pratique d'utilisation des circuits UHF qui se traduit par l'apparition de plusieurs problèmes inhabituels pour le moment, qu'on va essayer de les contourner par les moyens existants.

Conclusion générale

Prévu à l'origine pour communiquer entre 2 cellulaires et malgré les limites par rapport à la WIFI, la technologie Bluetooth est en constante évolution et tend à généraliser ses applications dans des domaines très variés tels que l'industrie, l'automobile ainsi que toutes la connectique des appareils

Domestiques.

Le Bluetooth est toujours d'actualité et présente un argument de vente très convaincant pour les appareils électroniques de haute gamme.

J'espère que ce travail contribuera à la démystification de la technique Bluetooth et à suscitera la curiosité des étudiants pour élaborer d'autre applications.

Bibliographie

- [1] **Jérémie DEFAYE**, « les différents types de réseaux sans fil », Rapport d'examen Probatoire, session de 2005-2006.
- [2] **Wilczewski Tytus**, « Traitement Numérique du Signal (Le Bluetooth) », année 2007-2008, PDF.
- [3] **Cyril PERISSOL**, « BLUETOOTH, Un modèle de sécurité encore immature », Rapport 2004, PDF.
- [4] « Technique de codage d'image (MPEG) », Rapport d'examen Probatoire.
- [5] **Étienne FERT, Sylvie JEANNIN**, « Compressions MPEG-1 à MPEG-4 », Rapport.
- [6] **Lichouri Mohamed**, « Etude de la technologie Bluetooth et réalisation d'une interface vidéo MPEG 4 », Projet Fin d'Etude 2006-2007.
- [7] **Antoine FOREL**, « Bluestream ou Caméra Bluetooth », rapport probatoire, juin 2005.
- [8] **Datasheet**, « LMX9838 (Bluetooth) ».
- [9] **Site Internet**, [http://dkc1.digikey.com/us/en/tod/NationalSemiconductor/LMX9838Bluetooth/LMX9838 Bluetooth.html](http://dkc1.digikey.com/us/en/tod/NationalSemiconductor/LMX9838Bluetooth/LMX9838Bluetooth.html)".
- [10] **Datasheet**, « SAA7128AH (MPEG 4) ».
- [11] « M-JPEG », rapport
- [12] **Jérôme VICENTE**, « Les microcontrôleurs », Rapport année 2005-2006.
- [13] **Datasheet**, « Pic 16F876 ».
- [14] **Bigonoff**, « La programmation des pics par Bigonoff ».
- [15] **Site Internet**, <http://www.electronicslab.ph/forum/index.php?topic=6700.0>
- [16] **Matthieu Simon**, « Liaison I²C », IUT de Cachan, Juin 2003.
- [17] **Damien GICQUEL, Matthieu MÉDARD**, « Chaîne de mesure sans fils », Rapport 2006,
- [18] **Aymen JRIBI**, « Etude, conception et développement d'un logiciel embarqué pour la télé-relève par voie », Rapport de Projet de fin d'études.
- [19] **Chrif**, « Interface Bluetooth à base de circuit PDIUSB11 », Projet fin d'étude 2008
- [20] **Site Internet**, <http://bluetooth.com/Bluetooth/Learn/Technology/Specifications/>

ANNEXE 1

I. Tableau de connexion circuit Bluetooth

➤ Tableau d'interface des signaux de system

Non de la pin	Pin N°	Description
OP3, OP4, OP5	16, 26, 25	Vérification au cour du démarrage les options de configuration
32 K-	28	32.768 KHz oscillateur de cristal
32 K+	27	32.768 KHz oscillateur de cristal (si ne pas utiliser GND)

➤ Tableau des signaux d'interface UART

Non de la pin	Pin N°	Description
RXD	12	Hôte Serial Port réception de données
TXD	13	Hôte Serial Port Transmission de données
RTS# (Note1)	14	Hôte Serial Port demande d'envoi
CTS# (Note2)	15	Hôte Serial Port effacer l'envoyer
RESET#	2	Module RESET

- **Note1** : Traiter comme non connecter si RTS n'est pas utilisé. Pad pour la stabilité mécanique.
- **Note2** : Connectez au GND si CTS n'est pas utilisé.

➤ Tableau de tension et la masse

Non de la pin	Pin N°	Description
MVcc	6	Module interne de régulateur de voltage Input
Vcc CORE	9	Régulateur de voltage Input/Output
Vcc	10	Régulateur de voltage Input bande de base
Vcc I/O	11	Alimentation I/O
GND	4	Doit être connecté au plan de masse

