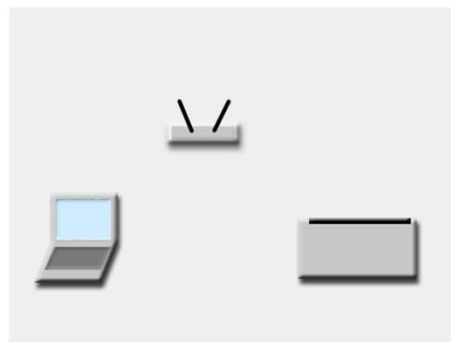


Wi-Fi – SON ÉVOLUTION ET COMMENT L'OPTIMISER

CLAUDE DROUIN

AVRIL 2022



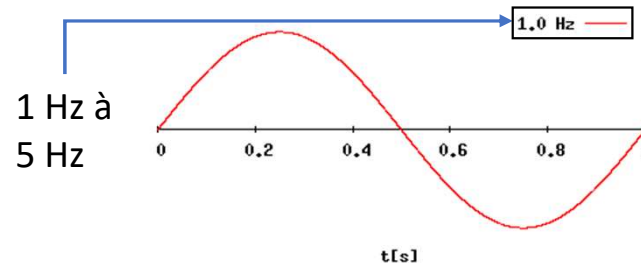
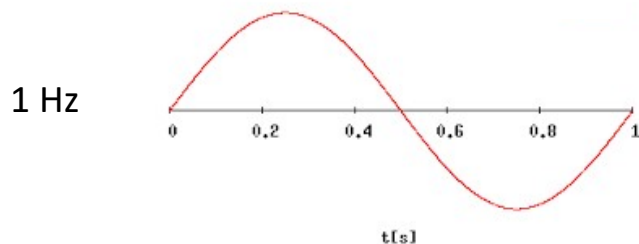
Agenda pour aujourd'hui

- Petit cours de base 101
- Le Wi-Fi 6 – Évolution du Wi-Fi
- Allocation des canaux de transmission
- Expérience du Wi-Fi 6
- Pourquoi le Wi-Fi6 est supérieur
- Comment optimiser le Wi-Fi
- Quoi encore ?
- Questions

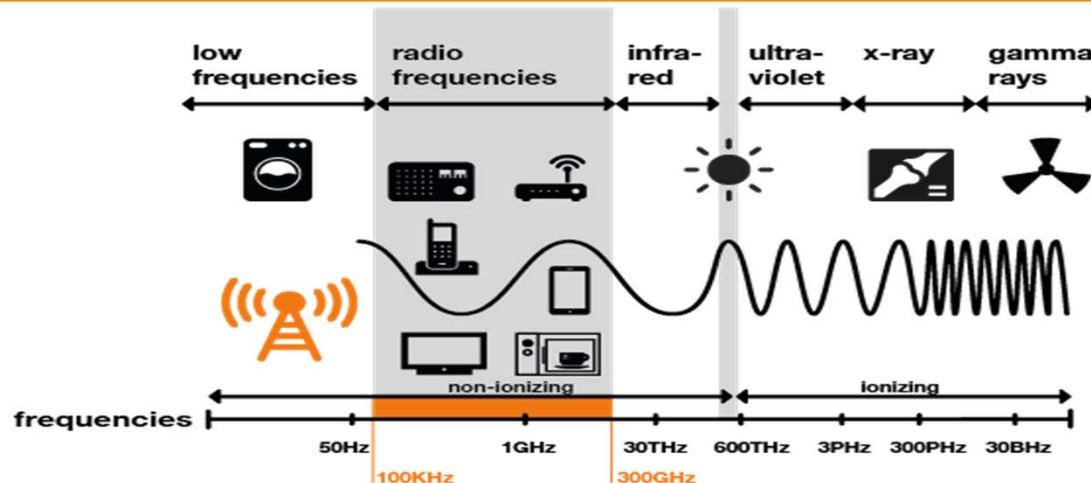


C'est quoi le « Hertz »

- Heinrich Hertz, né le 22 février 1857 à Hambourg et mort le 1er janvier 1894 à Bonn, est un ingénieur et physicien allemand renommé pour avoir découvert les ondes hertziennes auxquelles il a donné son nom.
- Un hertz (Hz) est la mesure de la fréquence de répétition **d'un événement** qui se répète une fois par seconde (s^{-1} ou $1/s$).
- Par exemple, la lumière rouge a une fréquence d'environ $4,6 \times 10^{14}$ Hz
- La note **la** de référence en musique s'obtient par le diapason qui oscille à 440 Hz
- La perception des sons de l'oreille humaine se situe dans une plage de fréquence entre 20 Hz et 20 000 Hz.
- $1000 \text{ Hz} = 1 \text{ KHz}$, $1000\text{KHz} = 1\text{MHz}$, $1000\text{MHz} = 1 \text{ GHz}$, $1000\text{GHz} = 1 \text{ THz}$, etc.

