



La MIDAS M32

PART I : Architecture

INTRODUCTION

La console MIDAS M32 a bousculé le marché de l'audio. Elle propose un outil de mixage complet, avec beaucoup de ressources pour un prix défiant encore aujourd'hui, toute concurrence.



PART I : Architecture

Capacités d'entrées / sorties :

La console M32 dispose de 32 entrées micro/Line en XLR, 16 sorties Line en XLR, 6 entrées/sorties analogiques nommées AUX dont 2 au format grand public Cinch RCA, des sorties Monitor Control room, une sortie AES3, une carte 32 IN / 32 OUT pour connecter un ordinateur doté d'un multipistes et deux ports AES50 A et B pour connecter des stages box en RJ45 Belden Cat5e



32 inputs en XLR, 6 IN/OUT nommées AUX, 2 ports AES50, 1 port Ultranet et une sortie AES3

PART I : Architecture



16 sorties en XLR, Sorties Monitor control room, carte d'extension USB 32 IN / 32 OUT et port Ethernet

Navigation :

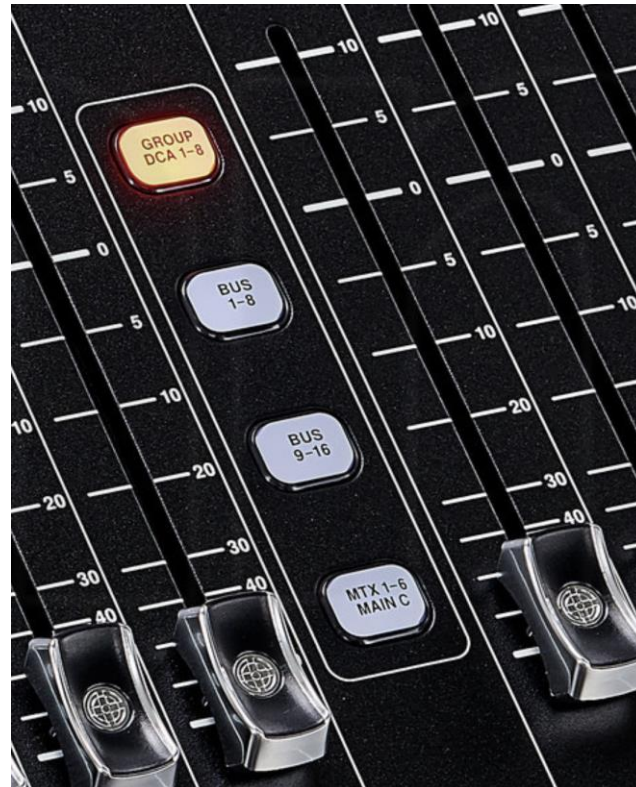
Comme toute console numérique, l'ensemble de la machine est géré au travers d'un écran et une série de menus et sous-menus. Pour pallier en l'absence d'écran tactile, beaucoup d'accès rapides ont été placés un peu partout sur la surface pour permettre d'afficher en une touche l'information ou le paramètre sur lequel on compte intervenir.

PART I : Architecture

Layer de faders :



Choix d'affichage des faders du bac de gauche



Choix d'affichage des faders du bac de droite

PART I : Architecture

Touche « VIEW » par section de la tranche:

Pour afficher à l'écran les différentes sections qui composent la tranche, celles-ci sont en partie ou totalement dotées de boutons de réglages ainsi que d'un bouton « view » donnant accès à tous les paramètres du traitement à l'écran



Etage de gain et accès rapide à la section dynamique

PART I : Architecture



EQ 4 ou 6 bandes selon que l'on accède à un channel d'entrée ou un channel de sortie

PART I : Architecture



Les différents départs jusqu'à 16 bus et les envois aux Masters Stéréo et Mono

PART I : Architecture



L'écran principal avec sa série de boutons ainsi que les sections Monitor et Talkback

PART I : Architecture



La section USER ASSIGN

PART II : Ressources audio et Patch

La console peut accueillir une quantité assez importante de sources

- Local : Ce sont les 32 entrées XLR niveau Mic / Line directement à l'arrière de la console (+ 16 OUT)
- AES50 : Sur chacun des ports, 48 IN/OUT sont possibles. Permet d'utiliser des stages box externes type DL16 (jusqu'à 3 stages box reliés entre eux) pour ne pas avoir à tirer des grandes longueurs de câbles XLR entre la scène et la console



- AUX 1 à 6 : Le nom de ces ports est très mal choisi par le constructeur. En effet, sur toutes les consoles du monde un auxiliaire est un circuit de mixage accessible depuis tous les channels d'entrée avec niveau d'envoi individuel et possibilité d'être dépendant (post fader) ou indépendant (pré fader) du fader de la tranche. Ici, l'AUX est l'accès privilégié à l'INSERT analogique du channel mais également, une possibilité d'avoir 3 sources analogiques stéréo supplémentaires au niveau Line uniquement sur des channels dédiés nommés AUX 1-2, AUX 3-4 et AUX 5-6
- CARD : Il s'agit des sources qui proviennent de la carte USB 32 IN / 32 OUT
- AES 3 : Une sortie stéréo au format AES3

PART II : Ressources audio et Patch

PATCH :

Si cette console doit avoir une faiblesse, il s'agit bien du patch. Déjà, il se nomme « *routing* » ce qui peut prêter à confusion entre le chemin qu'emprunte le signal vers différentes sorties (vers le master, vers un bus auxiliaire, vers un effet etc...) et les entrées / sorties physiques relatives au câblage.

Soit, appelons donc routing ce qui s'apparente au patch.

Dans ce menu, nous allons décider quelles sources parmi celles énumérées précédemment seront patchées aux channels d'entrées et par quelles sorties physiques sont câblés nos channels de sortie.

Par bloc / par unité :

Le patch de la M32 est pensé au départ pour assigner rapidement les entrées et les sorties de la console par bloc de 8.

Nous avons donc sous les yeux 4 colonnes 1-8 / 9-16 / 17-24 / 25-32 qui vont accueillir un bloc de 8 sources consécutives parmi les possibles LOCAL / AES50A / AES50B / CARD, ainsi qu'une 5^e colonne qui concerne les entrées AUX

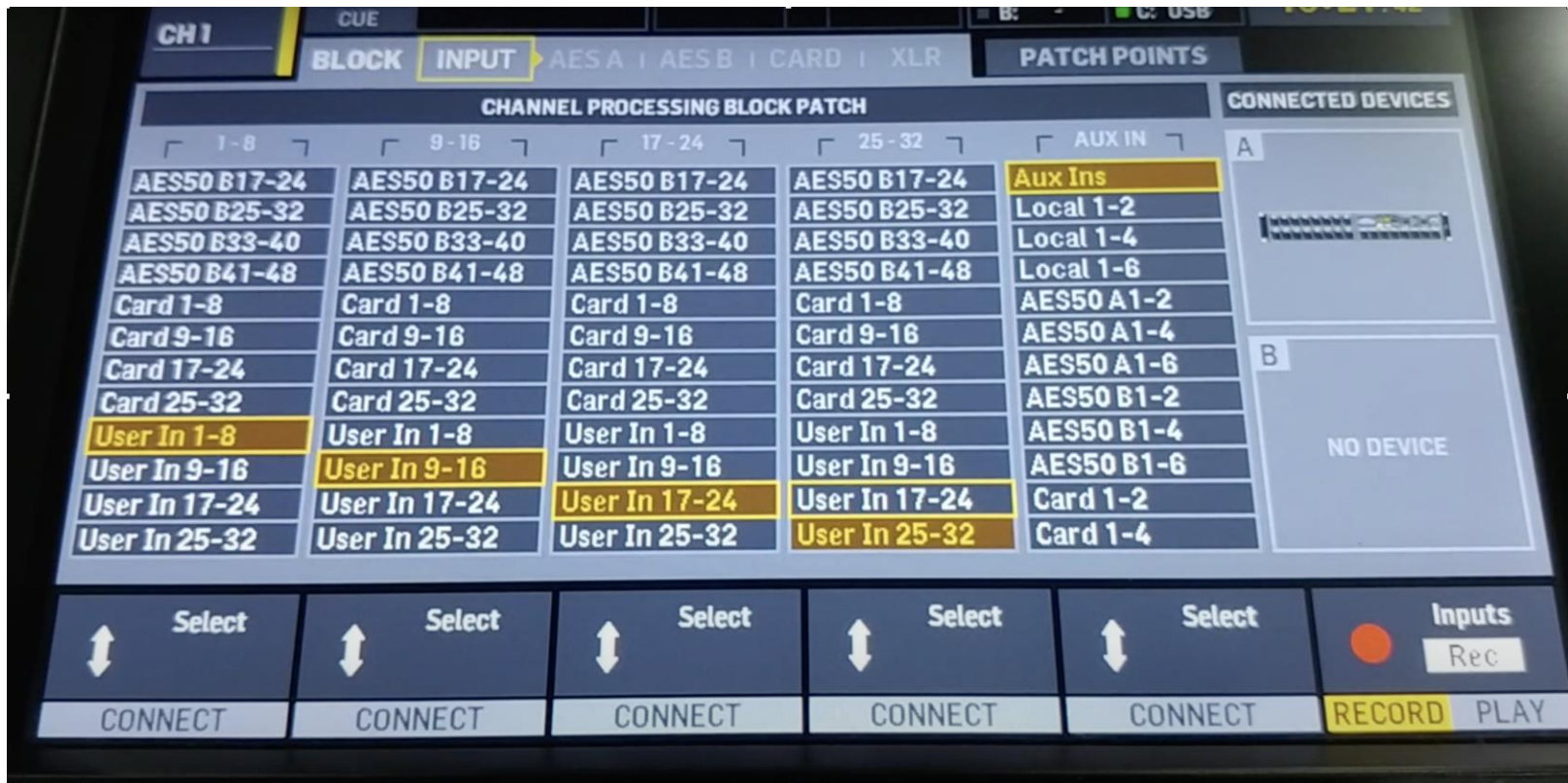
Pour les sorties, on va raisonner par connectique physique : 6 colonnes pour AES50A, 6 colonnes pour AES50B, 4 pour CARD et 5 pour XLR

On constate immédiatement que cette logique est très réductrice car si on dispose de 27 sources réparties en 9 sources Locales, 9 en AES 50A et 9 en CARD, il faudrait pouvoir considérer 6 blocs de 8 avec à chaque fois 1 bloc entier pour une seule source.

Et surtout, 6 blocs signifie 6 colonnes or il n'y en a que 5

C'est pourquoi il existe parmi les choix possibles un bloc de 8 nommé USER (User 1-8 / User 9-16 etc...) qui offre la solution

PART II : Ressources audio et Patch



Visuel des blocs USER dans le patch d'entrée

PART II : Ressources audio et Patch

Dans ce cas, il faut ensuite renseigner depuis l'onglet PATCH POINTS ce qu'on met dans chaque entrée 1 à 8 du bloc USER



PART II : Ressources audio et Patch

La logique est identique pour les blocs de sortie



PART II : Ressources audio et Patch



ATTENTION de bien saisir comment fonctionne le patch de sortie de cette console :

Lorsqu'on est sur la page des sorties, il faut bien comprendre ce qui s'offre à nous. Si je choisis Local 1 sur l'output 1 du bloc USER OUT 1-8, alors je suis en train de **patcher le micro qui est câblé en Input 1 XLR de la M32 directement dans la sortie OUT 1 !**

Si je veux mettre un circuit de sortie dans cet OUT 1, il faut que je choisisse « Output » dans la liste ci-dessous



PART II : Ressources audio et Patch

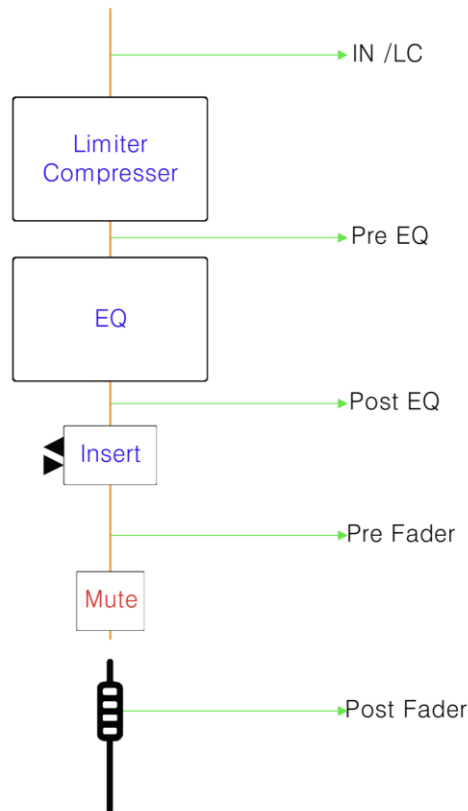
Une fois avoir choisi « Output » il faut aller sur une autre page pour sélectionner l'output en question (Master, Bus etc...)

