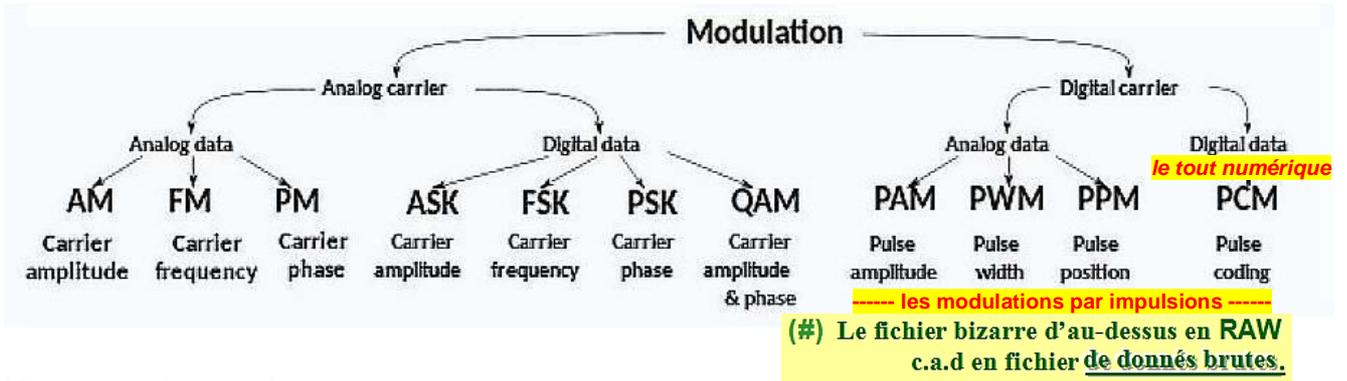


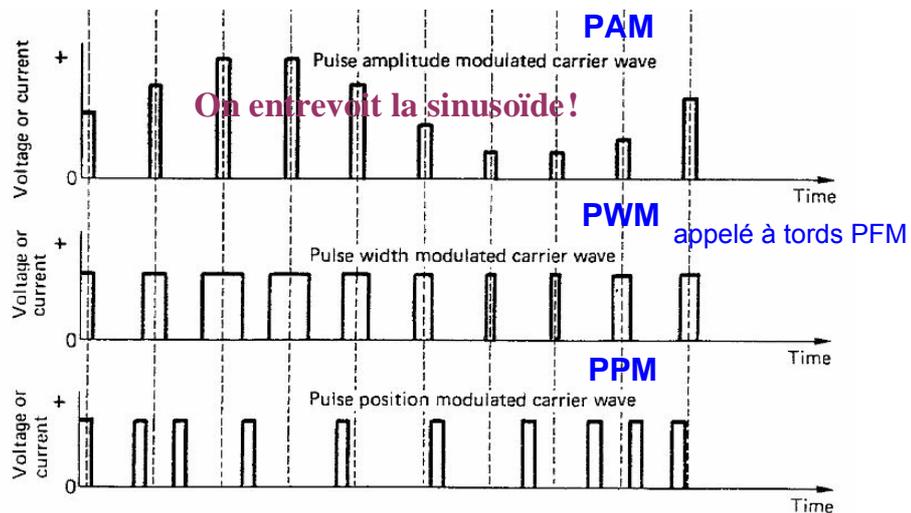
TENTATIVE DE CLASSEMENT DANS LES MODES DE MODULATION.



Une autre façon de voir.

Analog modulation	
AM · FM · PM · QAM · SM · SSB	
Digital modulation	
ASK · APSK · CPM · FSK · MFSK · MSK · OOK · PPM · PSK · QAM · SC-FDE · TCM · TC-PAM · WDM	
Hierarchical modulation modulation hiérarchique	
QAM · WDM	
Spread spectrum spectre étalé	
CSS · DSSS · FHSS · THSS	

Quelques détails sur la Modulation par Impulsion.



Petite anecdote.

J'ai réalisé un enregistrement audio au format « wav ». Je le compresse au format « pcm » - ici un simple CD audio. D'après mon tableau je vais pouvoir le nommer « RAW ». et, opération marketing oblige - je l'appel « RAW I-Q » ... De nos jours tous ces symboles sont mis à toutes les sauces. Et plus personnes ne sait de quoi qu'il cause ...

PS moi je n'ai rien à vendre !!!

**Je démarre ce document sur toute une série de définitions propre au chapitre des
« TRANSMISSION DE DONNÉES »**

Car tôt ou tard vous en entendrez parler lorsque vous vous intéressez à ce domaine.

Et je les présente sous la forme d'une bande dessinée – beaucoup plus digeste...

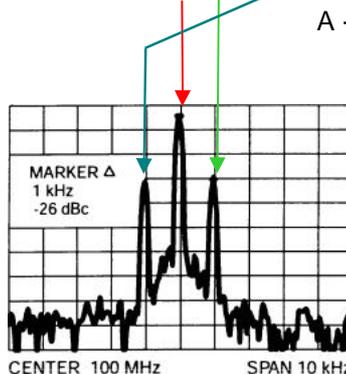
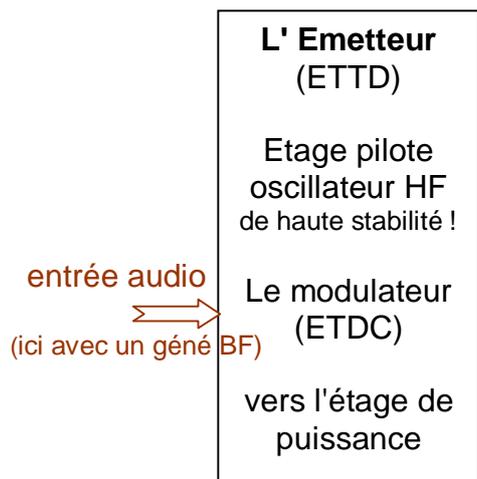
1) A L'EMISSION.

Nous aurons une onde de la forme

fréquence de l'oscillateur

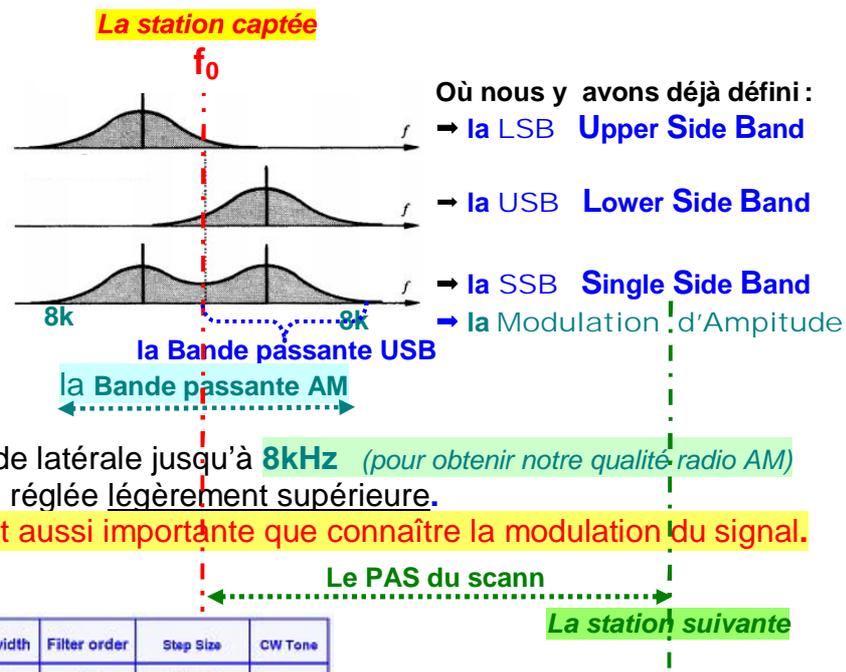
$$u(t) = U_0 * \sin \{ 2.\Pi.(f_0 + / - A.\Delta f).t \}$$

A - le taux de modulation



Dès que l'on module une fréquence f_0 Celle-ci va systématiquement créer deux raies latérales. Une règle quasi générale

Si mon signal modulant provient d'un micro donc un signal BF 20 à 8000 Hz
Exemple d'une qualité radio AM
Mes raies latérales vont s'élargir en BANDES LATÉRALES de 20 à 8000



Morale de cette définition :

Si l'on désire décoder correctement le récepteur devra capter toute la bande latérale jusqu'à **8kHz** (pour obtenir notre qualité radio AM)
Bien sur, celle du récepteur sera réglée légèrement supérieure.

La définition de la B.P. étant certainement aussi importante que connaître la modulation du signal.

	Bandwidth	Filter order	Step Size	CW Tone
WFM	180000	50	100 kHz	
NFM	8000	50	6,25 / 12,5 kHz	
AM	6000	50	Europe 9 kHz	
USB	2400 - 2700	50	Utilit. Phone 3 kHz	
	en B étroite 1200		Utilit. Num. 0,5 kHz	
LSB	2400 - 2700	50		

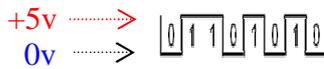
Pour ma part, il m'arrive de diminuer la B.P. lorsque je prends les moustaches d'une station voisine trop forte, (en OC).