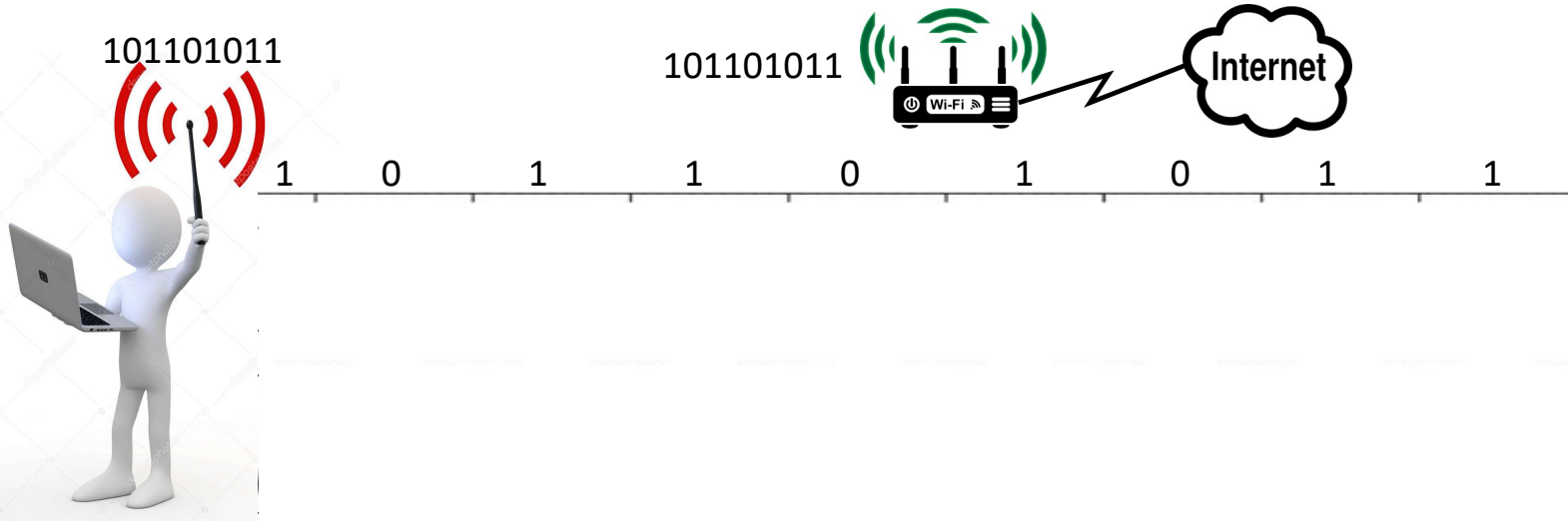


Wi-Fi – Ondes Radio

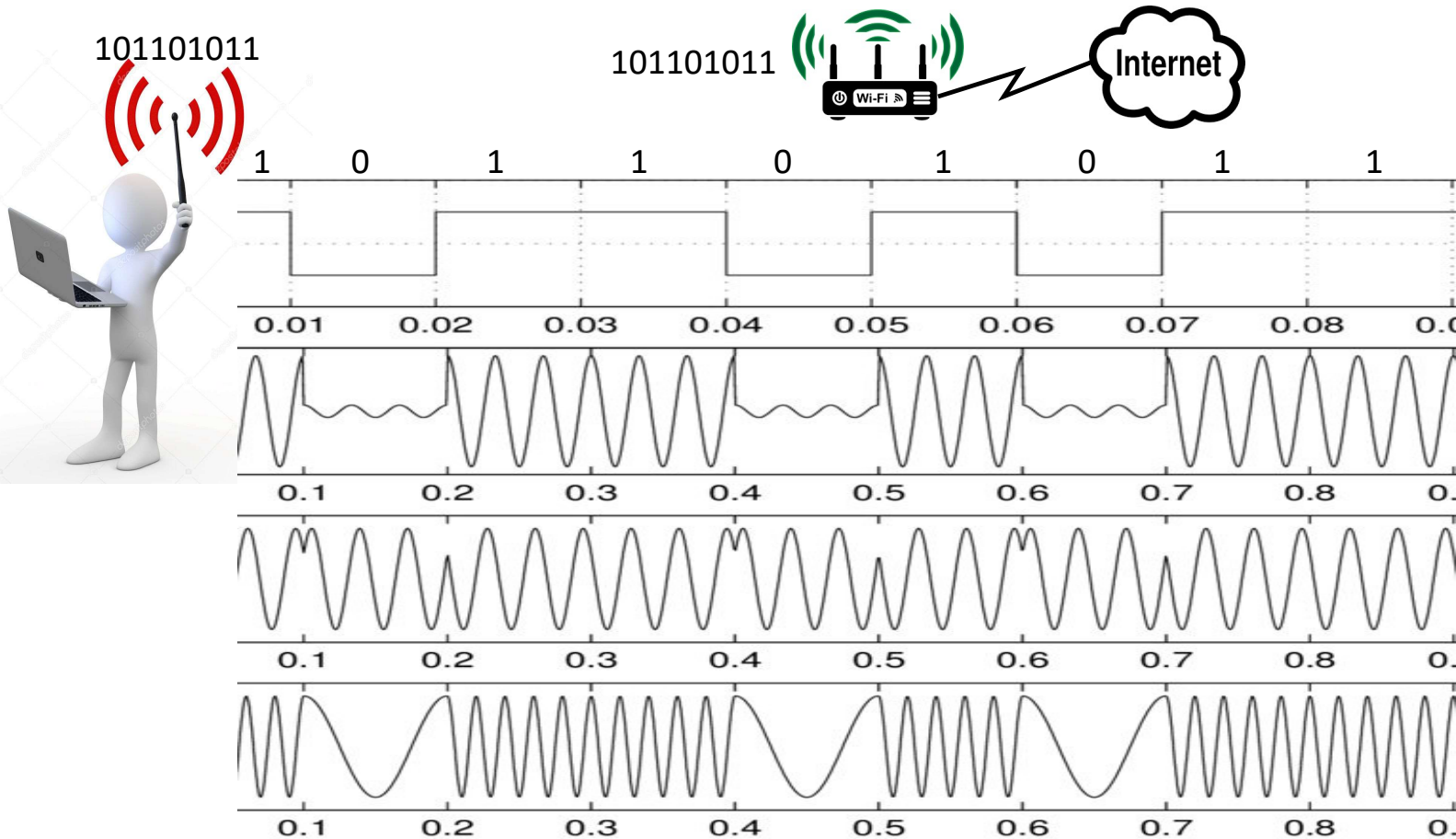


- Les ondes radio ne sont pas directionnelles, de sorte que leurs mouvements ressemblent plus à des ondulations dans un étang et moins aux faisceaux laser d'un film Star Wars.
- Le Wi-Fi utilise ces ondes radio pour fournir des données (dans l'industrie, nous les connaissons sous forme de paquets (L3) ou Trames (L2)) d'un appareil à l'autre. Pour transmettre un signal, votre point d'accès utilise la bande 2,4 GHz ou la bande 5 GHz. Et à l'intérieur de ces bandes se trouvent des bandes plus petites appelées canaux (ex. 36, 48, 149) Wi-Fi.
- Ces bandes de fréquences 2.4GHz et 5GHz se retrouvent dans la liste des bandes qui ne requièrent pas de licence ou ISM (Industrial, Scientific et Medical)
- Les données ou les paquets que nous transmettons voyagent dans différentes voies le long de ces autoroutes(ex. 5Ghz) vers leurs destinations