Edit Output Assignment

Analog Output	Current Setting	Category	Output Signal	Tap
Output 01	MixBus 01	OFF	OFF	IN/LC
Output 02	Post Fader	Main (LRC)	Main L	IN/LC +M
Output 03		Mix Bus	Main R	PreEQ
Output 04		Matrix	Main M/C	PreEQ +M
Output 05		Direct Out	MixBus 01	PostEQ
Output 06		Monitor	MixBus 02	PostEQ +M
Output 07	MixBus		MixBus 03	PreFdr
Output 08			MixBus 04	PreFdr +M
Output 09			MixBus 05	Post Fader
Output 10			MixBus 06	
Output 11			MixBus 07	
Output 12			MixBus 08	
Output 13			MixBus 09	
Output 14				

PART II : Ressources audio et Patch

Pour bien saisir la colonne de droite nommée « TAP » voici un découpage d'un channel de sortie de M32



Ainsi, on peut patcher un channel de sortie dans une sortie physique à 9 points d'encrage différents :

- Avant le limiter compresseur
- Avant le limiter compresseur incluant le mute
- Avant l'EQ post compresseur
- Avant l'EQ post compresseur incluant le mute
- Après l'EQ avant l'insert
- Après l'EQ avant l'insert incluant le mute
- Avant le fader mais post insert
- Avant le fader mais post insert incluant le mute
- Post fader

Bien faire attention de choisir ce qu'on fait au risque d'avoir un master dont le mute ni le fader ne fonctionnent mais qu'on entend bel et bien dans les sorties prévues.

PART III : En pratique

CUE, SCENE, SNIPPET :

Il y a plusieurs façons d'envisager de rappeler les paramètres sur la M32 : le Cue, la scene, le snippet

Pour bien différencier les 3 :

- La scene permet de mémoriser l'entièreté de la console dans une mémoire
- Le snippet permet de mémoriser une action sur une partie des paramètres sans toucher aux autres (par exemple modifier l'envoi de certaines tranches vers un bus d'effet sans pour autant modifier les positions de fader)
- Le Cue est une commande dans laquelle on peut soit rappeler une scene soit un snippet soit les deux. Dans ce dernier cas, il y aura un léger délai entre les deux actions car la console rappelle d'abord la scene avant le snippet

USER ASSIGN :

Il y a une section dédiée à la personnalisation des accès, c'est la section assign

Elle possède 4 encoders rotatifs et 8 boutons pour avoir sous la main un accès rapide à tel ou tel paramètre. Ainsi, on peut décider d'avoir en accès rapide la longueur de la reverb d'un effet interne, ou de disposer d'un bouton pour afficher immédiatement la section compresseur de tel ou tel channel etc...

SEND ON FADERS :

Il y a plusieurs façons d'envoyer un signal dans un circuit (Master, Bus, FX interne)

Depuis la tranche jusqu'à l'onglet SEND directement accessible depuis la touche « view » du bloc de boutons correspondant

PART III : En pratique

Mais il y a deux autres méthodes ce qui permet de satisfaire à peu près toutes les pratiques rencontrées.

Send on fader à partir d'un BUS

Dans ce cas, on affiche à la place des faders des tranches d'entrée le niveau d'envoi de toutes les tranches que l'on a sous les yeux dans le bus en question. Lorsque l'on fait des retours, chaque bus correspond à un retour de musicien et en utilisant le Send on fader du bus, on a sous les yeux les niveaux d'envoi de chaque micro dans le retour

Send on fader à partir d'un channel d'entrée

Cette fois, on sélectionne non plus un bus mais un channel d'entrée et on voit sur le bac de droite le niveau d'envoi de ce channel d'entrée dans tous les bus de la console. C'est en quelque sorte le visuel sur les faders de ce qu'on aurait sur l'écran du channel en regardant son onglet « Send »

Ultramet et Powerplay P16 :



PART III : En pratique

La console M32 dispose d'un port RJ45 non manageable qui est dédié à l'utilisation de mixettes personnelles pouvant accueillir jusqu'à 16 sources différentes.

Le patch permet de caractériser les 16 sources en question.

Ainsi, chaque détenteur d'une mixette peut faire l'équilibre comme il l'entend des 16 sources auxquelles il aura accès

M32 EDIT :

Un logiciel gratuit fonctionnant aussi bien sur Mac que sur PC permet de travailler virtuellement sur la console M32 offline puis de réinjecter la configuration telle qu'elle a été préparée. Pour tout ce qui concerne les noms, les couleurs, les tranches stéréo etc... c'est un gain de temps considérable.

Relié en wifi sur le port Ethernet, il permet de piloter la console à distance si on ne dispose pas de tablette.



<https://www.midasconsoles.com/product.html?modelCode=0603-ADX>

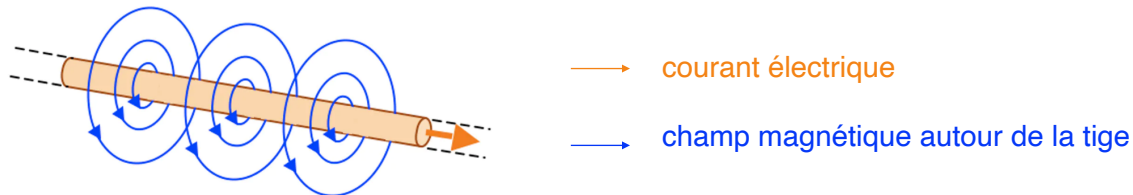


LES SYSTÈMES HF PART 1

GÉNÉRALITÉS

Rappel : Loi de Biot et Savart

Toute circulation de courant au travers d'un conducteur est à l'origine d'un champ magnétique tournant autour de la tige conductrice



Si le courant est constant alors le champ magnétique est constant, si le courant est variable alors le champ magnétique variera à son tour. Cette déformation du milieu est capable de se **propager** car le milieu aspire toujours à retrouver son état stable. C'est une onde électromagnétique.

La fréquence de ces changements sera la fréquence de l'onde électromagnétique.

Les ondes électromagnétiques sont des rayonnements lumineux. Leur vitesse de propagation est de 300 000 kms par seconde soit $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Pour donner un ordre d'idée, en une seconde, une onde sonore (mécanique) dans l'air à 20°C parcourt 340 m pendant qu'une onde électromagnétique fait 7,5 fois le tour de la terre.

Longueur d'onde :

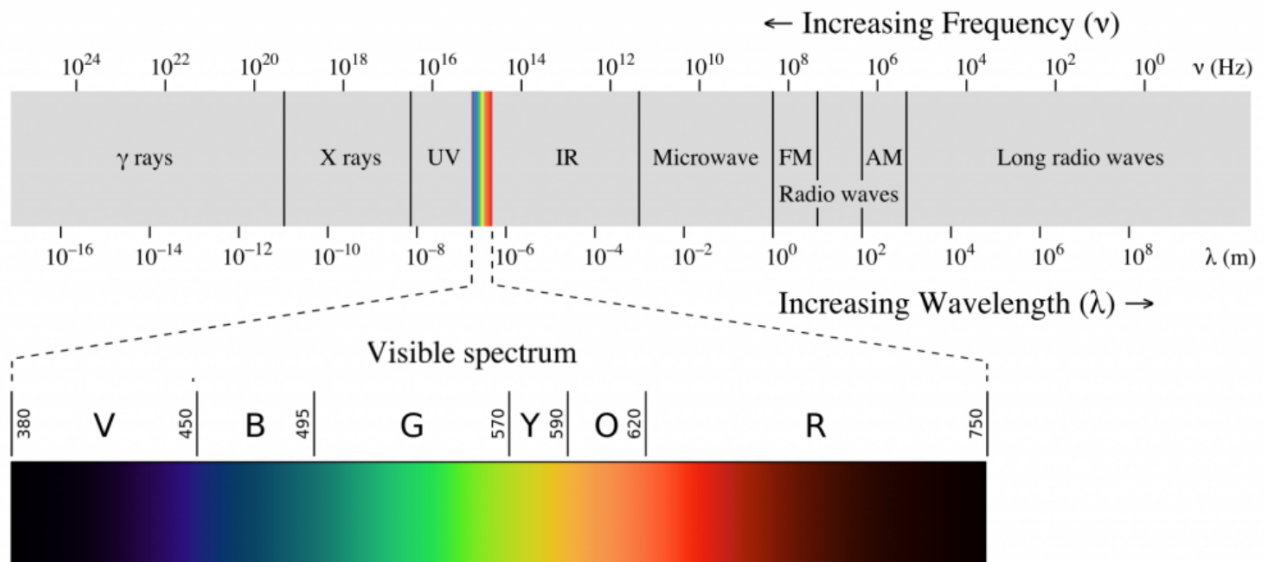
Tout comme l'onde sonore, la longueur d'onde d'une onde électromagnétique est définie par

$$\lambda = c / f$$

où λ est la longueur d'onde, c la célérité soit $3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ et f est la fréquence

Donc pour une onde de fréquence 100 000 Hz la longueur d'onde est de 3 000 mètres soit 3 km

Les fréquences des ondes lumineuses du spectre visible se situent environ entre $3,8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ et $7,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ pour des longueurs d'ondes de 0,000789 mm et 0,0004 mm



Voici une représentation du spectre lumineux.

Aux valeurs croissantes de longueur d'onde correspondent les valeurs décroissantes de fréquence pour une lecture de gauche à droite.

Les ondes radio se situent dans des longueurs d'onde allant de 1 mètre et plusieurs centaines de milliers de kilomètres pour les fréquences les plus faibles.

On retiendra que plus la fréquence de l'onde électromagnétique est élevée, plus cette dernière se comporte comme un rayon lumineux et **moins elle contourne les obstacles**.

Antenne :

En émission

C'est un dispositif transducteur qui va transformer une énergie électrique en énergie électromagnétique qui pourra se propager dans l'air transportée par une onde électromagnétique

Compte tenu de la loi de Biot et Savart, un simple bout de fil conducteur qui pendouille est une antenne

En réception

L'antenne transformera une énergie électromagnétique en énergie électrique, ce seront alors les modifications de **champ électrique** que va capter l'antenne.

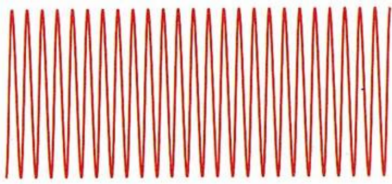
Rappel

- *Champ électrique : c'est la matérialisation de l'attraction ou de la répulsion de deux particules chargées ou tout simplement l'influence d'une particule chargée sur une autre particule chargée. Plus le milieu possède de particules chargées et plus le champ électrique est intense*
- *Champ magnétique : c'est la matérialisation de l'influence d'une charge électrique lorsqu'elle est en mouvement. L'électron qui tourne autour du noyau (dans un atome) est donc générateur d'un micro champ magnétique. On comprend aisément la loi de Biot et Savart lorsque des milliards d'électrons se mettent à circuler en flux ordonné dans un conducteur.*

Nous verrons un peu plus tard un certain nombre de caractéristiques des antennes

Nous pouvons donc créer une onde électromagnétique en faisant passer un courant à une certaine fréquence dans une tige conductrice.

Cette onde électromagnétique sera donc représentée comme suit :



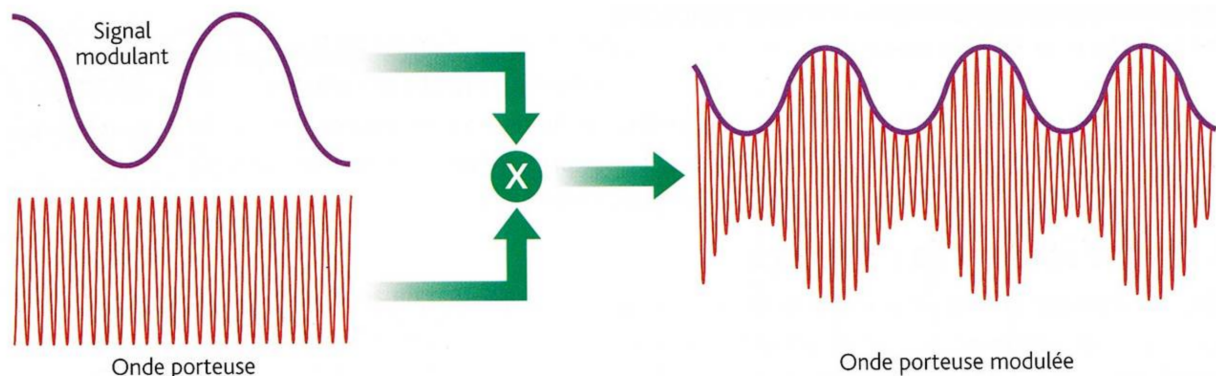
Nous allons nommer cette onde l'**onde porteuse**

La première idée est que si notre courant à l'origine de l'onde électromagnétique varie en niveau c'est-à-dire en amplitude, alors l'antenne réceptrice va capter des variations de champ électrique autour d'elle à fréquence fixe mais avec des variations de niveau.

Si nous pouvions faire évoluer ce courant donc cette onde, c'est-à-dire faire **moduler** cette onde à partir d'un **signal informatif**, alors nous pourrions transporter cette information, sans fil, d'une antenne émettrice vers une antenne réceptrice.