Par contre, pour capter du Sitor / Navtex / DSC HF qui n'utilise que 170 Hz, j'ai comme habitude de limiter d'office la B.P. du Rx à 400-500 Hz. **AVENTAGE INDENIABLE VOUS DIMINUEZ LE BRUIT !!**

2° LES TRANSMISSIONS NUMERIQUES

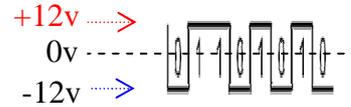
qui elles transmettent des 0 et des 1.

TRANSMISSION UNIPOLAIRE.



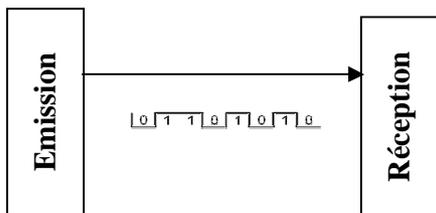
Ici il y a ambiguïté autour du niveau 0v
Le moindre bruit risquant d'être pris pour un 1

TRANSMISSION BIPOLAIRE ou différentielle.



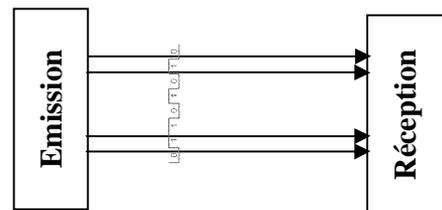
Beaucoup plus robuste face aux bruits.
Aussi appelé **NRZ** pour Non Retour à Zéro
sinon **NRZI** pour Non Retour à Zéro Inversé

En TRANSMISSION SERIE.



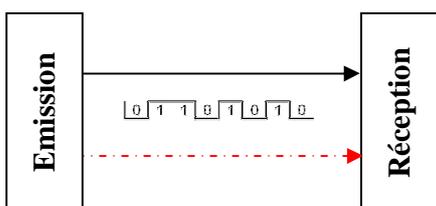
Les bits se suivent les uns les autres.

En TRANSMISSION PARALLELE.



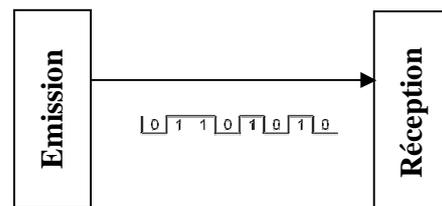
Tous les bits du caractère arrivent en même temps.
Donc plus rapide - mais nécessite plus de connectique !

TRANSMISSION SYNCHRONNE.



L'émetteur devra fournir les tops synchro.

TRANSMISSION ASYNCHRONNE.



Reste la transmission la plus simple.

TRANSMISSION SIMPLEX.

Se fait de l'EMETTEUR → vers le RECEPTEUR.

TRANSMISSION DUPLEXE.

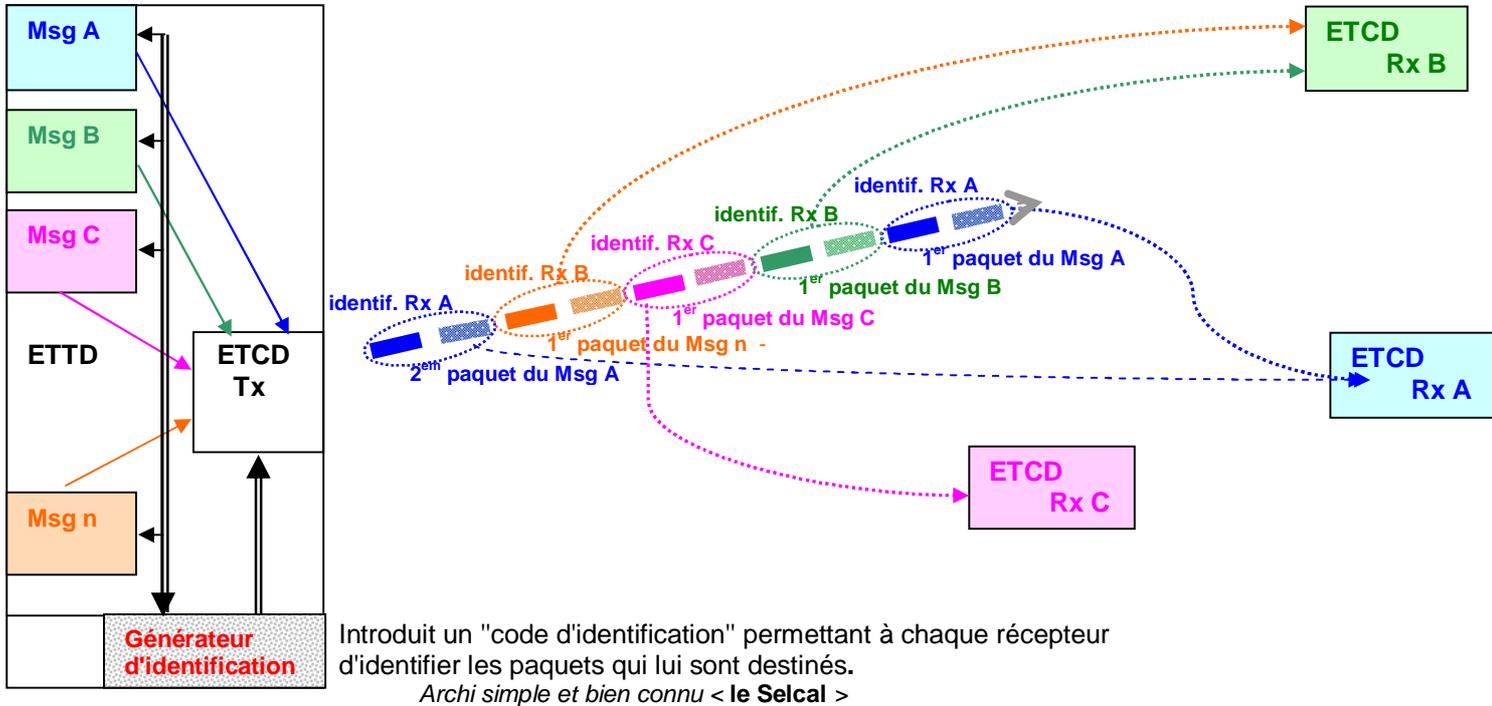
Half Duplex Se fait ALTERNATIVEMENT entre l'émetteur et le récepteur (le trafic aéro).

Full Duplex Se fait SIMULTANEMENT entre l'émetteur et le récepteur (le trafic marine).
Mais nécessite deux canaux de transmission.

3) LA NOTION DE MULTILEXAGE.

Ou comment transmettre simultanément plusieurs messages.

Le principe de base. Couper les messages en rondelles et les envoyer comme ci-dessous...



Une tentative de classement.

Le "Time Division Multiple Access" - **TDMA**

- **TDMA**

ou multiplexage temporel !

Les différents "paquets" sont envoyés à la suite les uns des autres.

C'est l'exemple ci-dessus.



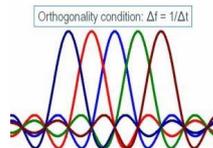
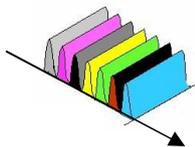
Le "Frequency Division Multiple Access" - **FDMA**

- **FDMA**

ou multiplexage fréquentiel !

Les différents "Msg" sont envoyés sur des porteuses différentes.

Regardez donc le spectre lors d'une image DigiSSTV



et sa variante, la - **QFDMA** Q quadrature

Les différentes porteuses sont décalées de $\pi/4$ réduit le spectre occupé par deux.

Cas de téléphones portables

Le "Code Division Multiple Access" - **CDMA**

- **CDMA**

que je traduirais par : **multiplexage à étalement de bande.**

Il combine les 2 solutions ci-dessus : à savoir que l'on envoie bien des "paquets", mais ceux-ci sont étalés sur plusieurs fréquences !!!

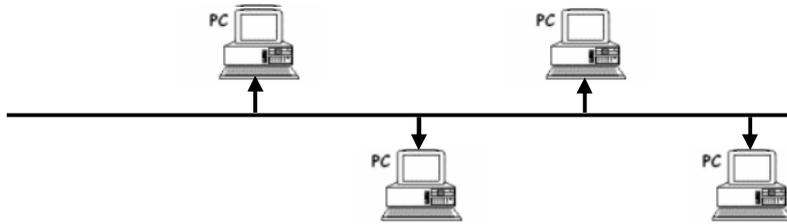
J'arrête, cela commence à faire usine à gaz

3° LA NOTION DE RESEAU.

Le Réseau en "BUS"

Chaque poste reçoit l'information, mais seul le poste pour lequel le message est adressé traite l'information.

Chaque station ayant son adresse propre.

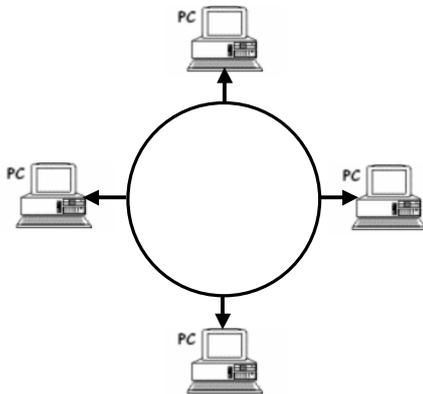


"Carrier Sense Multiple Access"

La transmission étant dans le type "CSMA".
(développé pour le réseau Ethernet.)

Le Réseau en "ANNEAU"

Chaque station reçoit le message, mais seule la station à qui le message est adressé traite l'information.