Le Wi-Fi - Transmission d'un signal

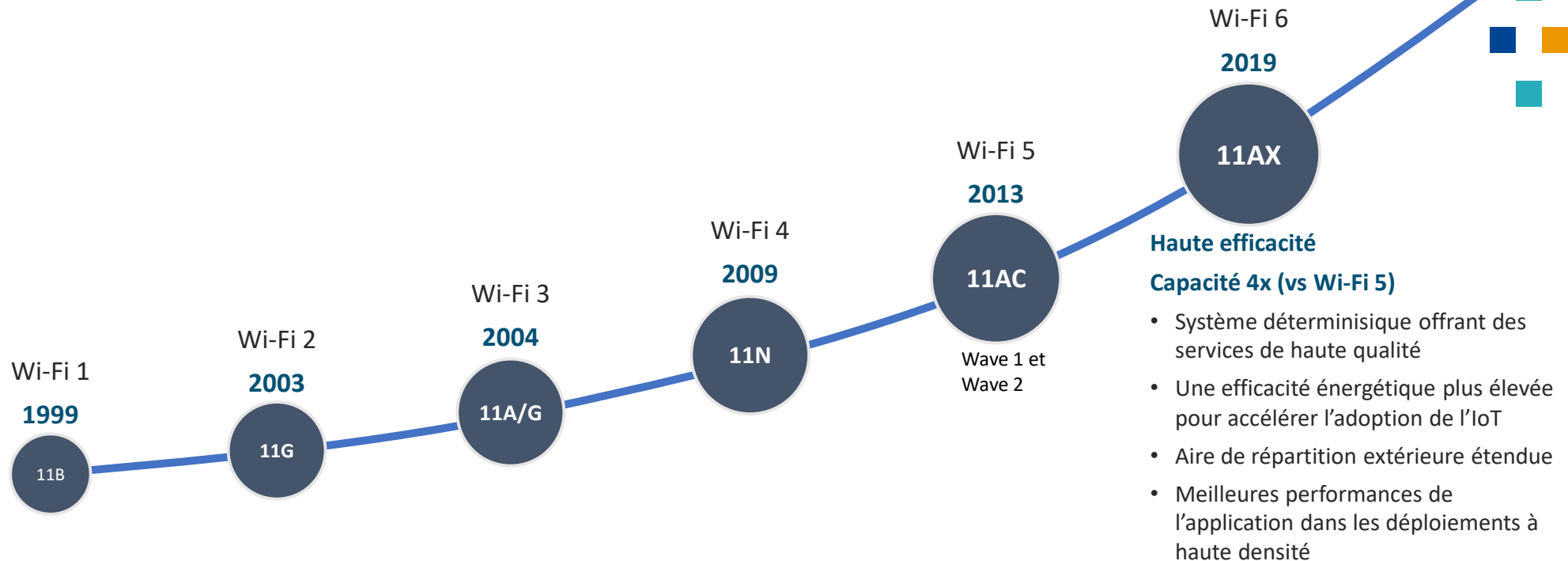


Le Wi-Fi - Transmission d'un signal



Le Wi-Fi est maintenant Wi-Fi 6 (ou 802.11ax)

- 802.11ax et Wi-Fi 6 sont des termes d'ingénierie et de marketing interchangeables qui ont la même signification



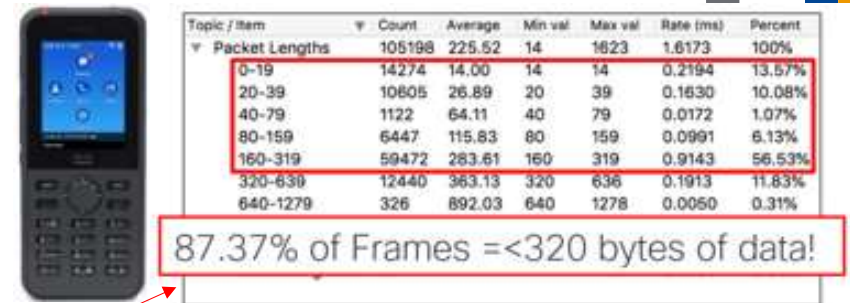
En quoi le Wi-Fi 6 diffère du Wi-Fi 5?

Le Wi-Fi 6 est tout au sujet du sans fil à haute efficacité

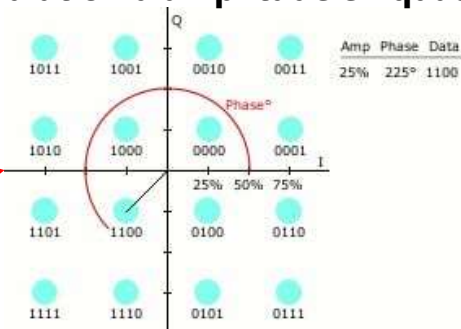


802.11ac (Wi-Fi 5) était au sujet d'un débit très élevé
Cependant, le Wi-Fi 5 a ces limitations...

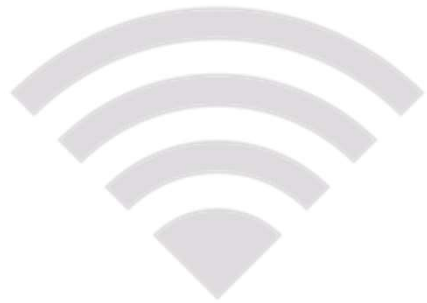
1. Problèmes de latence pour les petites trames
2. Besoin d'une meilleure autonomie de la batterie pour IoT & Téléphone
3. Performances (nb. de radios, modulation d'amplitude en quadrature limitée)
4. Traitement parallèle (montant/descendant) limité



Modulation d'amplitude en quadrature (QAM)



Utilisation simultanées des bandes de fréquence



IOT & autres

2.4 GHz



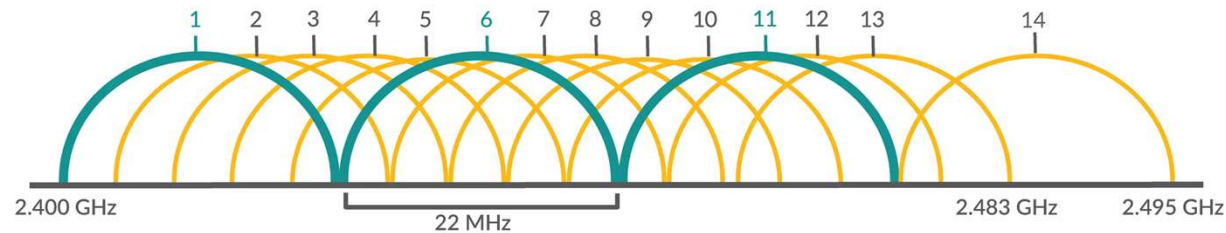
Clients
(Ordinateurs, Téléphones,
Tablettes)