Modulation d'amplitude (AM)

On émet une porteuse à une certaine fréquence et on apporte un signal informatif (micro par exemple) afin de moduler l'amplitude de cette porteuse

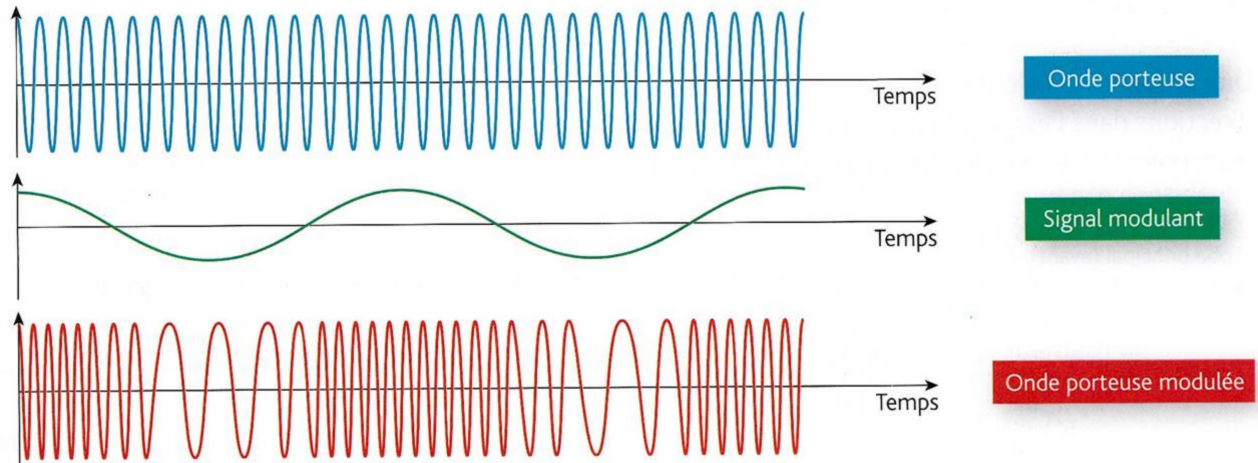


On observe que le niveau de la porteuse varie, en fonction des variations de niveau du signal informatif. On peut donc retrouver le signal informatif grâce au récepteur qui « démodule » la porteuse pour recréer le signal informatif

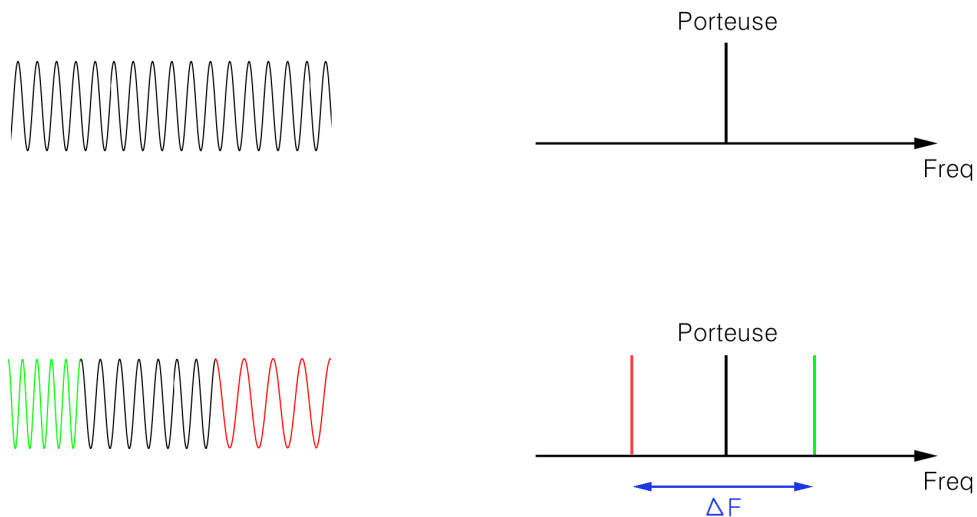
L'avantage principal de la modulation d'amplitude est qu'**une seule fréquence est nécessaire**. Par contre, la difficulté se situe dans les niveaux faibles car le niveau de porteuse baisse et risque de se retrouver noyée dans le nuage électromagnétique ambiant rendant la détection impossible de cette porteuse par le récepteur.

Modulation de fréquence (FM)

Cette fois l'amplitude de la porteuse sera inchangée mais les variations de signal modulant vont faire varier la fréquence de la porteuse



Lorsque le signal modulant est à 0 volt on a la fréquence de la porteuse, lorsqu'il est à 1 volt on a une fréquence de porteuse plus élevée et lorsqu'il est à -1 volt une fréquence de porteuse plus basse. En d'autres termes, en faisant une représentation spectrale, on obtient ceci :



Cette fois le niveau de la porteuse est fixe mais il n'est plus question d'une seule fréquence mais d'une **bande de fréquences** ΔF autour de la porteuse dont la largeur correspondra à l'excursion de l'amplitude du signal informatif.

En effet à chaque niveau du signal informatif correspond une fréquence. Les niveaux min et max du signal modulant déterminent la fréquence min et max de la bande de fréquence

Ainsi la bande passante B du dispositif est régie par la règle de Carson

$$B = 2 \times (\Delta F \text{ de la porteuse} + f_{\text{max}} \text{ du signal modulant})$$

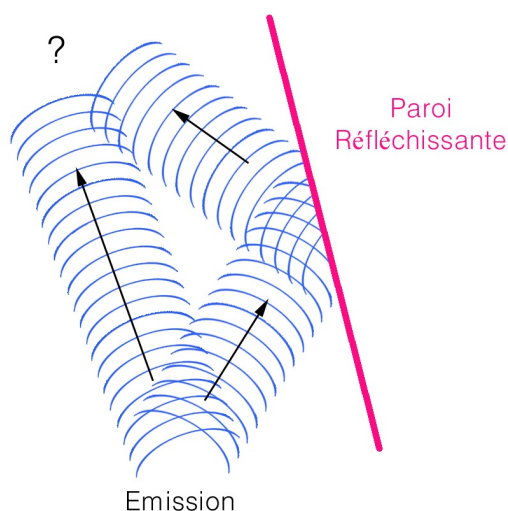
En faisant le comparatif entre les deux types de modulation, la modulation d'amplitude est à préconiser dans le cas où on aurait deux signaux à transmettre et que les fréquences de porteuse sont très proches mais sinon, dans le nuage électromagnétique ambiant, une porteuse dont l'amplitude varie apporte des résultats moins satisfaisants qu'une porteuse dont l'amplitude est fixe.

Dans les deux cas, il sera **obligatoire** de respecter le critère d'aliasing qui dit

$$f_{\text{max}} \text{ du signal modulant} < (F \text{ porteuse}) / 2$$

Propagation, réflexion, obstacles

L'onde électromagnétique se propage mais n'est pas insensible aux obstacles qu'elle rencontre. Ainsi, sur une surface réfléchissante, il y aura réflexion pouvant perturber l'émission



Tout comme une onde sonore, nous pouvons rencontrer des problèmes d'addition ou d'annulation.

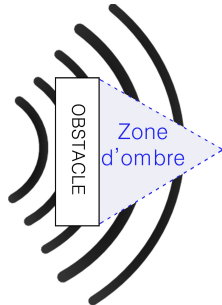
=> En déplaçant l'antenne de réception d' $\lambda/4$ de longueur d'onde calculée en fonction de la fréquence d'émission, on peut corriger le problème

Exple : $F_{\text{radio}} = 630 \text{ MHz}$ donc $\lambda = 47,6 \text{ cm}$

ce qui donne $\lambda/4 = 11,9 \text{ cm}$ de déplacement

Certains systèmes plus évolués utilisent 2 antennes en mode DIVERSITY. Le récepteur choisit en permanence la meilleure des deux réceptions

Dans la même logique, si un obstacle de taille supérieure à la longueur d'onde d'émission vient entraver la propagation, il va se créer une zone d'ombre.



C'est pourquoi les grandes ondes ont si souvent été utilisées en radio, afin de réussir à franchir les montagnes.

Téléphone GSM : 30 cm de longueur d'onde donc de nombreux obstacles possibles

Couches de l'atmosphère : L'atmosphère peut jouer le rôle de réflexion.

À de très hautes altitudes (30 km à 100 km du sol) le soleil et les rayons X du cosmos peuvent ioniser les atomes de l'air raréfié formant comme un plasma (ensemble de particules libres, électrons, protons etc...) réflecteur.

Relation entre antenne et longueur d'onde

Il existe une relation entre la longueur d'onde du signal d'émission et la taille de l'antenne.

Plus la fréquence est basse, **plus la longueur d'onde est élevée, plus les antennes sont longues** mais moins le système est sensible aux obstacles

Inversement, plus la fréquence est élevée, **plus la longueur d'onde est courte, plus l'antenne est courte** mais moins le système parvient à franchir les obstacles.

On peut très bien faire l'analogie avec les ondes sonores

Pour les basses fréquences (graves) les longueurs d'ondes sont grandes et il faut un gros haut-parleur (subwoofer) pour réussir à les émettre. La contrepartie est un apport énergétique important (d'où des amplis sous 4 Ohms pour fournir un maximum de courant)

Pour l'émission d'une onde radio on va avoir le même rapport à l'énergie et si on veut pouvoir émettre des grandes longueurs d'onde, il va falloir de grandes antennes qu'il sera difficile ou très énergivore à faire vibrer.

N'oublions pas, de plus, que toute onde émise, qu'elle soit d'ordre sonore (mécanique) ou électromagnétique perd en puissance avec la distance. Le rapport à l'énergie nécessaire pour une utilisation efficace est donc fondamental.

C'est pourquoi la radio grandes ondes avant sa disparition en 2016 se contentait de n'émettre qu'une partie du spectre audible c'est-à-dire jusqu'à 5kHz maxi

Sur les ondes plus courtes (bande FM) on trouvera une bande passante supérieure correspondant à 30 Hz - 15 kHz

Si on se situe à une distance inférieure à la longueur d'onde d'émission en ce qui concerne l'antenne, on va parler de champ de proximité

Rappel : Différence entre largeur de bande et bande passante

La largeur de bande constitue les valeurs min et max en fréquences de la source

La bande passante constitue les valeurs min et max en fréquences du dispositif

Ainsi la bande passante d'un CD est de 20Hz à 22,05 kHz alors que l'instrument de musique qu'on a enregistré peut avoir une largeur de bande supérieure, la bande passante d'un vieux téléphone analogique est de 60 Hz à 4 kHz alors que celui qui parle dedans a une largeur de bande bien supérieure.

Plan de fréquences

On comprend donc que l'émission radio sur ondes courtes sur tout un territoire nécessite des relais un peu partout ce qui peut poser des problèmes d'occupation des fréquences d'un endroit à un autre en fonction de l'historique des régions.

Dans les voitures, des systèmes de reconnaissance automatique sont installés (système RDS) permettant de basculer d'une fréquence à une autre lorsqu'on rentre dans une zone où deux fréquences différentes coexistent pour un même programme.

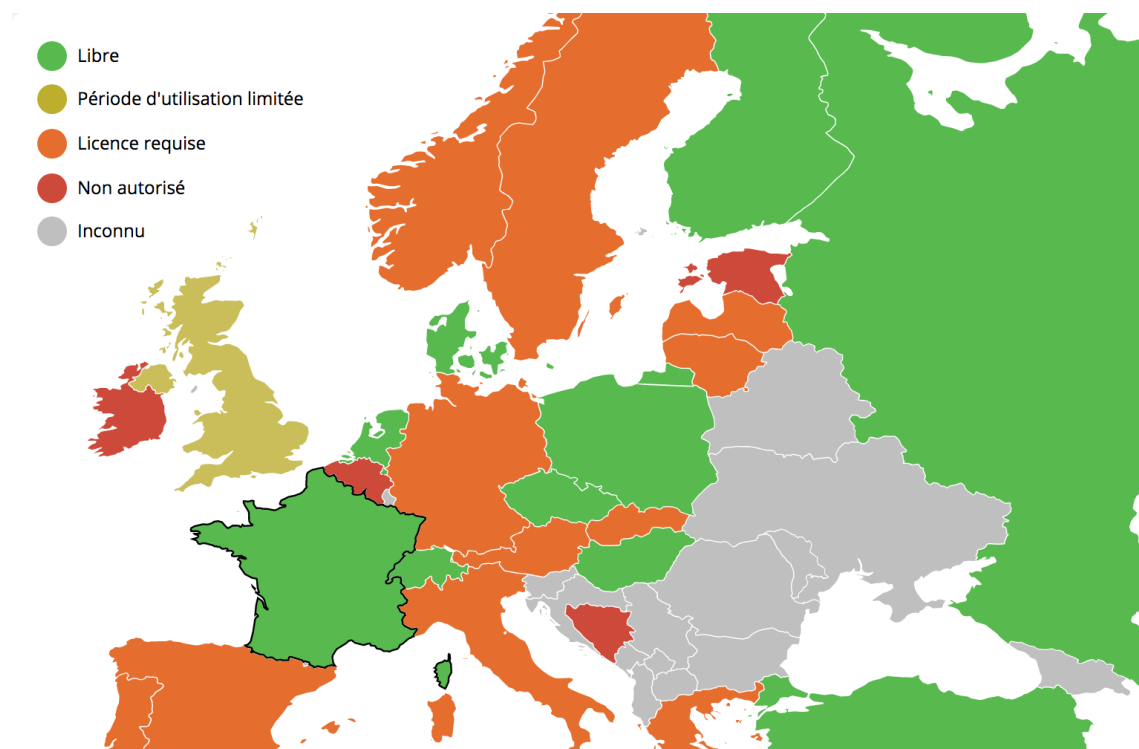
Tout cela fait que l'occupation des fréquences est légiféré.

