

Les réseaux sans fils

OULAI GNANH ARNAUD

oulaig@yahoo.com

Sommaire

1. Wireless LAN
2. Wireless WAN

Wireless LAN

Objectifs:

- Connaître les technologies sans fils majeures employées dans un LAN et leurs spécifications techniques.

1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.1 Généralité:

- Le DECT se présente comme une solution potentielle pour la téléphonie mobile, mais au prix d'une limitation de la mobilité du terminal, qui doit rester dans une même cellule
- Cette norme ETSI (European Telecommunications Standards Institute) de 1992 utilise une technique de division temporelle TDMA permettant de mettre en place des interfaces RNIS bande étroite.
- offrent une couverture radio permettant une utilisation en résidentiel (station de base domestique), au bureau (PABX sans fil) et dans la rue (station de base publique)
- Le système ne sachant pas effectuer de handover, l'utilisateur doit se trouver impérativement dans une cellule et y rester.
- La plupart des concepts ayant présidé à son lancement s'inspirent d'un système suédois, connu sous le nom de DCT (Digital Cordless Telephone) ainsi que du CT2

1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.1 Généralité:

- Les Suédois ont conçu le DCT parce qu'il leur fallait une nouvelle norme, mieux appropriée que le CT1 aux environnements à grande capacité, comme les PABX sans fil,
- Le DECT bénéficie en Europe d'une bande de fréquences de 1 880 à 1 900 MHz et offre des services qui vont au-delà de ceux fournis par les systèmes précédents
- Le DECT définit une technique d'interface radio pour des télécommunications sans fil à courte portée. La mobilité offerte par un système DECT est donc réduite.
- Le DECT couvre seulement l'interface air entre le terminal, ou PP (Portable Part), et la partie fixe ou FP (Fixed Part), équivalente à une station de base du GSM

1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.1 Généralité:

- L'élément principal de la normalisation du DECT consiste en l'IC (Interface Control), qui définit le fonctionnement de l'interface air et prévoit un ensemble complet de protocoles.
- Le DECT ne fournit aucun service. Il procure la connexion radio à un environnement capable de proposer des services, comme le réseau téléphonique, un PABX, le RNIS, un réseau de données d'opérateur, Internet ou tout autre réseau
- Le DECT prévoit tous les outils nécessaires à la mobilité dont des procédures permettant:
 - l'identification aux droits d'accès
 - l'allocation de clés,
 - la récupération de données
 - l'authentification
 - le chiffrement

1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.1 Généralité:

- le transfert intercellulaire
- la recherche de l'abonné
- la localisation du terminal
- l'interface DECT doit être indépendante des caractéristiques techniques de ces réseaux tout en étant capable de laisser passer les commandes adaptées aux réseaux à atteindre.

1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.2 Caractéristiques:

- Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques techniques du système DECT:

PARAMETER	SPECIFICATION
Frequency band	1880 MHz to 1900 MHz
Access technique	MC/TDMA/TDD
Symbol rate	1152 k Symbol/s
Carrier spacing	1728 kHz
Frame duration	10 ms
Access channels/RF carrier	12 duplex 32 k bit/s channels
Traffic channels/single radio	TRX 12
Traffic Channel assignment	Instant dynamic

1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.2 Caractéristiques:

PARAMETER	SPECIFICATION
Control carriers	Not required
Modulation	GFSK (BT Bandwidth Time = 0,5) and optional higher level Modulation schemes possible
LO (Local Oscillator) stability	25 ppm (parts per million)
Portable average RF power	10 mW
Portable peak RF power	240 mW 24 dBm
Access channels/RF carrier	12 duplex 32 k bit/s channels
Speech codec	32 kbit/s ADPCM
Base Station sensitivity at 0,1 % BER	-86 dBm (for GAP) (typically -90 dBm to -94 dBm)
Basic link budget	110 dBm (Typ.114 dBm to 118 dBm)

1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.2 Caractéristiques:

PARAMETER	SPECIFICATION
Protected 64 kbit/s bearer service	Yes
Base station antenna	Diversity Switched. Post detection selection optional Dual antennas in handset Optional
Tolerance to time dispersion with selection antenna diversity	200 ns (500 ns possible with low-cost non-coherent equalizer)

1. Wireless LAN

1.1. DECT

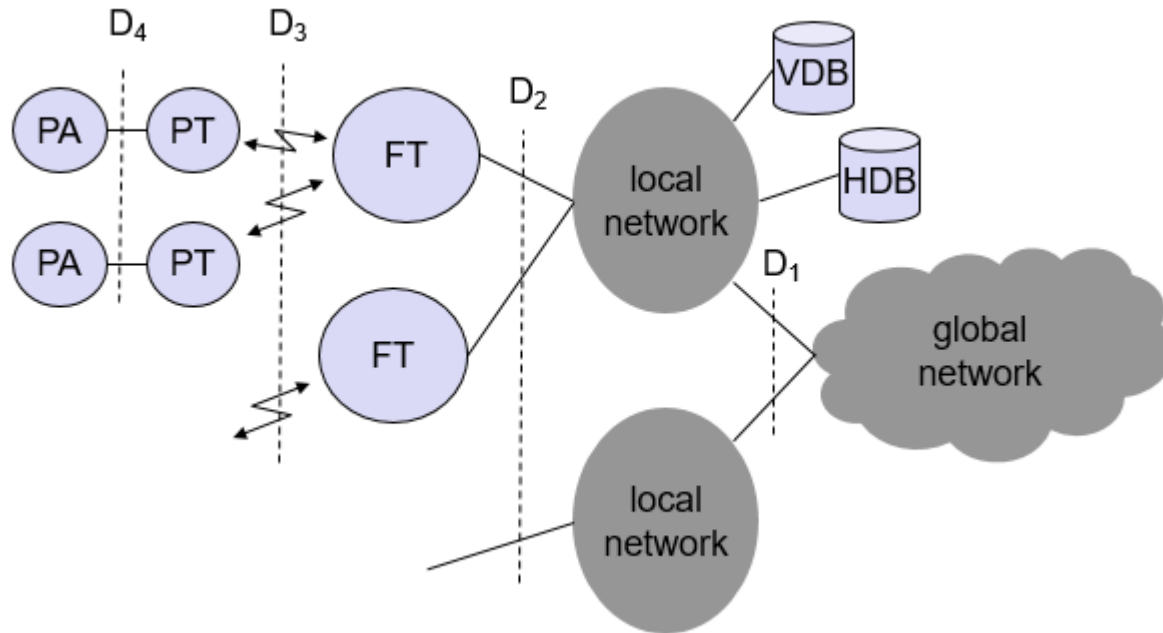
1.1.3 Architecture:

- Le système DECT offre un support sans fil pour l'accès à d'autres types de réseaux. Ainsi l'organisation du DECT est composée de :
 - PP (Portable Part): il est composé des entités PA (Portable Application) et PT (Portable radio Termination)
 - FP (Fixed Part): il est composé du FT (Fixed Radio Termination)
 - L'unité d'interfonctionnement
 - Réseau RTC, RNIS, GSM
- Le schéma ci-dessous représente une architecture d'un système DECT

1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.3 Architecture:



1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.4 Organisation en couche:

1.1.4.1 Couche Physique:

- La couche physique assure les fonctions suivantes:
 - modulation/démodulation
 - génération des ressources radios
 - La couche Physique divise le spectre de fréquences radioélectriques en voies physiques
 - contrôle de la transmission radio par:
 - ✓ attribution du canal sous demande de la couche MAC
 - ✓ détection des signaux entrants
 - ✓ synchronisation de l'émetteur/récepteur
 - ✓ collecte des informations de statuts pour le management plane

1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.4 Organisation en couche:

1.1.4.2 La couche MAC:

- La couche MAC assure les fonctions suivantes:
 - maintenance des service de base, activation et désactivation des canaux physiques
 - multiplexage et démultiplexage des canaux logiques: exemple C: signalisation, I: données utilisateurs P: Paging Q:Broadcast
 - Segmentation et réassemblage
 - Contrôle d'erreur et correction d'erreur

1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.4 Organisation en couche:

1.1.4.3 La couche de liaison de données (DLC Data Link Control):

- la couche liaison de donnée a pour rôles:
 - établissement et maintien de la connexion entre le terminal mobile et la station de base
 - On distingue deux protocoles de liaison de données pour le plan de contrôle:
 - ✓ protocole Lb pour service de diffusion en mode non connecté: paging
 - ✓ protocole Lc+LAPC: protocole point à point
 - Le plan U fournit une famille de variantes de services, dans laquelle chacun des services est optimisé pour le besoin particulier d'un type spécifique de services. Le service le plus simple est le service transparent non protégé utilisé pour la transmission vocale.