5 GHz



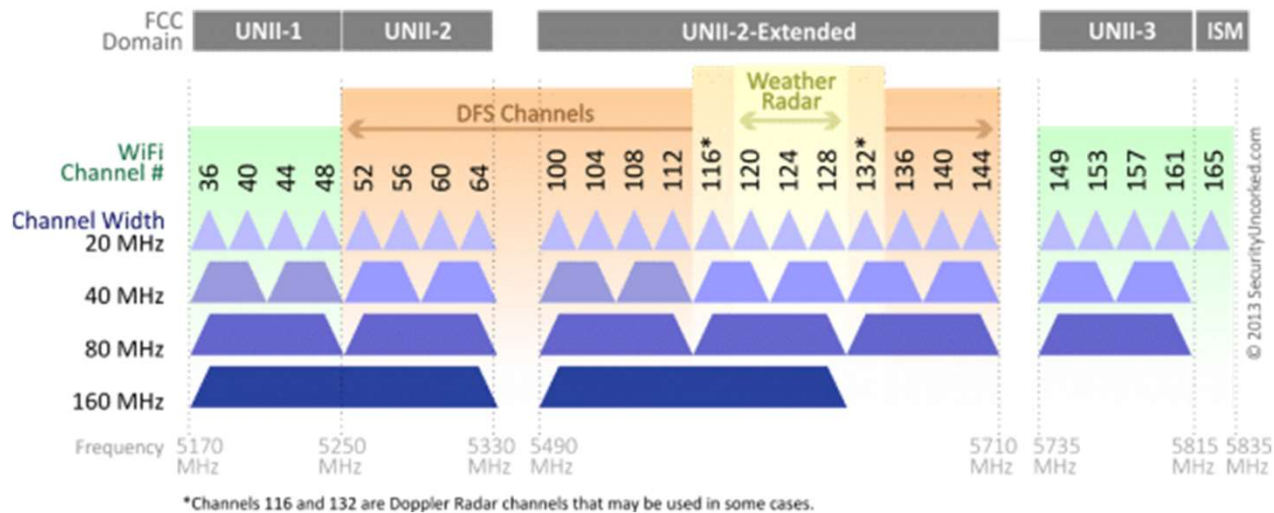
Allocation des Canaux

2.4 GHz



5 GHz

802.11ac Channel Allocation (N America)



Expérience: Wi-Fi 6 (802.11ax)



Débits de données plus élevés

- 1024-QAM pour jusqu'à 9,6 Gbps par radio et des vitesses d'antenne unique de 1,2 Gbps
- 8x8:8SS¹
- Active la vidéo 4K/8K et RA/RV de nouvelle génération



Augmentation de la capacité globale du réseau

- 3x à 4x plus de débit que 802.11ac (Wi-Fi 5) par l'intermédiaire d'OFDMA
- Gain de capacité jusqu'à 4 fois dans les scénarios denses avec coloration BSS
- Gains MIMO multi-utilisateurs sur tous les types de clients



Latence réduite et fiabilité accrue

- Liaison montante et liaison descendante programmés OFDMA pour une latence déterministique, la fiabilité, et la QoS
- Optimisé pour l'échelle IoT avec des centaines d'appareils par POINT D'ACCÈS



Amélioration de l'efficacité énergétique

- Jusqu'à 3 fois une meilleure autonomie de la batterie avec le temps de veille cible (TWT)
- Nouvelle structure de codage et procédures de signalisation pour une meilleure efficacité de transmission et de réception

¹ 8 transmetteurs/8 récepteurs radio et 8 Flux spatial (Spatial Stream)

Technologies clés du Wi-Fi 6 – diversité spatiale



MU-MIMO

(Multi-Utilisateur
Multiple-Input
Multiple-Output)

