Chapitre 6

Normes WIFI avancées

Objectifs du chapitre

Dans ce chapitre, nous allons :

- Rappeler les normes 802.11
- Préciser la norme 802.11n
- Préciser la norme 802.11ac
- Voir la norme 802.11ah
- Parcourir les fonctionnalités développées par la WIFI alliance
- Voir la norme 802.11ax et les standards WIFI renommés
- Le WPA3

Les normes 802.x

- Les normes 802.11
- Le 802.11n
- Le 802.11ac
- Le 802.11ah
- Les fonctionnalités développées par la WIFI alliance
- La norme 802.11ax et les standards WIFI renommés
- Le WPA3
- Résumé du chapitre

Les normes 802.11… (sept 2014)

- IEEE 802.11-1997: The WLAN standard was originally 1 Mbit/s and 2 Mbit/s, 2.4 GHz RF and infrared (IR) standard (1997), all the others listed below are Amendments to this standard, except for Recommended Practices 802.11F and 802.11T.
- IEEE 802.11a: 54 Mbit/s, 5 GHz standard (1999, shipping products in 2001)
- IEEE 802.11b: Enhancements to 802.11 to support 5.5 and 11 Mbit/s (1999)
- IEEE 802.11c: Bridge operation procedures; included in the IEEE 802.1D standard (2001)
- IEEE 802.11d: International (country-to-country) roaming extensions (2001)
- IEEE 802.11e: Enhancements: QoS, including packet bursting (2005)
- IEEE 802.11F: Inter-Access Point Protocol (2003) Withdrawn February 2006
- IEEE 802.11g: 54 Mbit/s, 2.4 GHz standard (backwards compatible with b) (2003)
- IEEE 802.11h: Spectrum Managed 802.11a (5 GHz) for European compatibility (2004)
- IEEE 802.11i: Enhanced security (2004)
- IEEE 802.11j: Extensions for Japan (2004)
- IEEE 802.11-2007: A new release of the standard that includes amendments a, b, d, e, g, h, i and j. (July 2007)
- IEEE 802.11k: Radio resource measurement enhancements (2008)
- IEEE 802.11n: Higher throughput improvements using MIMO (multiple input, multiple output antennas) (September 2009)
- IEEE 802.11p: WAVE—Wireless Access for the Vehicular Environment (such as ambulances and passenger cars) (July 2010)
- IEEE 802.11r: Fast BSS transition (FT) (2008)
- IEEE 802.11s: Mesh Networking, Extended Service Set (ESS) (July 2011)
- IEEE 802.11T: Wireless Performance Prediction (WPP)—test methods and metrics Recommendation Cancelled
- IEEE 802.11u: Improvements related to HotSpots and 3rd party authorization of clients, e.g. cellular network offload (February 2011)
- IEEE 802.11v: Wireless network management (February 2011)
- IEEE 802.11w: Protected Management Frames (September 2009)
- IEEE 802.11y: 3650–3700 MHz Operation in the U.S. (2008)
- IEEE 802.11z: Extensions to Direct Link Setup (DLS) (September 2010)
- IEEE 802.11-2012: A new release of the standard that includes amendments k, n, p, r, s, u, v, w, y and z (March 2012)
- IEEE 802.11aa: Robust streaming of Audio Video Transport Streams (June 2012)
- IEEE 802.11ac: Very High Throughput <6 GHz.[45] potential improvements over 802.11n: better modulation scheme (expected ~10% throughput increase), wider channels (estimate in future time 80 to 160 MHz), multi user MIMO.[46] (December 2013)

WiGig
- IEEE 802.11ad: Very High Throughput 60 GHz (December 2012) - see WiGig
- IEEE 802.11ae: Prioritization of Management Frames (March 2012)
- IEEE 802.11af: TV Whitespace (February 2014)

In process [edit]

- IEEE 802.11mc: Roll-up of 802.11-2012 + aa, ac, ad, ae & af to be published as 802.11-2016 *(~ December 2015)*
- IEEE 802.11ah: Sub 1 GHz license exempt operation (e.g. sensor network, smart metering) *(~ March 2016)*
- IEEE 802.11ai: Fast Initial Link Setup *(~ November 2015)*
- IEEE 802.11aj: China Millimeter Wave *(~ June 2016)*
- IEEE 802.11ak: General Links *(~ May 2016)*
- IEEE 802.11aq: Pre-association Discovery *(~ July 2016)*
- IEEE 802.11ax: High Efficiency WLAN *(~ May 2018)*

802.11F and 802.11T are recommended practices rather than standards, and are capitalized as such.

802.11m is used for standard maintenance. 802.11ma was completed for 802.11-2007, 802.11mb was completed for 802.11-2012 and 802.11mc is working towards publishing 802.11-2015.

Norme	Nom	Description
802.11d	Internationalisation	La norme 802.11d est un supplément à la norme 802.11 dont le but est de permettre une utilisation internationale des réseaux locaux 802.11. Elle consiste à permettre aux différents équipements d'échanger des informations sur les plages de fréquences et les puissances autorisées dans le pays d'origine du matériel.
802.11e	Amélioration de la qualité de service	La norme 802.11e vise à donner des possibilités en matière de qualité de service au niveau de la couche « liaison de données ». Ainsi, cette norme a pour but de définir les besoins des différents paquets en termes de bande passante et de délai de transmission de manière à permettre, notamment, une meilleure transmission de la voix et de la vidéo.
802.11h		La norme *802.11h* vise à rapprocher la norme 802.11 du standard Européen (Hiperlan 2, d'où le « h » de 802.11h) et être en conformité avec la réglementation européenne en matière de fréquences et d'économie d'énergie. **802.11j** pour la réglementation japonaise . **DFS** : Dynamic Frequency Selection. Ce mécanisme définit dans l'amendement IEEE 802.11h et dans la norme européenne (ETSI) d'harmonisation EN 301 893. Il a un rôle de gestion du spectre. Il est chargé de : • l'uniformité de l'utilisation des canaux disponibles • la cohérence avec les exigences règlementaires européennes • éviter les interférences avec d'autres systèmes comme celui des radars. **TPC** : Transmit Power Control. Ce mécanisme est lui aussi défini dans l'amendement IEEE 802.11h et dans la norme européenne (ETSI) d'harmonisation EN 301 893. Ses missions : • sélectionner la puissance de transmission par canal en cohérence avec la règlementation locale • l'adaptation de la puissance de transmission basée sur un ensemble d'information • contrôler la consommation
802.11s	Réseau Mesh	La norme *802.11s* vise à implémenter la mobilité sur les réseaux de type Ad-Hoc. Le débit théorique atteint 10 à 20 Mbit/s. Tout point qui reçoit le signal est capable de le retransmettre. Elle constitue ainsi une toile au-dessus du réseau existant. Un des protocoles utilisé pour mettre en œuvre son routage est OLSR.
802.11u		La norme *802.11u* a été adoptée le 25 février 2011. Elle vise à faciliter la reconnaissance et la sélection de réseaux, le transfert d'informations en provenance de réseaux externes, en vue de permettre l'interopérabilité entre différents fournisseurs de services payants ou avec des hot-spots 2.0. Elle définit aussi des normes en termes d'accès à des services d'urgence. À terme, elle doit entre autres faciliter le délestage des réseaux 3G de téléphonie mobile.

La norme 802.11n

Les normes 802.11

Le 802.11n

Le 802.11ac

Le 802.11ah

Les fonctionnalités développées par la WIFI alliance

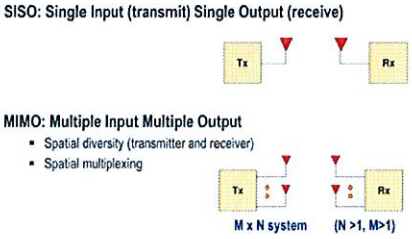
La norme 802.11ax et les standards WIFI renommés

Le WPA3

Résumé du chapitre

La norme 802.11n

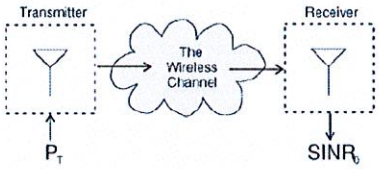
- **Norme intéressante du fait de son débit (108 à 600 Mb/s)**
  - Drafts pendant 7 ans, finalisation en septembre 2009
  - Autre nom pendant longtemps : MIMO
  - 802.11n Draft 2.0 (2007)

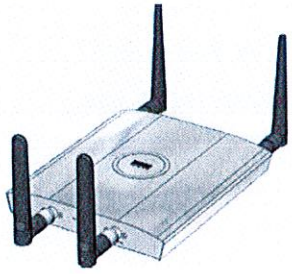


- **Composée de 3 principes**
  - Plusieurs entrées/sorties (Antennes) : Multiple Input Multiple Output (MIMO)
  - Canaux de 10, 20 ou 40 Mhz
  - Agrégation de trames au niveau MAC
- **Nombres d'antennes** (a x b : c), ex : 3 x 2 : 2
  - a : antennes émettrices
  - b : antennes réceptrice
  - c : nombre de flux (streams)
- **Débit max théorique : 600 Mb/s avec 4 antennes utilisant des canaux de 40 MHz**

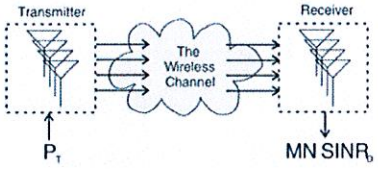
MIMO

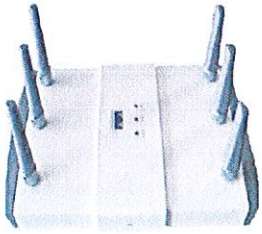
Single Input Single Output (SISO)





Multiple Input Multiple Output (MIMO)

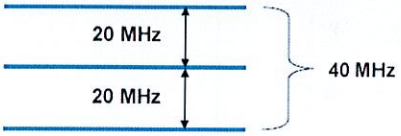




Agrégation de paquets et canaux à 40 Mhz

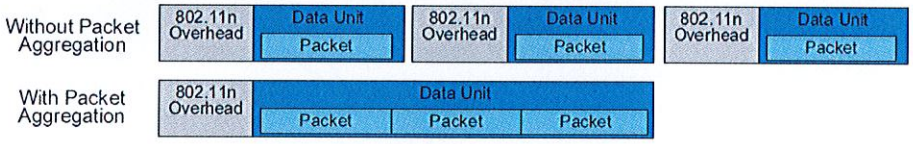
40-MHz Channels:
802.11n supports both 20- and 40-MHz wide channels
Wider channels means more BW per AP
(not per physical location)