Nous allons donc être confrontés à la réglementation qui diffère d'un pays à un autre.

Il faut dire que l'espace d'occupation est déjà saturé : entre les radios commerciales, les activités militaires, l'aviation civile et surtout le téléphone portable, énormément de plages de fréquences sont interdites.

Ainsi un certain nombre de plages sont rendues disponibles pour des activités HF autres comme l'audio professionnel. Ces plages sont nommées des **plans de fréquences** et portent une lettre de l'alphabet.

Les HF Sennheiser du lycée sont en plan A (510 Mhz - 558 Mhz) qui donne géographiquement la carte suivante



Toujours chez Sennheiser :

La bande B correspond à 622 Mhz - 670 Mhz

La bande G correspond à 560 Mhz - 620 Mhz

La bande K correspond à 920 Mhz - 950 Mhz etc...

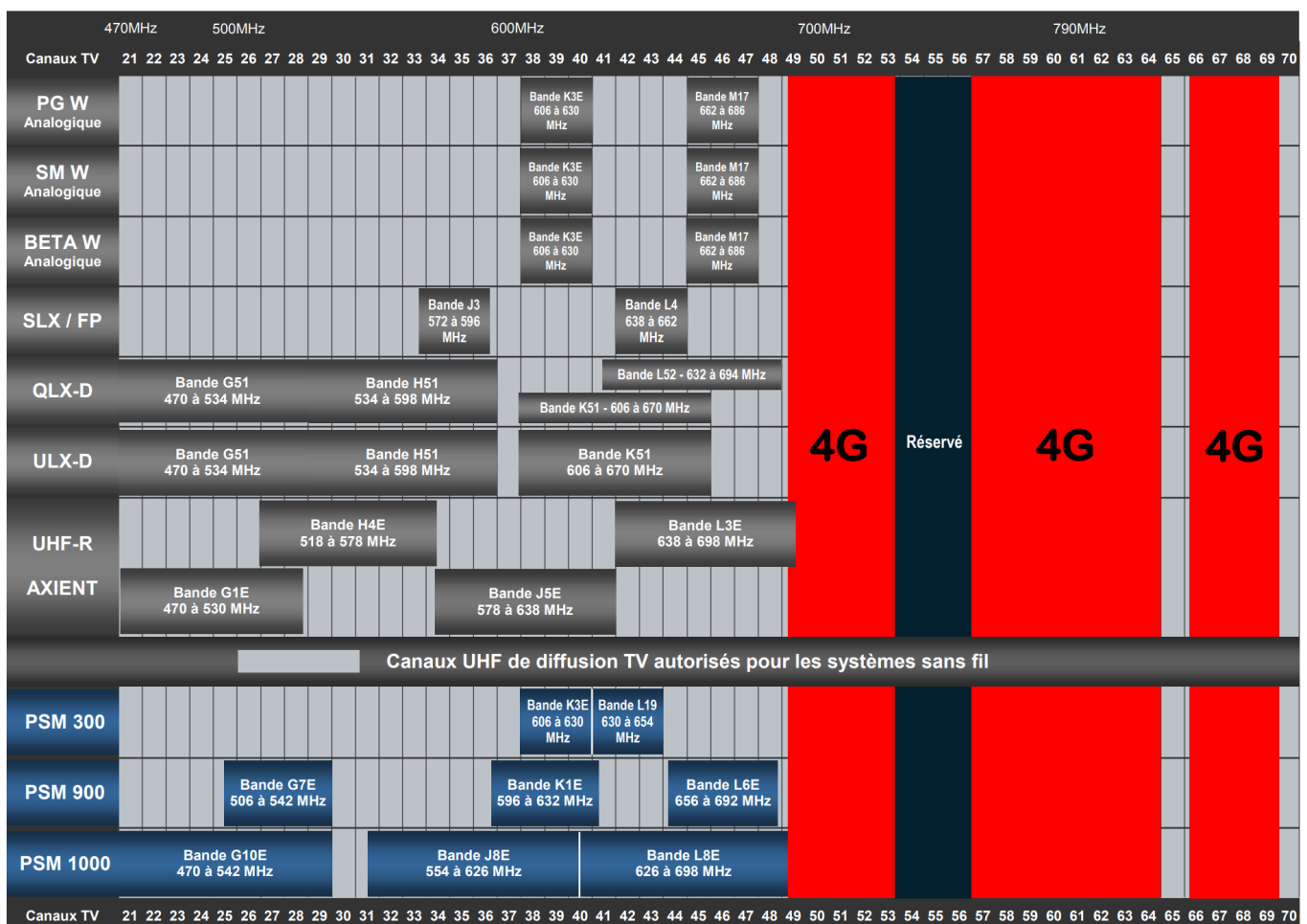
A partir du 1^{er} Juillet 2019



L'apparition de la 4G a fait perdre beaucoup d'argent aux prestataires de service audio qui ont dû modifier une partie ou la totalité de leur parc HF à cause d'un changement de réglementation quant à l'attribution des plages de fréquence.

Aussi, vous trouverez des systèmes HF d'occasion pas chers sur le papier, mais qui sont issus de ce parc obsolète donc méfiance.

Exemple de plans de fréquences (G, H, J, K, L etc...) proposés par le fabricant Shure



On constate que les plans sont nommés différemment que chez Sennheiser tout en respectant la législation bien entendu.



LES SYSTÈMES HF PART 2

LES ANTENNES

Rappels :

- Tout système oscillant possède une fréquence de résonance pour laquelle l'apport énergétique et par conséquent l'oscillation du système se décuplent
- L'impédance d'un dispositif $Z = R + jX$ (où R est la résistance et X est la réactance) met en évidence le caractère résistif changeant d'un dispositif traversé par un courant alternatif. En fonction de l'état négatif ou positif du courant le dispositif se comportera plus ou moins comme une induction ou comme un condensateur

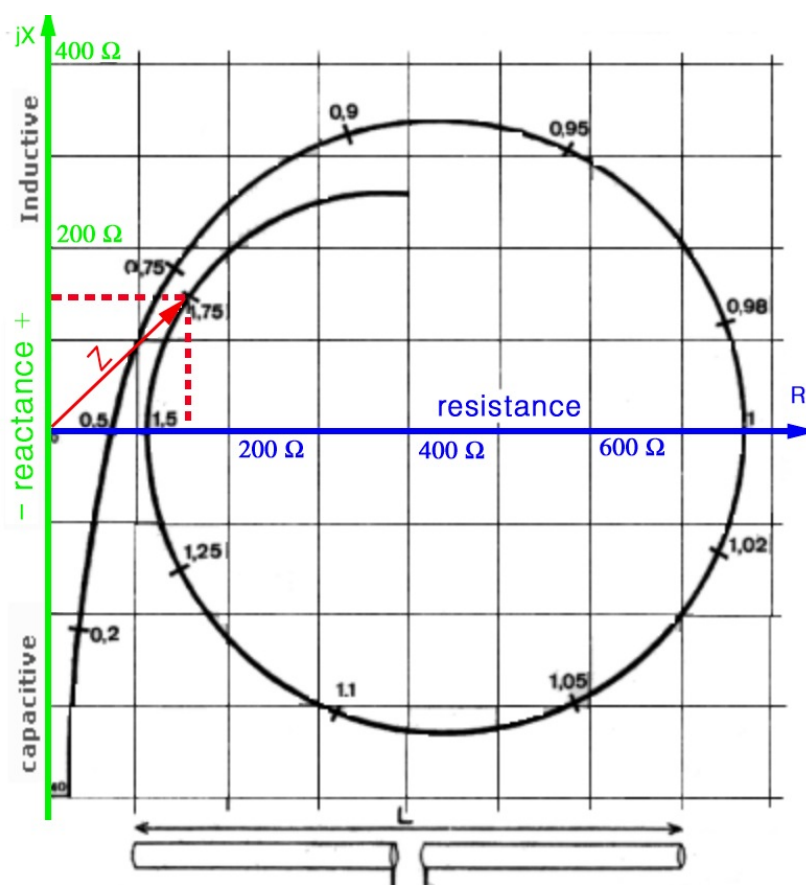
1/ Impédance de l'antenne

L'antenne fonctionne en mode résonant ce qui signifie qu'elle possède une fréquence de résonance pour laquelle le rendement va être optimisé

On va parler d'**accorder l'antenne**

Nous avons vu Part N°1 que la taille de l'antenne dépendait de la longueur d'onde d'émission. Généralement, il s'agit d'un multiple du quart de la longueur d'onde $\lambda/4$ de la porteuse.

La **taille idéale** de l'antenne sera celle pour laquelle l'antenne est accordée, là où l'impédance Z sera telle que l'antenne n'adoptera ni un comportement capacitif, ni un comportement inductif.



$$Z = R + jX$$

On constate que pour les longueurs de 0,5, de 1,5 et de 1m, l'antenne est parfaitement accordée, elle ne se comporte ni de façon inductive ni de façon capacitive

Courbe d'impédance d'une antenne en fonction de sa longueur

L'impédance est représentée par une partie réelle (résistance R) et une partie imaginaire (réactance jX). On constate que la courbe d'impédance décrit une spirale en fonction de la longueur de l'antenne dont les valeurs sont notées en noir tout le long de la courbe. Pour info, lorsque la réactance est positive type inductive, l'antenne se comporte comme un circuit LC parallèle et lorsque la réactance est négative, l'antenne se comporte comme un circuit LC série.

Ce qui nous intéresse c'est lorsque la réactance inductive X_L = la réactance capacitive X_C

En ces points on a $Z = R$ et pour un courant donné (n'oublions pas que c'est le but de départ, faire passer un courant dedans pour créer une onde électromagnétique), pour un courant donné donc on va obtenir une surtension U ce qui veut dire qu'on obtient **davantage d'énergie** que celle qui est fournie par l'émetteur.

On dit qu'on obtient un **gain** dont le rapport avec le gain de départ peut s'appeler facteur qualité Q.

En ces points ($X_L = X_C$, il y en a trois sur le schéma précédent pour $L = 0,5m$, $L = 1m$ et $L = 1,5m$) le circuit est **accordé**, c'est la fréquence de résonance F_0 du système

2/ Relation bande passante / facteur de qualité

Il existe une relation directe entre la bande passante B de l'antenne, la fréquence de résonance F_0 et le facteur qualité Q

$$B = F_0 / Q$$

Par conséquent, **plus on a de gain, plus on réduit la bande passante d'émission**

Grandes ondes	30 kHz - 300 kHz	$\lambda = 10 \text{ km} - 1 \text{ km}$
Ondes moyennes	300 kHz - 3 MHz	$\lambda = 1 \text{ km} - 100 \text{ m}$
Ondes courtes	3 MHz - 30 MHz	$\lambda = 100 \text{ m} - 1 \text{ m}$
Bande FM	30 MHz - 300 MHz	$\lambda = 10 \text{ m} - 1 \text{ m}$
TV Hertzienne	300 MHz - 3 GHz	$\lambda = 1 \text{ m} - 10 \text{ cm}$

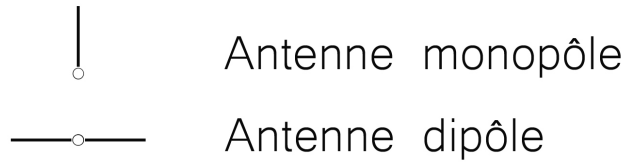
Au delà téléphone portable

Audio HF (France) 470 MHz - 790 MHz et 50 mW de puissance

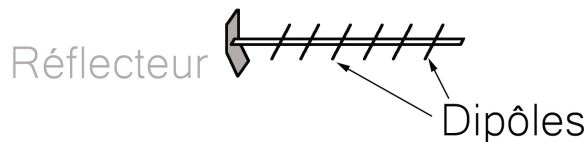
Remarque au passage : Pour les grandes ondes, si $\lambda = 1 \text{ km}$ alors l'antenne doit avoir une taille d'un quart de la longueur d'onde soit $\lambda/4 = 250 \text{ m}$. Pas facile à faire bouger 15 000 fois par seconde lorsque l'on voudrait transmettre un signal informatif de 15 kHz (voir Part N°1).