II. Tableaux de connexion circuit MPEG4

➤ Tableau de description des Pins

Symbole	Pin	Description
RES	1	Goupille réservée ; ne pas relier
AP,SP	3,2	test pin; connected to digital ground for normal operation
LLC1	4	Entrée d'horloge ligne-verrouillée ; c'est l'horloge principale de 27 mégahertz
VSSD1	5	Terre numérique 1
VDDD1	6	Tension d'alimentation numérique 1
RCV1	7	Commande 1 de trame pour le port visuel ; cette goupille reçoit/fournit un signal de VS/FS/FSEQ
RCV2	8	Commande 2 de trame pour le port visuel ; cette goupille fournit une impulsion de HS de longueur programmable ou reçoit une impulsion de HS
MP4	12	Double-vitesse 54 mégahertz de port de MPEG ; c'est une entrée pour des données multiplexées par modèle de « ITU-R BT.656 » CB-Y-CR ; des données sont prélevées sur le bord d'horloge de montée et en baisse ; des données prélevées sur le bord de montée sont alors envoyées à la pièce de codage du dispositif ; des données prélevées sur le bord en baisse sont envoyées à la pièce de RVB du dispositif (ou vice versa, selon la programmation)
VDDD2	17	Tension d'alimentation numérique 2
VSSD2	18	Terre numérique 2
RTCI	19	Entrée de commande en temps réel ; si l'horloge LLC1 est fournie par un SAA7111 ou un SAA7151B, RTCI devrait être relié à la goupille de RTCO du décodeur respectif pour s'améliorer la qualité de signal
n.c.	20	Not connected
SA	21	Adresse choisie d'I2C-bus ; Le BAS choisit l'adresse slave 88H, choisit HAUT l'adresse slave 8CH
DUMP2	22	Chemin de retour courant 2 pour DAC
RED	23	Sortie analogique de signal ROUGE (de CR)
C	24	Sortie analogique de signal du chrominance (CVBS)
VDDA2	25	Tension d'alimentation analogue 2 pour les sorties analogiques
GREEN	26	Sortie analogique de signal du VERT
VBS	27	Sortie analogique de signal de VBS
BLUE	29	Sortie analogique de signal BLEU
RSET	31	Une résistance de 1 kilowatt (déroute = 37 kilowatts) relié à VSSA place le DAC complet courant

Remarque

Plus de détail consulter le Datasheet

III. Interface UART [20]

UART vient de l'anglais, ce sont les initiales de **Universal Asynchronous Receiver Transmitter**. L'UART est donc un émetteur-récepteur asynchrone universel.

- **Constitution d'une trame UART**

Une trame UART est constituée des bits suivants :

Constitution d'une trame **UART** :

- un bit de **Start** toujours à 0 : servant à la synchronisation du récepteur
- les données : la taille peut varier (généralement entre 5 et 9 bits)
- Eventuellement un bit de parité paire ou impaire
- un bit de **Stop** toujours à 1 (la durée peut varier entre 1 et 2 temps bit)

Le niveau logique de repos est le 1.

- **Vitesse de transmission**

Afin de faciliter l'interopérabilité entre périphériques (PC, microcontrôleur, modem,...) des vitesses de transmission sont normalisées, l'unité baud correspondant à un temps bit :

- 110 bps
- 300 bps
- 1200 bps
- 2400 bps
- 4800 bps
- 9600 bps
- 19.200 bps
- 38.400 bps
- 57.600 bps
- 115.200 bps

Dans notre projet on utilise 9600 bps, car le Bluetooth a une vitesse de transmission de 9600 bps par défaut.

ANNEXE 2

Sony Ericsson MMV-100

Voilà un accessoire pour téléphone mobile bien surprenant. L'adaptateur TV Bluetooth MMV-100 se branche sur le connecteur Péritel d'un téléviseur (ou d'un vidéoprojecteur) et permet de visionner ses images prises par le biais du capteur photo d'un mobile. Amusant certes, mais encore très limité, au vu de la faible résolution des clichés pris avec ce type de capteur photo. Disons qu'il vaut mieux appréhender cet accessoire comme une sorte de démonstration des multiples applications de la technologie sans fil [Bluetooth](#).

Ce petit adaptateur bénéficie au moins d'un atout : ce n'est vraiment pas sorcier de l'utiliser ! Il se branche sur le connecteur Péritel de la télévision et sur une prise secteur. Une fois la télévision allumée, un écran d'accueil Sony Ericsson s'affiche immédiatement. Pour visionner des photos, nous avons utilisé un téléphone [Sony Ericsson T610](#). La fonction Bluetooth activée permet d'identifier l'adaptateur MMV-100 en quelques secondes. Il suffit alors de sélectionner un cliché et de l'envoyer. Patientez quelques secondes, et il s'affiche enfin. Là, il faut bien avouer que c'est la déception. Avec la très faible résolution du capteur photo du T610 (pas plus de 352x288 [pixels](#)), la photo agrandie en 800x600 pour l'affichage du téléviseur ressort "pixellisée" à outrance... Il vaut donc mieux investir dans un tel accessoire si le téléphone dispose au moins d'un capteur photo VGA (résolution 640x480 pixels). En testant le MMV-100 avec un [Motorola V80](#) doté d'un tel capteur, les images plein écran obtenues sont à peu près correctes, quoique toujours un peu pixellisées. L'envoi de clichés est certes amusant, mais la manipulation du téléphone se révèle fastidieuse à la longue : naviguer dans le menu, sélectionner l'image, l'envoyer... La possibilité de diffuser les photos sous forme de diaporama avec le système MMV-100 fait cruellement défaut.