Auto Analogy:
Twice the traffic lanes, twice the cars



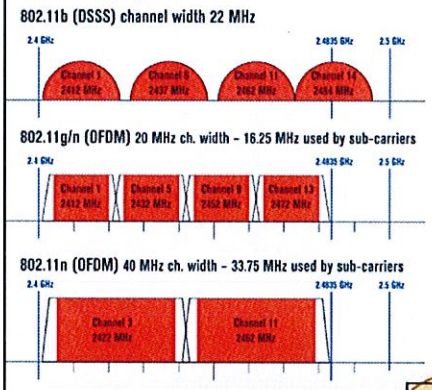
Packet Aggregation:
Combine multiple data units into one frame
Saves on 802.11n and MAC overhead

Auto Analogy:
Car pooling is more efficient than driving by yourself



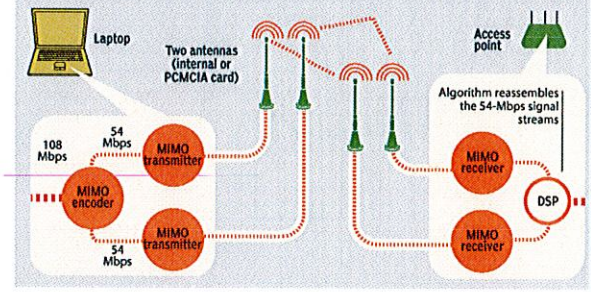
La norme 802.11n

Non-Overlapping Channels for 2.4 GHz WLAN

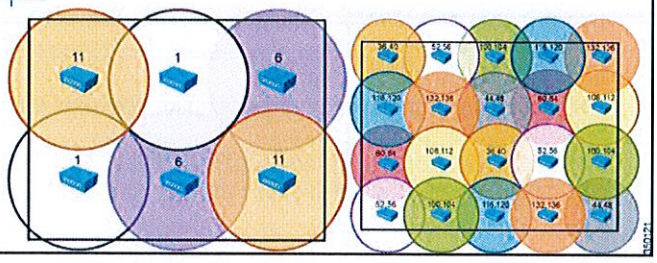


How It Works: MIMO

There are many different implementations of MIMO technology; illustrated here is one that is already finding its way into products. The MIMO encoder divides the 108-Mbps data stream into two slower 54-Mbps streams. The transmitter then assigns a different antenna to each of the streams, but keeps them on the same radio channel. The signal takes different paths, is collected by the receiving antennas, and is then processed by an algorithm in the digital signal processor (DSP) and reassembled as one 108-Mbps signal.

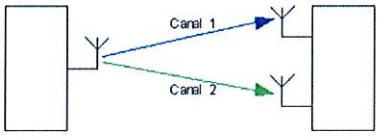


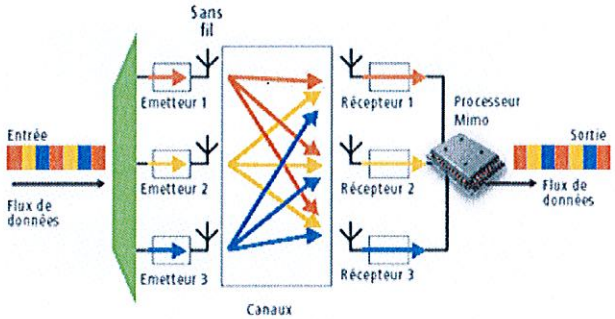
- **Adaptable au 2,4 et 5 GHz**
  - Mais préférer le 5 GHz car un seul canal totalement disponible en 2,4 GHz !
  - De même l'agrégation de 2 canaux implique une réflexion sur l'implémentation en 5Ghz.



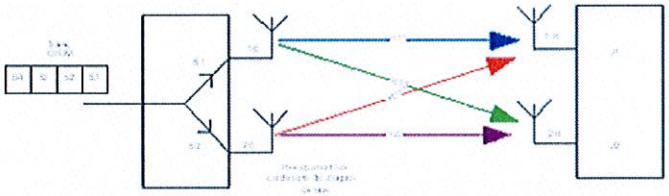
Diversité spatiale

- **Nécessité de disposer de réflexions du fait de l'environnement**





Diversité spatiale (amélioration du débit)

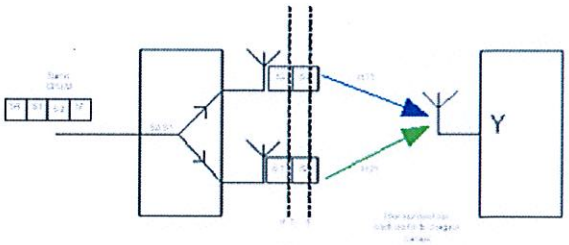


Spatial Diversity Multiplexing (SDM)
Schéma (V)BLAST

Grâce au SDM, le MIMO permet au 802.11n d'atteindre des débits théoriques avoisinant les 150 Mbit/s avec 2 antennes de chaque côté et une bande de 20 MHz, avec 40 MHz on atteint 270 Mbit/s.
Par ailleurs, la largeur de canal est flexible : elle peut être de 10, 20 ou 40 MHz.

A même puissance et à distance égale, le MIMO permet de doubler le débit du 802.11a ou g mais le réseau n'en n'est pas plus robuste.

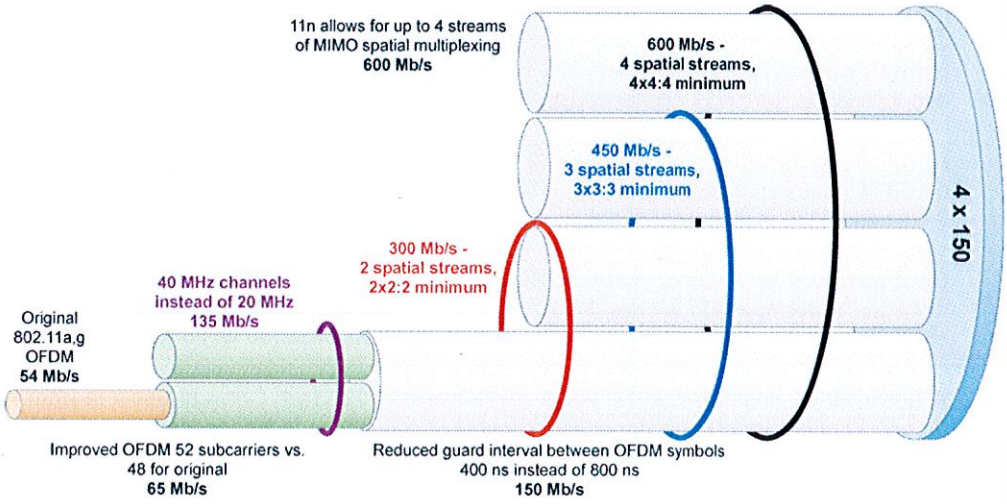
Diversité spatiale (redondance et robustesse)



Space Time Bloc Code
(STBC)

A même puissance et à débit égal, le MIMO permet d'augmenter la portée des équipements tout en garantissant une qualité de réception.

Résumé des améliorations du 802.11n



La norme 802.11ac

Les normes 802.11

Le 802.11n

Le 802.11ac

Le 802.11ah

Les fonctionnalités développées par la WIFI alliance

La norme 802.11ax et les standards WIFI renommés

Le WPA3

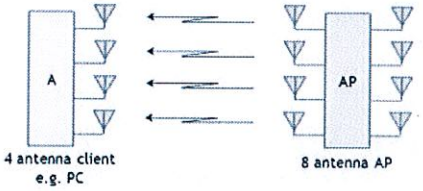
Résumé du chapitre

Les normes très hauts débits : le 802.11ac

- IEEE 802.11ac est une évolution du standard de transmission sans fil 802.11, développée par l'IEEE, qui permet une connexion sans fil haut débit dans la bande de fréquences inférieure à 6 GHz (qui est communément appelée bande des 5 GHz). La norme a été développée entre 2011-2013 et ratifiée en janvier 2014.
- Le 802.11ac offre jusqu'à 1300 Mbit/s de débit théorique, en utilisant des canaux de 80 MHz, soit jusqu'à 7 Gbit/s de débit global pour l'ensemble de la bande des 5 GHz (de 5170 MHz à 5835 MHz).
- Contrairement au matériel réseau utilisant la norme 802.11n, qui peut fonctionner sur des fréquences de 2,4 ou 5 GHz, les périphériques 802.11ac fonctionneront exclusivement sur la bande des 5 GHz. Les AP seront BiBande b/g/n a/n/ac.
- A noter qu'en décembre 2012, est sorti la norme 802.11ad. Connue sous le nom de WiGig, c'est une technologie à onde courte qui utilise la bande de fréquence à 60 GHz pour diffuser du contenu multimédia.

Principe du 802.11ac (1/4)

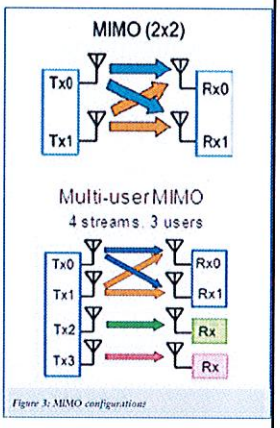
- **Canaux plus larges (80-160 Mhz)**
  - Les canaux ont obligatoirement une largeur de 80 Mhz (contre 40 MHz maximum pour le 802.11n), 160 MHz en option et même 80+80 sur deux canaux séparés.
- **Plus d'émissions spatiales MIMO (MIMO spatial streams)**
  - Permet la transmission simultanée de multiples signaux d'un équipement via différentes antennes. Jusqu'à 8 flux (contre 4 pour le 802.11n) simultanés. Cependant, la première génération d'appareils sera limitée à deux ou trois antennes émettrices et réceptrices pour délivrer un débit maximal théorique de 866 Mb/s ou 1,3 Gb/s.