1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.4 Organisation en couche:

1.1.4.4 La couche réseau (NWK)

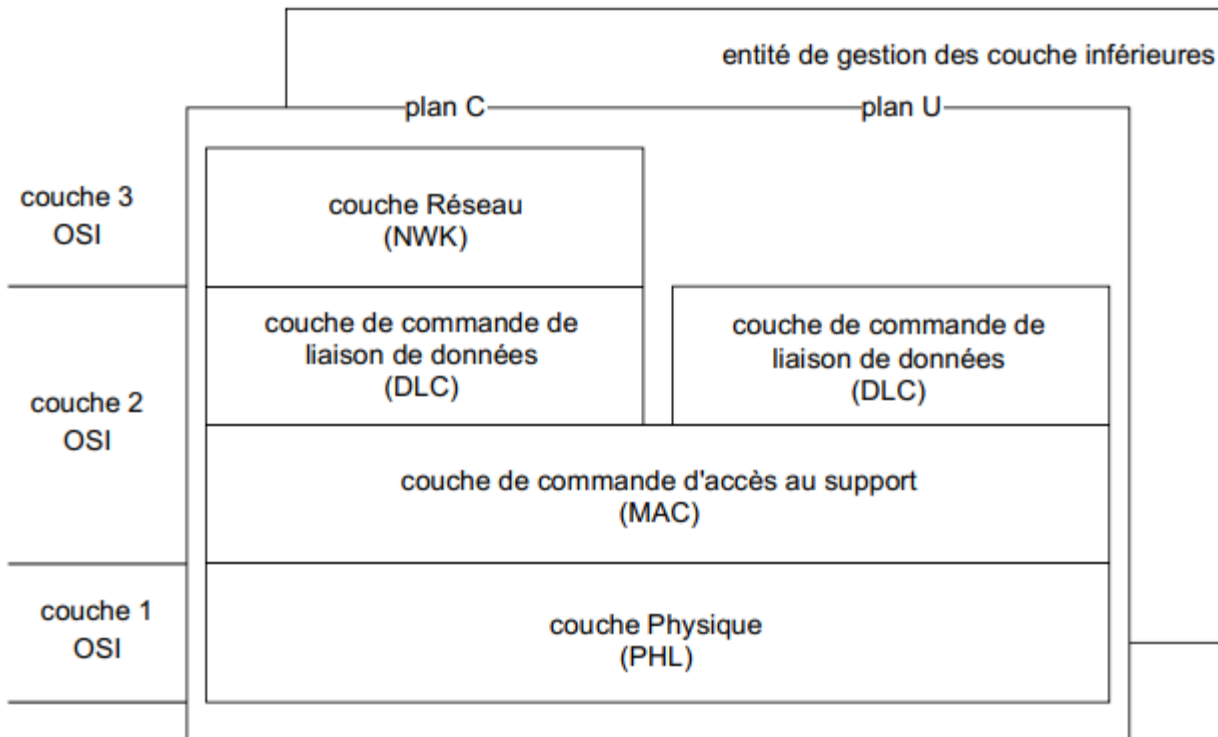
- La couche Réseau NWK est la couche principale de signalisation.
- Elle adopte un style similaire au protocole de la couche 3 du réseau RNIS et offre un niveau similaire de fonctions
- La couche Réseau NWK fonctionne en utilisant un échange de messages entre entités homologues.
- Elle prend en charge l'établissement, la maintenance et la libération des appels
- Elle offre plusieurs services:
 - Les services complémentaires (SS: Supplementary service)
 - Le service de messagerie en mode connecté (COMS Connection Oriented Message)
 - le service de messagerie en mode non connecté (CLMS connectionless message service)
 - La gestion de la mobilité (MM mobility management)

1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.4 Organisation en couche:

1.1.4.4 La couche réseau (NWK)



1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.5 Profils

- l'interface DECT doit être indépendante des caractéristiques techniques de ces réseaux tout en étant capable de laisser passer les commandes adaptées aux réseaux à atteindre.
- Chacun des profils DECT décrit la façon dont l'interface commune est utilisée pour une application particulière
- Un profil est un ensemble de commandes et de procédures fournissant une description non ambiguë de l'interface air pour accéder à des services et à des applications spécifiques
- Dans la réalité, la plupart de ces profils ont pour objet l'interfonctionnement et l'interopérabilité
- L'interfonctionnement désigne la capacité d'utiliser plusieurs systèmes ensemble, tandis que l'interopérabilité se réfère à la possibilité d'utiliser ensemble des équipements de différents fabricants fonctionnant sous des systèmes différents

1. Wireless LAN

1.1. DECT

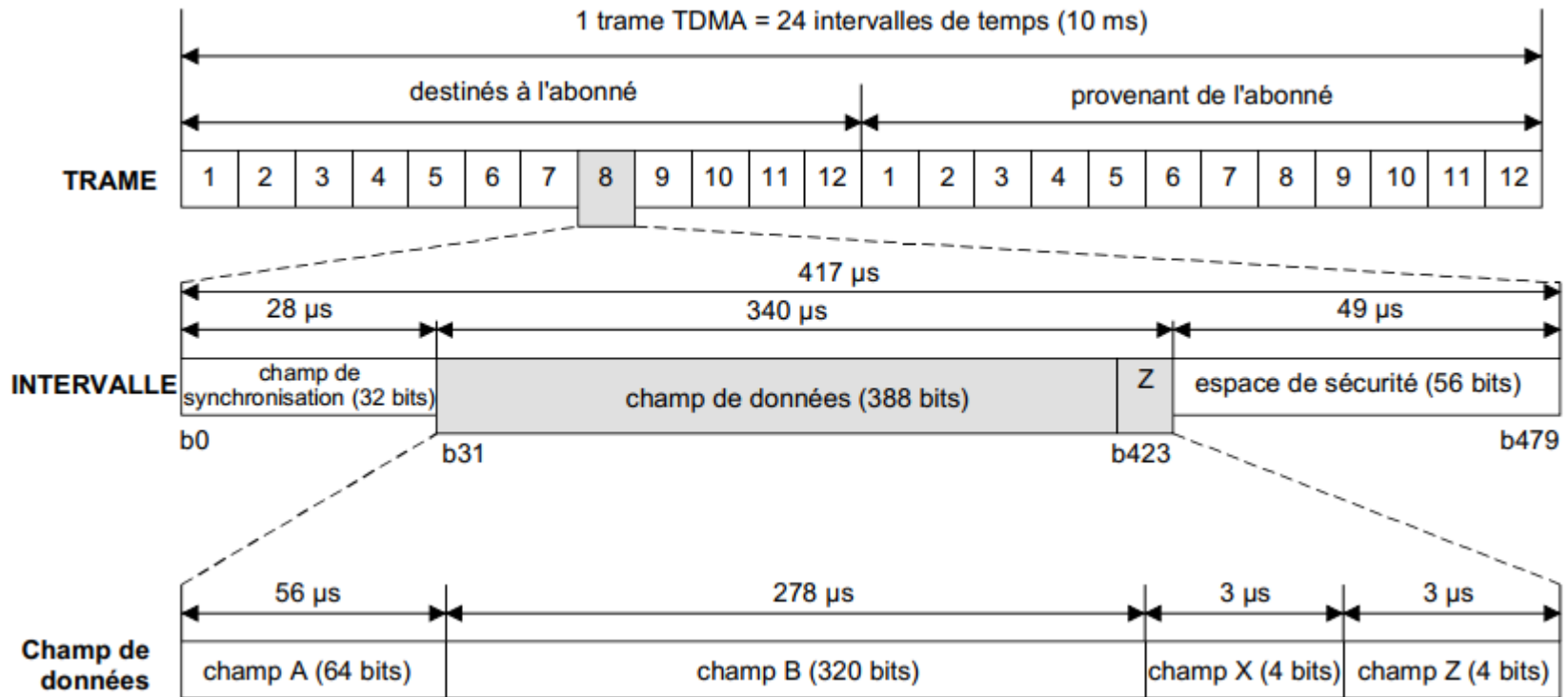
1.1.5 Profiles

- Le GAP (Generic Access Profile) et le profil d'interfonctionnement entre le DECT et le GSM constituent deux exemples importants de profils. Le GAP permet l'interopérabilité entre les équipements terminaux et les stations de base.
- Un terminal d'un premier constructeur peut être compatible avec une station de base d'un second constructeur, à condition que ces deux équipements respectent le profil GAP
- Le profil GAP est le profil DECT de base. Il contient les fonctionnalités nécessaires pour supporter des applications telles que la voix, pour des téléphones sans fil domestiques, les PABX sans fil professionnels et les applications à partir d'un accès public
- Il inclut la gestion de la mobilité et le contrôle des appels. Les protocoles gérant le contrôle des appels sont fortement liés à la fourniture des services de voix.
- Les protocoles traitant la gestion de la mobilité couvrent notamment le traçage de la localisation, les identités et les aspects de sécurité.
- L'interface DECT permet d'accéder à de nombreux réseaux, même à des systèmes cellulaires comme le GSM