La transmission s'effectuant ici par ce que l'on appelle

le "Token Ring" ou Réseau en anneau à passage de jeton.

Principe : Un jeton (token) circule sur l'anneau de station en station. Lorsqu'une station désire émettre, elle prend le jeton, y place sa trame, son adresse et l'adresse du destinataire, puis remet le jeton en circulation.

Le destinataire détecte que le jeton lui est adressé et le réceptionne. S'il veut lui aussi émettre, il suit la même procédure, sinon il remet le jeton en circulation sans rien lui adjoindre.

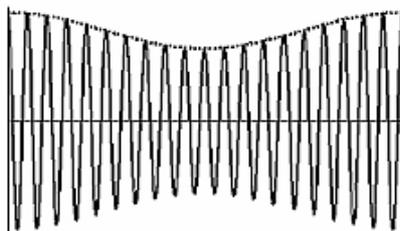
Cette partie datant depuis quelques années.

Bon, les bases sont jetées -

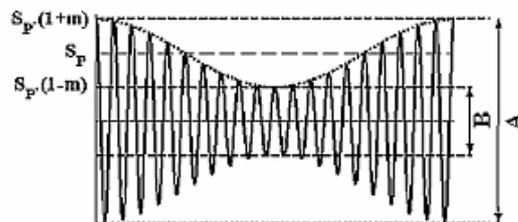
À vous de vous documentez sur les dernières nouveautés.

Exemples d'une modulation en amplitude (à 2 valeurs du taux de modulation).

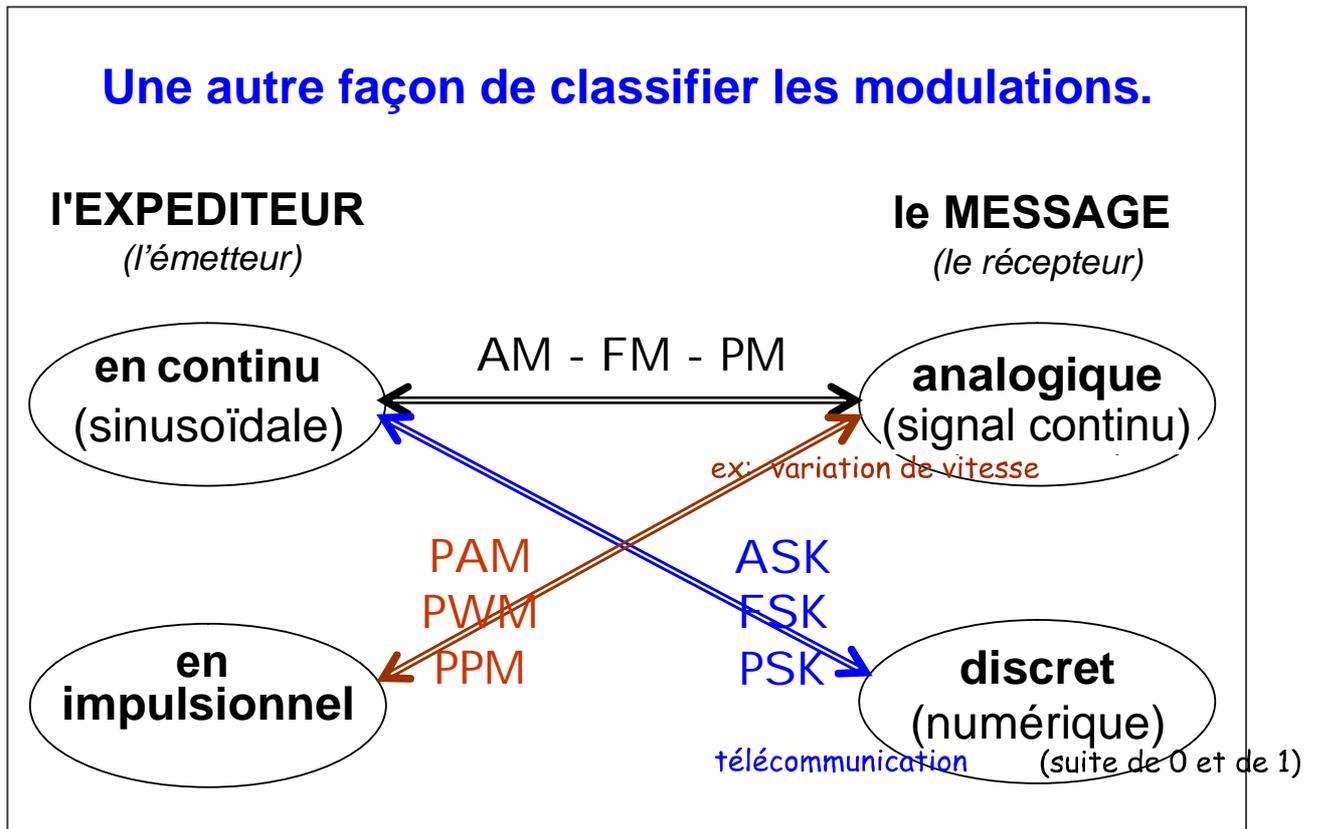
$m = 0,2$ (20 %)



$m = 0,5$ (50 %)

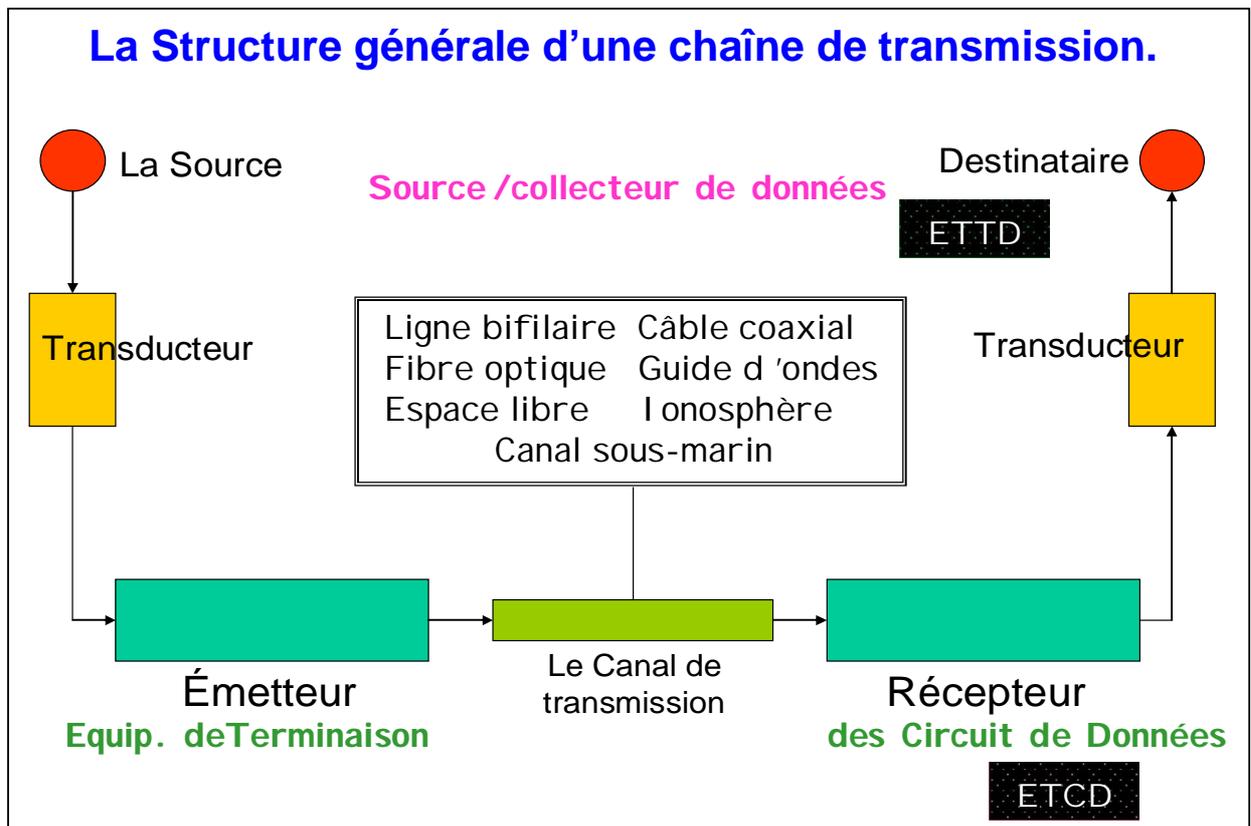


Une autre façon de classer les modulations.



Un petit rappel ne fait pas de mal.

La Structure générale d'une chaîne de transmission.



Une liaison fibre optique se vérifie exactement comme une liaison hertzienne.

RAPPEL Comment transmettre du binaire sur les ondes.

Voyons ci les premières modulations numériques.

Je les appelle déjà numériques puisque le but recherché est de transmettre les 0 et les 1 d'un codage donné (aussi appelée modulation tout ou rien).

Les modulations à déplacement d'Amplitude le ASK.

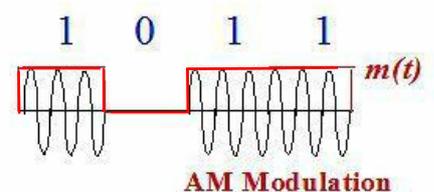
En regardant la ligne ci-dessous je vois UN ZERO et 2xUN → COUR rien LONG.