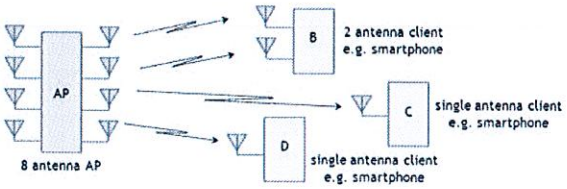


	802.11ac Data Rates by Channel Width			
# Spatial Streams	20 MHz	40 MHz	80 MHz	160 MHz
1	86 Mbps	200 Mbps	433 Mbps	866 Mbps
2	173 Mbps	400 Mbps	866 Mbps	1.73 Gbps
3	288.9 Mbps	600 Mbps	1.3 Gbps	2.34 Gbps
4	346.7 Mbps	800 Mbps	1.73 Gbps	3.46 Gbps

Principe du 802.11ac (2/4)

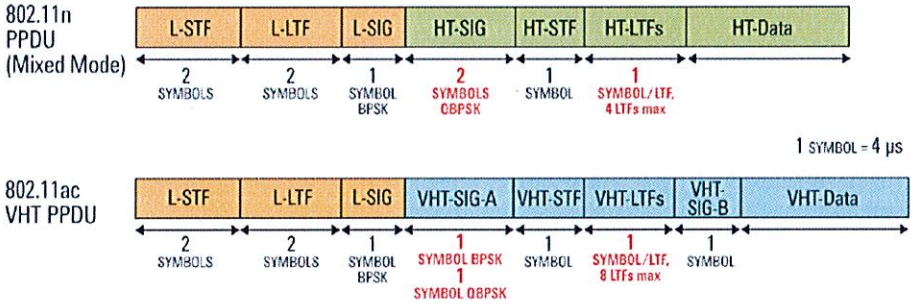
- **Liens Multi-user MIMO (MU-MIMO), permettant plusieurs liens simultanés**
  - Jusqu'à 4 stations, chacune avec une ou plusieurs antennes peuvent recevoir ou émettre simultanément d'un/vers un même AP à débit maximum, Dans les faits, au lieu d'envoyer à tour de rôle les données pour chaque client (et donc à chaque client ajouté sur ce canal on perd de la vitesse), les AP seront capable d'envoyer simultanément à leurs clients à pleine vitesse. Le ***MU-MIMO*** **permet donc à un équipement 802.11ac de transmettre des flux indépendants vers plusieurs stations différentes en même temps.**
  - Downlink MU-MIMO (UN équipement en transmission, plusieurs en réception) est inclus comme mode optionnel.



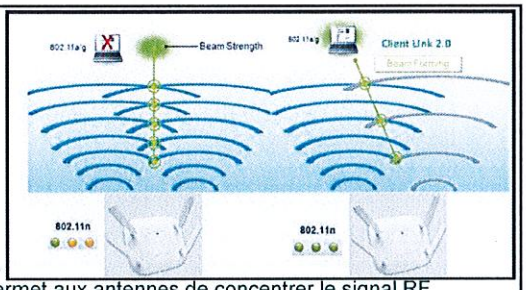


Principe du 802.11ac (3/4)

- **Modification MAC**
  - Modification de la couche MAC (principalement pour supporter les modifications en place)
  - Mécanismes permettant la coexistence simultanée de canaux 20/40/80/160 MHz, et d'équipements 11ac et 11a/n. Certains AP en N savent faire du 20/40 en fonction du client mais pas tous.
  - Ajout de 4 nouveaux champs en entête du PPDU permettant d'identifier la trame comme Très Haut Débit (Very High Throughput : VHT) à l'opposé des trames Haut Débit 802.11 (High Throughput : HT) ou avant.



Principe du 802.11ac (4/4)



- **Beamforming**
  - Les données pourront être envoyées à un client en devenant directionnelles pendant le transfert et ainsi éviter les interférences. Cela permet de « fortifier » les connexions RF et améliore la stabilité du lien AP/Client. Ainsi de façon standard, le Beamforming permet aux antennes de concentrer le signal RF seulement où celui-ci est requis, à la différence des antennes omnidirectionnelles.
- **Modulation**
  - Le 802.11ac utilisera un schéma de modulation plus dense qui permet de multiplier par quatre la quantité de données capables de s'adapter au signal d'une porteuse encodée : 256-QAM, rate 3/4 et 5/6 (contre 64-QAM, rate 5/6 en 802.11n).

	IEEE 802.11n	IEEE 802.11ac
Frequency Band	2.4 GHz and 5 GHz	5 GHz only
Channel Widths	20, 40 MHz	20, 40, 80 MHz 160 MHz optional
Spatial Streams	1 to 4	1 to 8 total up to 4 per client
Multi-user MIMO	No	Yes
Single Stream (1x1) Maximum Client Data Rate	150 Mbps	450 Mbps
Three Stream (3x3) Maximum Client Data Rate	450 Mbps	1.3 Gbps

Code rate : en télécommunication, le « code rate » d'un FEC 'forward error correction', est la proportion du flux qui est utile (non redondant). Il est exprimé sous la forme k/n, soit pour k bits d'information utiles, le codage génère n bits au total.

Le 802.11ac disponible… (octobre 2014)

- **Sur les Freebox (r3)**

- **Produits commerciaux (septembre 2014) – exemples**

ASUS USB-AC56
Adaptateur USB 3.0 sans fil Wi-Fi AC 900 Mbps + 300 Mbps Dual band ...
68€85 TTC

D-Link DWA-182 Clé USB Wi-Fi AC 900Mbps / Wi-Fi N 300 Mbps Dual-Band ...
49€90 TTC

Modem & routeur Wi-Fi AC 1300 Mbps (IEEE 802.11ac)
Linksys EA6900 - 178€95 TTC

Modem & routeur Wi-Fi AC 1300 Mbps (IEEE 802.11ac)
Netgear Nighthawk R7000 - 164€95 TTC

Modem & routeur Wi-Fi AC 1300 Mbps (IEEE 802.11ac)
D-Link DIR-868L - 138€95 TTC

Principe du MCS et des notations de largeur de canaux

- **MCS est une représentation compacte (index) représentant :**
  - **Modulation (BPSK, QPSK, QAM, …)**
  - **Codage (1/2,3/4, …)**
  - **Nombre de flux spatiales (1, 2, 3, 4)**
- **L'index MCS va de 0 à 127**
  - **MCS 0 à 15 à 20 MHz (sur l'AP)**
  - **MCS 0 à 7 à 20 MHz (sur le client)**
  - **Les MCS 16 à 76 sont optionnels, les MCS de 77 à 127 sont réservés**

  Ainsi le débit est noté : 11n Rates (Mbps): MCS0–MCS23 (6.5Mbps - 450Mbps)
  11ac Rates (Mbps): MCS0–MCS9 (6.5Mbps - 1300Mbps), NSS = 1-3 *

  *** NSS = nombre de flux spatial pour le 802.11ac**
- **Les canaux 802.11n peuvent avoir des largeurs de bande de 40 MHz, noté HT40,**
  - Par ailleurs, il peut être ajouté le signe + ou – signifiant quel est le canal secondaire.
  - Ainsi "canal 36 ht40+" signifie : le canal primaire est 36 et le canal secondaire est 40
- **De même les canaux 802.11ac peuvent avoir des largeurs de bande de 40/80 MHz, noté VHT40,VHT80**

Lecture de fiches techniques AP 802.11n

MCS index	Spatial streams	Modulation type	Coding rate	Data rate (Mbit/s)			
				20 MHz channel		40 MHz channel	
				800 ns GI	400 ns GI	800 ns GI	400 ns GI
0	1	BPSK	1/2	6.5	7.2	13.5	15
1	1	QPSK	1/2	13	14.4	27	30
2	1	QPSK	3/4	19.5	21.7	40.5	45
3	1	16-QAM	1/2	26	28.9	54	60
4	1	16-QAM	3/4	39	43.3	81	90
5	1	64-QAM	2/3	52	57.8	108	120
6	1	64-QAM	3/4	58.5	65	121.5	135
7	1	64-QAM	5/6	65	72.2	135	150
8	2	BPSK	1/2	13	14.4	27	30
9	2	QPSK	1/2	26	28.9	54	60
10	2	QPSK	3/4	39	43.3	81	90
11	2	16-QAM	1/2	52	57.8	108	120
12	2	16-QAM	3/4	78	86.7	162	180
13	2	64-QAM	2/3	104	115.6	216	240
14	2	64-QAM	3/4	117	130	243	270
15	2	64-QAM	5/6	130	144.4	270	300

MCS index	Spatial streams	Modulation type	Coding rate	Data rate (Mbit/s)			
				20 MHz channel		40 MHz channel	
				800 ns GI	400 ns GI	800 ns GI	400 ns GI
16	3	BPSK	1/2	19.5	21.7	40.5	45
17	3	QPSK	1/2	39	43.3	81	90
18	3	QPSK	3/4	58.5	65	121.5	135
19	3	16-QAM	1/2	78	86.7	162	180
20	3	16-QAM	3/4	117	130	243	270
21	3	64-QAM	2/3	156	173.3	324	360
22	3	64-QAM	3/4	175.5	195	364.5	405
23	3	64-QAM	5/6	195	216.7	405	450
24	4	BPSK	1/2	26	28.8	54	60
25	4	QPSK	1/2	52	57.6	108	120
26	4	QPSK	3/4	78	86.8	162	180
27	4	16-QAM	1/2	104	115.6	216	240
28	4	16-QAM	3/4	156	173.2	324	360
29	4	64-QAM	2/3	208	231.2	432	480
30	4	64-QAM	3/4	234	260	486	540
31	4	64-QAM	5/6	260	288.8	540	600

Lecture de fiches techniques AP 802.11ac

802.11ac data rates (5 GHz):