1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.6 Format de trame



1. Wireless LAN

1.1. DECT

1.1.6 Format de trame

- Dans chacune des porteuses, la structure TDMA définit 24 intervalles de temps dans une trame de 10 ms, chacun des intervalles de temps pouvant être utilisé pour transmettre un paquet autonome de données,
- Chacun des paquets transmis contient un champ de synchronisation, ainsi que des informations de contrôle, des informations de service et un contrôle d'erreur
- Composants du champ de données:
 - Champ A: Signalisation
 - Champ B: Données
 - Champ X: 4 bits Réservés
 - Champ Z: 4 bits Réservés

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.1 Bluetooth IEEE 802.15-1

1.2.1.1 Généralité:

- Le Bluetooth est l'évolution du port série. Il a pour objectif de supprimer toute liaison filaire entre divers équipements: le téléphone portable et oreillette, ordinateur et ses périphériques
- Il constitue un petit réseau personnel (WPAN, Wireless Personal Area Network)
- Les réseaux Bluetooth sont indépendants de toute infrastructure
- Les différents modes d'utilisation visés permettent de limiter la puissance d'émission (faible portée, nombre d'hôte à accueillir relativement réduit)
- Technologie élaborée par un groupe de travail appelé SIG et composé des sociétés Ericsson, IBM, Intel, Nokia et Toshiba

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.1 Bluetooth IEEE 802.15-1

1.2.1.2 Caractéristiques:

- Le Bluetooth est caractérisé par les spécifications ci-dessous:

PARAMETRES	SPECIFICATIONS
Standard	IEEE 802.15-1
Débit théorique	750kbit/s
Portée moyenne	10 m
Fréquences	2.4 GHz
Classes de puissance	<ul style="list-style-type: none">- Classe 1: 100 mW (20 dBm) portée 100 mètres- Classe 2: 2,5 mW (4 dBm) portée 10 à 20 mètres- Classe 3: 1 mW (0 dBm) Quelques mètres
Modulation	GFSK (Gaussian Frequency Shift Key) BT:0.5
Sensibilité à la réception	-70dBm

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.1 Bluetooth IEEE 802.15-1

1.2.1.3 Architecture:

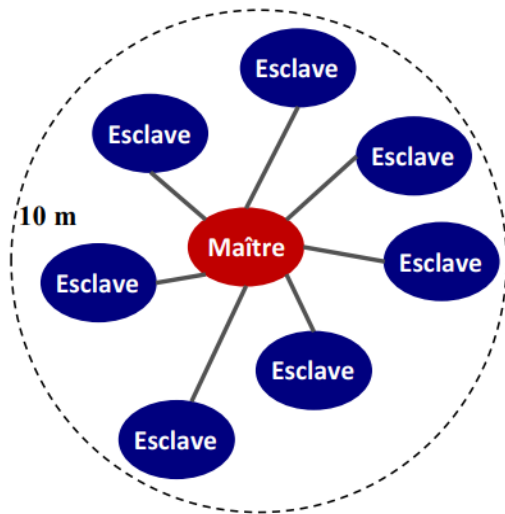
- Les réseaux Bluetooth instaurent une relation de type maître/esclave réseau point à point
- Un terminal Bluetooth maître, distribue le droit à la parole (polling) à des terminaux dits esclaves.
- L'accès au réseau est de type multiplexage temporel, le temps étant découpé en slots de $625\text{ }\mu\text{s}$ (1600slot/s)
- Le terminal interrogé (pollé) peut transmettre une trame de données durant un temps ne pouvant excéder 5 slots
- le réseau formé par un maître et ses esclaves (7 au maximum) se nomme un piconet.
- Pour étendre le réseau Bluetooth, un terminal esclave d'un piconet peut être maître dans un autre piconet on obtient le scatternet

1. Wireless LAN

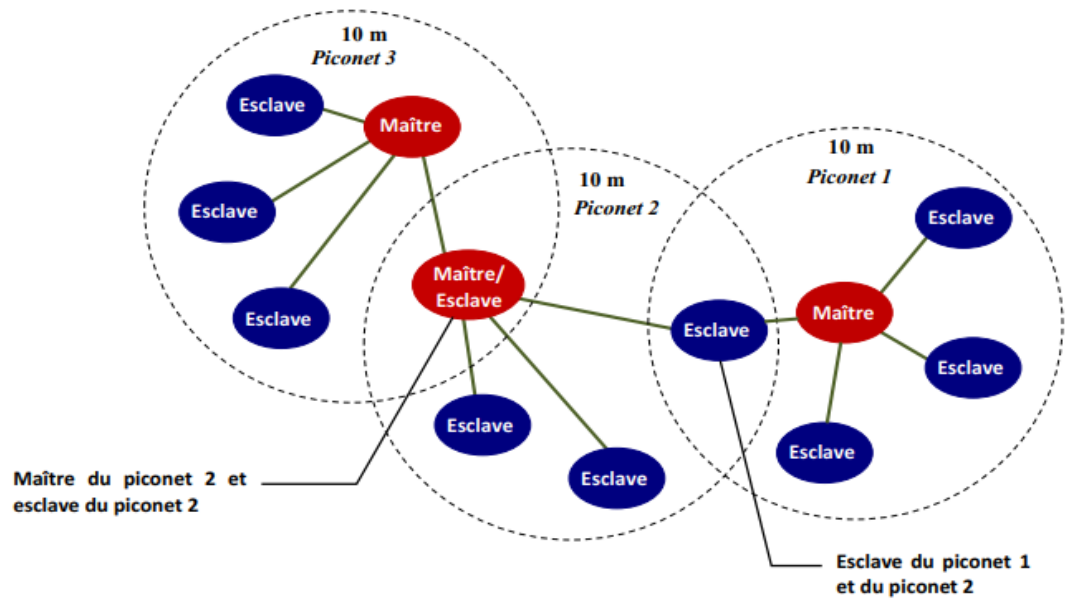
1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.1 Bluetooth IEEE 802.15-1

1.2.1.3 Architecture:



Piconet



Scatternet

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.1 Bluetooth IEEE 802.15-1

1.2.1.4 Architecture Protocolaire du Bluetooth:

a. Les services ou profils

- Les services du réseau Bluetooth sont offerts via des profils prédéfinis au nombre de 13
- On distingue deux profils de base:
 - le GAP (Generic Access Profile) dont le rôle est de détecter les différents terminaux Bluetooth à portée radio
 - le SDAP (Service Discovery Access Profile) qui détermine les différents services disponibles sur les matériels compatibles détectés par le GAP
- les services découverts vont déterminer l'empilement des protocoles. Ce sont
 - Les services de téléphonie sans fil (Cordless telephony profile)
 - les services de FAX (Fax profile)
 - les périphériques série (Serial port profile)
 - les connexions à internet ou aux réseaux locaux (Dial Up networking profile et LAN access profile);
 - l'échange de fichiers (File transfert profile) et la synchronisation automatique de fichiers projets, agenda (Synchronisation profile)

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.1 Bluetooth IEEE 802.15-1

1.2.1.4 Architecture Protocolaire du Bluetooth:

b. L'organisation en couche

i. La couche radio de Bluetooth

- la couche radio de Bluetooth transmet des bits du maître vers l'esclave, et vice versa.
- A l'instar du 802.11, le Bluetooth utilise la bande comprise entre 2.402 et 2.480 GHz divisé en 79 canaux de 1 MHz pour les USA et l'Europe. De façon particulière 23 sont disponibles en France
- L'utilisation d'une technique d'étalement de spectre à sauts de fréquence (FHSS Frequency Hopping Spread Spectrum) augmente la résistance aux interférences et au bruit.
- Une séquence de sauts de fréquence comprend 79 (23 en France) séquences ou slots de 625 μ s soit 1600 slot/s
- Une séquence de fréquence dure 1, 3 ou 5 slots