Je viens d'inventer la télégraphie. 🙄

ASK, PSK, and FSK

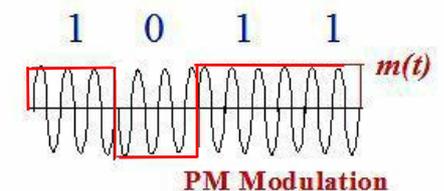
• Amplitude Shift Keying (ASK)

$$s(t) = m(t) A_c \cos(2\pi f_c t) = \begin{cases} A_c \cos(2\pi f_c t) & m(nT_b) = 1 \\ 0 & m(nT_b) = 0 \end{cases}$$



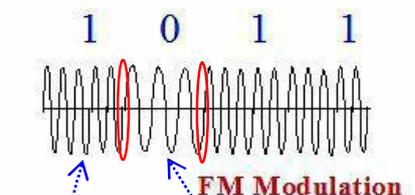
• Phase Shift Keying (PSK)

$$s(t) = A_c m(t) \cos(2\pi f_c t) = \begin{cases} A_c \cos(2\pi f_c t) & m(nT_b) = 1 \\ A_c \cos(2\pi f_c t + \pi) & m(nT_b) = -1 \end{cases}$$



• Frequency Shift Keying (FSK)

$$s(t) = \begin{cases} A_c \cos(2\pi f_1 t) & m(nT_b) = 1 \\ A_c \cos(2\pi f_2 t) & m(nT_b) = -1 \end{cases}$$



Les modulations à déplacement de fréquence le FSK.

Idem en regardant la ligne ci-dessus, je reconnais une fréq. Haute et une fréq. Basse que je vais appelée **space** et **mark**

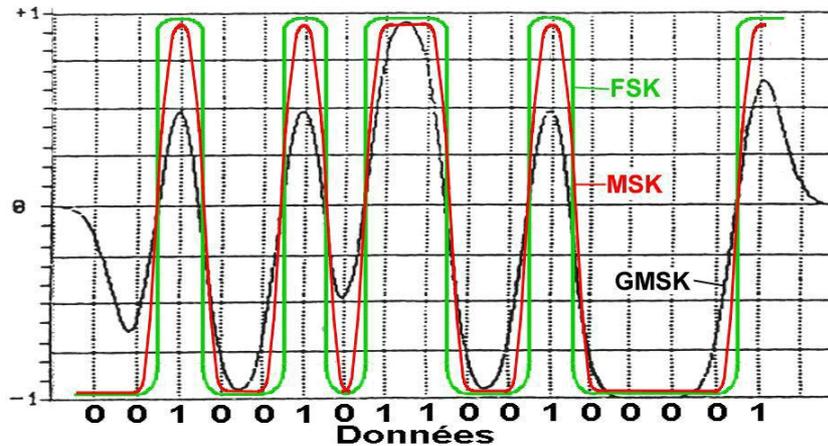
Je viens de mettre au point le RTTY, le SITOR, le FAX, la SSTV et bien d'autres ...

Le problème quitte maintenant le domaine de la transmission électromagnétique, et devient un problème de décodage des signaux (de nos jours un pb d'informatique).

convient au FSK - MFSK

1 Le diagramme de l'Oeil.

Connectons un oscilloscope à mémoire à la sortie d'un discriminateur FI, en superposons plusieurs balayages successifs.



Signaux démodulés pour trois types de FSK

Dilatons ensuite horizontalement la figure précédente pour ne garder que quelques symboles à l'écran.

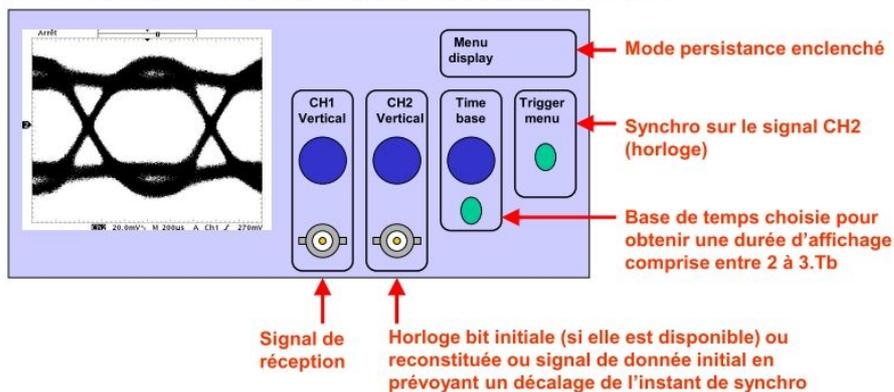
4 Le diagramme de l'œil : Mise en œuvre

Diagramme de l'œil : Il s'agit d'une représentation compacte obtenue sur un oscilloscope permettant de juger rapidement de la qualité d'une transmission numérique.

Œil « suffisamment » ouvert : Transmission numérique correcte, Taux d'erreur bit faible

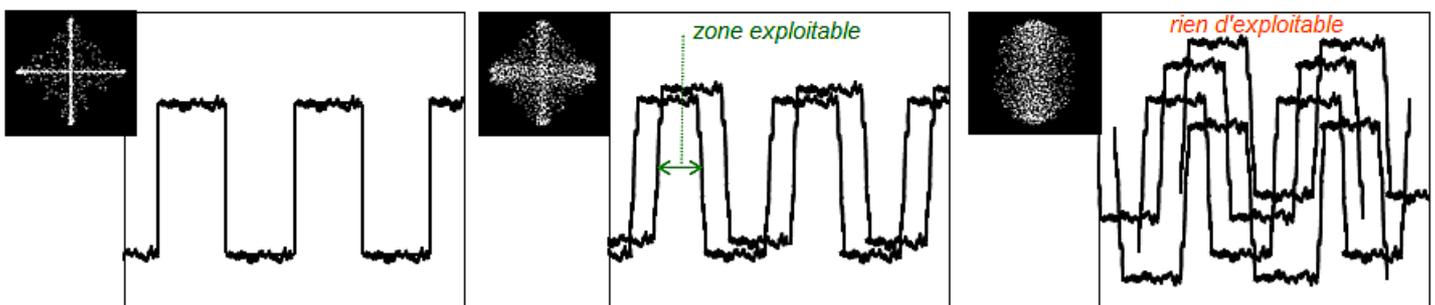
Œil fermé : Taux d'erreur bit important

Mise en œuvre pratique sur un oscilloscope numérique (obligatoirement) :



NOTA.

Plus l'œil est fermé, et plus le décodage sera difficile car demandant plus de précision, à la fois en amplitude et en temps.



ANNEXE Les définitions dans le diagramme de l'ŒIL.

Nota Tous les résultats de mesures sont des moyennes statistiques d'échantillons du signal au point considéré.

Les mesures étant définies comme suit :

Le Niveau du 1

L'Amplitude d'œil

Hauteur d'œil

Le temps Bit: voir ci-dessous

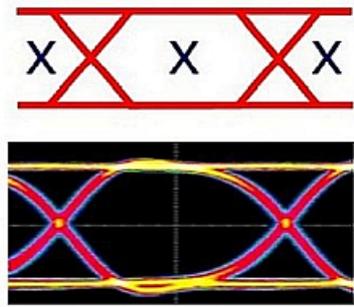
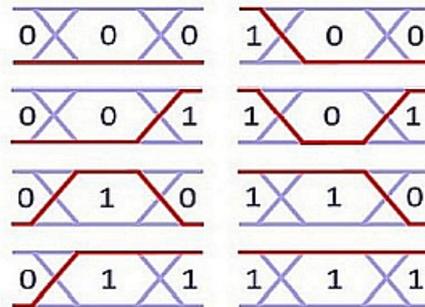
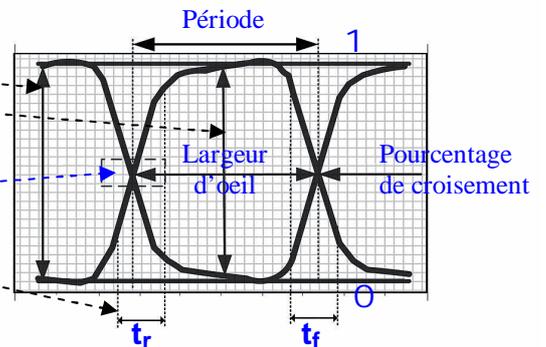
Pourcentage de croisement de l'œil

La largeur d'œil

La Gigue

Le Temps de Montée et de Descente

Le Niveau du 0



Plus la liaison est mauvaise, et plus les fronts de montée/descente se dégradent.

Le Temps BIT correspond à l'ouverture horizontale du signal d'un croisement à l'autre (très faible - en μs voir ns)

Le débit étant l'inverse du temps-bit.

Le temps-bit est en général appelé UI (Unit Interval), et est une GRANDEUR NORMALISÉ.

L'avantage d'utiliser cette méthode est qu'elle permet de comparer différents diagrammes entre eux et cela quel que soit le débit.

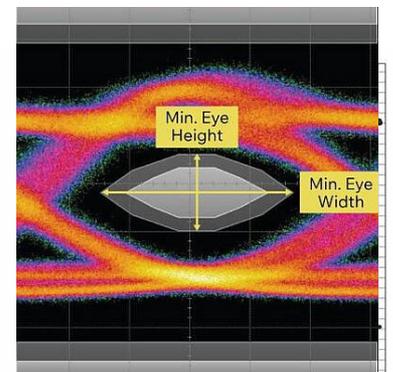
La vérification du signal reçu par rapport au diagramme de référence.