MCS Index3	Spatial Streams	GI4 = 800ns			GI = 400ns		
		20-MHz Rate (Mbps)	40-MHz Rate (Mbps)	80-MHz Rate (Mbps)	20-MHz Rate (Mbps)	40-MHz Rate (Mbps)	80-MHz Rate (Mbps)
0	1	6.5	13.5	29.3	7.2	15	32.5
1	1	13	27	58.5	14.4	30	65
2	1	19.5	40.5	87.8	21.7	45	97.5
3	1	26	54	117	28.9	60	130
4	1	39	81	175.5	43.3	90	195
5	1	52	108	234	57.8	120	260
6	1	58.5	121.5	263.3	65	135	292.5
7	1	65	135	292.5	72.2	150	325
8	1	78	162	351	86.7	180	390
9	1	NA	180	390	NA	200	433.3
0	2	13	27	58.5	14.4	30	65
1	2	26	54	117	28.9	60	130
2	2	39	81	175.5	43.3	90	195
3	2	52	108	234	57.8	120	260
4	2	78	162	351	86.7	180	390
5	2	104	216	468	115.6	240	520
6	2	117	243	526.5	130	270	585
7	2	130	270	585	144.4	300	650
8	2	156	324	702	173.3	360	780
9	2	78	780	780	NA	400	866.7
0	3	19.5	40.5	87.8	21.7	45	97.5
1	3	39	81	175.5	43.3	90	195
2	3	58.5	121.5	263.3	65	135	292.5
3	3	78	162	351	86.7	180	390
4	3	117	243	526.5	130	270	585
5	3	156	324	702	173.3	360	780
6	3	175.5	364.5	NA	195	405	NA
7	3	195	405	877.5	216.7	450	975
8	3	234	486	1053	260	540	1170
9	3	260	540	1170	288.9	600	1300

- Combinaison du NSS et du MCS.
  - Exemple : Nss=3, MCS9
- Support de HT et VHT

DATA SHEET
ARUBA 210 SERIES ACCESS POINTS
- Supported data rates (Mbps):
  - 802.11b: 1, 2, 5.5, 11
  - 802.11a/g: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54
  - 802.11n: 6.5 to 450 (MCS0 to MCS23)
  - 802.11ac: 6.5 to 1,300 (MCS0 to MCS9, NSS = 1 to 3)
- 802.11n high-throughput (HT) support: HT 20/40
- 802.11ac very high throughput (VHT) support: VHT 20/40/80

Aerohive NETWORKS

Fiche technique

Aerohive AP121

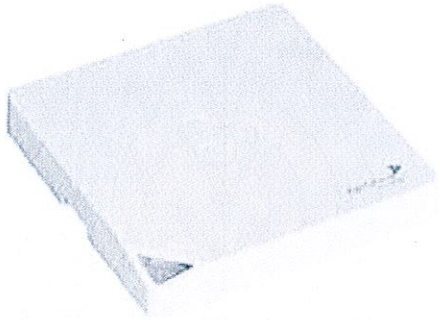
Point d'accès double radio 802.11n

Les points d'accès Aerohive Networks AP121 fournissent un réseau 2x2:2 802.11n pour des performances RF optimisées et une sensibilité de réception accrue permettant une expérience utilisateur révolutionnaire pour des réseaux qui prennent en charge de multiples clients, tels que les terminaux grand public et le BYOD.

L'AP121 est une solution MIMO (2x2) professionnelle et économique, idéale pour les environnements d'enseignement, de santé et d'entreprises distribuées. Avec deux radios, un accès simultané en 2.4GHz et en 5GHz et un balayage de sécurité sur les deux bandes, l'AP121 atteint un haut niveau de sécurité et des performances exceptionnelles à un prix défiant toute concurrence.

L'AP121 offre à la fois une redondance maillée automatique et la prise en charge des clients 802.11a, b, g et n via via l'achitecture innovante et résiliente de contrôle coopératif d'Aerohive.

L'AP121 est doté du même kit de fixation et des mêmes alimentations électriques que les modèles AP330 et AP350, ce qui facilite l'accès aux pièces de rechange, les commandes, l'approvisionnement et la gestion de l'inventaire.



Le point d'accès **Aerohive Networks AP121** est une solution MIMO (2x2) professionnelle et économique, idéale pour les environnements d'enseignement, de santé et d'entreprises distribuées.

Fonctionnalités du logiciel

HiveOs

Tous les points d'accès Aerohive prennent en charge l'architecture de service HiveOs et ses nombreuses fonctionnalités. HiveOs met en œuvre l'architecture de contrôle coopératif d'Aerohive permettant à plusieurs points d'accès de s'organiser en groupes ou « ruches » qui partagent les informations de contrôle et assurent des fonctions comme l'itinérance rapide de niveaux 2 et 3, la gestion coordonnée des fréquences, la sécurité et la mise en réseau maillée sans avoir besoin d'un contrôleur dédié. Nous proposons ainsi une architecture réseau sans fil de nouvelle génération, appelée Architecture réseau sans fil à contrôle coopératif. Elle présente les avantages d'un réseau basé sur un contrôleur, mais pour un coût de déploiement et de propriété moindre. Elle est également plus fiable, plus extensible, offre de meilleures performances et est mieux adaptée au phénomène actuel de multiplication des applications sans fil que ne le sont les architectures avec contrôleur.

Pour plus d'informations sur HiveOS, rendez-vous sur aerohive.com/products/software-management/hiveos.

Solutions de gestion du réseau

HiveManager NMS d'Aerohive est une solution de gestion centralisée pour les points d'accès Aerohive. HiveManager permet la création d'une politique réseau simple, les mises à niveau de firmware, les mises à jour de la configuration et la surveillance centralisée grâce à un déploiement complet d'Aerohive (à l'échelle d'un bâtiment, d'un campus ou même à l'échelle mondiale), le tout à partir d'une seule console. Comme le HiveManager n'est pas impliqué dans le traitement du trafic réseau ou dans les décisions de commutation, l'architecture à contrôle Coopératif d'Aerohive supprime les goulets d'étranglement et la complexité des solutions à base de contrôleur, notamment dans des environnements géographiquement distribués. Le contrôle est donc distribué, mais la gestion reste centralisée. En résumé, la solution HiveManager offre les avantages des points d'accès autonomes et des solutions à base de contrôleur, sans leurs inconvénients.

HiveManager NMS d'Aerohive est disponible sous deux formes :

- HiveManager Online : service de supervision basé dans le cloud d'Aerohive
- HiveManager VMware virtual appliance : une machine virtuelle VMware sur site

Pour plus d'informations, rendez-vous sur aerohive.com/products/software-management/hivemanager.

Assistance et garantie

Tous les points d'accès Aerohive Networks sont assortis d'une garantie matérielle à durée limitée. Le produit global et le support technique peuvent être achetés séparément et peuvent inclure le remplacement anticipé le lendemain, l'assistance technique 24h/24 et 7j/7 ou 8h/24 et 5j/7, l'accès au support en ligne et par messagerie électronique et les mises à jour logicielles. Pour accéder aux conditions complètes du support technique, rendez-vous sur www.aerohive.com/support.

Wi Fi CERTIFIED

Aerohive Networks, Inc.
330 Gibraltar Drive
Sunnyvale, California 94089, USA
Téléphone : +1 408 510 610
Numéro vert : + 1 866 918 9918
Fax : +1 408 510 6199
www.aerohive.com

Caractéristiques du produit

Montage
- Bureau
- Kit de fixation murale incluse
- Kit de fixation pour faux-plafond 23,8 mm (15/16") incluses, 14,3 mm (9/16") (vendues séparément)
- Kit de fixation en suspension (vendue séparément)
- Kit de fixation ignifugée (vendue séparément)

Sécurité du matériel
- Port pour verrou de sécurité Kensington

Doubles radios concurantes (b/g/n + a/n)
- 802.11a : 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 et 54 Mbit/s
  - Fréquence de fonctionnement : 5,150 - 5,850 GHz
  - Modulation : Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)
  - Puissance de transmission : 24 dBm
  - Débit (en Mbit/s) : 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 avec repli automatique
- 802.11b : 1, 2, 5,5 et 11 Mbit/s
  - Fréquence de fonctionnement : 2,4 - 2,5 GHz
  - Modulation : Direct-Sequence Spread-Spectrum (DSSS)
  - Puissance de transmission : 20 dBm
  - Débit (en Mbit/s) : 11, 5,5, 2, 1 avec repli automatique
- 802.11g : 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 et 54 Mbit/s
  - Fréquence de fonctionnement : 2,4 - 2,5 GHz
  - Modulation : Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)
  - Puissance de transmission : 20 dBm
  - Débit (en Mbit/s) : 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 avec repli automatique
- 802.11n (HT20/HT40) : MCS0-MCS7
  Fréquence de fonctionnement : 2,4 - 2,5 GHz et 5,150 - 5,950 GHz
  - Modulation : Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)
  - Puissance de transmission : 24 dBm
  - Débit (Mbit/s) : MCS0 - MCS15 (6,5 à 300 Mbit/s)
  - Radio 2 x 2 MIMO (Multiple-In, Multiple-Out)
  - Prise en charge haut débit : HT40

Antennes
- 2 antennes omnidirectionnelles simple bande intégrées 2,4 - 2,5 GHz, gain de 4,0 dBi
- 2 antennes omnidirectionnelles simple bande intégrées 5,1 - 5,8 GHz, gain de 4,0 dBi

Interfaces
- Port Ethernet 10/100/1000 base-T à détection automatique. Port Ethernet (Eth0) qui intègre le PoE (Power over Ethernet, conforme 802.3af)
- 1 bouton de réinitialisation
- Port USB 2.0 réservé pour utilisation ultérieure
- Port console RJ-45

Dimensions
- L x l x E : 170 x 170 x 41 mm
- 360 grammes

Conditions environnementales de fonctionnement
- Température de fonctionnement : de 0 à +40 °C
  Température de stockage : -40 à +85 °C
- Taux d'humidité maximum : 95 % d'humidité relative (sans condensation)

Normes environnementales
- Ignifugé

Options d'alimentation
- Port Power over Ethernet (PoE) conforme 802.3af
- Adaptateur secteur externe 12 V, 2A CC (vendu séparément)

Caractéristiques électriques
- Adaptateur secteur AC/DC :
  - Entrée : 100 - 240 VAC - Sortie : 12 V/2 A
- Tension nominale d'entrée du PoE : 48 V, 0,35 A (802.3af)
- Consommation électrique moyenne : 8 W
- Alimentation PoE: paires 4,5,7,8 ou 1,2,3,6