3/ Directivité des rayonnements

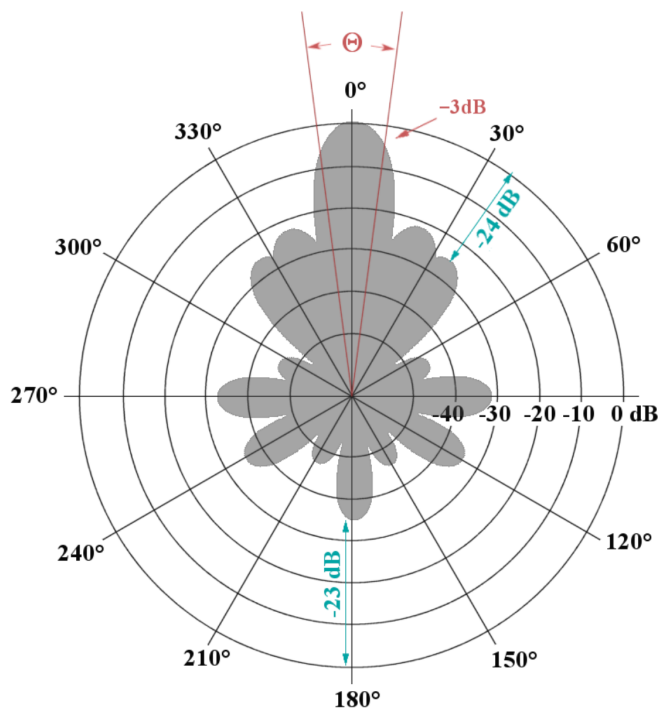
De même qu'avec les microphones en permettant à la membrane de subir des modifications de pression acoustique arrière pour augmenter la directivité, on peut obtenir un accroissement de la directivité des antennes en associant plusieurs **dipôles** :



En associant plusieurs dipôles identiques avec des réflecteurs, on obtient les antennes râteau que l'on pouvait observer sur les maisons à l'époque de la TV Hertzienne



En multipliant les dipôles, on augmente la directivité en modifiant les lobes d'émission. Une antenne tout bête a une directivité omnidirectionnelle mais en réalité on va constater qu'il s'agit davantage d'un lobe principal dans une direction privilégiée et des lobes secondaires



4/ En audio Pro

a. On va trouver des antennes simples qui doivent être **reliées au châssis métallique** pour faire masse.

C'est le cas des antennes de base fournies avec les récepteurs Sennheiser EM 100 dans leur boîte d'origine. Il y a deux antennes par récepteur car ils travaillent en mode DIVERSITY mais les antennes sont reliées au châssis du récepteur.



Système de réception HF Sennheiser EM 100 avec ses deux antennes réceptrices travaillant en mode Diversity

Ces antennes sont longues du 1/4 de la longueur d'onde de la fréquence de la porteuse environ.

Porteuse 530 MHz

$$\lambda = 3.10^8 / 530.10^6 \text{ m}$$

$$\lambda / 4 = 14,10 \text{ cm environ}$$

Sur certains modèles, s'il y a une large bande de fréquences de porteuse, on pourra parfois trouver deux antennes de tailles différentes selon que l'on se situe dans les fréquences les plus hautes ou les plus basses parmi celles proposées.

La directivité est quasiment omnidirectionnelle, sur le plan perpendiculaire de l'antenne.

b. On trouvera aussi des antennes 1/2 longueur d'onde qui sont en fait un dipôle de 2 fois 1/4 d'onde. L'antenne est alimentée en son centre. Elle n'a pas besoin de plan de masse (châssis métallique) car c'est le second dipôle 1/4 d'onde qui joue ce rôle, ce qui permet facilement de **déporter** cette antenne.

La directivité est quasiment omnidirectionnelle, sur le plan perpendiculaire de l'antenne.

c. On trouvera également des antennes à plan de masse (ground plane). Même principe que l'antenne 1/2 onde sauf qu'elle est monopole 1/4 d'onde et qu'on rajoute un plan conducteur souvent à la perpendiculaire afin de pouvoir déporter cette antenne.



La directivité est quasiment omnidirectionnelle, sur le plan perpendiculaire de l'antenne.

d. Antenne omnidirectionnelle large bande, modèle Sennheiser 1031 U

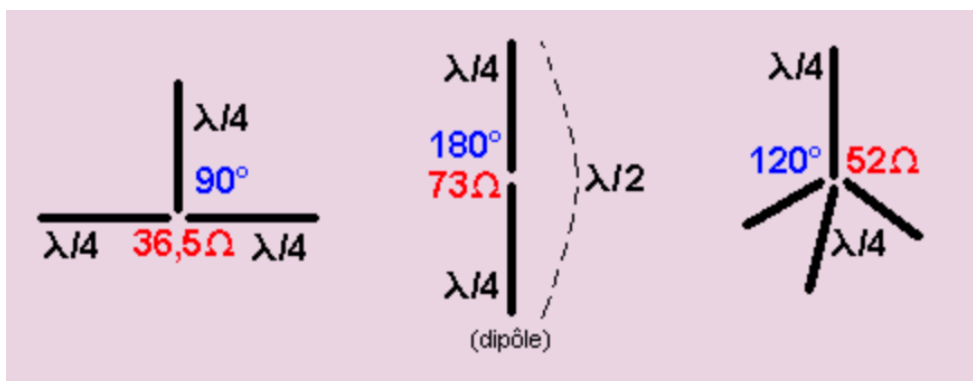


Il s'agit d'une antenne large bande c'est-à-dire qu'elle est prévue pour fonctionner avec tous les plans de fréquence de la gamme.

Elle se déporte ce qui signifie qu'un dipôle $\lambda/4$ d'onde fait plan de masse.

Nous avons donc une antenne $\lambda/2$ d'onde avec 2 dipôles dont l'un fait office de masse afin de pouvoir la déporter.

*Remarque : relation impédance et géométrie de l'antenne déportée
Nous constatons qu'en fonction du mode de plan de masse choisi, l'impédance du dispositif varie.*



e. Antennes cardio nommées « Oreille de Mickey » ou « Aile de requin ».

Il s'agit de la combinaison d'éléments directeurs et de réflecteurs.

On va augmenter la directivité. Ces antennes sont souvent large bande pour être compatibles avec les différents plans de fréquence de la gamme.



Modèle cardioïde Sennheiser A 2003



D'autres modèles de la marque Shure : on distingue bien la succession de dipôles de tailles différentes pour modifier les lobes principaux

Attention : ce n'est pas parce qu'on a ce type d'antenne qu'on aura un meilleur résultat, surtout dans les petits espaces.

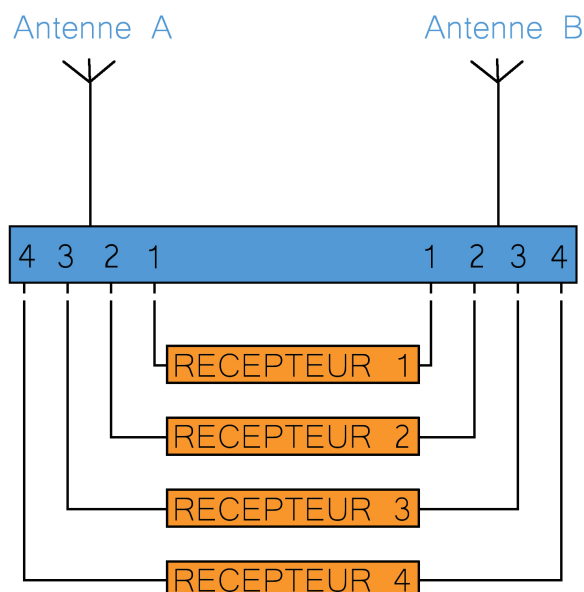
Pour toutes ces antennes, on va assimiler leur efficacité à un gain qui sera exprimé en dB. Ainsi, on notera une différence de gain entre un lobe primaire et un lobe secondaire ou entre une antenne déportée et une antenne fixe etc...

5/ Splitter d'antennes

Lorsque nous avons besoin de beaucoup de liaisons HF, pour éviter de mettre autant d'antennes que de récepteurs, on va utiliser des splitters d'antennes avec des antennes large bande.

4 récepteurs en mode Diversity signifie qu'il faudrait 8 antennes.

Grâce au splitter d'antennes, on utilise deux antennes large bandes qui vont capter les 4 porteuses des émetteurs, les fournir au splitter qui va répartir la bonne porteuse au bon récepteur



Exemple de splitter d'antenne en mode Diversity

6/ Antenne active, antenne passive

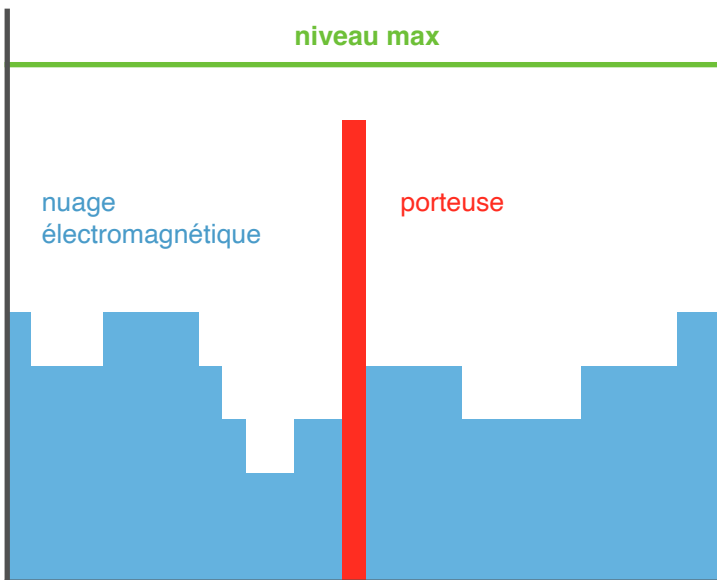
Une antenne passive se comporte de manière linéaire, c'est à dire qu'il existera une relation linéaire entre la puissance électrique et la puissance rayonnée.

Une antenne active disposera d'électronique qui amplifiera le signal

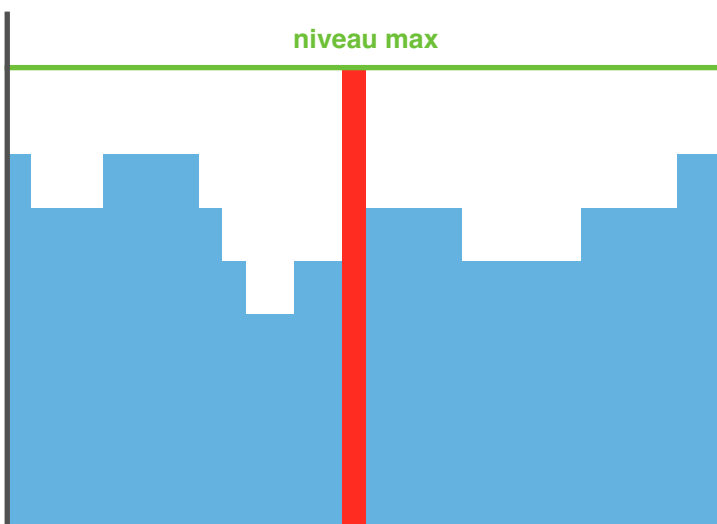
Booster d'antenne, dans quel cas ?

On utilisera des antennes boostées lorsque la porteuse est délicate à capter mais attention, on booste tout le nuage électromagnétique ainsi que le bruit électromagnétique.

Si on a une bonne réception, alors c'est idiot de booster car on va surtout booster le bruit et donc on va davantage détériorer notre réception plutôt que l'améliorer.



Notre porteuse se distingue bien du nuage électromagnétique



L'antenne boostée a considérablement augmenté le niveau de bruit mais finalement assez peu celui de la porteuse

Le boost amplifie surtout le nuage car la porteuse était proche du niveau max

7/ Câble d'antenne

Le câble d'antenne est un coaxial doté d'une connectique BNC.
Il est doté d'une impédance caractéristique de 50 Ohms



En liaison HF, le câble d'antenne a beaucoup d'importance. Plus il est long et fin et moins il est efficace.

On a mesuré -12 dB de perte pour un câble de 30 mètres de diamètre 5 mm et seulement -3 dB de perte pour un câble de même longueur mais de 22 mm de diamètre.