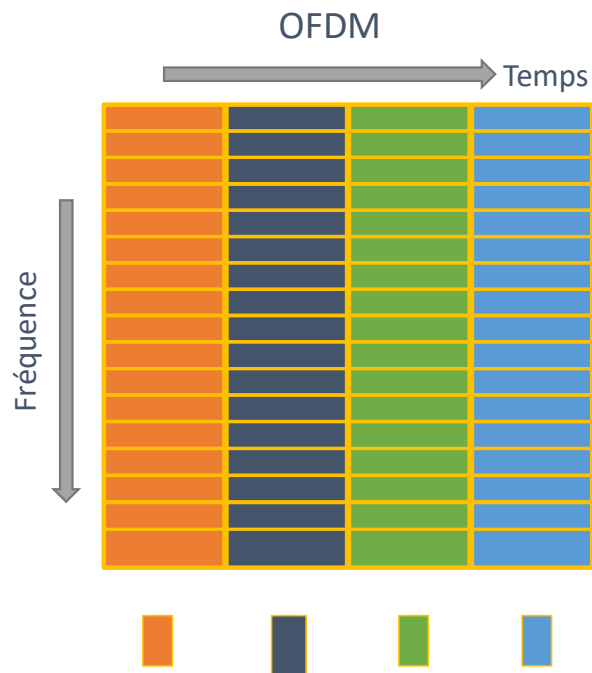
1x1, 2x2, 4x4, 8x8

8 Connexions simultanées pour le
point d'accès

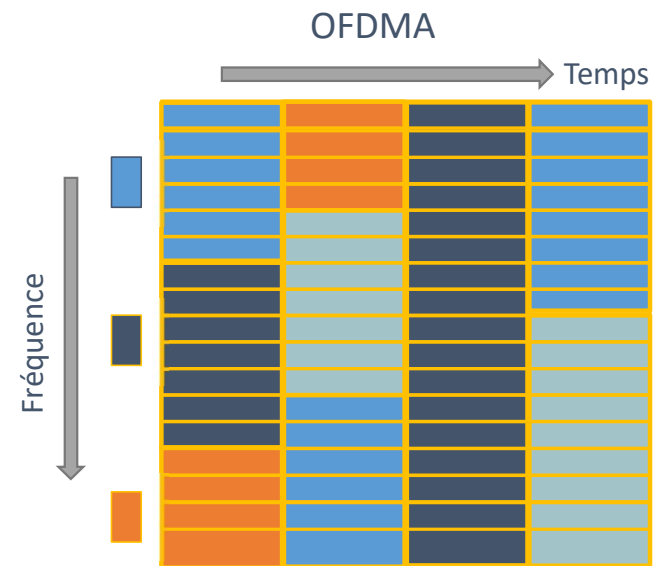
Liaison montante et liaison
descendante

Technologies clés du Wi-Fi 6 – OFDMA

Accès multiple par répartition orthogonale de la fréquence



Un sous-transporteur (sub-carrier) est attribué par client/utilisateur



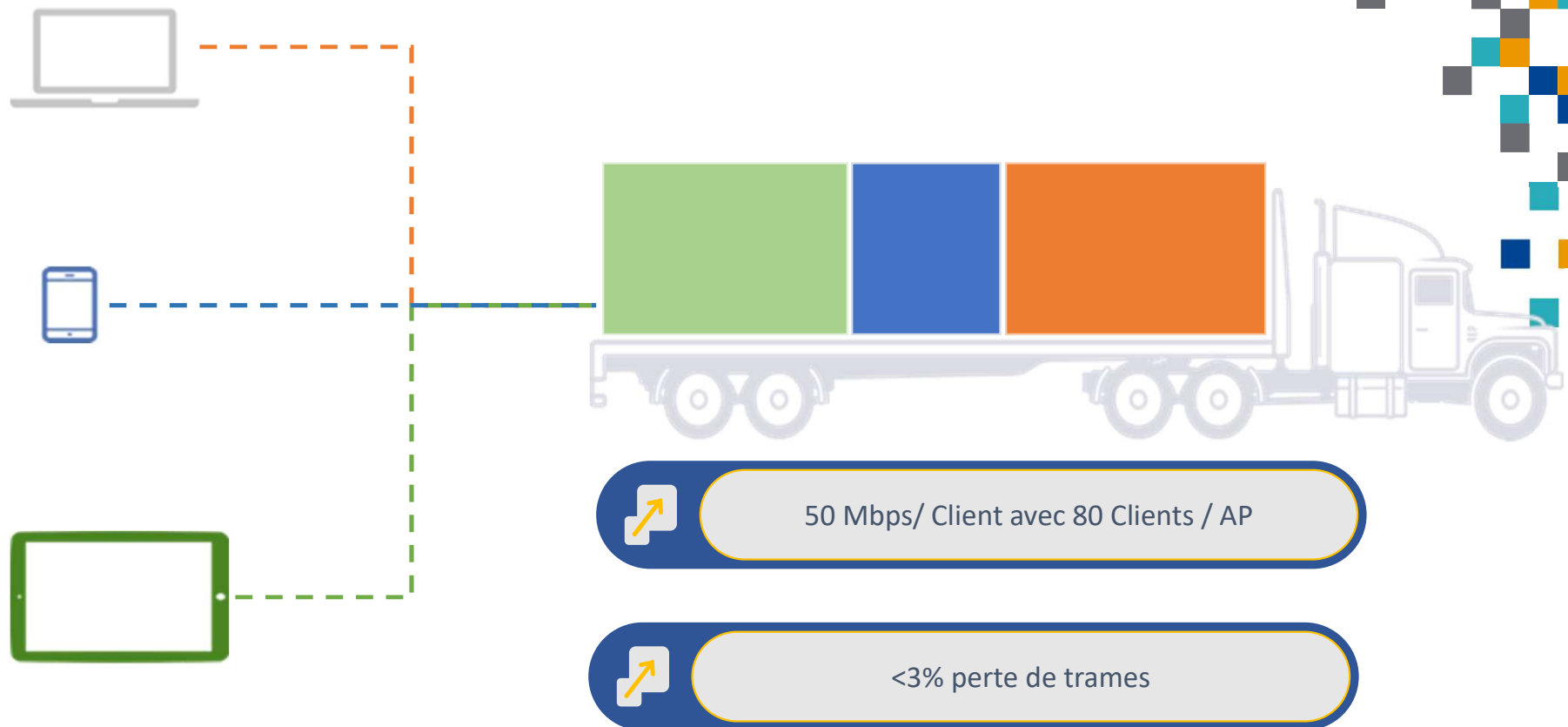
Chaque unité de ressources est assignée par client/utilisateur

Un seul canal de 20 MHz peut être divisé en 9 unités de ressources de 2 MHz pour optimiser le petit trafic de style IoT

FORMATIO

RESSOURCE
INFORMATIQUE
BUREAUTIQUE

Fonctionnement de OFDM (Wi-Fi5) vs OFDMA (Wi-Fi6)



Plus de temps d'antenne signifie de meilleures performances avec une faible latence

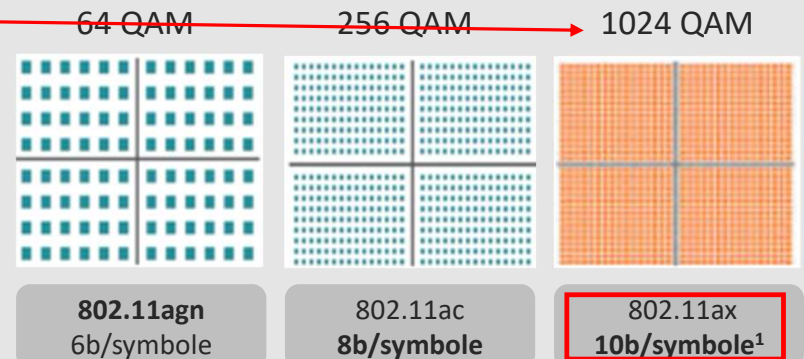
Wi-Fi 6 est à propos de haute efficacité sans fil

Ces améliorations sont des améliorations Wi-Fi 6 pour que chaque microseconde « On THE AIR » soit importante.

- Quatre choses déterminent l'efficacité du temps d'antenne

- Débit de données (densité de modulation) ou QAM** - (combien de bit par symbole radio) 64 QAM est plus robuste mais 1024 QAM est beaucoup plus rapide
- Nombre de flux spatiaux et réutilisation spatiale** (introduction de l'OFDMA et des unités de ressources et UL/DL MU-MIMO)
- Bande passante de canal** – Combien de fréquences peuvent moduler en même temps
- Surcharge de protocole** – Préambule/Ack/BA, intervalle de garde « GI » etc. réduit.