Puissance de transmission et sensibilité de réception
- Voir le tableau de droite

Cartes de couverture des fréquences radio

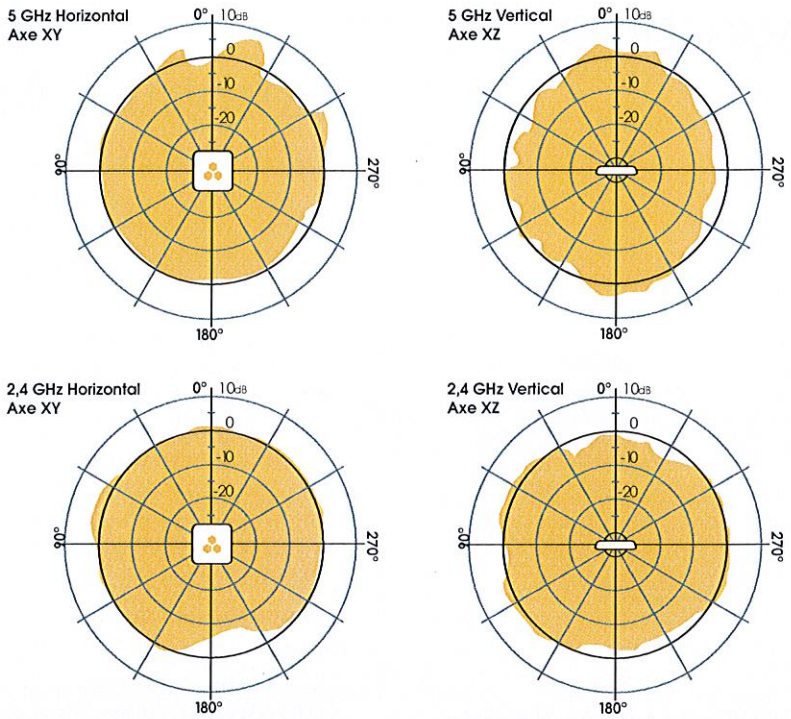


Tableau de puissance et de sensibilité

		2 GHz		5 GHz	
	Débit	Puissance de transmission	Sensibilité de réception	Puissance de transmission	Sensibilité de réception
802.11b	1 Mbit/s	21	-100	N/A	N/A
802.11b	11 Mbit/s	21	-93	N/A	N/A
802.11g/a	6 Mbit/s	20	-95	19	-95
802.11g/a	54 Mbit/s	16	-80	14	-80
802.11n HT20	MCS0	20	-95	19	-91
802.11n HT20	MCS7	14	-77	14	-74
802.11n HT20	MCS8	20	-95	19	-91
802.11n HT20	MCS15	14	-77	17	-74
802.11n HT40	MCS0	19	-92	19	-88
802.11n HT40	MCS7	14	-74	14	-71
802.11n HT40	MCS8	19	-92	19	-88
802.11n HT40	MCS15	14	-74	14	-71

Référence	Description
Points d'accès Aerohive	
AH-AP-121-N-FCC	Aerohive AP121, ignifugé, 2 radios 802.11a/b/g/n, Ethernet 10/100/1000 (PoE), norme FCC, sans bloc d'alimentation
AH-AP-121-N-W	Aerohive AP121, ignifugé, radio 802.11a/b/g/n, Ethernet 10/100/1000 (PoE), domaine réglementaire configurable, sans bloc d'alimentation
Accessoires pour l'AP	
AH-ACC-SERIAL-RJ45	Câble Console série RJ45 vers DB9
AH-ACC-PWR-24W-US, -UK, -EU	Alimentation 24 W et US/UK/EU pour l'AP330, l'AP350, l'AP121 et l'AP141
AH-ACC-INJ-20W-US, -UK, -EU	Injecteur d'alimentation PoE 20 W pour les séries AP100 pour les États-Unis, le Royaume-Uni ou l'Union européenne

datasheet

Aerohive AP370

High Performance 802.11ac/n Dual-Radio 3x3:3 Access Point

AEROHIVE NETWORKS AP370 Enterprise access points are where high-performance 802.11ac meets the simplicity of Aerohive's distributed, cooperative architecture. This power optimized access point line uniquely incorporates next generation 802.11ac, smoothly integrates into your existing 802.3af or 802.3at power and network infrastructure, and provides all the redundancy and power efficiency to set the stage for a future Wi-Fi technologies at the access layer.

The AP370 provides high-performance, dual concurrent 2.4Ghz 802.11n/g/b and 5Ghz 802.11ac/n/a radios which can support legacy 802.11a, b, g and n clients. The AP370s interoperate with the rest of the Aerohive Cooperative Control devices to provide a seamless enterprise-class experience for all connected users.

The AP370 is an enterprise-grade, high performance two radio (3x3) three stream MIMO 802.11ac/n Access Point, targeted at high capacity enterprise environments.

The **AP370** is an enterprise-grade, high performance two radio (3x3) three stream MIMO 802.11ac/n Access Point, targeted at high capacity enterprise environments.

Key Features and Benefits

Cooperative Control

All Aerohive access points are built upon the deep, feature rich HiveOS operating system. HiveOS is the backbone of the Aerohive Cooperative Control architecture, and allows the access points to organize into groups or "hives" that coordinate advanced features such as layer 2, layer 3 roaming, cooperative RF management, security information, and mesh networking without dependency on any backend network. Cooperative Control provides all the benefits of coordinated, next generation Wi-Fi with lower Total Cost of Ownership (TCO), more reliability, more scalability, higher performance, and with a focus smooth, simple transition to future technologies.

Power-Optimized, Future-Proof Upgrades

With the AP370s, Aerohive allows enterprises to integrate 802.11ac into their networks to provide optimal high-density performance, while leveraging legacy power infrastructure or switches if called upon to do so. Leveraging the dual Ethernet ports of the AP370 allows them to be simultaneously connected to two different switches, enabling uninterrupted wireless service during infrastructure upgrades—crucial for today's mobile-first enterprises requiring ease of migration without wireless downtime or eliminating forced upgrades to any other part of the network.

Enabling a gradual migration strategy to 802.11ac allows organizations to upgrade in the most painless way possible, while ensuring their networks are equipped to handle high-density mobile usage and employees' needs for high speed performance.

Integrated Application Priority and Control

By using the robust Quality of Service (QoS) and stateful firewall built into Aerohive access points, the AP370 supports optimizing user application experience on the network. Aerohive access points allow an administrator to create customized user profiles based on context, such as identity of the user, device type, location, and time of day, to prioritize or block applications based on what is critical to that particular user. This user-focused approach ensures every user experience is optimized for mobility

Warranty and Support

Every Aerohive Networks device is backed by a limited lifetime hardware warranty. Extended product and technical support may be purchased separately and can include next day advanced replacement, 24x7 or 8x5 technical support, web and email support access, and software updates. For complete support terms go to www.aerohive.com/support.

Contact us today to learn how your organization can benefit from an Aerohive wireless LAN architecture.

Aerohive Networks, Inc.
330 Gibraltar Drive
Sunnyvale, California 94089 USA
phone 408.510.6100
toll-free 866.918.9918
fax 408.510.6199
www.aerohive.com

Product Specifications

Radio Specifications—802.11a
- 5.150-5.950 GHz Operating Frequency
- Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) Modulation
- Rates (Mbps): 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 w/ auto fallback

Radio Specifications—802.11b
- 2.4-2.5GHz Operating Frequency
- Direct-Sequence Spread-Spectrum (DSSS) Modulation
- Rates (Mbps): 11, 5.5, 2, 1 w/auto fallback

Radio Specifications—802.11g
- 2.4-2.5 GHz Operating Frequency
- Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) Modulation
- 20 dBm (100 mW) Transmit Power
- Rates (Mbps): 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 w/ auto fallback

Radio Specifications—802.11n
- 2.4-2.5 GHz & 5.150-5.950 GHz Operating Frequency
- 802.11n Modulation
- Rates (Mbps): MCS0-MCS23 (6.5Mbps - 450Mbps)
- 3x3:3 Stream Multiple-In, Multiple-Out (MIMO) Radio
- HT20 High-Throughput (HT) Support (for both 2.4 GHz and 5 GHz)
- A-MPDU and A-MSDU Frame Aggregation

Radio Specifications—802.11ac
- 5.150-5.950 GHz Operating Frequency
- 802.11ac Modulation (256-QAM)
- Rates (Mbps): MCS0-MCS9 (6.5Mbps - 1300Mbps), NSS = 1-3.
- 3x3:3 Stream Multiple-In, Multiple-Out (MIMO) Radio
- VHT20/VHT40/VHT80 support

Mounting
- Desktop
- Wall Mount included as part of AP
- Built-in slot for Kensington type locks
- Ceiling and Wall Mount locking accessory included with AP
- Ceiling Tile flush 15/16" included as part of AP
- Ceiling Tile Recessed 15/16", 3/8", 9/16" sold as an accessory
- Ceiling Tile flush 3/8", 9/16" sold as an accessory
- Suspend Mount sold as an accessory
- Plenum Mount sold as an accessory

Antennas
- 3x Integrated single band, 2.4-2.5 GHz Omni-directional antennas, 6.0 dBi peak gain
- 3x Integrated single band, 5.1-5.8 GHz Omni-directional antennas, 6.0 dBi peak gain

Interfaces
- 2x autosensing 10/100/1000 Base-T Ethernet Ports
- Dual Ethernet ports with backhaul capabilities
- Link Aggregation supported via Ether channel (link aggregation)
- 1x Serial RJ45 port (bits per second: 9600, data bits: 8, parity: none, stop bits: 1, flow control: none)
- USB 2.0 port (3G/4G WAN connection – Operating as a BR)
- 1x Reset Pinhole

Physical
- WxHxD: 7.68in.x1.57in.(2.2in at peak) x 7.68in. (19.5cm x 4cm (5.5cm at peak) x 19.5cm)
- Weight: 1.5 lbs (0.68 kg)

Environmental
- Operating: 0 to +40°C, Storage: -20 to +70°C Humidity: 95%

Environmental Compliance
- UL 2043

Power Options (sold separately)
- 802.3af and/or 802.3at Power over Ethernet PoE Injector
- 12v DC external power adapter
- Aerohive switch products