LES SYSTÈMES HF PART 3

PARAMÈTRES

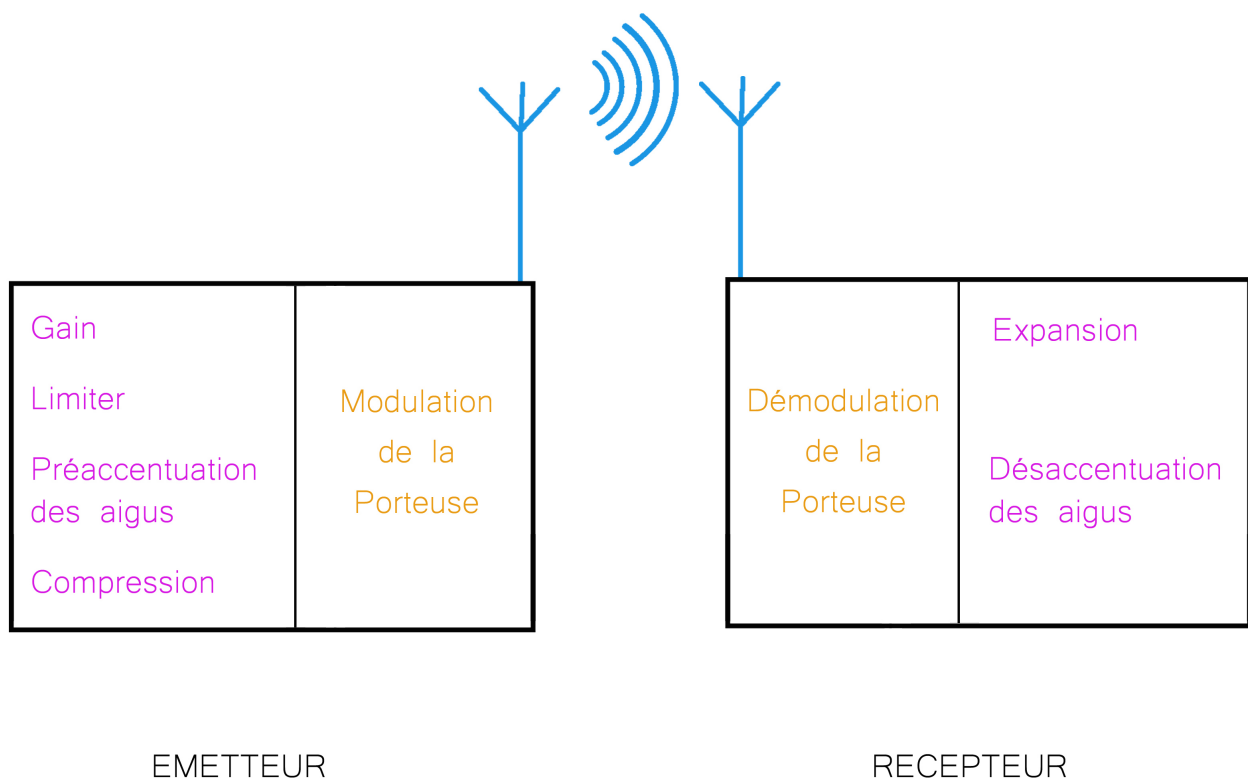
Nous allons voir dans ce dernier chapitre les notions qui s'apparentent davantage à l'utilisation, les précautions à prendre et les outils nous permettant de caler correctement notre système HF.

1/ Optimisation Emission Réception

D'un point de vue purement physique, si mon émetteur est un système modulation de fréquence Sennheiser calé sur la fréquence centrale porteuse 534 Mhz, alors nous pourrions imaginer pouvoir capter ce signal grâce à un récepteur Shure travaillant aussi en modulation de fréquence dans le même plan de fréquences et ainsi le démoduler. Après tout, une onde électromagnétique est une onde électromagnétique, peu importe comment elle a été émise.

Or, chaque constructeur effectue un certain nombre de traitements pour **optimiser son émission réception**. Ainsi, notre récepteur Shure captera bien une onde électromagnétique mais le résultat en sortie n'aura rien à voir avec le signal informatif de départ.

Voici un schéma représentant l'ensemble des traitements effectués par un émetteur et un récepteur HF.



Nous avons vu dans la Part N°1 que les variations d'amplitude du signal informatif faisaient moduler la porteuse soit en niveau s'il s'agit d'une modulation d'amplitude, soit en fréquence s'il s'agit d'une modulation de fréquence.

Par conséquent, plus il y a de variations de niveau du signal informatif, plus l'excursion de variation de la porteuse, qu'elle soit d'ordre amplitude ou fréquence va être importante.

L'idée est donc de réduire la dynamique du signal informatif pour avoir moins de variations de niveau et donc moins d'excursion de modulation de porteuse.

En rose sur le schéma, les actions qui sont faites **sur le signal informatif** donc avant émission puis après réception.

- On optimise le niveau grâce à un gain que l'on combine avec un limiter pour éviter la saturation
- Comme le message dans l'aigu est souvent moins fourni qu'ailleurs, on effectue une préaccentuation (boost HiShelf) pour qu'il y ait moins de différences entre les parties du spectre
- On réduit la dynamique globale pour ne pas avoir trop de différences de niveau qui engendrent trop d'excursion de fréquences ou d'amplitude
- On module le signal ainsi obtenu
- On démodule la porteuse pour recréer un signal électrique
- On utilise un expander de façon inversement proportionnelle à la compression
- On désaccentue l'aigu de façon inversement proportionnelle

Autant dire que notre signal informatif a subi quand même pas mal de modifications.

Il est donc impensable d'imaginer qu'un micro filaire et son homologue HF fourniront le même son.

Au niveau spectral, le HF même en modulation de fréquence n'ira jamais au delà de 18 kHz. Au niveau dynamique, une expansion n'a jamais permis de retrouver la dynamique de départ après compression puisqu'elle ne fait que repousser le bruit de fond.

Limiter de sortie :

pour les ear-monitors, on peut utiliser un limiter de sortie sur le body-pack pour ceux qui souhaitent un niveau très fort, et ainsi les protéger un peu



Body-pack Shure P10R+, récepteur Ear Monitor fonctionnant en mode Diversity

Il est associé à l'émetteur Shure PSM1000

Tout ce traitement est donc spécifique à l'ensemble émetteur / récepteur.

Donc une modulation Sennheiser démodulée par du Shure ne va pas donner de résultat exploitable.

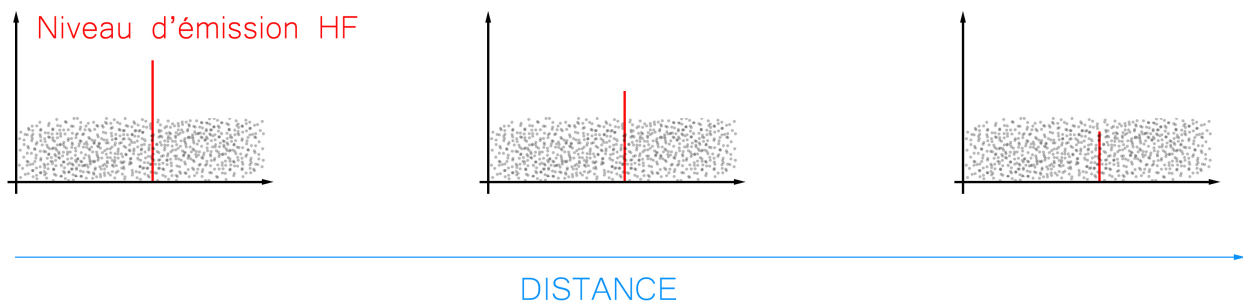
2/ Squelch

Parmi les principaux réglages que nous avons à effectuer, outre le choix de la porteuse qui est bien sûr fondamental et qui s'effectue en faisant un scan des fréquences disponibles, il y a le Squelch.

Sur les modèles Sennheiser EM100, nous n'avons que 4 états : OFF / LOW / MID / HIGH
Sur les modèles plus évolués nous allons trouver une échelle de 0 à 100.

Le Squelch est en quelques sortes le noise gate **du signal radio**, ou si vous préférez, le noise gate de la porteuse.

En effet, le signal radio est une onde électromagnétique dont l'énergie diminue avec la distance (de façon inversement proportionnelle au carré de la distance). Donc plus on s'éloigne avec notre micro HF, plus le signal radio (le signal d'émission) s'affaiblit, jusqu'à pouvoir se confondre avec le bruit de fond électromagnétique ambiant



 Bruit de fond électromagnétique ambiant

Au moment de l'état 3, le récepteur ne retrouve pas la porteuse et il ne comprend plus son excursion. Il démodule en émettant un bruit blanc niveau max et, qui plus est, expansé par le traitement.

Généralement, on ne fait qu'une fois l'erreur de négliger le squelch....

=> Pour prévenir cela, on va définir un niveau de réception minimum (par exemple l'état n°2 dans le schéma ci dessus) en dessous duquel, le système MUTE ni plus ni moins le récepteur. On délimite ainsi une surface au delà de laquelle la liaison ne fonctionne plus.

En LOW la tolérance est grande, on prend quelques risques mais on peut recevoir un signal venant des loges

En HIGH la tolérance est faible, on ne prend aucun risque mais la zone d'émission est la plus restreinte possible

Peut-être avez vous vu lors de vos stages des techniciens HF qui se baladent sur le plateau et même en coulisses pour vérifier la zone d'émission (ou de réception pour des ear-monitors). Le réglage du squelch va dépendre du type d'antennes que vous utilisez (cardio, omni), de votre surface à couvrir, des obstacles éventuels pouvant constituer le décor etc...

PILOT TONE :

Parfois le Squelch est aidé par un signal pilote, sorte de Key Input du squelch. Il s'agit d'une fréquence **du signal informatif** très élevée et inaudible pour nous (55 kHz par exemple) dont la perte de niveau va déclencher le squelch. On trouve des fois le terme de TONE CODE

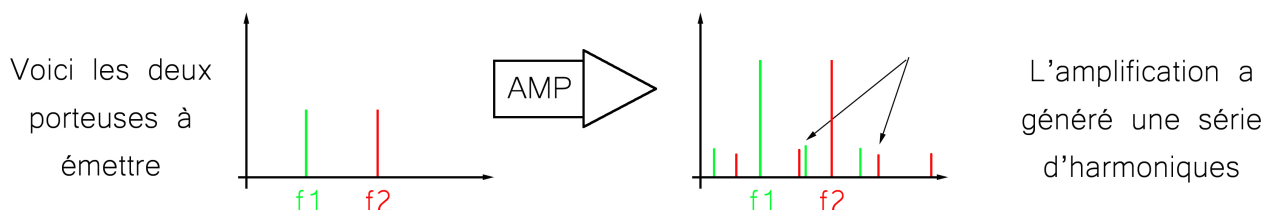
METHODE DE REGLAGE DU SQUELCH :

- Premièrement, il faut plonger notre récepteur dans le bruit de fond maximum électromagnétique. On allume donc toutes les machines du kit qui participent aux émissions réceptions
- On positionne l'émetteur au plus loin dans la zone considérée utile
- Sur le récepteur sur lequel on veut régler le squelch, on part du niveau minimum (Level 0 ou OFF) et on remonte petit à petit pour définir le seuil
- On décide de se donner une marge ou pas sachant que plus on élève le niveau de squelch plus on limite la distance.

3/ Phénomène d'intermodulation

Dans un monde parfait, un amplificateur augmente l'amplitude d'un signal d'entrée sans modifier son spectre, sa phase et sans générer d'harmoniques au passage (ce que l'on nomme la distorsion harmonique, rien à voir avec la saturation).

Dans la vraie vie, on va constater l'apparition de distorsion harmonique



En faisant une analyse de Fourier de ce résultat, on trouverait que les harmoniques générées correspondent au résultat mathématique d'une série de Taylor

1er ordre : f_1 et f_2

2nd ordre : $f_1 + f_2$ et $f_1 - f_2$

3e ordre : $2x f_1 + f_2$, $2x f_1 - f_2$, $2x f_2 - f_1$, $2x f_2 + f_1$ etc.....

D'une manière générale, avec 3 porteuses on trouverait comme harmoniques où x , y et z sont des entiers relatifs (pouvant être positifs ou négatifs)

On nomme ces fréquences parasites les fréquences d'intermodulation

$$x.f_1 + y.f_2 + z.f_3$$

Il faut donc faire bien attention lorsque l'on choisit ses fréquences de porteuse de réfléchir aux éventuelles fréquences parasites apparues par intermodulation

Exemples :

Partons des fréquences 595 Mhz et 600 Mhz

On va trouver autour de ces fréquences

$$2 \times 595 - 600 = 590 \text{ Mhz}$$

$$2 \times 600 - 595 = 605 \text{ Mhz}$$

Soit 4 fréquences en tout autour de celles qui nous intéressent.

Partons des fréquences 595 Mhz, 600 Mhz et 608 Mhz

on va trouver autour de ces fréquences

$$2 \times 595 - 2 \times 600 + 608 = 592 \text{ Mhz}$$

$$2 \times 608 - 2 \times 600 + 595 = 611 \text{ Mhz}$$

$$2 \times 600 - 2 \times 595 + 608 = 618 \text{ Mhz} \quad \text{etc, etc.....}$$

En tout, une bonne quinzaine de fréquences occupées.

Il existe donc des tableurs Excel tout bêtes qui permettent de trouver toutes les fréquences susceptibles d'intermoduler. Je vous en fournis un en annexe.

Les constructeurs ont bien entendu pris en compte ces phénomènes dans leurs presets de fréquences qu'ils proposent dans leurs machines.

LOGICIELS GRATUITS :

Les constructeurs fournissent les softs permettant d'optimiser nos plans de fréquence. Ils sont reliés directement aux émetteurs / récepteurs et proposent le redéploiement des fréquences après analyse du milieu électromagnétique du jour par scan.

Malheureusement, on ne peut rien étudier sans les machines elle-mêmes et sont souvent dédiées aux modèles les plus évolués.