La qualité d'un signal numérique haut débit peut rapidement être évaluée en le comparant à un masque de conformité.

Ce masque comprenant des bornes de temps et d'amplitude de référence.

Un diagramme de l'œil avec masques de conformité est montré en figure ci-contre. Les régions du masque étant définies comme suit :

- ☞ **Région supérieure** : valeur maximum prévue. Les tensions au-delà de cette valeur sont en défaut.
- ☞ **Région centrale** : dimension et forme du diagramme œil comme défini par la norme d'interface pour le signal numérique haut débit.
- ☞ **Région inférieure** : valeur minimum prévue. Les tensions en deçà de cette valeur sont en défaut.



Les zones grisées représentent les « zones interdites ».

Pour passer le test de conformité au masque, la sortie de l'émetteur ne doit présenter aucun point dans les zones «interdites».

Plus le signal possède du jitter, et plus les courbes se dédoublent.

De même une séquence 101010 sera d'avantage déformée qu'une 11100 (fréquence plus élevée!)

Les principales Modulations de Bases.

1 Les trois types de modulations analogiques.

Les techniques traditionnelles permettant de transmettre par voie hertzienne, une **grandeur analogique** d'un point A vers un point B distant, sont connues.

Il s'agit des trois **modulations analogiques** classiques :

- **AM** (Amplitude Modulation) ou Modulation d'Amplitude **MA** ;
- **FM** (Frequency Modulation) ou Modulation de Fréquence **MF** ;
- **PM** (Phase Modulation) ou Modulation de Phase **MP**.

Pour ce type de modulation, la grandeur **analogique** à transmettre (appelée signal **modulant**) module une **onde porteuse** de fréquence f_c , en modifiant l'un de ces trois paramètres de base.

☞ Amplitude (modulation AM), ☞ Fréquence (modulation FM), ☞ Phase (modulation PM).

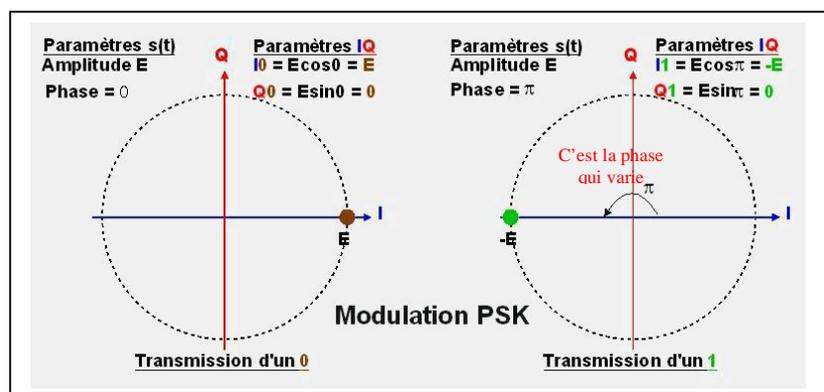
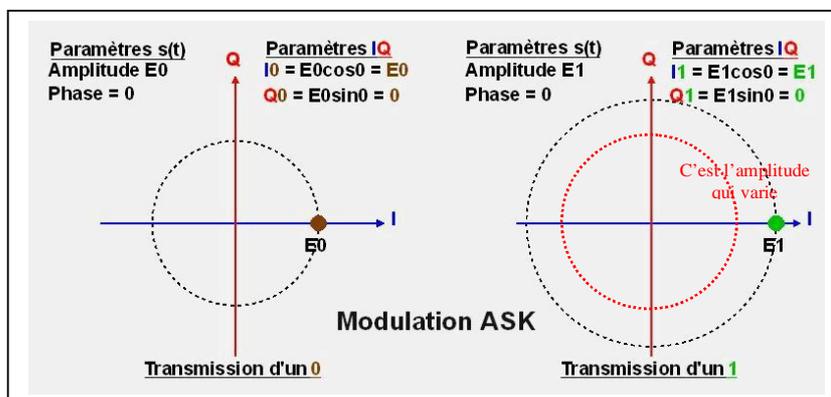
Actuellement, ces techniques de modulations sont principalement utilisées dans le domaine de la radiodiffusion.

2 Les trois types de modulations numériques de base.

- modulation **ASK** (Amplitude Shift Keying), ou Modulation par Déplacement d'Amplitude **MDA** ;
- modulation **FSK** (Frequency Shift Keying) - Modulation par Déplacement de Fréquence **MDF** ;
- modulation **PSK** (Phase Shift Keying), ou Modulation par Déplacement de Phase **MDP**.

3 Principe de la modulation de phase - de façon plus moderne, la modulation I Q.

Ainsi, à paire de valeurs (Amplitude E, Phase φ) associés à la tension modulée $s(t)$, correspond une seule paire de valeurs (I, Q), de coordonnées (E.cos φ , E.sin φ).



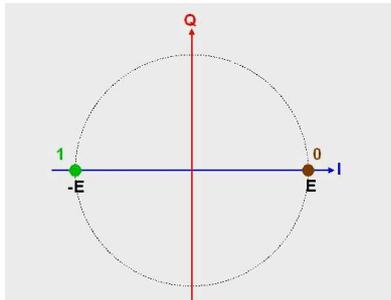
désolé, dans notre exemple il n'y a rien sur l'axe des Q...

notez qu'on trouve aussi la représentation inversée Q I

Les modulations numériques à déplacement de phase le PSK.

Je l'appelle numérique puisque le but recherché est bien de transmettre des 0 et des 1.

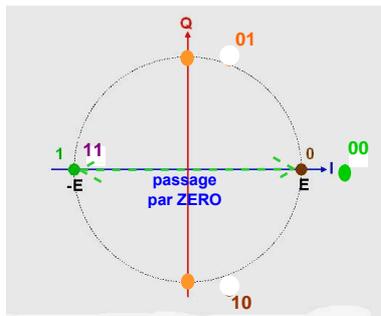
Cette fois c'est LA PHASE qui varie - ici de 180°



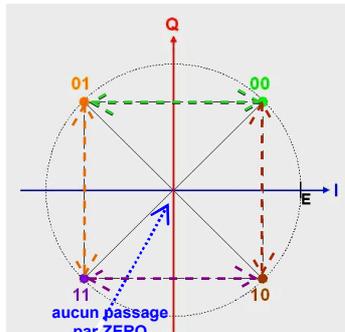
Mode BPSK diagramme de constellation

- ◆ Inconvénient majeur : changement rapide d'amplitude entre les symboles en raison de la discontinuité de phase, ce qui nécessite une bande passante infinie !!
- ◆ La modulation par déplacement de phase binaire (BPSK) présente de meilleures performances que l'ASK et la FSK.
- ◆ La BPSK peut être étendue à un schéma n PSK, utilisant plusieurs amplitudes et phases sur différents états.
- ◆ DPSK : modulation par déplacement de phase différentiel.

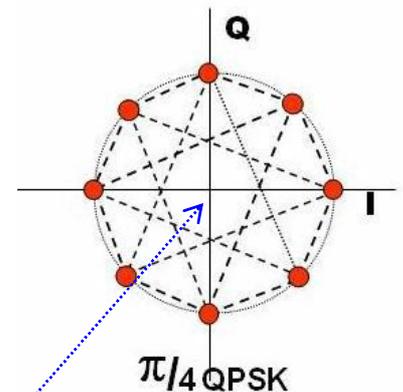
Tandis qu'ici elle varie de 90°



Mode QPSK de base

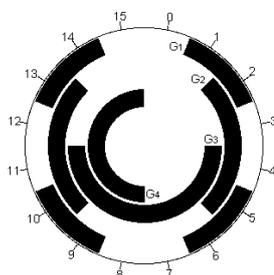
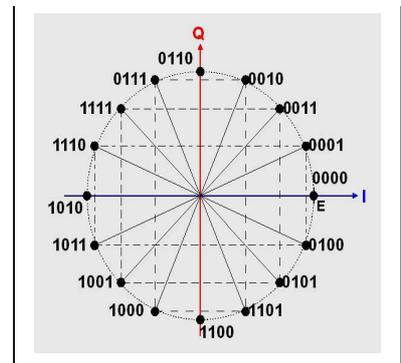


Mode Conventionnel QPSK



- ◆ Le PSK conventionnel ayant des transitions par zéro (c'est-à-dire une transition de phase de 180°), des amplificateurs hautement linéaires seront nécessaires.
- ◆ En QPSK décalé, les transitions de phase sont limitées à 90°, ainsi les transitions sur les canaux I et Q seront elles aussi décalées.
- ◆ La modulation en quadrature (QPSK) peut être interprétée comme deux systèmes BPSK indépendants (un sur le canal I et un sur le canal Q), donc de mêmes performances, mais avec une bande passante deux fois supérieure.
- ◆ En QPSK- $\pi/4$, l'ensemble des points de constellation seront commutés de telle sorte que les transitions par zéro ne peuvent se produire.
- ◆ Tous les schémas QPSK nécessitent des amplis, de puissance hautement linéaires.

Ici un n PSK avec indication de la valeur binaire du point commuté



Remarquons que dans le dessin ci-dessus, en passant d'un chiffre binaire au suivant, il n'y a toujours qu'un seul bit qui change d'état.

Nous avons découvert le code Grey ou binaire réfléchi.