Power Specification
- AC/DC power adapter: – Input: 100-240 VAC – Output: 12v/2.0A
- PoE nominal input voltages: 48V, 0.35A, (802.3af) – 48V, 0.625A (802.3at)
- RJ-45 power input pins: Wires 4,5,7,8 or 1,2,3,6
- 802.3af compliant with Cat-5 cable or higher

Features & Benefits

Flexible Hardware Platform
- Multiple radios provide concurrent 802.11a/n/ac and 802.11b/g/n connections with no degradation in performance
- Dual Ethernet ports with link aggregation and failover for extra redundancy.
- Plenum Rated APs for indoor, office environments
- Supports 802.3af PoE or standard power adapter
- USB interface for future services
- Hardware acceleration for IPsec services Innovative Design
- Low profile design blends well into an office environment
- Feature optimized hardware design
- Low-distraction indicators appear as gently glowing rather than bright blinking lights

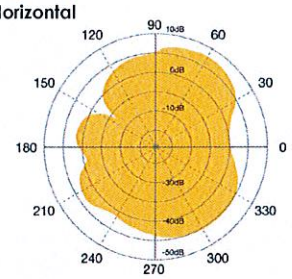
Hardware Assisted Features

Security
- Trusted Platform Module (TPM)–Hardware-based key storage and encryption
- Wireless privacy & authentication Wi-Fi CERTIFIED™ WPA™ and WPA2™, 802.11i, WEP, 802.1x, PSK
- Encryption: AES:CCMP, TKIP, and RC4 (WEP only)
- Marking and policing–WMM™ (802.11e) for wireless,
- 802.1p and/or DiffServ • Wi-Fi CERTIFIED WMM
- WMM power save (U-APSD)

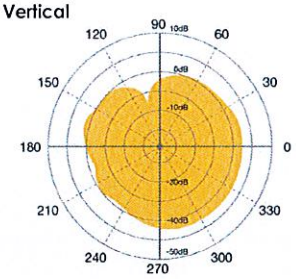
Anti-Theft
- Designed to work with Kensington-style locks
- Tamper-proof security screw (with bracket option)

RF Coverage Maps

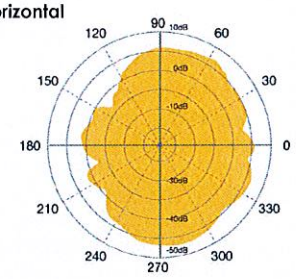
2.4 Ghz Horizontal



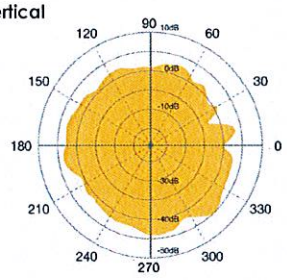
2.4 Ghz Vertical



5 Ghz Horizontal



5 Ghz Vertical



Power & Sensitivity Table

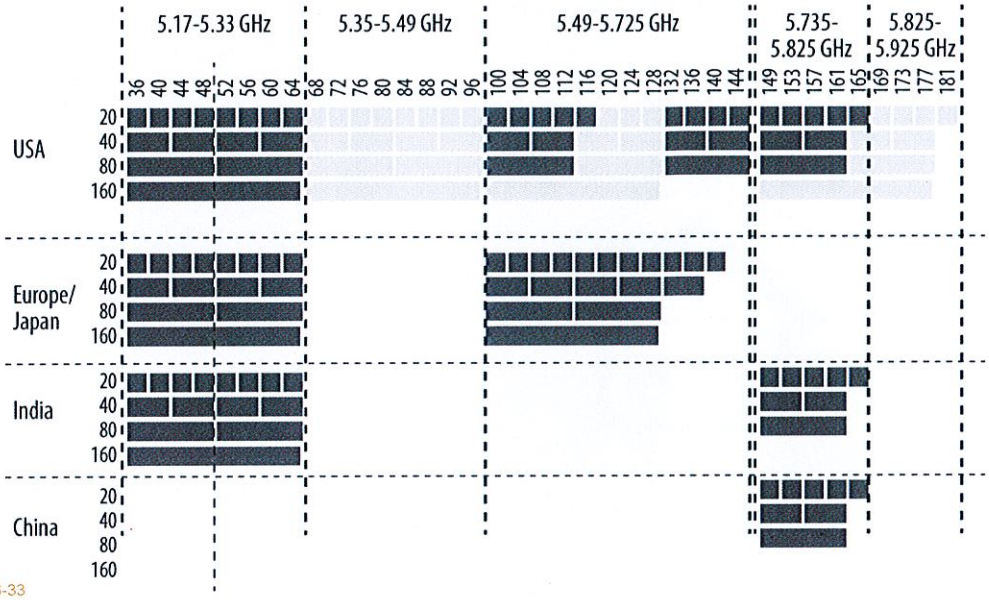
Power shown is per transmit chain and is a maximum power that the radio is capable of, power limits will be limited by local radio regulations.

	2.4GHz		5GHz	
Rate	TX Power	RX Sensitivity	TX Power	RX Sensitivity
802.11a				
6 Mbps - 24 Mbps			20	-90
36 Mbps			18	-82
48 Mbps			16	-78
54 Mbps			15	-77
802.11b				
1 Mbps	21	-98		
2 Mbps	21	-95		
5.5 Mbps	21	-94		
11 Mbps	21	-91		
802.11g				
6 Mbps - 24 Mbps	20	-87		
36 Mbps	18	-84		
48 Mbps	17	-80		
54 Mbps	16	-76		
802.11n HT20				
MCS 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20	20	-89	19	-87
MCS 7, 13, 21	18	-77	18	-77
MCS 8, 14, 22	17	-74	16	-75
MCS 9, 15, 23	16	-74	15	-73

	2.4GHz		5GHz	
Rate	TX Power	RX Sensitivity	TX Power	RX Sensitivity
802.11ac VHT20				
MCS 0, 1, 2			20	-85
MCS 3, 4			19	-77
MCS 5			18	-71
MCS 6			16	-70
MCS 7			15	-68
MCS 8			14	-63
MCS 9			N/A	-62
802.11ac VHT40				
MCS 0, 1, 2			20	-85
MCS 3, 4			19	-77
MCS 5			18	-71
MCS 6			16	-70
MCS 7			14	-68
MCS 8			13	-63
MCS 9			12	-62
802.11ac VHT80				
MCS 0, 1, 2			20	-85
MCS 3, 4			19	-77
MCS 5			19	-71
MCS 6			18	-70
MCS 7			N/A	-68
MCS 8			13	-63
MCS 9			12	-62

Problématique des canaux

• Canaux 120 à 128 sont réservés sur certaines zones aux USA pour des radars météorologiques.



6-33

Comparaison des normes 802.11a, b, g, n, ac

Protocole 802.11	date[2]	Fréquence (GHz)	largeur de bande (MHz)	Débit binaire par flux MIMO[3] (Mbit/s)	Nombre maximum de flux MIMO	Codage / Modulation	Portée Intérieur (mètres)	Portée Extérieur (mètres)
802.11-1997 (d'origine)	juin 1997	2,4	79 ou 22[4]	1, 2 Mbit/s	NC	FHSS, DSSS	20 m	100 m
802.11a	sept 1999	5	20	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbit/s	NC	OFDM	35 m	120 m
		3,7[A]					—	5 000 m[A]
802.11b	sept 1999	2,4	22	1, 2, 5,5, 11 Mbit/s	1	DSSS	35 m	140 m
802.11g	juin 2003	2,4	20	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbit/s	1	OFDM	38 m	140 m
802.11n	oct 2009	2,4 / 5	20	7,2 à 72,2 Mbit/s[B] (6,5 à 65)[C]	4	OFDM	70 m (2,4 GHz) 35 m (5 GHz)	250 m[5]
			40	15 à 150 Mbit/s[B] (13,5 à 135)[C]				250 m[5]
802.11ac	déc 2013	5	20	7,2 à 96 Mbit/s[B] (6,5 à 86,7) [C]	8	OFDM	35 m[6]	
			40	15 à 200 Mbit/s[B] (13,5 à 80)[C]			35 m[6]	
			80	32,5 à 433 Mbit/s[B] (29,2 à 390)[C]			35 m[6]	
			160	65 à 866 Mbit/s [B] (58,5 à 780)[C]			35 m[6]	
802.11ad	déc 2012	60	2,160	jusqu'à 6,75 Gbit/s[7]	NC	OFDM ou simple porteuse	10 m[8]	
802.11ah	mai 2017[2]	0,9	1 à 8	0,6 à 8 Mbit/s[9]	1, 2	OFDM	100 m	

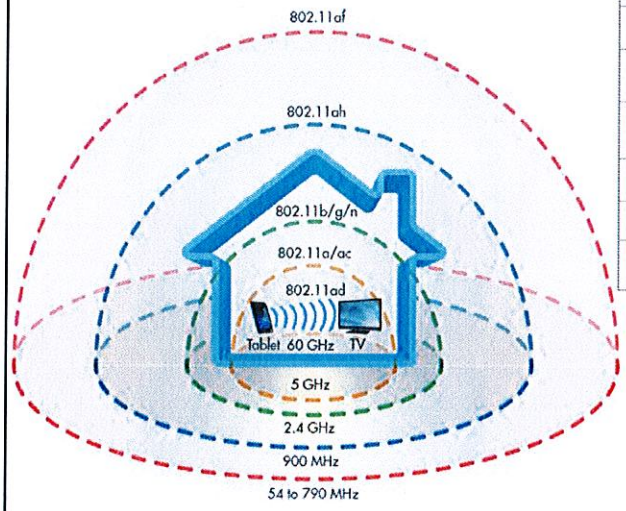
- *A1 A2* IEEE 802.11y est équivalent à la norme 802.11a mais utilise la bande de fréquence des 3,7 GHz. Elle n'est autorisée qu'aux États-Unis par la FCC
- *B1 B2 B3 B4 B5 B6* avec intervalle de garde court (SGI).
- *C1 C2 C3 C4 C5 C6* avec intervalle de garde long

6-34

Source : Wikipedia (29/06/2017)