Shure Workbench, Sennheiser Wireless System Manager et SIFM Pro (Sennheiser intermodulation and Frequency Management), Audio Technica Intelliscan

Sur le net : www.scanzone.fr pour des infos sur les fréquences occupées géographiquement ou l'appli FreqXpert sur vos téléphones portables

3/ Le numérique

a. Modulation de Phase

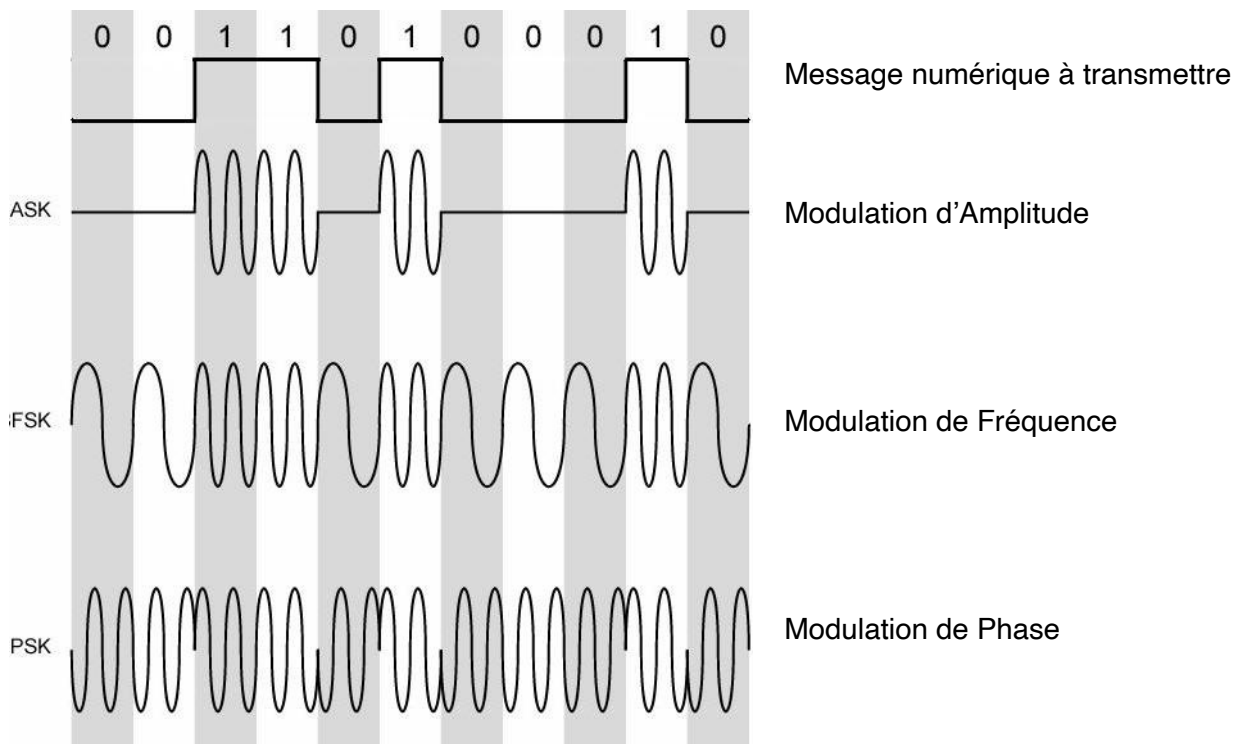
S'il y a bien un domaine où le numérique supplante complètement l'analogique, c'est celui des systèmes HF.

En effet, un signal numérique ne compte que 2 états, le 0 et le 1 et il sera beaucoup plus facile de transmettre un message aussi basique.

Dans les liaisons HF numériques on va

- Numériser le signal informatif
- Encoder pour alléger le message généralement sans perte grâce à des CODEC (Codeurs Décodeurs) (voir cours sur le multiplexage)
- On transmet des 0 et des 1 avec une porteuse à deux états

Nous allons avoir une modulation d'amplitude à deux états, une modulation de fréquence à deux états, et on va voir apparaître une nouvelle manière de moduler la porteuse : **la modulation de phase**



Ce sont souvent ces deux dernières qui sont utilisées en numérique.

Avantages :

- 2 états donc uniquement 2 fréquences en modulation de fréquence ce qui permet d'avoir plus de fréquences disponibles sur le plan de fréquences (excursion faible)
- Plus de fréquences disponibles donc moins de problèmes d'intermodulation
- Plus besoin de Squelch (s'il y a la moindre perte d'une information, le système se coupe)
- Cryptage possible pour sécuriser l'info

Inconvénient :

- La latence

Pour la stéréo des ear-monitors, on va souvent reprendre le principe très utilisé en mastering qui consiste à matricer les éléments qui constituent le centre et ceux qui constituent l'espace stéréophonique un peu à la manière d'un couple MS. On va donc émettre L + R (Mono) en modulation de fréquence et L-R (Spatialisation) en modulation d'amplitude.

Attention : on réduit la qualité de transmission HF en optant pour la stéréo bien que ce choix soit bien plus confortable si on peut se le permettre. Donc si vous avez des soucis pour obtenir une bonne réception HF en ear-monitors dans un lieu particulier (comme à proximité d'un aérodrome par exemple....), optez pour la mono ce qui est moins agréable mais permet d'assurer le show.

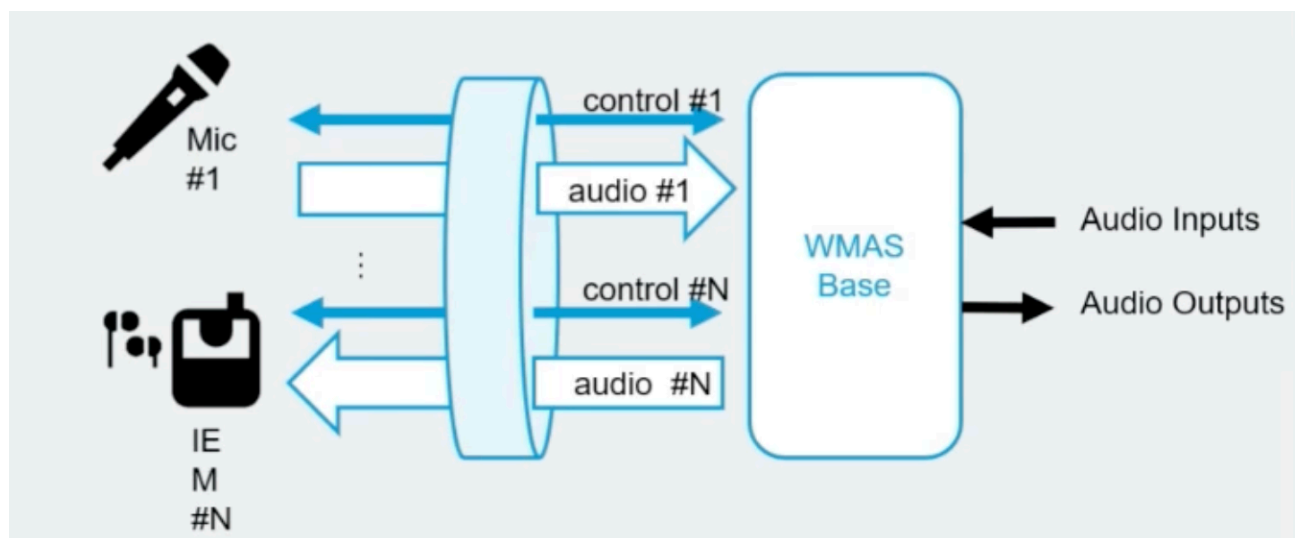
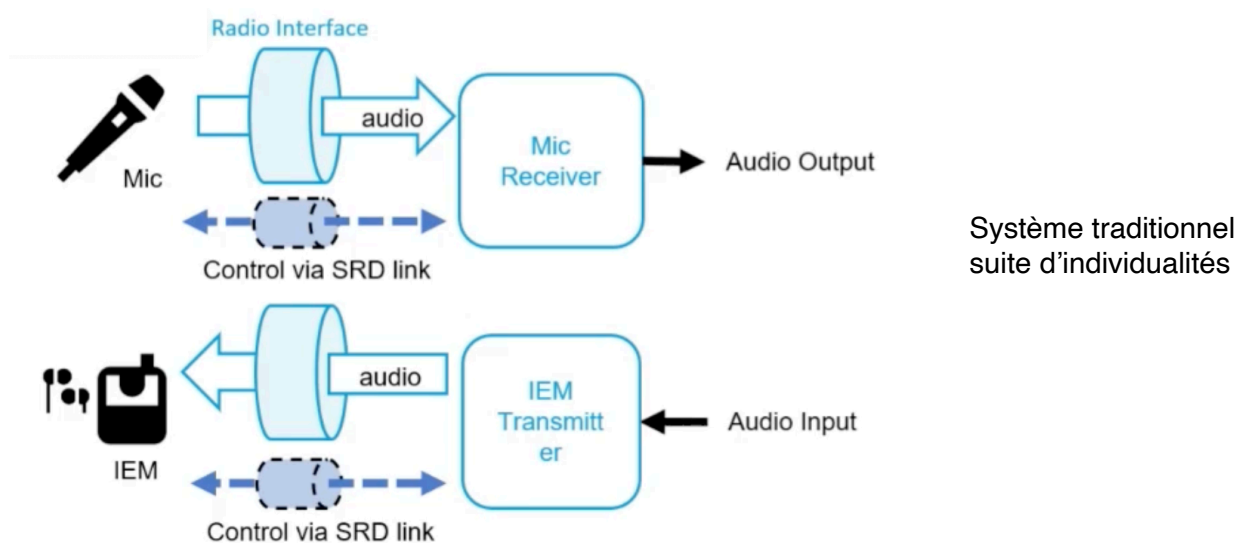
b. WMAS (Wireless Multichannel Audio System)

En 2024, apparaît une nouvelle technologie de transmission HF : le WMAS.

L'idée est de trouver une solution pour toujours rajouter des canaux HF supplémentaires sans intermoduler dans tous les sens.

En effet, jusqu'alors, multiplier les canaux HF était toujours possible à condition de s'équiper d'une technologie lourde et coûteuse afin de filtrer autant que possible les différents canaux HF pour coller les fréquences le plus possible entre elles.

L'idée est alors de ne plus penser les systèmes HF comme un nombre d'individualités qui comptent donc autant d'émetteurs que de récepteurs qui se partagent la bande radio, mais d'envisager un canal complet TNT dans lequel on pourrait placer un grand nombre d'émetteurs et de récepteurs qui auraient **chacun leur tour la totalité du canal à leur disposition**.