Gains de densité de modulation

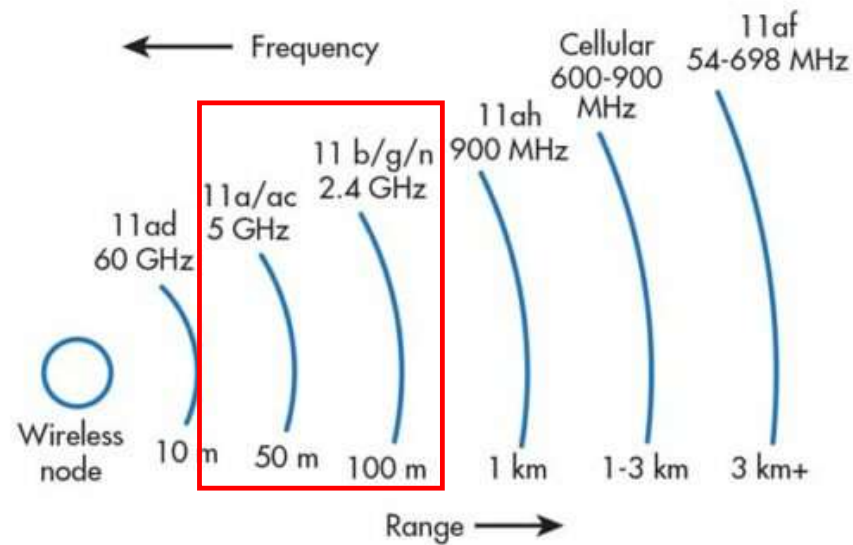


Largeur du canal Wi-Fi



¹ 10Bits / symbole (ex. 1011101010) = 2^{10} Possibilités = 1024

Propagation du signal selon la fréquence



C'est quoi les dB et dBm

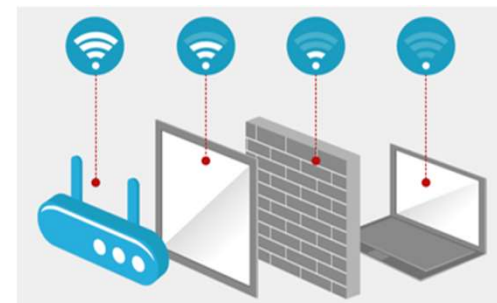


- dB (décibel) : différence relative entre 2 mesures de puissance (en Watts) $\text{dB} = 10 \log (P1/P2)$
- dBm (décibel-milliwatt) = la quantité d'énergie qu'une antenne ou un amplificateur est capable de produire, ou la quantité de signal présente sur un site (Relative à 1 Milliwatt) $\text{dBm} = 10 \log (P/1\text{mW})$
- 0 dBm équivaut à un milliwatt. Une augmentation de 3 décibels correspond à un doublement de puissance. Une diminution de 3 dB équivaut à une réduction de puissance de moitié.

Parlons d'atténuation

- L'atténuation est la perte qu'un signal subit lorsqu'il doit passer un obstacle
- Plus la fréquence est élevée plus la perte sera élevée

	2.4GHz (Perte en dB)	5GHz (Perte en dB)
Porte en bois	4 dB	7 dB
Mur de béton	20 dB	30 dB
Fenêtre (non énergétique)	3 dB	8 dB
Porte Acier	20 dB	30 dB
Corps humain	3 dB	5 dB
Végétation	0.5 dB / mètre	1 dB / mètre



Puissance du Signal Wi-Fi

- À **-30 dBm**, la puissance du signal Wi-Fi est excellente. Les téléchargements s'effectuent sans accrocs de même que la lecture de vidéos en streaming (si toutefois le débit de la connexion est suffisant).
- Entre **-50** et **-60 dBm**, la qualité du réseau sans fil est bonne et suffisante pour surfer sur le Web ou lire ses courriels par exemple.
- À **-90 dBm**, votre connexion est réellement mauvaise. Il est probable que vous ne pourrez pas vous connecter.

Puissance du signal Wifi



Comment améliorer la performance du Wi-Fi à la maison



- Comprendre les caractéristiques du routeur Wi-Fi
 - Version Wi-Fi Supportées, nb. d'appareils (clients) supportés, etc.
- Une borne Wi-Fi est à la fois:
 - Un modem – connexion cable coaxial, DSL ou Fibre
 - Un commutateur – permet de commuter rapidement les paquets d'informations entre les **clients** qui y sont connectés (ex. PC à Imprimante, Téléphone intelligent à PC, Tablette à thermostat wifi, etc.) (adresse mac des appareils)
 - Un Routeur – Route les paquets destinés et provenant des réseaux autres que celui sur lequel le **client** se trouve (Ex. PC vers serveur internet, etc.) (adresse IP V4 ou V6)
 - Un Point d'accès Wi-Fi – prends en charge la communication Wi-Fi avec les **clients selon la bande de fréquence désirée (2.4Ghz, 5 Ghz ou les 2)**
 - Optionnellement, **un routeur pour protocoles IoT (ex. Zigbee, Balise Bluetooth, etc.)**

Améliorer la performance du Wi-Fi



- Pour Wi-Fi 6, le point d'accès Wi-Fi doit le supporter et...
- ...L'appareil client aussi !!
- Si ce n'est pas le cas, le client et le point d'accès communiqueront selon la version Wi-Fi compatible à chacun (Ex. Wi-Fi 5, Wi-Fi 4, etc.)
- Donc... Valider les versions de Wi-Fi supportées par votre borne Wi-Fi et l'appareil client

Comprendre les caractéristiques Wi-Fi de l'équipement déployée

Exemple : routeur Helix FI 2 de Vidéotron

Connectique

4 ports Ethernet : 1 x 2,5 Gbit/s (WAN/LAN) et 3 x 1 Gbit/s (LAN)
1 port EWAN
2 ports RJ-11 / PacketCable (téléphonie)
1 entrée coaxiale 1 Gbit/s
1 bloc d'alimentation 110 V séparé



Connectivité

Protocole Wi-Fi : 802.11 g/n/ac/ax (Wi-Fi 6)

Certification : 2019

Antennes Wi-Fi 2.4 GHz : 4 x 4

Wi-Fi 5 GHz : 4 x 4

Jusqu'à 150 appareils Wi-Fi supportés (75 sur 2,4 GHz / 75 sur 5 GHz)

Débit de données maximal : 2,5 Gbit/s

Sécurité Wi-Fi : WPA2

Docsis : D3.1

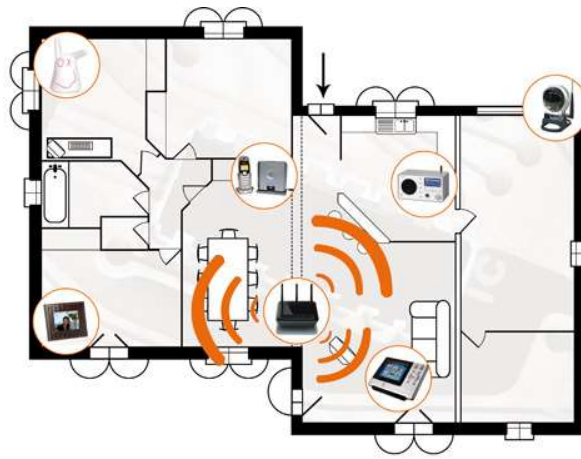
Antennes IdO : Bluetooth et ZigBee

Rétrocompatibilité avec les appareils non activés Wi-Fi ac/ax

<https://videotron.com/soutien/internet/equipements/borne-helix-fi>

« Location, location, location »