Comparaison des portées WIFI

- Chaque norme a une portée liée à sa fréquence



Standard	Frequency Band	Bandwidth	Channel Arch.	Maximum Data Rate	Range	Max Transmit Power
802.11	2.4 GHz	20 MHz	DSSS, FHSS	2 Mbps	20 m	100 mW
b	2.4 GHz	21 MHz	CCK, DSSS	11 Mbps	35 m	100 mW
a	5 GHz	22 MHz	OFDM	54 Mbps	35 m	100 mW
g	2.4 GHz	23 MHz	DSSS, OFDM	54 Mbps	70 m	100 mW
n	2.4 GHz, 5 GHz	24 MHz and 40 MHz	OFDM	600 Mbps	70 m	100 mW
ac	5 GHz	20, 40, 80, 80+80= 160 MHz	OFDM	6.93 Gbps	35 m	160 mW
ad	60 GHz	2.16 GHz	SC, OFDM	6.76 Gbps	10 m	10 mW
af	54-790 MHz	6, 7, and 8 MHz	SC, OFDM	26.7 Mbps	>1km ?	100 mW
ah	900 MHz	1, 2, 4, 8, and 16 MHz	SC, OFDM	40 Mbps	1 km	100 mW

La normé 802.11ah

Les normes 802.11

Le 802.11n

Le 802.11ac

Le 802.11ah

Les fonctionnalités développées par la WIFI alliance

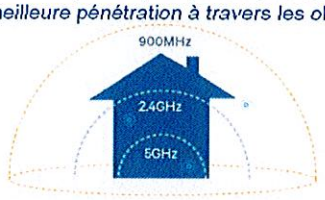
La norme 802.11ax et les standards WIFI renommés

Le WPA3

Résumé du chapitre

Le 802.11ah - 1/2

- **Objectif de la norme « Hallow »**
  - Economie d'énergie, mode « veille »
  - Basse fréquence pour portée plus longue *(meilleure pénétration à travers les obstacles)*



  - Interconnexion des « objets » * tels que les systèmes de surveillance de structures, de ponts et de bâtiments pour mesurer leur vieillissement, les appareils fonctionnant sur piles ou batteries, comme les équipements portatifs (*wearable*) tels que les lunettes, montres et bracelets connectés et le marché de la domotique - Internet of Things (IoT) & Machine-to-Machine (M2M).
  - Proche du **IEEE 802.11af**, (appelé **White-Fi** ou **Super Wi-Fi**). Ce dernier occupe des bandes TV inutilisées entre 54 et 790 MHz.

- **Norme publiée le 10 mai 2017**

http://grouper.ieee.org/groups/802/11/Reports/802.11_Timelines.htm

  - Portée 100 m en intérieur, 1km extérieur
  - Minimum de 150 kb/s sur 1 à 2 Mhz
  - Plage des 900 Mhz (Europe : 863 - 868 MHz)
  - Concurrent du Bluetooth 5 sur les fonctionnalités avec une faible consommation et portée plus importante.

* L'internet des objets est « un réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification électronique normalisés et sans fil, d'identifier et de communiquer numériquement avec des objets physiques afin de pouvoir mesurer et échanger des données entre les mondes physiques et virtuels. »

Le 802.11ah - 2/2

- **Fonctionnalité d'économie d'énergie (Power saving)**

L'économie d'énergie prend en compte que certains nœuds devront fonctionner pendant des semaines/années sans remplacement.

  - **2 types de stations** :
    - *TIM stations:* Ces stations resteront en "éveil" en permanence.
    - *Non-TIM stations:* Ces stations ont un état de veille ("doze state") et ne sont pas capable de recevoir des données dans cet état. C'est pourquoi elles utilisent le mécanisme de « Target Wake Time ».
  - **Target Wake Time :**
    Le "Target Wake Time (TWT)" permet à un AP de définir un temps spécifique pour l'accès au support par des stations. La station cliente et l'AP échange des informations qui incluent le temps prévu d'activité. L'utilisation du TWT est négocié entre la station et l'AP de manière à ce que les stations entrent dans un état de veille jusqu'à ce que leur TWT se déclenche.

- **Différents canaux dans le monde**

ISM ALLOCATIONS APPLICABLE FOR IEEE 802.11AH	
COUNTRY	BAND LIMITS (MHZ)
China	755 - 787
Europe	863 - 868
Japan	916.5 - 927.5
Korea	917.5 - 923.5
Singapore	866 - 869 & 920 - 925
USA	902 - 928

- **Débits variables**

Modulation and coding schemes

MCS Index[36]	Spatial Streams	Modulation type	Coding rate	Data rate (in Mbit/s)[5,37]							
				2 MHz channels		4 MHz channels		8 MHz channels		16 MHz channels	
				8 µs GI[34]	4 µs GI	8 µs GI	4 µs GI	8 µs GI	4 µs GI	8 µs GI	4 µs GI
0	1	BPSK	1/2	0.65	0.72	1.35	1.5	2.93	3.25	5.85	6.5
1	1	QPSK	1/2	1.3	1.44	2.7	3.0	5.85	6.5	11.7	13.0
2	1	QPSK	3/4	1.95	2.17	4.05	4.5	8.78	9.75	17.6	19.5
3	1	16-QAM	1/2	2.6	2.89	5.4	6.0	11.7	13.0	23.4	26.0
4	1	16-QAM	3/4	3.9	4.33	8.1	9.0	17.6	19.5	35.1	39.0
5	1	64-QAM	2/3	5.2	5.78	10.8	12.0	23.4	26.0	46.8	52.0
6	1	64-QAM	3/4	5.85	6.5	12.2	13.5	26.3	29.3	52.7	58.5
7	1	64-QAM	5/6	6.5	7.22	13.5	15.0	29.3	32.5	58.5	65.0
8	1	256-QAM	3/4	7.8	8.67	16.2	18.0	35.1	39.0	70.2	78.0
9	1	256-QAM	5/6	N/A	N/A	18.0	20.0	39.0	43.3	78.0	86.7
0	2	BPSK	1/2	1.3	1.44	2.7	3.0	5.85	6.5	11.7	13.0
6	3	64-QAM	3/4	17.6	19.5	36.5	40.5	N/A	N/A	158	176
7	3	64-QAM	5/6	19.5	21.7	40.5	45.0	87.8	97.5	176	195
8	3	256-QAM	3/4	23.4	26.0	48.6	54.0	105	117	211	234
9	3	256-QAM	5/6	26.0	28.9	54.0	60.0	117	130	N/A	N/A

Possibilité d'atteindre 347 Mbit/s avec 4 spatial streams et un canal de 16 MHz.

Les fonctionnalités annexes de la WIFI Alliance

Les normes 802.11

Le 802.11n

Le 802.11ac

Le 802.11ah

Les fonctionnalités développées par la WIFI alliance

La norme 802.11ax et les standards WIFI renommés

Le WPA3

Résumé du chapitre

Autres fonctionnalités Wifi (non standard IEEE) 1/3

- **Wi-Fi Protected Setup (WPS), une spécification Wi-Fi pour faciliter le raccordement d'équipement WIFI**
  - L'objectif du Wi-Fi Protected Setup™ est de faciliter la mise en place de réseaux Wi-Fi® sécurisé via WPA2™. Le Wi-Fi Protected Setup disponible début 2007 supporte des méthodes comme apployer sur un bouton, saisir un code PIN ou utiliser NFC) qui sont familiers des utilisateurs.
  - Une grave vulnérabilité de la méthode PIN a été démontrée le 26 décembre 2011 par Stefan Viehböck et elle a permis à d'autres développeurs d'écrire et publier une implémentation de l'attaque. Aujourd'hui, il est fortement déconseillé de recourir à ce protocole.

- **Wi-Fi Direct, une spécification Wi-Fi pour une transmission directe**
  - Wi-Fi CERTIFIED Wi-Fi Direct™ est un logo de 2010 certifiant les équipements permettant une connexion directe facilitant l'impression, le partage… Les produits disposant du logo CERTIFIED Wi-Fi Direct peuvent se connecter les uns aux autres sans passer par un point d'accès. Egalement appelé « Wi-Fi Peer-to-Peer (P2P) », les équipements négocient leur rôle dans la connexion, à la différence du mode Ad-Hoc, proche mais qui dispose de capacité plus conséquente à gérer une topologie complexe.
  - Ce protocole de transmission de données permet d'effectuer un transfert de fichier comme on le ferait avec Bluetooth mais à un débit bien plus élevé.

Autres fonctionnalités Wifi (non standard IEEE) 2/3

- **Wi-Fi CERTIFIED Passpoint**
  - L'objectif du Wi-Fi CERTIFIED Passpoint™ lancé en 2012 est de faciliter la connexion à des points d'accès, sans ressaisir les identifiants, ***permettant ainsi aux terminaux mobiles compatibles de détecter et de se connecter automatiquement aux réseaux WiFi basés sur des hotspots certifiés Passpoint.***
  - La certification Wi-Fi CERTIFIED Passpoint permet aux opérateurs d'offrir à leurs clients internet mobile une expérience Wi-Fi comparable à celle du cellulaire en termes de facilité d'utilisation, d'authentification, de sécurité et d'itinérance.

- **Wi-Fi CERTIFIED Miracast™**
  - La technologie Miracast développée par le consortium *Wi-Fi Alliance* (fin 2012) permet de partager l'affichage et le son d'un ordinateur ou d'un smartphone vers un diffuseur tel une télévision et cela sans le moindre fil.
  - Alors que d'autres technologies de partage nécessitent de choisir le fichier à partager, le Miracast permet de littéralement recopier son écran sur un autre. Ce que vous voyez sur votre premier écran est visible sur le second et tous les contenus sont donc diffusables : photos, vidéos, musiques, navigateur Web et même jeu vidéo.

Wi Fi CERTIFIED MIRACAST

Autres fonctionnalités Wifi (non standard IEEE) 3/3

- **Wi-Fi Location, une spécification Wi-Fi pour une localisation en intérieur**
  - L'objectif du Wi-Fi CERTIFIED Location™ est de fournir une localisation en intérieur au mètre près. Les équipements Wifi avec l'option activée devrait permettre une localisation précise en supplément de la connexion Wifi, sans nécessiter de matériel supplémentaire. Ce service pourrait être utilisé par les services d'urgence pour localiser un patient.