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.1 Bluetooth IEEE 802.15-1

1.2.1.4 Architecture Protocolaire du Bluetooth:

b. L'organisation en couche

ii. La couche de liaison de Bluetooth

- La couche contrôle de liaison (ou bande de base) est celle qui se rapproche le plus de la sous-couche MAC.
- Elle convertit les trains de bits en trames et définit certains formats
- Sécurité des échanges avec la technique SSP (Secure Simple Pairing)
- Elle gère trois types de communication grâce au protocole de gestion de liaison:
 - Les communications synchrones ou SCO (Synchronous Connection Oriented link)
 - Les communications asynchrones ou ACL (Asynchronous Connection Less)
 - Les communications asynchrones (ACL) symétriques avec un débit de 433.9kbit/s dans chaque sens

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.1 Bluetooth IEEE 802.15-1

1.2.1.4 Architecture Protocolaire du Bluetooth:

b. L'organisation en couche

iii. La couche L2CAP(Logical Link Control & Adaptation Protocol)

- Elle fait parti de la couche liaison de Bluetooth
- Permet d'utiliser simultanément différents protocoles de niveaux supérieurs
- Un mécanisme permet d'identifier le protocole de chaque paquet envoyé pour permettre à l'appareil distant de passer le paquet au bon protocole, une fois celui-ci récupéré
- Elle réalise l'adaptation de la taille des données issues des applications (64 ko au maximum) aux capacités de l'interface radio (2 745 bits), en assurant la segmentation/réassemblage et le multiplexage des données

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.1 Bluetooth IEEE 802.15-1

1.2.1.4 Architecture Protocolaire du Bluetooth:

b. L'organisation en couche

iv. La sous couche bande de base (Base bande)

- Elle définit la façon dont la station de base contrôle les slots de temps et dont ils sont regroupés en tame
- Cette couche définit les adresses matérielles des périphériques nommées BD_ADDR (Bluetooth Device ADDRESS) codé sur 48 bits
- Elle gère également les différents types de connexions entre les appareils : synchrone ou asynchrone
- Elle peut être comparée à la sous couche MAC, mais elle comprend également des éléments de la couche physique

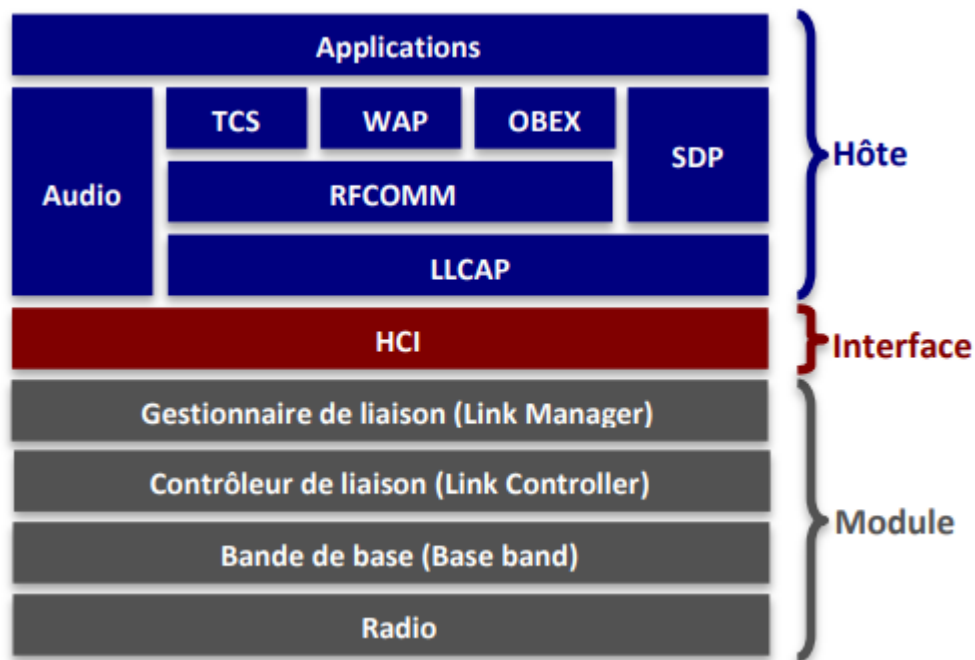
1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.1 Bluetooth IEEE 802.15-1

1.2.1.4 Architecture Protocolaire du Bluetooth:

b. L'organisation en couche



1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.1 Bluetooth IEEE 802.15-1

1.2.1.5 Format de trame:

- Les paquets ont le format suivant:

Code d'accès 72 bits	En-tête 54 bits	Données 0 à 2745 bits
-------------------------	--------------------	--------------------------

- **Code d'accès:** il identifie le piconet maître et il est utilisé pour la synchronisation, le paging et la recherche. Il y a trois types de code d'accès:
 - CAC (Channel Access Code) identifie un unique piconet
 - DAC (Device Access Code) code de composant utilisé durant la pagination et ses réponse
 - IAC (Inquiry Access Code) utilisé dans les procédures de recherche de composant. On distingue deux types de IAC:
 - ✓ GIAC (Generic IAC) utilisé par défaut pour rechercher tous les périphériques Bluetooth dans la zone
 - ✓ DIAC (Dedicated IAC) Utilisé pour rechercher un type spécifique de composant

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.1 Bluetooth IEEE 802.15-1

1.2.1.5 Format de trame:

- **En-tête:** codé sur 54 bits, il s'agit d'une séquence de 18 bits répétés trois fois. Cette séquence est composée de six champs:
 - AMA (3 bits) adresse actif de l'esclave. 0 pour le broadcast et 1 à 6 pour le périphérique
 - Type (4 bits): SCO, ACL, NULL, POLL, FEC, durée du payload
 - Flow (1 bit) Contrôle de flux pour signaler que la mémoire tampon est pleine
 - ARQN (1 bit) Indication de l'acquittement (ACK)
 - SEQN (1 bit) Numéro de séquence
 - HEC (8 bits) Header Error Control
- **Données:** données binaires utiles avec une zone de contrôle d'erreur de 16 bits

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.2 Apple AirPort

1.2.2.1 Généralité

- AirPort est le nom donné à une série de produit de Apple basés sur le protocole Wi-Fi (802.11b puis 802.11g, 802.11n et 802.11ac).
- AirPort est introduit le 21 juillet 1999 à New York, lors de la Macworld, par Steve Jobs
- L'offre initiale consistait en une carte d'extension optionnelle à insérer dans un iBook et fonctionnant de pair avec une borne AirPort raccordée à Internet.
- La carte AirPort a par la suite été proposée en option avec quasiment tous les nouveaux produits de la gamme Apple, incluant les eMac, iMac, PowerBook et Power Mac
- Le système AirPort original permettait un débit de transfert de 11 Mbit/s et était généralement utilisé pour partager un accès sans fil à Internet et des fichiers entre de multiples ordinateurs.
- On distingue trois variantes : AirPort Express (802.11n), AirPort Extreme (802.11ac) et AirPort Time Capsule (802.11ac)
- Ce produit est aujourd'hui remplacé par le Wi-Fi

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.2 Apple AirPort

1.2.2.2 Airport

- Il se compose de deux ensembles distincts:
 - une carte à placer dans chacun des ordinateurs iBook, Power Mac G4/DV, Powerbook ou iMac 350 mini
 - la borne d'accès Airport. Elle assure, d'une part le dialogue entre les différents ordinateurs et d'autre part permet la jonction avec les équipements locaux : réseau filaire, imprimantes, réseau téléphonique, accès Internet
- Dix ordinateurs peuvent communiquer simultanément par liaison hertzienne avec une base
- Le rayon maximum de fonctionnement est de 50 mètres
- Le débit maximum théorique d'échange est de 11 Mb/s.
- La borne d'accès Airport est munie de différents ports:
 - port Ethernet (10baseT) pour la connexion avec le réseau filaire ou pour l'accès à Internet via un modem câble (réseau câblé urbain) ou ADSL
 - port modem pour liaisons téléphoniques (modem à 56 K)
- AirPort assure la protection avec du WEP 64 bits ou du WEP 128 bits