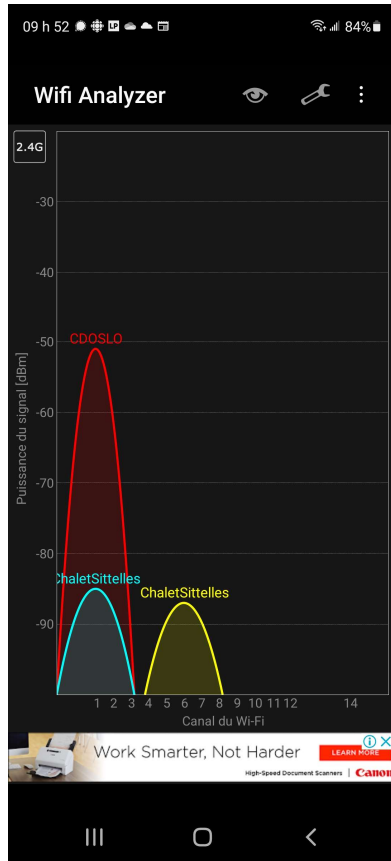
- Comprendre la topologie de l'habitation, sa construction et positionner la borne Wi-Fi stratégiquement dans la maison, condo, etc.



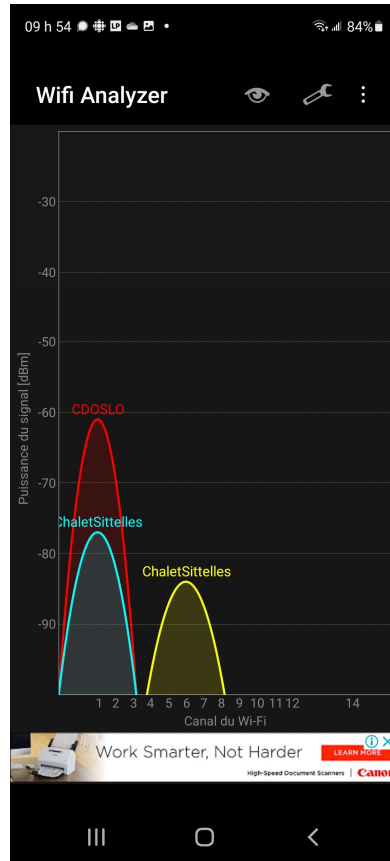
- Se déplacer dans l'habitation avec un appareil(client) avec un logiciel d'analyse de signal et prendre les mesures pour valider les pertes de signal et les points morts
- Valider s'il y a des interférences provenant de d'autres point d'accès Wi-Fi qui se sont établis sur le même canal (surtout dans des habitations dense tel les condos, etc.)

Exemple!

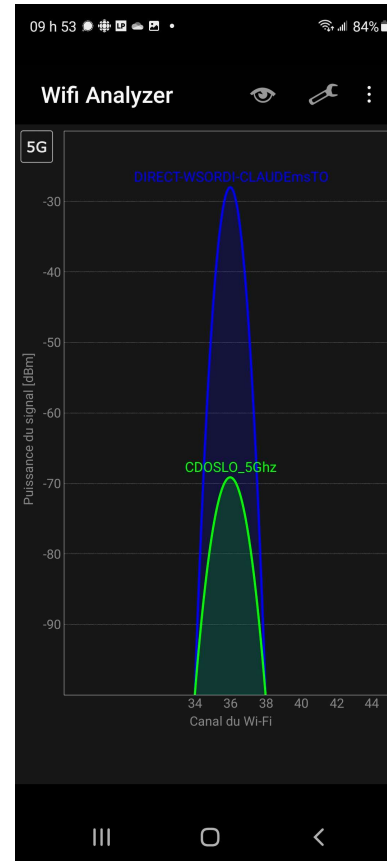
2.4GHz Près routeur



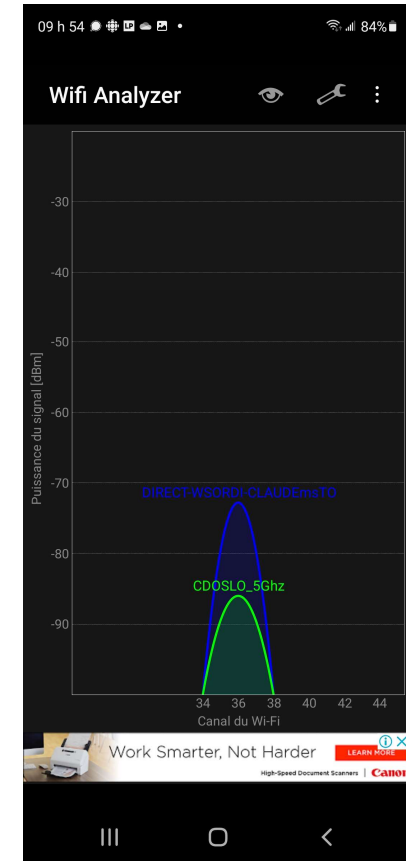
2.4GHz Éloigné + étage



5GHz Près routeur



5GHz Éloigné + étage



Outil: WiFi Analyzer pour Android ou iOS

Microsoft Windows [version 10.0.19044.1645]
(c) Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

C:\Users\Claude>netsh wlan show interfaces

Il existe 1 interface sur le système :

Nom	: Wi-Fi
Description	: Realtek RTL8822BE 802.11ac PCIe Adapter
GUID	: 8b82feda-78c0-4e1a-9227-01d6b1b19950
Adresse physique	: 0c:96:e6:db:09:61
État	: connecté
SSID	: CDOSLO_5Ghz
BSSID	: 98:fc:11:54:07:c3
Type de réseau	: Infrastructure
Type de radio	: 802.11n
Authentification	: WPA2 - Personnel
Chiffrement	: CCMP
Mode de connexion	: Connexion automatique
Canal	: 36
Réception (Mbits/s)	: 130
Transmission (Mbits/s)	: 130
Signal	: 100%
Profil	: CDOSLO_5Ghz

Hosted network status : Non disponible



Exemple!