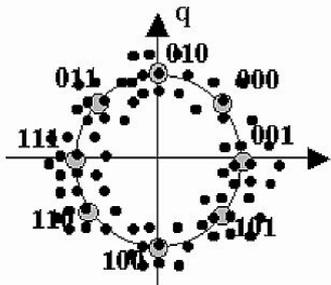
Utilisé couramment dans l'industrie comme pour la roue codeuse angulaire ci-contre.

2 Le diagramme de Constellation.

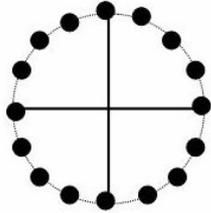
convient au PSK - QAM

Les modulations numériques à déplacement d'amplitude et de phase le QAM.

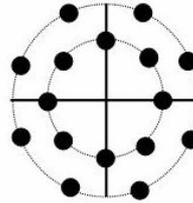
Cette fois c'est L'AMPLITUDE ET LA PHASE qui varient !!



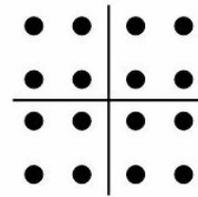
avec bruit



Sous la forme Mode 16MPSK



Sous la forme Mode 16APSK



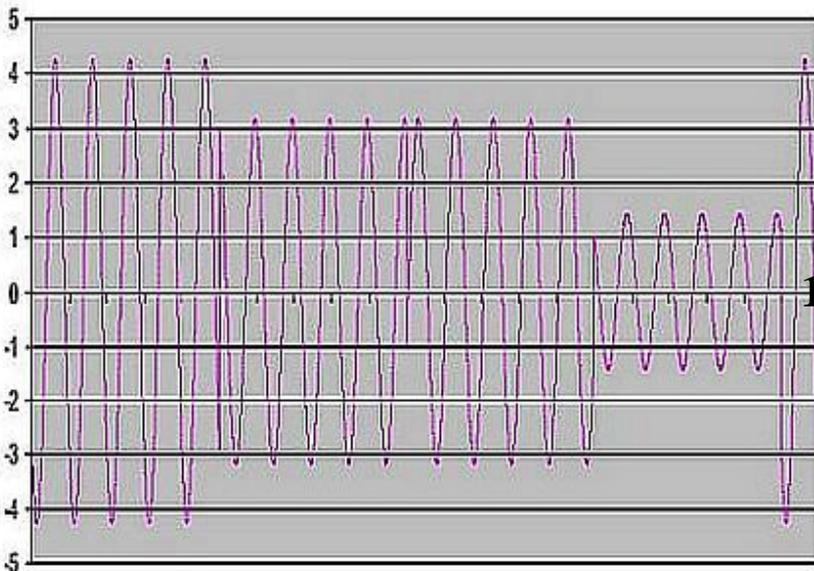
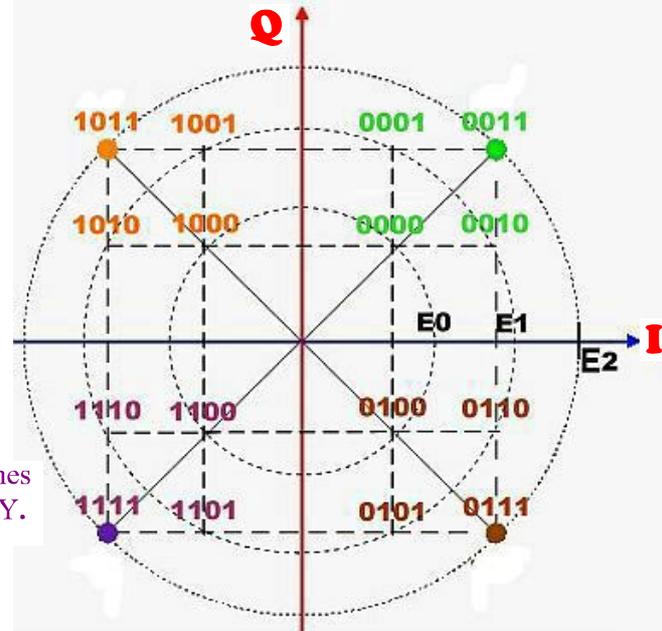
Sous la forme Mode 16QAM

Ici avec une modulation 16QAM.

Cad sous 4 bits Chaque bit pouvant prendre 2 valeurs 0 et 1 ce qui donne 2^4 - soit bien 16 !

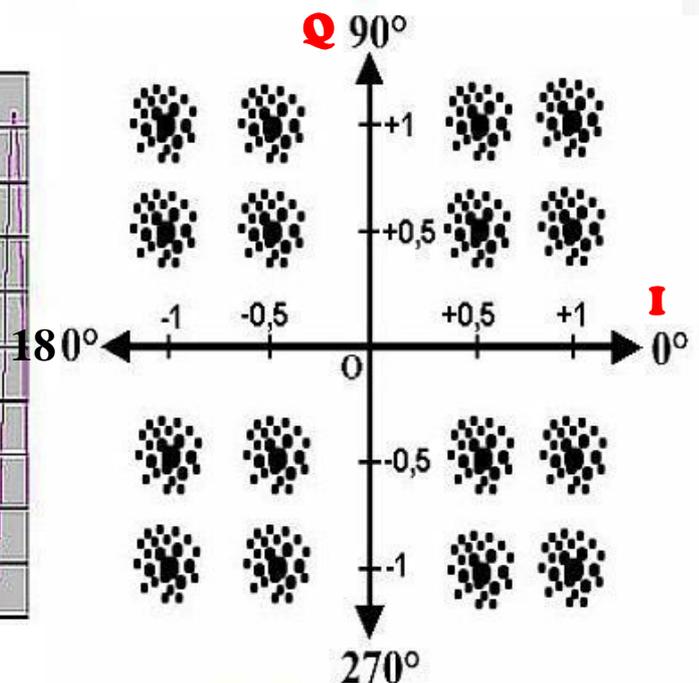
Les points se déplaçant alors sur trois cercles.

On y retrouve les mêmes règles du CODE GREY.



Ici l'oscillogramme d'un signal 16QAM

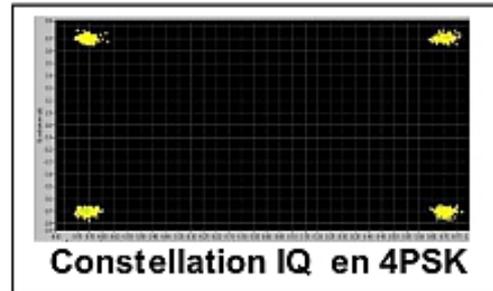
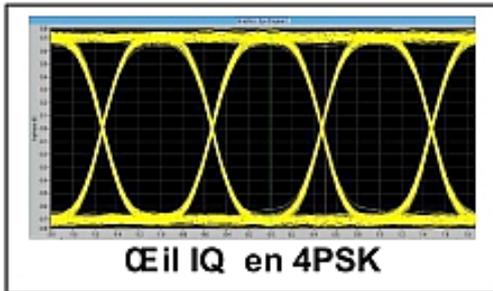
on y distingue bien les sauts d'amplitudes et de phases



Offert en prime "QUELQUES SIMULATIONS" de diagrammes, obtenu à l'aide du logiciel **WinIQSIM** de chez Rohde & Schwarz.

Logiciel gratuit et disponible sur la toile, (mais attention - à ne pas mettre entre toutes les mains - cela décoiffe...)

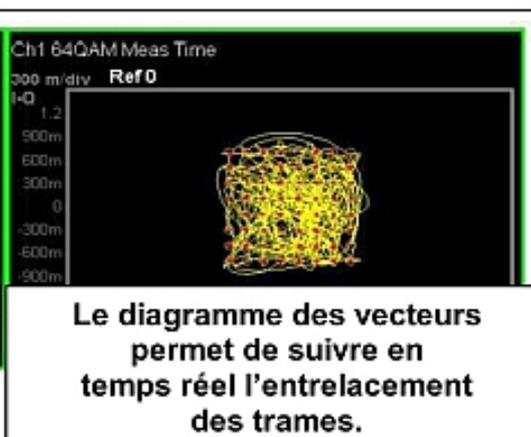
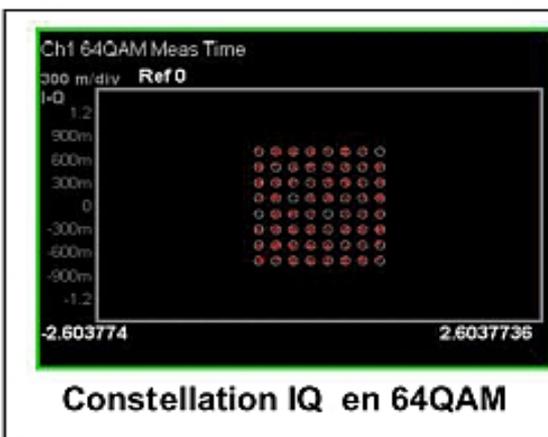
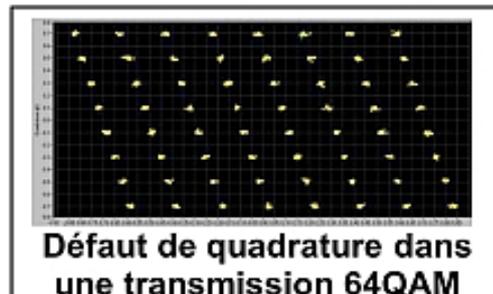
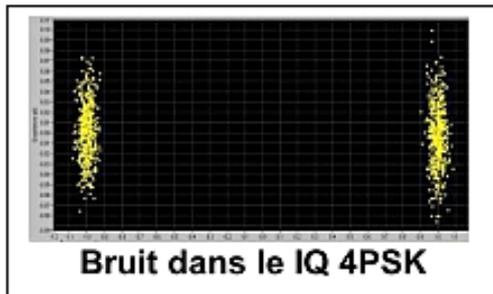
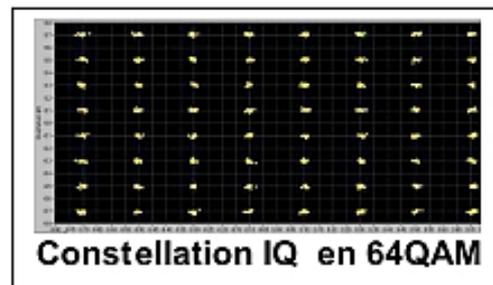
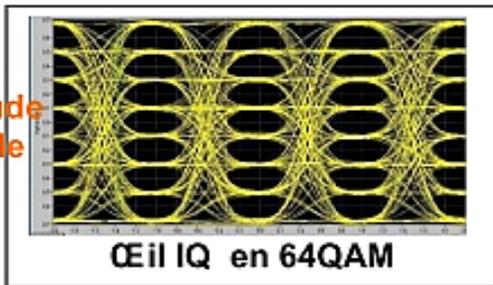
L'oeil convenant très bien au FSK (rtty - mfsk gmsk ...)