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.2 Apple AirPort

1.2.2.3 Airport Extreme 11g

- La borne AirPort Extreme, lancée en 2003, est compatible avec la norme 802.11g, qui lui permet d'atteindre 54 mégabits/s
- Cette version intègre deux prises Ethernet 100 mégabits/s et un port USB qui permet de partager une imprimante sur le réseau local.
- Permet l'accès à deux types de réseau Wi-Fi:
 - un réseau 2.4 GHz pour les appareils 802.11b, 802.11g et 802.11n tels que l'iPhone, l'iPod touch et les anciens modèles d'ordinateurs
 - un réseau 5 GHz pour les appareils 802.11n et 802.11a

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.2 Apple AirPort

1.2.2.4 AirPort Express et AirPort Time Capsule (802.11ac)

- **AirPort Express**
 - Elle a été présentée par Apple le 7 juin 2004
 - Permet la connexion de 10 utilisateurs et est équipé d'un dispositif appelé AirTunes (AirPlay)
 - En mai 2008, Apple a mis à jour la borne pour lui ajouter le support de la norme 802.11n
- **AirPort Time Capsule (802.11ac)**
 - offre les mêmes possibilités que le AirPort Extreme avec en plus un support de stockage
 - Compatible avec la norme Wi-Fi 802.11ac
 - Time Capsule est un serveur de fichiers miniature accessible par Wi-Fi et Ethernet
 - cette caractéristique permet à des ordinateurs équipés d'un outil de sauvegarde comme Time Machine d'être synchronisés facilement et sans intervention de la part de l'utilisateur tout en lui offrant une mobilité

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.2 Apple AirPort

1.2.2.5 Spécifications techniques des normes IEEE 802.11 du AirPort

Norme	Procédé de modulation	Largeur Du canal	Débit de données (Mbit/s)
802.11 a	OFDM	20MHz	6 à 54
802.11 b	DSSS, CCK, PBCC	20MHz	1 à 11
802.11 g	DSSS, CCK, PBCC	20 MHz	1 à 33
	OFDM, DSSS-OFDM		6 à 54

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.3 IrDA

1.2.3.1 Généralité

- InfraRed Device Association est une organisation à but non lucratif qui définit les standards pour une interopérabilité universelle des transmissions par ports infra rouge
- Cette norme sert dans les télécommandes des TV, DVD, etc pour envoyer des ordres. Elle permet aussi les transferts de fichiers entre des ordinateurs portables, des téléphones mobiles ou des assistants personnels
- L'IrDA existe en plusieurs versions, avec un débit variable de quelques kbit à des centaines de mégabits
- les transferts ne peuvent s'effectuer que dans un sens à la fois (half duplex)
- L'IrDA admet une topologie point à point

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.3 IrDA

1.2.3.2 Caractéristiques techniques

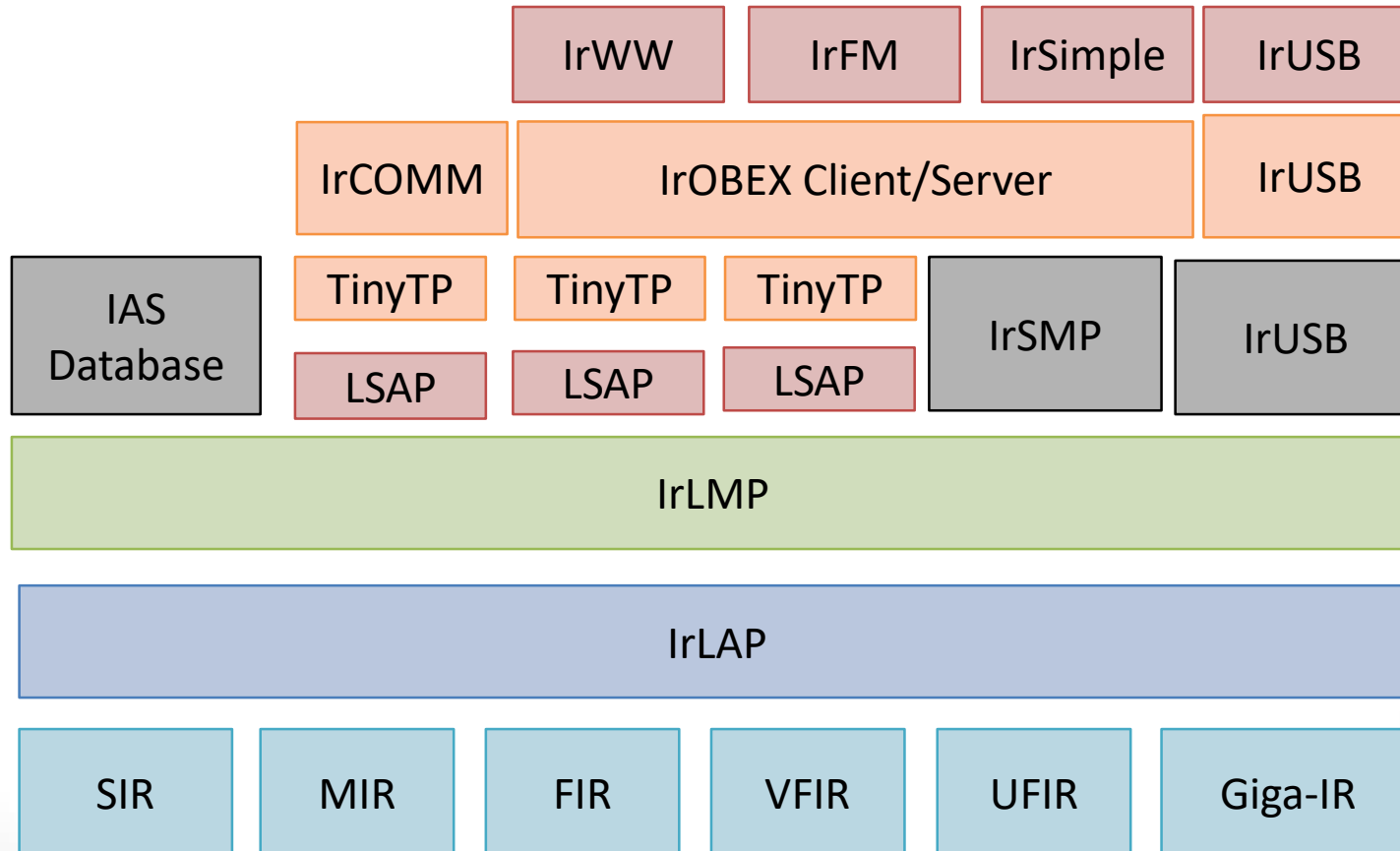
PARAMETRES	SPECIFICATIONS
Standard	InfraRed Data Association Specification
Moyen de communication	Lumière infrarouge
Portée	0 à 2 mètres
Taille du réseau	2 terminaux
Exigence de ligne de visé	Oui
Max taux de transfert	16 Mbps
Consommation	Très faible
Tolérance aux interférence	Excellente
Identification, autorisation et cryptage	Non disponible

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.3 IrDA

1.2.3.3 Organisation en couche



1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.3 IrDA

1.2.3.3 Organisation en couche

❖ IrPhy

- IrPhy (Infrared Physical Layer Specification) est la couche physique de l'IrDA
- Elle décrit les procédures de modulation, encodage, vérification (cyclic redundancy check CRC)
- Elle a les caractéristiques suivantes:
 - Portée standard: 1 m
 - Angle: cone $\pm 15^\circ$
 - Modulation: bande de base, pas de porteuse
 - Fenêtre infrarouge 850-900 nm
 - taux d'erreur -9 dB
- Elle offre divers débits:
 - SIR (Serial Infrared): 9.6-115.2 kbit/s
 - MIR (Medium Infrared): 0.576-1.152 Mbit/s
 - FIR (Fast Infrared): 4 Mbit/s, 4PPM

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.3 IrDA

1.2.3.3 Organisation en couche

❖ IrPhy

- VFIR (**V**ery **F**ast **I**nfrared): 16 Mbit/s
- UFIR (**U**ltra **F**ast **I**nfrared): 96 Mbit/s
- GigaIR: 512 Mbit/s – 1Gbit/s

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.3 IrDA

1.2.3.3 Organisation en couche

❖ IrLAP

- La couche **IrLAP** (Infrared **L**ink **A**ccess **P**rotocol) a pour fonctions:
 - le Contrôle d'accès
 - La découverte de périphériques de communication potentiels
 - L'Etablissement de la connexion bidirectionnelle
 - La distribution des rôles Primaire/Secondaire
 - La négociation des paramètres de qualité de service

❖ IrLMP

- La couche **IrLMP** (Infrared **L**ink **M**anagement **P**rotocol) est divisée en deux parties:
- Le **LM-MUX** (Link **M**anagement **M**ultiplexer) qui permet de définir des canaux logiques multiples, et autorise des changements primaire/secondaire
- Le **LM-IAS** (Link **M**anagement **I**nformation **A**ccess **S**ervice) donne une liste où les offres de service peuvent être enregistrées.