- **TimeSync, une spécification Wi-Fi pour des enceintes sans-fil**
  - À en croire la Wi-Fi Alliance au Consumer Electronic Show de Las Vegas (CES 2017), on pourrait avoir une nouvelle fonctionnalité appelée TimeSync d'ici début 2018. Cette fonctionnalité vise à synchroniser, l'audio sur des enceintes avec une synchronisation en dessous de la microseconde afin d'assurer une bonne expérience d'écoute à l'utilisateur. La Wi-Fi Alliance précise que la fonctionnalité TimeSync devrait être disponible dans différents types d'équipements (*home cinemas*, lecteurs Blu-Ray, casques et enceintes sans-fil, systèmes audio automobiles.
  - Wi-Fi TimeSync™ ne se réduira pas uniquement à des applications audio et devrait supporter des fonctionnalités audio et vidéo, transmettre des flux sans décalage perceptible, et son intérêt ne devrait pas rester cloisonné à l'audio et la vidéo mais également à des senseurs pour surveiller l'activité d'équipements industriels.

Source : https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/

La norme 802.11ax et les standards WIFI renommés

Les normes 802.11

Le 802.11n

Le 802.11ac

Le 802.11ah

Les fonctionnalités développées par la WIFI alliance

La norme 802.11ax et les standards WIFI renommés

Le WPA3

Résumé du chapitre

La norme 802.11ax et les standards WIFI renommés 1/4

Le 802.11ax, une nouvelle norme

- Aussi appelé ***High Efficiency WLAN*** (HEW), l'objectif est l'amélioration du débit et de la portée (sortie prévue pour juillet 2019).
- Evolution du Wi-Fi 802.11ac sur les bandes de fréquences 2,4 et 5 GHz avec des technologies utilisées pour la connexion cellulaire mobile 4G/LTE en upload.
- Dans les environnements très denses, comme les lieux publics (gares, centres commerciaux, aéroports, stades, immeubles de bureaux...), le 802.11ax **permettrait à plusieurs utilisateurs de transmettre en même temps** des données vers un même point d'accès. Le débit du Wi-Fi ax pourra être multiplié par quatre. Les informations précises sur les performances à attendre sont encore assez vagues et susceptibles d'évoluer. Pour le moment, Qualcomm parle de 4,8 Gbit/s en débit maximal.
- Avec l'OFDMA (*Orthogonal Frequency-division multiple access*) qui va **partager les sous-porteuses entre plusieurs personnes**. Ainsi, neuf personnes pourront se greffer simultanément sur un canal de 20 MHz, 18 personnes sur un canal de 40 MHz, 37 personnes sur un canal de 80 MHz et 74 personnes sur un canal de 160 MHz. La modulation sera **1024 QAM**.
- Le nombre **d'antennes présentes sur les émetteurs et les récepteurs** passe de 4x4 actuellement à 8x8 (MU-MIMO) et chaque utilisateur se verra allouer l'antenne la plus performante en fonction de sa position.

La norme 802.11ax et les standards WIFI renommés 2/4

- **Comparaison avec le 802.11ac**

	802.11ac	802.11ax
BANDES	5 GHz	**2,4 GHz** et 5 GHz
LARGEUR DE BANDE DES CANAUX	20 MHz, 40 MHz, 80 MHz, 80+80 MHz, 160 MHz	20 MHz, 40 MHz, 80 MHz, 80+80 MHz, 160 MHz
TAILLES DE FFT (**Fast Fourier Transform**)	64, 128, 256, 512	256, 512, 1024, 2048
ESPACEMENT ENTRE SOUS-PORTEUSES	312,5 kHz	**78,125 kHz**
DURÉE DE SYMBOLES OFDM	CP 3,2 µs + 0,8/0,4 µs	**CP 12,8 µs + 0,8/1,6/3,2 µs**
MODULATION MAXIMALE	256 QAM	**1024 QAM**
DÉBIT BINAIRE	433 Mbit/s (80 MHz, 1 SS) 6 933 Mbit/s (160 MHz, 8 SS)	600,4 Mbit/s (80 MHz, 1 SS) 9 607,8 Mbit/s (160 MHz, 8 SS)

- **Avec des particularités, entre autres :**

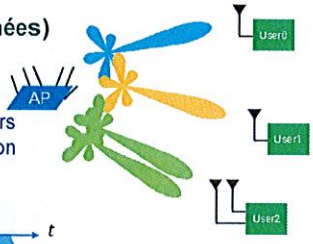
Économie d'énergie avec le procédé TWT
La fonction d'instant cible de réveil (TWT) peut être employée par un AP 802.11ax pour définir un ou plusieurs moments auxquels les STA peuvent respectivement accéder au support (mise en veille jusqu'à l'heure de réveil définie).

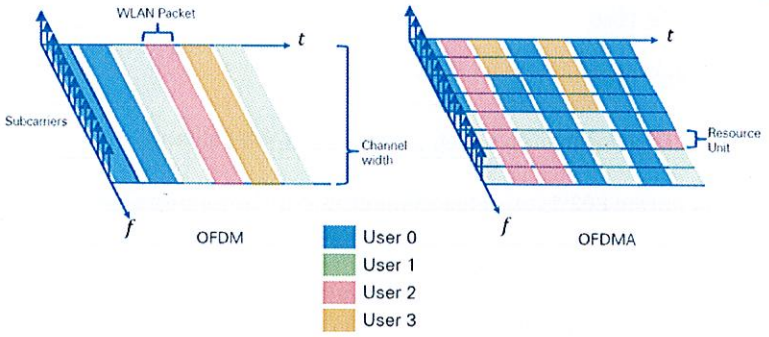
Technique de réutilisation spatiale.
Les STA peuvent détecter les signaux issus de BSS en chevauchement pour gérer les situations de conflit et d'interférence en fonction de ces informations.

La norme 802.11ax et les standards WIFI renommés 3/4

- **Amélioration du MU-MIMO (8 connexions simultanées)**

MU-OFDMA
La norme 802.11ax emprunte une technique propre à la technologie mobile 4G pour multiplexer davantage d'utilisateurs dans la même largeur de bande : l'accès multiple par répartition orthogonale de la fréquence (OFDMA).





Utilisation du canal par un seul utilisateur (à gauche) et multiplexage de plusieurs utilisateurs dans le même canal suivant la technique OFDMA (à droite)

La norme 802.11ax et les standards WIFI renommés 4/4

- **L'arrivée du 802.11ax amène en parallèle le renommage des normes Wifi**
  - L'objectif est de simplifier les noms des technologie 802.11…
    - 802.11b = Wi-Fi 1
    - 802.11a = Wi-Fi 2
    - 802.11g = Wi-Fi 3
    - 802.11n = Wi-Fi 4
    - 802.11ac = Wi-Fi 5
    - 802.11ax = Wi-Fi 6
- **Annonce faite le mercredi 3 octobre 2018 par la WIFI Alliance**
- **Sera probablement à l'avenir la norme affichée à la connexion sur un réseau WIFI ou lors du balayage de l'environnement.**

Le WPA3

Les normes 802.11

Le 802.11n

Le 802.11ac

Le 802.11ah

Les fonctionnalités développées par la WIFI alliance

La norme 802.11ax et les standards WIFI renommés

Le WPA3

Résumé du chapitre

Le WPA3 1/2

- **Le WPA3**
  - La faille Krack a montré qu'il était nécessaire de créer un nouveau protocole.
  - Spécifications finales en juin 2018, sortie prévue pour 2019 (actuellement Draft 4).
- **2 méthodes de mise en œuvre**
  - WPA3-Personal : pour les réseaux personnels.
  - WPA3-Enterprise : conçu pour mieux protéger les données sensibles, dispose de :
    - Chiffrement avec 256-bit Galois/Counter Mode Protocol (GCMP-256).
    - Key derivation et confirmation avec les 384-bit Hashed Message Authentication Mode (HMAC) et HMAC-Secure Hash Algorithm (SHA) 384.
  - Les 2 modes de sécurité sont rétro compatibles avec WPA2
- **Remplacement du 4-way hand shake**
  - Le protocole de négociation « 4-way hand shake » n'est plus utilisé car le protocole « Simultaneous Authentication of Equals » le remplace. Ce dernier protège la connexion lorsque l'appareil et le routeur s'authentifient et définissent les clés de chiffrement. La faille Krack exploitait l'ancien protocole d'identification.
- **Protection contre les attaques bruteforce**
  - Le protocole WPA3 est renforcé contre les attaques bruteforce.

Le WPA3 2/2

- **Le protocole WPA3 apporte aussi la technologie « Forward secrecy ».**
  - Cela veut dire que même si un hacker arrive à récupérer le mot de passe du Wifi, il ne peut pas déchiffrer les anciennes communications.
- **Connexion des objets connectés**
  - « Easy Connect » est une nouvelle fonctionnalité pour connecter plus facilement des appareils au routeur si le périphérique n'a pas d'écran. On utilise un smartphone pour scanner le QR.
- **Renforcement du Wifi publique**
  - Le protocole WPA3 implémente le mode de connexion « Enhanced Open » avec le protocole « Opportunistic Wireless Encryption ». Concrètement, le chiffrement entre le client et le routeur est différent du chiffrement entre celui d'un autre client et le même routeur. Il est donc beaucoup plus difficile de récupérer et de décrypter les données des autres utilisateurs.
- **Renforcement du cryptage**
  - Dernière nouveauté qui concerne cette fois-ci l'édition Enterprise, les communications seront chiffrées en 192 bits contre 128 pour le WPA2. Les confirmations des clés de chiffrement sont chiffrées en 256 et en 384 bits.

Résumé du chapitre

Les normes 802.11

Le 802.11n

Le 802.11ac

Le 802.11ah

Les fonctionnalités développées par la WIFI alliance

La norme 802.11ax et les standards WIFI renommés

Le WPA3

Résumé du chapitre

Résumé du chapitre

- **Dans ce chapitre, nous avons**
  - Balayé les normes 802.11
  - Etudié la norme 802.11n
  - Etudié la norme 802.11ac
  - Discuté de la norme 802.11ah
  - Balayé les fonctionnalités liées aux travaux de la Wifi Alliance
  - Vu la norme 802.11ax et les standards WIFI renommés
  - Vu le WPA3