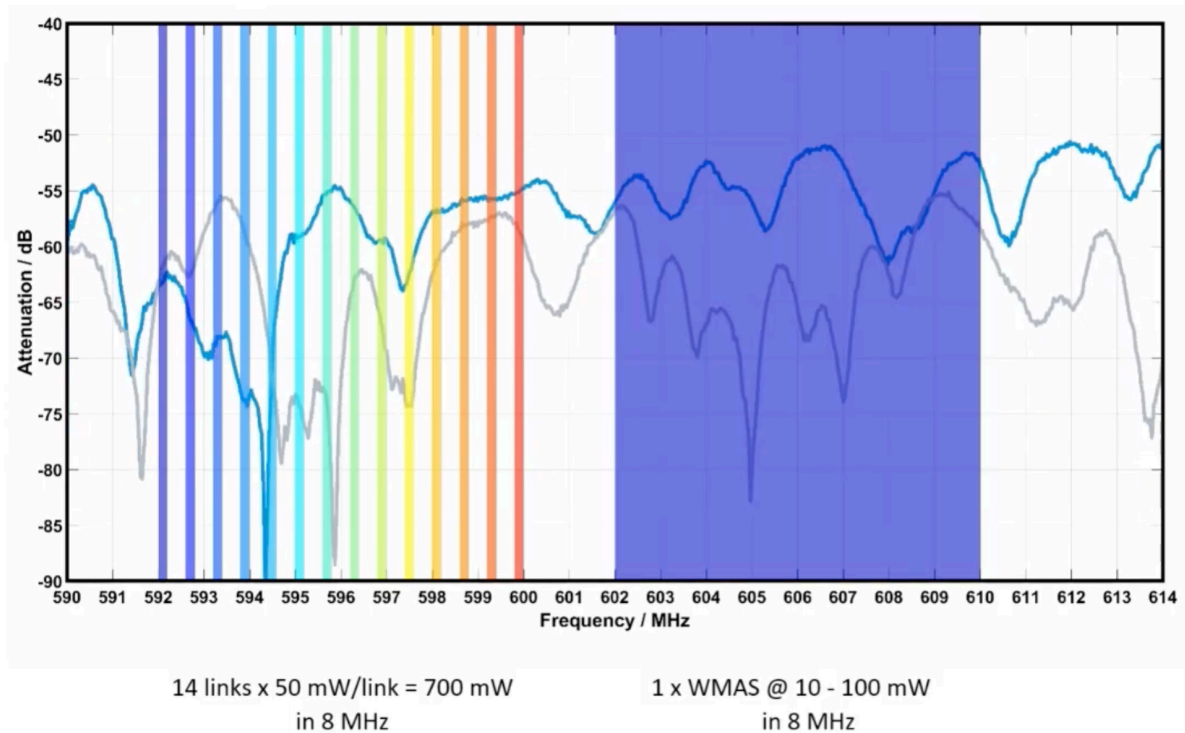


Système WMAS multicanal

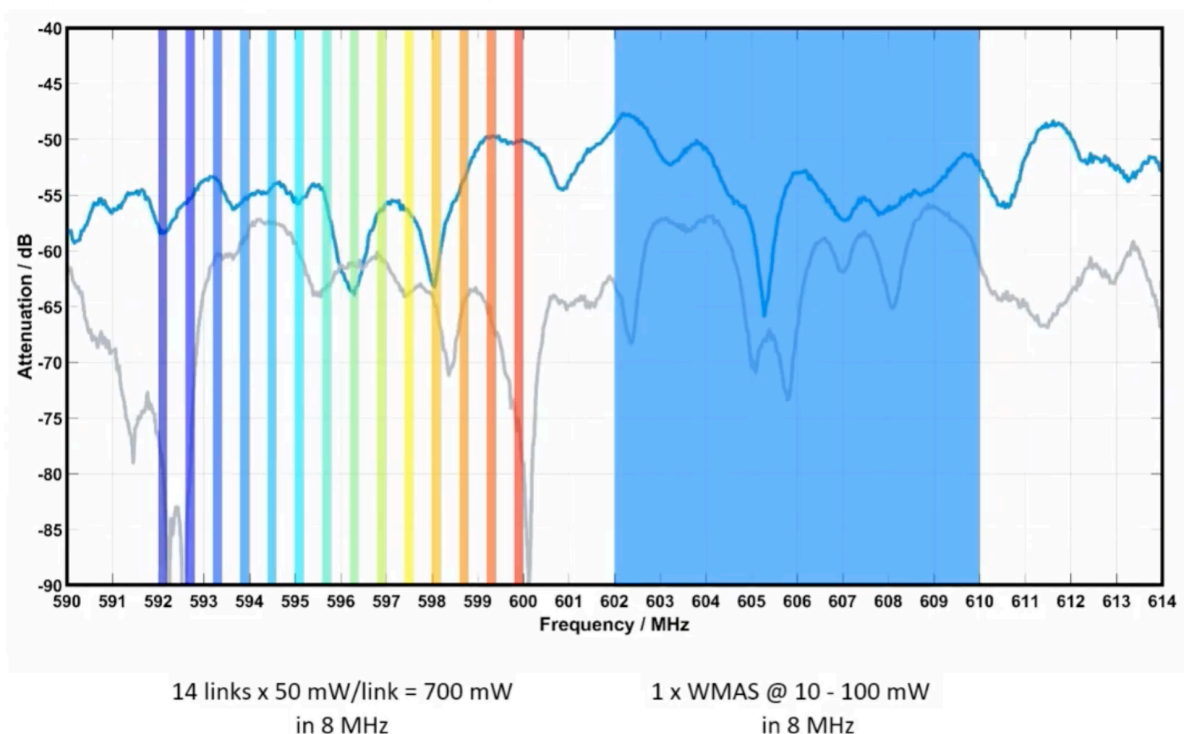
Pour cela, il faut introduire la notion de base de temps durant laquelle chaque élément HF dispose de la pleine bande

Voici des captures d'écran du comportement du niveau HF de différents micros entre une émission traditionnelle narrow band (sous forme de raies) et des mêmes micros en émission WMAS chacun leur tour

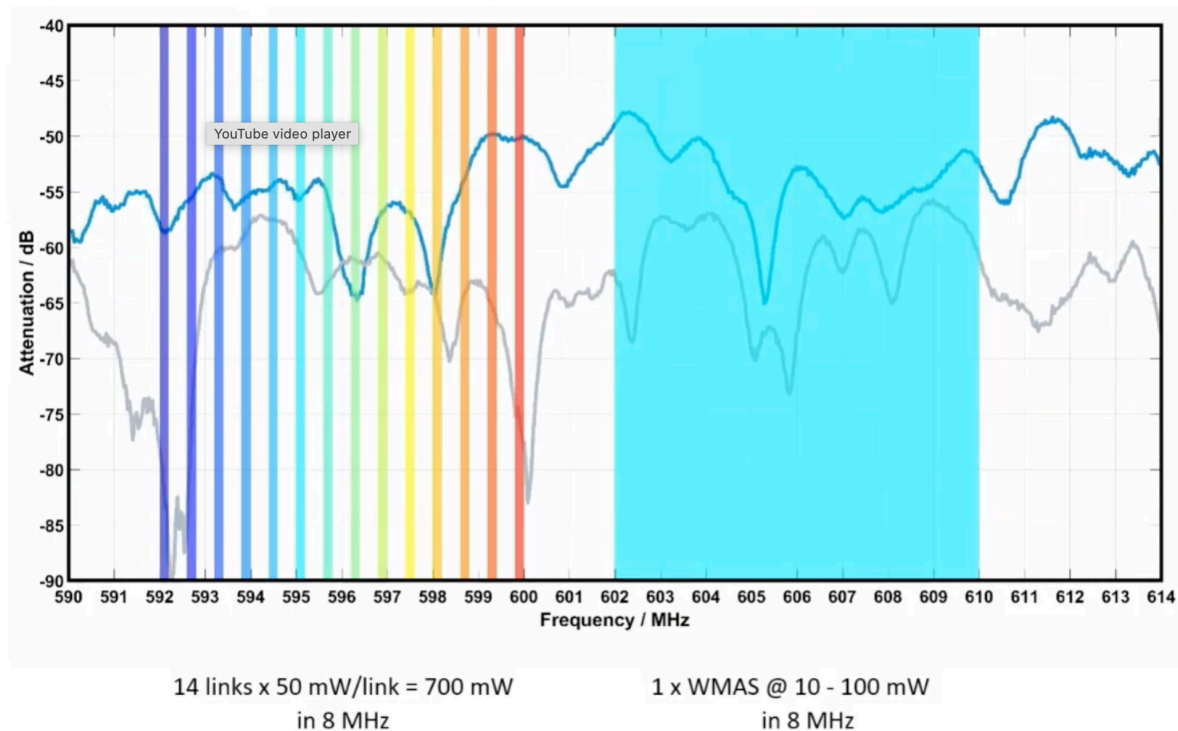
Broadband RF Technology for Professional Audio



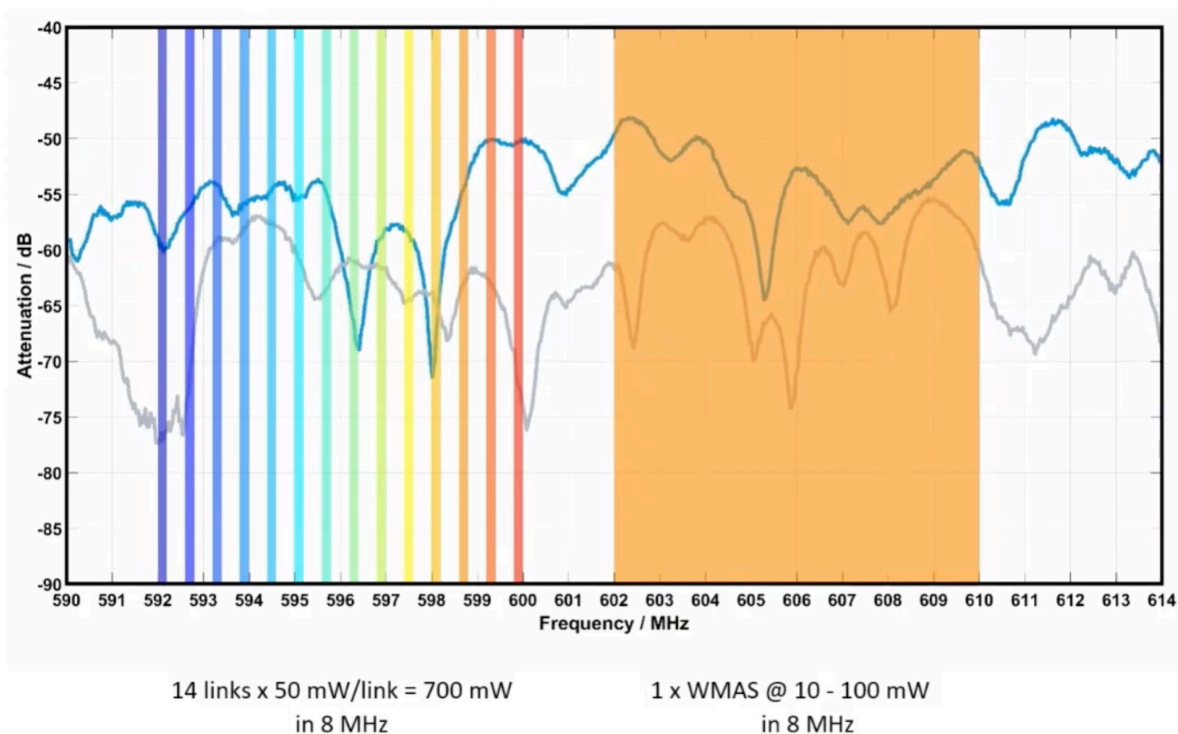
Broadband RF Technology for Professional Audio



Broadband RF Technology for Professional Audio

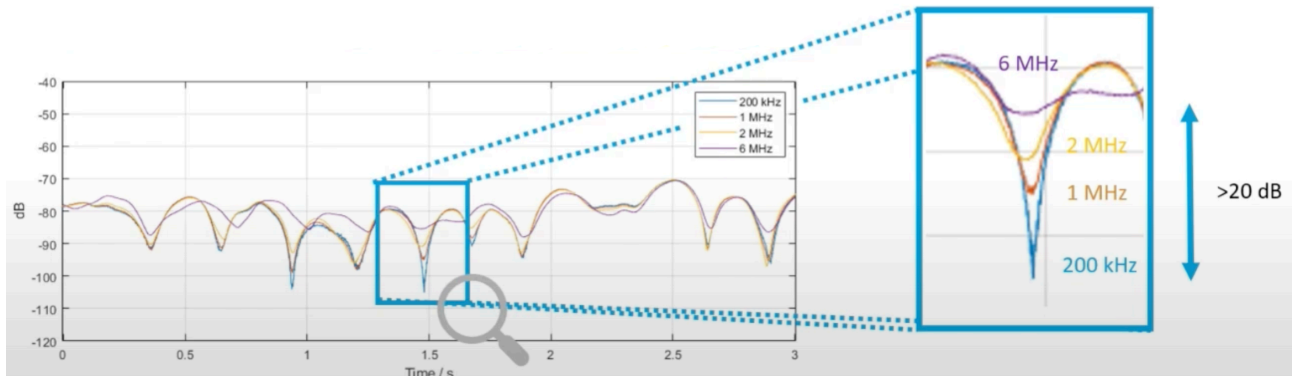


Broadband RF Technology for Professional Audio



On constate qu'il y a en moyenne, sur la bande qui correspond au canal TNT, un signal qui reste à peu près constant entre -50dB et -65dB

Si on fait un zoom sur le comportement du signal HF entre une émission à partir d'une bande de fréquence traditionnelle de 200 kHz et une bande TNT de 6 MHz en WMAS, on arrive à des différences pouvant dépasser les 20 dB de gain en cas d'obstacles ou de déphasage de la porteuse



Ce phénomène s'appelle le « fading effect »

Le WMAS est donc une technologie qui permet la transmission d'un grand nombre de canaux HF, jusqu'à 64 canaux mais rien n'empêche que cette liaison soit dans un sens ou dans un autre.

Ainsi, le WMAS est une **technologie bidirectionnelle**, permettant donc de faire en même temps micro casque + In-Ear monitors (IEM) sur la même fréquence, avec un seul bodypack.

Il n'y a plus besoin de coordonner les différents appareils entre eux pour qu'ils aient chacun un peu de la bande radio car ils partagent un canal TNT entier. La configuration du processeur WMAS détermine s'il s'agit d'un micro ou d'un IEM et les différents machines s'auto-déclarent en s'identifiant.

Le workflow est donc particulièrement simplifié

Pour la latence :

Il y a un choix à faire entre la qualité et le nombre de canaux. Si on ne veut pas accumuler trop de retard, soit on travaille sur peu de canaux et on peut garder une qualité optimale, soit on veut beaucoup de canaux et on est obligé de réduire la qualité.

Le flux audio est distribué ensuite en réseau (ou provient du réseau dans le cas des IEM).

Shure propose un WMAS à largeur de bande variable (de 1 MHz à 6 MHz) pour permettre l'intégration des systèmes traditionnels plus facilement en cas d'utilisation d'un système WMAS en complément d'un système classique. La contrepartie est que l'on prend plus de risques concernant le « fading effect »

Pour la puissance :

Les 50mW autorisés par la loi sont répartis sur l'ensemble de la bande plutôt qu'individuellement. Il y a donc ici potentiellement moyen d'obtenir des puissances plus importantes à l'avenir (à négocier avec les organismes d'Etat limitant les puissances d'émission)