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.3 IrDA

1.2.3.3 Organisation en couche

❖ Tiny TP

- La couche optionnelle **Tiny TP** (Tiny Transport Protocol) permet le transport de grands message (segmentation et réassemblage), et le contrôle des flux sur chaque canal logique.

❖ IrCOMM

- La couche optionnelle **IrCOMM** (Infrared Communications Protocol) permet l'usage de l'infrarouge comme un port série ou parallèle.

❖ OBEX

- La couche optionnelle **OBEX** (Object Exchange) permet l'échange d'objets arbitraires (vCard, vCalendar ou même des applications). Il faut obligatoirement un Tiny TP pour un **OBEX**

❖ IrLAN

- La couche optionnelle **IrLAN** (Infrared Local Area Network) permet de connecter un appareil infrarouge à un réseau local, avec les 3 méthodes suivantes: Access Point, Peer to Peer, Hosted

1. Wireless LAN

1.2. Bluetooth, Apple AirPort, IrDA

1.2.3 IrDA

1.2.3.3 Organisation en couche

❖ IrSimple

- IrSimple permet d'aller 4 à 10 fois plus vite en améliorant l'efficacité du protocole IrDA. Une image de 500 koctets peut être transmise en moins d'une seconde.

❖ IrSimpleShot

- Un des objectifs primaires de IrSimpleShot (IrSS) est d'autoriser les millions de caméra-phones infrarouges de transférer les images vers des imprimantes, TVs

1. Wireless LAN

1.3 HiperLAN

1.3.1 Généralité:

- HiperLAN (ou **H**igh **P**ERformance **r**adio **L**AN) est un standard européen de télécommunications créé par l'ETSI entre 1991 et 1996 et maintenu par le BRAN (Broadband Radio Access Network)
- L'objectif était de proposer une alternative au Wi-Fi 802.11
- Ce système a été introduit dans un contexte de:
 - croissance de systèmes de communication sans fils
 - Emergence des applications multimédia
 - La demande importante d'un accès haut débit à internet
- Il opère avec un débit théorique maximum de 23,5 Mb/s dans une bande passante dédiée de 5,1 GHz - 5,3 GHz et 17,1 – 17,3 GHz
- Il permet une interopérabilité entre différents constructeurs
- On distingue plusieurs variantes dont:
 - HiperLAN 1
 - HiperLAN2
 - HiperAccess
 - HiperLink

1. Wireless LAN

1.3 HiperLAN

1.3.2 Caractéristiques

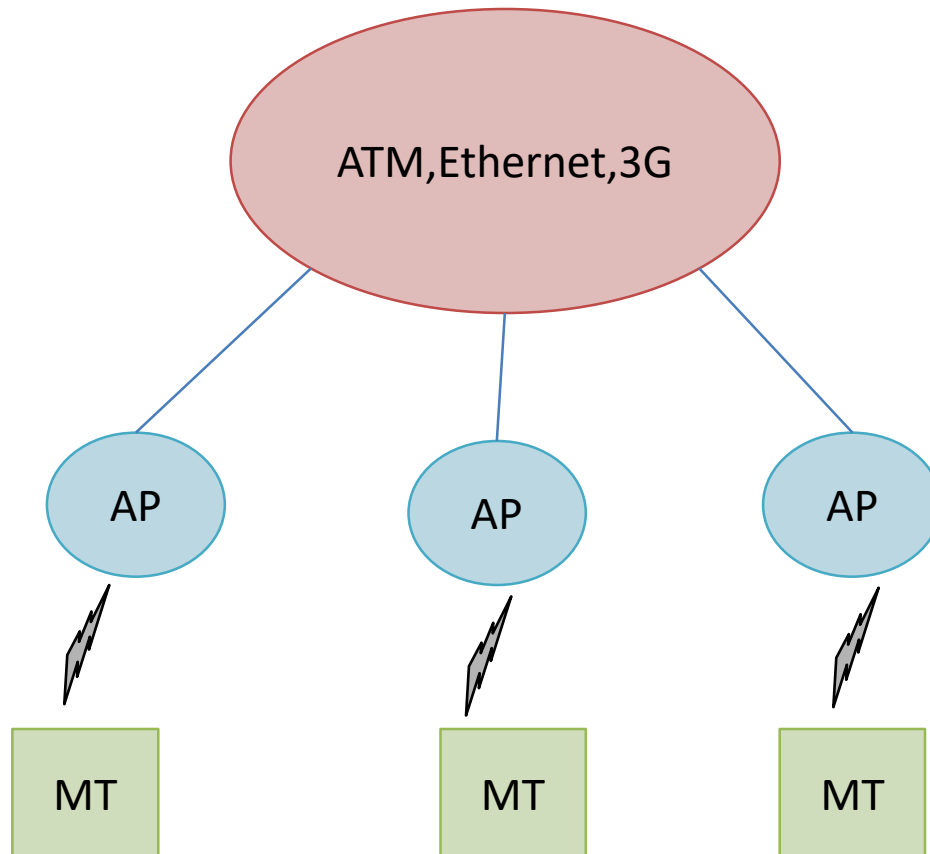
- En fonction du type d'HiperLAN on distingue les caractéristiques ci-dessous:

HiperLAN1	HiperLAN2	HiperAccess	HiperLink
Fréquence 5 GHz Mode de transmission point à point, point à multipoint, Débit: 23.5 Mbit/s, Puissance 1 W Support de service asynchrone, compatible avec le protocole MAC Modulation GSMK	Fréquence 5 GHz Débit sup 54 Mbit/s Architecture supportée Ethernet, IEEE 1394, ATM, 3G Mode connecté avec une QoS Sécurité, authentification, cryptage Modulation OFDM	fréquence 5 GHz débit 25Mbps permet de réaliser des réseaux IP ou ATM offrant des débits de l'ordre de 25 Mbit/s	Réseau sans fil point à point Fréquence 17 GHz débit 155Mbps

1. Wireless LAN

1.3 HiperLAN

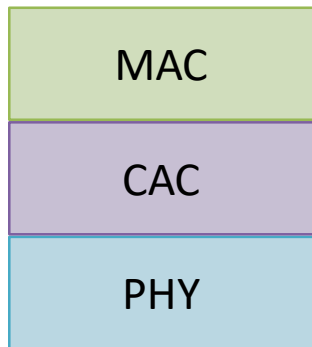
1.3.3 Architecture



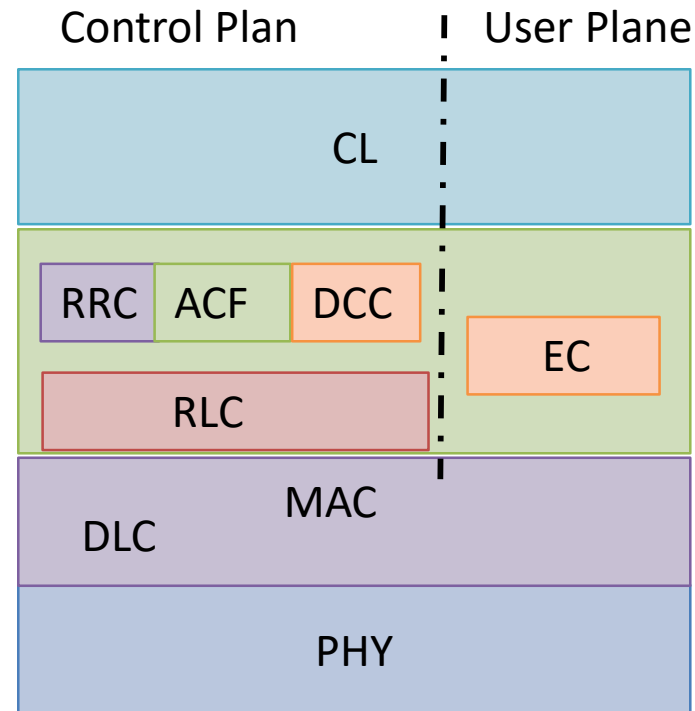
1. Wireless LAN

1.3 HiperLAN

1.3.4. Architecture en couche



Model Ref Hyperlan 1



Model Ref HyperLan 2

EC Error Control

RLC Radio Link Control

RRC Radio Resource

ACF Association Control Function

DCC DLC Connection Control

MAC Medium Access Control

CAC Channel Access Control Sublayer

PHY Physical Layer

CL: Convergence Layer

1. Wireless LAN

1.3 HiperLAN

1.3.4. Architecture en couche

1.3.4.1 La couche physique

- Elle assure les fonctions suivantes:
 - modulation, démodulation, synchronisation des bits et trames
 - Mécanisme de correction d'erreur
 - Mesure de la puissance du signal
 - Détection des canaux
- Utilisation de la modulation OFDM (**O**rthogonal **F**requency **D**ivision **M**ultiplexing) pour l'HiperLAN2 avec les caractéristiques suivantes:
 - Robustesse
 - Efficacité spectrale
 - Flexibilité
 - Facilité par l'efficacité des algorithmes FFT et IFFT des chips DSP
 - HiperLAN2 comporte 19 canaux (20MHz) avec chaque canal divisé en 52 sous porteuses,