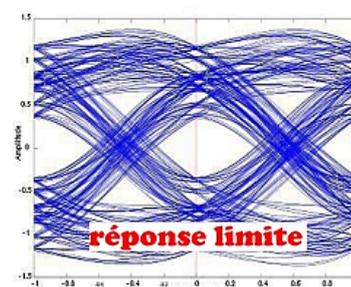
Et la constellation au PSK (psk - qpsk npsk - qam ...)

les deux méthodes pouvant se compléter.

Amplitude variable



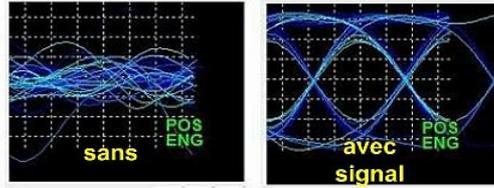
Oeil ouvert = bonne réception
Oeil fermé = mauvaise réception



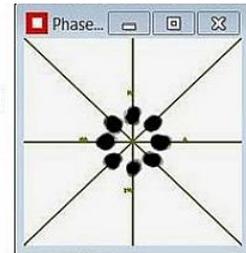
Qlqs essais réalisés sur mon propre équipement.

Le NAVTEX étant compatible avec le « SITOR B ».
..Cela marche aussi..
...pour prendre les..
...News sur SVO.

Ici avec Kg NAVTEX.



Et ici, du Stanag avec Sigmira.

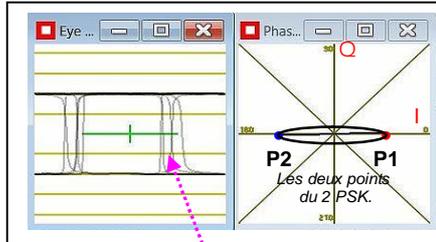
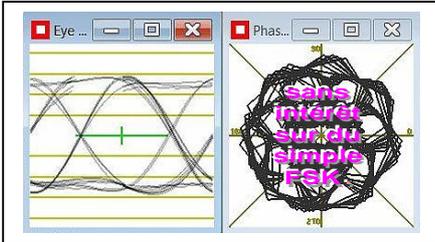


FUG sur 8453 kHz en 600 longs 5 N 1

Je rajoute RTTY sur « DWD »

PSK 31 sur 14070

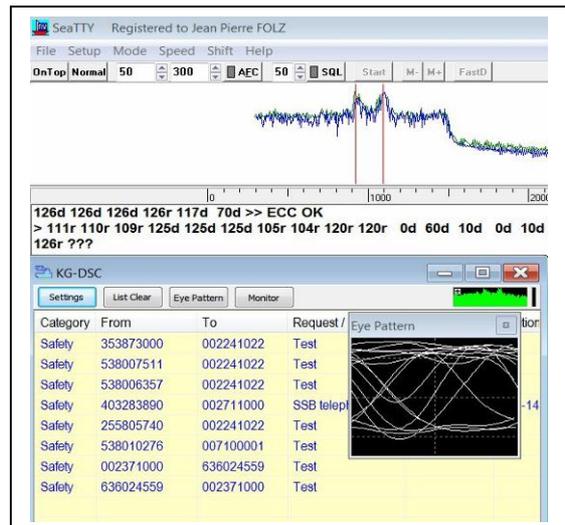
"Sigmira" ne semble révéler ses caractéristiques qu'avec une Radio SDR!



Attention durant la manipulation j'ai commis un impair qui m'a provoqué un étrange phénomène!
- Réponse en fin de l'article.

Comparaison entre SPECTRE et DIAGRAMME de l'ŒIL. (Rx faite sous SDR)

La comparaison n'est pas totalement rigoureuse, car faite avec deux logiciels différents.
Le spectre sur Kg DCS lui devenant quasi inutilisable...



Ici, Kg DSC refuse de décoder!
Par contre, SeeTTY décode - mais en affichant des « CRC false ».

Sur le terrain, des logiciels comme " Hoka, Crypto, Wavecom ou Signal Analyser " intègrent d'office ses méthodes comme des outils de travail.

A voir comment l'avènement du SDR va modifier ces tendances...

De nos jours, vous les trouverez sur tout Analyseur de Spectre qui se respecte.



Voyons donc ce problème étrange qui m'est survenu.

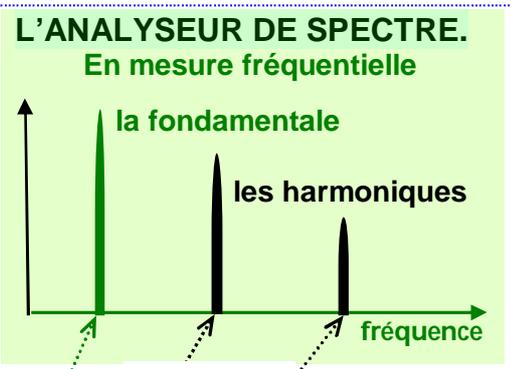
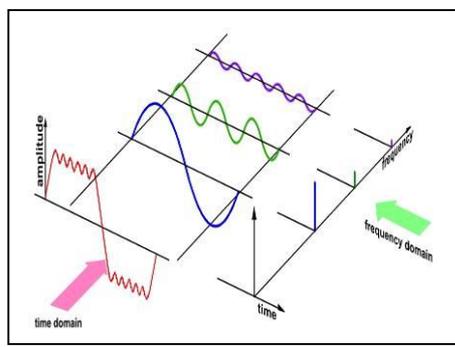
Bonne occasion pour revoir **FOURIER** qui dit la chose suivante :

Un signal de forme quelconque \rightarrow envoyé **FOURIER** et sa FFT \rightarrow donne Une suite d'harmoniques de rang 1 à n.

Et en pratique

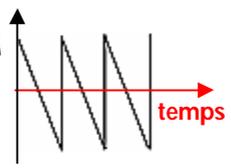
☛ Pour les mesures :

L'OSCILLOSCOPE
En mesure temporelle



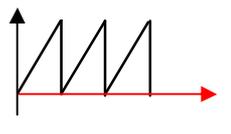
☛ Quelques astuces de base et que l'on fini par connaître :

a Le signal est alternatif



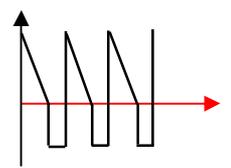
on obtient du $H1 + H3 + H5 + H7 + Hn...$
Fondamental Harmoniques impaires

b Le signal est redressé (en + ou -)



$H0 + H1 + H2 + H4 + H6...$
Composante Fondmt. Harmoniques paires
continue + ou -

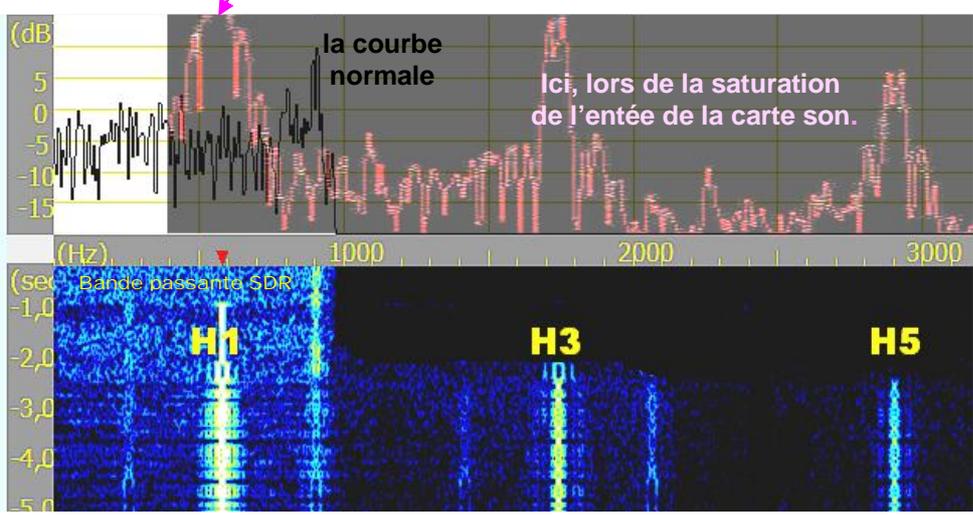
c Le signal est quelconque



la somme de l'ensemble $H0$ à Hn .