■ Vous pouvez aussi faire des tests de vitesse (speedtest), en vous déplaçant à divers endroits

■ <https://www.speedtest.net/fr>



Comment améliorer la performance du Wi-Fi à la maison

- Un signal faible diminue la capacité de transfert Wi-Fi et augmente les retransmissions dues aux pertes de trames
- Avez-vous des appareils qui irradient avec des ondes dans la bande 2.4GHz et qui causent des interférences (Ex. Micro-Onde, ou autre)?
- Utiliser des capsules/relais pour augmenter la couverture du Wi-Fi (favorisez un réseau maillé versus de simples répéteurs)



Réseau Maillé

Vidéotron - Relais Wi-Fi 2 - Réseau Maillé

Connectique

2 ports Ethernet 1 Gbit/s

1 voyant DEL d'état

Alimentation directe 100-240 VAC, 50-60 Hz

Puissance de sortie radio :

5 GHz - 15 dBm 2x2ac MCS7¹

2,4 GHz - 13 dBm 2x2 MCS7¹



Connectivité

Technologie tri-bande :

4x4 MIMO 802.11a/n/ac 5 GHz Radio 1

2x2 MIMO 802.11a/n/ac 5 GHz Radio 2

2x2 MIMO 802.11b/g/n 2,4 GHz

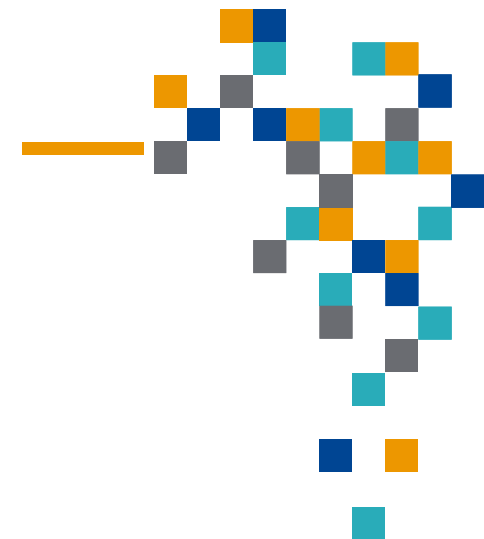
5 GHz - Mu-MIMO avec formation de faisceaux

Prise en charge des canaux 20, 80 MHz et 5 GHz

¹MCS = Modular Coding Scheme

https://docs.google.com/spreadsheets/d/e/2PACX-1vQXoEYLGWrR1aGyGaTXOOaDQSPLeC4rv70KRfURP6eZ5fL-Ku_YI6DgS6zZMNyIhQpQmnKQ1O7abij/pubhtml?gid=1367372895&single=true

<https://videotron.com/soutien/internet/equipements/relais-wifi>



Comment améliorer la performance du Wi-Fi à la maison



- Rappelez-vous : Un routeur Wi-Fi5 (802.11ac) et Wi-Fi6(802.11ax) supporte simultanément le 2.4GHz et les bandes dans le spectre du 5GHz
- 2.4GHz est plus lent mais devrait être utilisé pour les objets internet (IdO) (Caméra surveillance, Thermostat Wi-Fi, Réfrigérateur, lumières intelligentes, etc.)
- 5GHz plus rapide, rayonnement plus court et plus sensible aux obstacles mais devrait être utilisé pour les appareils nécessitant plus de capacité (ordinateurs, Télé intelligente (streaming 4K), consoles de jeux, etc.)
- Pour permettre l'utilisation du 2.4ghz et 5Ghz automatiquement pour les clients Wi-Fi, configurez le même nom pour le SSID¹ des 2 réseaux avec le même mot de passe
- La performance dépend aussi de la capacité de la radio du « client » (ex. antennes radio 1x1 ou 2x2 etc....) et du support de la bande de fréquence (2.4Ghz, 5Ghz ou les 2)
- Dans certains cas, pensez à changer le « client » pour une technologie plus récente qui peut se brancher au Wi-Fi 6 (ex téléphone intelligent, montre intelligente, etc.)
- Si vous avez un « vieux routeur » à la maison et vous désirez vous connecter à des vitesses de plus de 100 Mbits/secs avec votre fournisseur internet (ex. 400Mbits ou 1 Gbits) , un nouvelle Borne Wi-Fi 6 vous permettra d'utiliser la bande passante pour tous vos appareils connectés en wifi à la maison.

¹SSID : Service Set Identifier (ou plus communément « nom du réseau »)



Et vous savez quoi ?



Eh oui!! Wi-Fi6E (introduit en 2020)



- 6 GHz est la nouvelle bande de fréquences allant de 5,925 GHz à 7,125 GHz, permettant jusqu'à 1 200 MHz de spectre supplémentaire pour le Wi-Fi
- Contrairement aux bandes encombrées de 2,4 GHz et 5 GHz, le spectre 6 GHz est grand, ouvert et n'est occupé que par des connexions WiFi 6 efficaces, éliminant ainsi les frustrations actuellement causées par la surpopulation sur de nombreux réseaux WiFi.
- **En juin 2021, Innovation, Sciences et Développement économique Canada (ISD) a approuvé l'utilisation des bandes 6GHz dans les réseaux de consommateurs.**

Le Wi-Fi 6E

Wi-Fi 6E



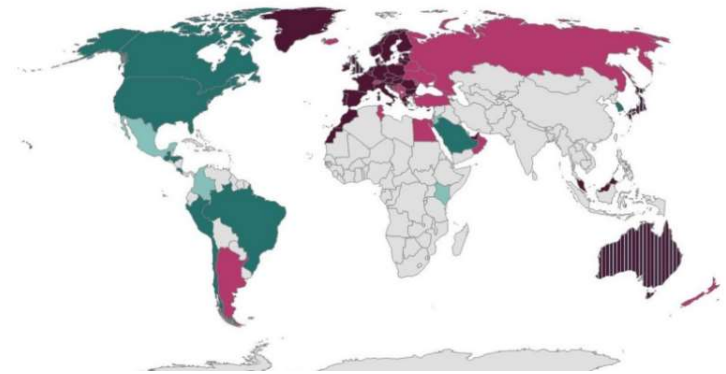
Extending Wi-Fi 6 into 6GHz

- Le WiFi 6E permet 7 canaux supplémentaires de 160 MHz qui doublent la bande passante et le débit, permettant beaucoup plus de transmissions simultanées aux vitesses les plus élevées possibles. Cela vous permet de profiter des films 8K, des jeux AR / VR et des téléchargements de fichiers volumineux, le tout sans mise en mémoire tampon.

Wi-Fi 6E

■ Les canaux sur la bande de 6 GHz nouvellement ouverte ne se chevaucheraient pas les uns avec les autres, ce qui réduirait considérablement la congestion du réseau.

Countries Enabling Wi-Fi 6E



Pour référence à Wi-Fi 6E voir ce document technique:

<https://www.arubanetworks.com/resource/technical-guide-to-wi-fi-6e-and-the-6-ghz-band/>





Merci!!

-Maman c'est quoi le mot de passe du wifi ?
-Range ta chambre d'abord

(30 mn plus tard)

-C'est fait! alors c'est quoi le mot de passe ?
-Range ta chambre d'abord, en minuscule,
sans espace

@tweetleti

Plus d'informations sur le Wi-Fi et de blagues 😊 sur le canal
#réseautique  **slack**