1. Wireless LAN

1.3 HiperLAN

1.3.4. Architecture en couche

1.3.4.2 La sous couche CAC

- **Channel Access Control** s'assure qu'un terminal ne se connecte pas à un canal interdit
- Elle gère les priorité
- On distingue 5 niveaux de priorité pour le support de la QoS
- La QoS est mappée au niveau de priorité grâce au cycle de vie du paquet:
 - Si la durée du paquet est nul il n'est pas utile de l'acheminer vers l'entité distante
 - La durée de vie du paquet est comprise entre 500ms pour le min et 16000ms
 - Si le terminal ne peut transmettre le paquet à cause la priorité courante un temps d'attente est retiré de la durée de vie du paquet

1. Wireless LAN

1.3 HiperLAN

1.3.4. Architecture en couche

1.3.4.3 La couche MAC

- Cette couche compatible avec la couche MAC ISO
- Supporte les service avec contrainte de temps grâce aux priorités
- Transfert des paquets:
 - Support du transfert direct (réseau point à point), transfert des messages de diffusion
 - Support du QoS lors du transfert
- Mécanisme de cryptage
 - Les mécanismes de cryptage sont intégrés à la couche mais sans clés de gestion
- Mécanisme de conservation de l'énergie.

1.4. Les réseaux Wi-Fi

1.4.1 Généralité

- Les systèmes 802.11 opèrent dans les fréquences 2.4GHz de la bande ISM (Industrial Scientific and medical) et 5GHz de la bande UNII (Unlicensed-National Information Infrastructure)
- Les réseaux 802.11 sont constitués de clients (ordinateurs portables et des téléphones mobiles) et d'équipements d'infrastructure appelés points d'accès ou AP (Access Point) ou stations de base. Les AP sont connectés au réseau filaire.
- Les clients à portée radio les uns des autres peuvent communiquer sans point d'accès on parle de réseau ad hoc
- La transmission 802.11 est perturbée par l'environnement de propagation du signal. Aux fréquences utilisées par 802.11 les signaux radio peuvent être réfléchis par des objets solides si bien que plusieurs échos d'une émission peuvent atteindre un récepteur. Ces échos peuvent s'annuler ou se renforcer mutuellement causant une fluctuation considérable du signal. Ce phénomène est appelé atténuation due aux trajets multiples (multipath fading)

1.4. Les réseaux Wi-Fi

1.4.2 Caractéristiques techniques

Norme	802.11	802.11b	802.11a	802.11g	802.11n
Fréquence	2.4GHz	2.4GHz	5GHz	2.4 GHz	2.4 GHz ou 5 GHz
débit	1 ou 2 Mbit/s	5,5 ou 11 Mbit/s	6 à 54 Mbit/s	54 Mbit/s théorique et 25 Mbit/s	600 Mbit/s
Modulation	DSSS, FHSS	HR-DSSS	OFDM	OFDM	MIMO-OFDM
portée	20 m en Indoor 100 m en Outdoor	35 m en Indoor 140 m en Outdoor	35 m en Indoor 120 m en Outdoor	38 m en Indoor 140 m en Outdoor	70 m en Indoor 250 m en Outdoor

1.4. Les réseaux Wi-Fi

1.4.3 Architecture

- Le réseau 802.11 est basé sur une architecture de type cellulaire. Chaque cellule, BSS (Basic service Set) est contrôlée par un AP.
- Un BSS est identifié par un BSSID (Basic Service Set Identifier), codé sur 6 octets, il correspond à l'adresse MAC du point d'accès.
- Le réseau peut comporter une ou plusieurs cellules autonomes ou être le prolongement d'un réseau Ethernet.
- La liaison entre les AP peut être filaire ou radio (WDS, Wireless Distribution System) et l'ensemble forme un seul réseau (ESS Extend Service Set) identifier par l'ESSID codé sur 32 octets qui permet de nommer le réseau.
- Des clients à portée radio les uns des autres, peuvent communiquer sans point d'accès, on parle de réseau ad hoc

1.4. Les réseaux Wi-Fi

1.4.4 Organisation en couche

- La norme 802.11 définit les deux premières couches (basses) du modèle OSI: la couche physique et la couche liaison de données
- La couche liaison de données est subdivisée en deux sous-couches: la couche LLC (Logical Link Control) et la couche MAC (Medium Access Control)
- La norme 802.11 offre plusieurs variantes au niveau de la couche physique tandis que la partie liaison est unifiée

❖ Couche Physique

- La couche physique est divisée en deux sous couches:
 - La sous couche PMD (Physical Medium Dependent) qui gère l'encodage des données et effectue la modulation
 - La sous couche PLCP (Physical Layer Convergence Protocol) qui s'occupe de l'écoute du support et fournit un CCA (Clear Channel Assessment) à la couche MAC pour lui signaler que le canal est libre

1.4. Les réseaux Wi-Fi

1.4.4 Organisation en couche

❖ FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum)

- FHSS désigne une technique d'étalement de fréquence fondée sur le saut de fréquence dans laquelle, la bande ISM est divisée en 79 canaux ayant chacun 1MHz de largeur de bande
- Pour transmettre les données l'émetteur et le récepteur s'accordent sur une séquence de sauts qui sera effectué sur ces 79 canaux
- FHSS définit 3 ensemble de 26 séquences. La transmission de données se fait par l'intermédiaire de sauts d'un sous-canal à un autre, sauts qui se produisent toutes les 300 ms
- En mode FHSS les données sont émises au moyen d'une modulation GMSK

❖ DSSS(Direct-Sequence Spread Spectrum)

- DSSS divise la bande ISM en 14 canaux de 20MHz de largeur
- La transmission se fait sur un canal donné.
- Les canaux se recouvrent. On ne peut donc avoir plus de 3 réseaux DSSS émettant sur une même cellule sans risque d'interférence

Wireless WAN

Objectifs:

- Connaître les technologies sans fils majeures employées dans un WAN et leurs caractéristiques.

2. Wireless WAN

2.1. Les réseaux cellulaires

2.1.1 Généralité:

- Ils ont été élaboré pour améliorer les capacités des systèmes de communication mobile
- Les réseaux cellulaires forment la base des systèmes de radiocommunication
- un réseau cellulaire est un système de télécommunication qui doit répondre aux contraintes de la mobilité de l'abonné dans le réseau, par l'étendue du réseau et par les ondes radio qui lui sont allouées.
- Un système de réseau cellulaire couvre l'ensemble d'infrastructures spécialement destinées aux équipements d'acheminement de communication vers les mobiles
- Le concept cellulaire permet d'atteindre des capacités importantes et illimitées au moyen d'un grand nombre des stations radio dont chacune couvre une surface géographique appelée « cellule ».
- Il consiste à diviser un territoire en cellules dont chacune est couverte par une station radio ou station de base. Il permet ainsi la réutilisation d'une même fréquence que celle des cellules différentes, c'est-à-dire qui sont adjacentes ou sécantes afin d'éviter les phénomènes d'interférences sur le signal utile.
- Parmi les réseaux cellulaires connus on peut citer: le GSM, l'UMTS, HSPA, HSPA+, WiMax, LTE

2. Wireless WAN

2.1. Les réseaux cellulaires

2.1.2 Organisation des réseaux cellulaires:

- Le principe de fonctionnement repose sur l'emploi d'émetteurs de faible puissance (100 mW ou moins)
- Chaque secteur géographique est découpé en petites zones appelées cellules. La taille de la cellule est généralement déterminée par le nombre de stations que peut accueillir une base fixe;
- Chaque cellule dispose de son propre émetteur-récepteur, souvent appelé antenne, sous le contrôle d'une station de base
- A chaque cellule est affecté une plage de fréquences
- Des cellules voisines doivent utiliser des fréquences différentes pour éviter d'interférer entre-elles
- Le modèle idéal de réseau cellulaire est un réseau hexagonal, afin que la distance entre une antenne et toutes ces voisines soit la même

2. Wireless WAN

2.2. Les Satellites:

2.2.1 Généralité

- Un satellite peut être vu comme un immense répéteur de micro-onde.
- Il contient plusieurs transpondeurs qui couvrent chacun une plage du spectre, amplifient les signaux entrants et les retransmettent sur une autre fréquence pour éviter les interférences sur les signaux reçus
- On peut ajouter un traitement numérique du signal pour manipuler ou rediriger séparément les flux de données dans la bande globale
- Les faisceaux descendants peuvent être larges et s'étendre sur une portion importante de la surface terrestre, ou étroits et se limiter à quelques centaines de kilomètres de diamètre
- Selon la troisième Loi de Kepler le carré de la période sidérale T d'un objet (temps entre deux passages successifs devant une étoile) est directement proportionnel au cube du demi-grand axe de la trajectoire elliptique de l'objet
- Plus le satellite est éloigné de la terre, plus sa période orbitale est longue. A proximité de la surface terrestre, cette période est d'environ 90 minutes. Ainsi les satellites à orbite basse ne sont visibles qu'un court moment; il en faut donc un grand nombre pour obtenir une couverture continue et que les antennes au sol puissent les suivre

2. Wireless WAN

2.2. Les Satellites:

2.2.1 Généralité

- La période orbitale d'un satellite n'est pas le seul facteur important à prendre en compte pour en déterminer l'emplacement. Il faut aussi tenir compte des ceintures de Van Allen, couches de particules hautement chargées piégées dans le champ magnétique de la terre.
- Selon leur orbite, les système satellitaires sont regroupés en trois familles:
 - les orbites stationnaires (GEO)
 - les orbites moyennes (MEO)
 - les orbites basse (LEO)

2. Wireless WAN

2.2. Les Satellites:

2.2.2 Satellites géostationnaires(GEO Geostationary Earth Orbit)

- Il ne peut avoir que 180 satellites géostationnaires à la fois dans le ciel puisque les satellites GEO doivent être espacés par un angle d'au moins 2 degrés sur le plan équatorial de 360 degrés.
- Pour éviter un chaos total dans le ciel, L'UIT se charge de l'attribution des positions orbitales et de leurs fréquences associées. Ce processus décisionnel est hautement politique.
- La bande C fut la première à être octroyée pour le trafic commercial par satellite. Deux plages de fréquences ont été définies dans cette bande, la plus basse pour le trafic descendant (depuis le satellite) et la plus haute pour le trafic montant (vers le satellite)
- Les bandes L et S ont été introduites en 2000 à la suite d'un accord international, mais elle sont étroites et encombrés
- A des fréquences plus hautes la bande disponible pour le trafic commercial est la bande Ku (K under). Cette bande n'est pas encore congestionnée
- De la bande passante a aussi été allouée dans la bande Ka (K above) mais les équipements permettant de l'exploiter sont encore très coûteux.

2. Wireless WAN

2.2. Les Satellites:

2.2.2 Satellites géostationnaires(GEO Geostationary Earth Orbit)

- Une communication duplex requiert deux canaux, un canal dans chaque sens.
- Les satellites GEO ont un temps de propagation important (environ 240 ms). En raison de la consommation d'énergie nécessaire à leur maintien sur leur orbite, leur temps de vie est limité de 10 à 15 ans.
- Un satellite moderne compte environ 40 transpondeurs, possédant chacun le plus souvent une bande passante de 36 MHz.
- Chaque transpondeur opère habituellement comme un simple relais hertzien, mais certains satellites disposent d'une capacité de traitement à bord (On-Board Processing)
- La répartition des fréquences sur les transpondeurs était statique: bande passante divisée en bandes de fréquences fixes. Aujourd'hui chaque faisceau de transpondeur est découpé en tranche de temps que les utilisateurs exploitent à tour de rôle.

2. Wireless WAN

2.2. Les Satellites:

2.2.2 Satellites géostationnaires(GEO Geostationary Earth Orbit)

- Parmi les évolutions récentes dans le monde des télécommunications, on compte les micro stations terrestres appelés VSAT (Very Small Aperture Terminal). Ces stations possèdent des antennes ne dépassant pas 1 mètre de diamètre, avec un débit de 1Mbit/s pour la liaison montante
- La diffusion directe de programme télévisés par satellite (DBS-TV, Direct Broadcast Satellite TV) s'appuient sur les VSAT

Bande	Liaison descendante	Liaison montante	Bande passante
L	1.5 GHz	1.6 GHz	15 MHz
S	1.9 GHz	2.2 GHz	70 MHz
C	4 GHz	6 GHz	500 MHz
Ku	11 GHz	14 GHz	500 MHz
Ka	20 GHz	30 GHz	3 500 MHz

2. Wireless WAN

2.2. Les Satellites:

2.2.3 Satellites à orbite moyenne(MEO Medium Earth Orbit)

- Orbite intermédiaire entre orbite basse et géostationnaire, les satellites MEO (2600 et 3000 kg) évoluent à une altitude de 10000 Km et décrivent des orbites circulaires.
- La période orbitale est d'environ 6 heures. Il est donc nécessaire de suivre leur déplacement dans le ciel.
- Leur empreinte sur le sol est plus étroite et des émetteurs moins puissants peuvent être utilisés pour les atteindre.
- Les 30 satellites GPS (Global Positioning System) qui orbitent à environ 20 200km sont des exemples de MEO

2. Wireless WAN

2.2. Les Satellites:

2.2.4 Satellites à orbite basse(LEO Low Earth Orbit)

- Ces satellites sont plus proche de la terre. En raison de leur déplacement rapide, il en faut un grand nombre pour former un système complet
- Du fait de leur faible altitude, les stations terrestres n'ont pas besoin de beaucoup de puissance, et le délai de transmission est quelques milliseconde
- On distingue deux exemples importants d'applications de ces satellites : Iridium et Globalstar

❖ Le réseau Iridium:

- Il offre des services qui incluent les communications vocales, la transmission de données et de téléscopes, la radiomessagerie et la navigation, accessibles que l'on se trouve sur terre, en mer ou dans les airs, via des équipements portables en liaison directe avec des satellites. Ils sont destinés en premier lieu à la marine, à l'aviation et aux compagnies pétrolières, mais aussi aux personnes qui voyagent dans des régions dépourvues d'infrastructures de télécommunications.
- Les satellites Iridium sont positionnés à une altitude de 750 km sur des orbites polaires circulaires.

2. Wireless WAN

2.2. Les Satellites:

2.2.4 Satellites à orbite basse(LEO Low Earth Orbit)

❖ Globalstar

- Globalstar est formé d'une constellation de 48 satellites LEO. Il est fondé sur le modèle classique de satellites répéteurs. Ce modèle présente l'avantage de maintenir une bonne partie de la complexité des transmission à terre, où elle est plus facile à gérer
- Les larges antennes terrestres permettent d'envoyer des signaux puissants et d'en recevoir de faibles, ce qui rend possible l'emploi de téléphones dont la puissance d'émission est réduite

2. Wireless WAN

2.2. Les Satellites:

2.2.5 Caractéristiques techniques

- Le tableau ci-dessus donne un aperçu des spécifications techniques et services offert par les réseaux satellitaires

Type	GEO Geostationary Earth Orbit	MEO Medium Earth Orbit	LEO Low Earth Orbit
Altitude	36 000 km	2000 à 12000 km	800 à 2000km
Type d'orbite	Circulaire	Elliptique ou circulaire	Elliptique ou circulaire
Plan de rotation	Equatorial	Quelconque	Quelconque
Temps de transmission Terre- Satellite	240 ms	110 à 150 ms	Environ 50 ms
Débit	Jusqu'à 155 Mbit/s	De 9.6 à 38 kbit/s	De 2.4 kbit/s à 155 Mbits
Applications	Téléphonie fixe, TV, transmission de données	Téléphonie fixe, transmission de données	Téléphonie fixe, transmission de données

BIBLIOGRAPHIE

[**Claude Servin 2012**] Claude Servin, 2012 RESEAUX ET TELECOMS, DUNOD, PARIS, 736 pages

[**Andrew T. 2011**] Andrew Tanenbaum et David J. Wetherall, 2011. Réseaux 5^e édition, PEARSON, 958 pages