- Mon problème à moi :

Pour obtenir un diagramme en constellation avec des points **P1** et **P2** suffisamment séparés, j'avais déjà remarqué qu'il fallait appliquer un signal de fort niveau.
Ce qui m'a incité à augmenter grandement le gain de la clé. (Le résultat devenant alors bien visible.)
Sauf, que de temps en temps, un autre signal PSK (nettement plus fort) vient perturber le tout en saturant l'électronique de ma carte son (par écrêtage du signe d'entrée) *Regarder donc l'oeil précédente.*
Tandis que Sigmira, fait bien son boulot et m'affiche les harmoniques que je lui envoi par excès de zèle.



Le signal parasite disparu, les harmoniques disparaissent aussi (l'image ci-dessus.)
Une fois de plus le problème c'est situé entre la chaise et le clavier.

Revenons sur cette notion de FFT introduite dans le « Guide du SDR ».

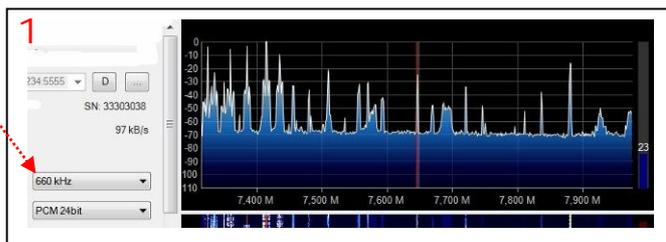
Déjà, bien préciser de quoi qu'on parle – le commun des mortels ayant assimilé ce sigle à la Fédération Française de Tennis - et notre discussion va rester stérile.

Donc, pour notre « Transformé de Fourier » → j'avais bien précisé de NE PAS toucher aux réglages initiaux du programme → ici vous allez découvrir la raison !!

Voyons maintenant comment évoluer dans notre façon de faire.

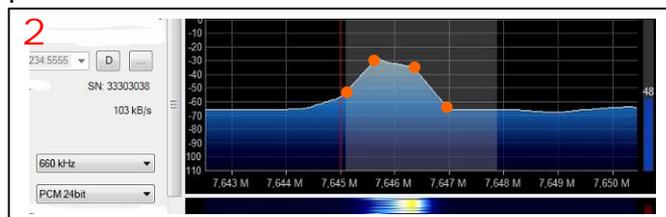
☛ Je prends comme modèle le RTTY du DWD et dont la transmission est bien codifiée.
 (Les émetteurs de Pinneberg me servant souvent comme modèle d'école – le protocole Baudot-ITA2 et HF-FAX étant parmi les plus anciens et surtout les plus simples à assimiler et à identifier.)
 (A voir dans le « Manual of Transmission Methods » de R&S)

J'ai gardé les réglages d'origine - soit 660 kHz en vitesse d'échantillonnage.
 (définie chez moi par le Spy Server)



Et, j'effectue ensuite un zoom afin d'obtenir plus de détails à l'écran.

Malheureusement, je me retrouve qu'avec **quatre** points d'acquisition.
 Ce qui est loin d'identifier notre modulation FSK d'un RTTY.



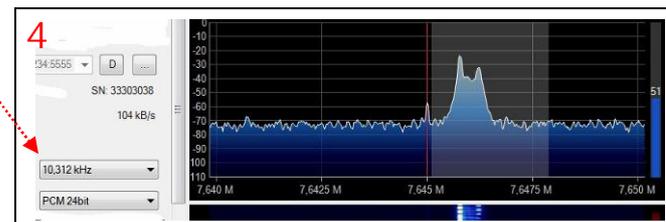
REMEDE nous allons modifier notre BANDE PASSANTE DE RESOLUTION (le RBW - Resolution BandWidth) **afin de resserrer les points affichés à l'écran.** **Une notion à bien maîtriser.** #

Je descend une première fois à 41,25 kHz.
 On commence à distinguer les deux raies.



Puis une deuxième fois à 10,312 kHz.
 (descendre ici plus bas n'aura plus de sens)

Et la voila "notre modulation FSK" !!!



C'EST LÀ QU'APPARAÎT LE PROBLÈME. LA RAISON : vous venez de dérégler vos réglages initiaux.
Vous allez arrêter votre ordinateur sans être revenu à vos réglages d'origine (ici le 660 kHz) et, ce sera au redémarrage le lendemain où l'on risque de découvrir un affichage boiteux !

Le problème typique des modifications de configuration (surtout si celles-ci se font la nuit lors des mises à jour automatiques) **Qui n'a pas déjà eu de telles surprises ?**

Je rappelle aussi que 80 % des causes de problèmes se situent entre le clavier et la chaise.

Personnellement j'ai comme habitude de me faire des annotations sur feuille de papier - ce qui présente le gros avantage de pouvoir être consultés même sans ordinateur.

*Une archive papier pouvant être consultée même sans être connecté (sous réserve de la retrouver - hihi)
 Le jour où vous aurez à reconfigurer vos programmes après une réinstallation du système ...*

Votre logiciel, lui va calculer la FFT sur la partie visible à l'écran.

Ainsi, en fig. 1, le nb maximum de points échantillonnés va être réparti sur 660 kHz [Ce nb maxi de point dépendant de votre hard !]
 Tandis qu'en fig. 3, ils ne vont être répartis que sur 10,3 kHz → **et vont donc automatiquement être plus rapprochés entre eux.**

Alors, un petit rappel matériel s'impose :

Vous savez déjà qu'il existe des fichiers WAV en IQ et d'autres en Audio –

Par contre vous ne savez pas en quoi vos wav ont été enregistrés ?

👉 LE PROBLEME DE L'ENREGISTREMENT.

Votre sortie audio SDR doit être reliée le plus directement à l'entrée du logiciel de décodage **afin de n'introduire aucune distorsion !**

(Le VAC faisant cela proprement en **commutant au niveau du mixeur audio.**)

Par contre je pointe du doigt les **niveaux de tension appliqués impunément** sur cette seule et unique entrée.

Problème qui a déjà provoqué bien des casses matériels.

Pour moi, entrer sur une prise micro me pose un problème de fond → en effet, je ne me fais aucune idée sur ce que l'étage préampli de mon PC va me fabriquer comme sal...rie.

En plus, l'entrée ligne ayant elle disparue - on se retrouve avec des amplis qui sont munis d'une "sorte de CAG" permettant d'adapter l'amplification au niveau du signal reçu en entrée.

➤ Et l'on ne maîtrise PLUS RIEN !

A l'inverse de la carte son issue des vieilles tours et où l'on retrouvera encore cette entrée ligne.

Pour plus de détails voyez les gens spécialisés dans l'audiophile.

⚡ Par contre éviter à celle-ci de lui faire calculer une FFT - sa fréquence d'échantillonnage étant souvent trop faible, vous allez avoir des ennuis avec Shannon !!

⚡ Même remarque avec les petites cartes son USB à 20 sous.

⚡ Sauf si vous aimez la bidouille - OK prenez une clé à 5 sous 🖱 **le désastre sera limité...**

Pour effectuer un enregistrement sous SDR#, **utiliser le volet « Recording »**

Une bonne idée : une fois l'enregistrement terminé, vous faite de suite une relecture (afin de bien vérifier que tout se soit passé correctement).

Et bon à savoir : Tout fichier I Q porte **un en tête** (à la manière d'une image avec son Exif) qui lors de la lecture fournira au décodeur les données de réglage d'origine.

En cas de problème - attendez-vous à voir des spectres bizarres !!! **Typique avec Wiki !!**

👉 L'UTILISATION EN « ANALYSEUR DE SPECTRE »

Ici le problèmes crucial reste la qualité des amplificateur, "les bras" de l'analyseur, (comme pour un oscilloscope)

Citons

- ⊗ Sa linéarité de l'amplification (c'est quand même un appareil de mesure !!)
- ⊗ Sa dynamique et le taux de réjection en mode commun,
- ⊗ Le bruit (l'échantillonnage étant quasi présent partout et fait du bruit !!)

avec

- des mesures aux curseurs et des calculs/conversions multiples...
- la vérification de la conformité à une norme, vous la sélectionnée dans un menu et l'affichée direct à l'écran, **le seul problème que je connaisse** → et, au premier coup d'œil vous voyez le résultat ... et bien autres ...

Pour les plus curieux, j'ai joint au paquetage une série d'extraits de documentation du constructeur R & S.

Je termine sur une remarque générale qui a déjà fait couler beaucoup d'encre.

Vouloir faire fonctionner deux (ou +) de cartes son identiques, deux (+) mêmes instances de câble virtuel ou/et idem deux (+) fois le même programme (sauf peut-être pour un programme portable ...), le tout en parallèle et sous Windows EST AVANT TOUT À PROSCRIRE !!

Il existe bien des solutions (malheureusement plutôt hasardeuses à mettre en œuvre.)

Le problème relevant plus du domaine de l'architecture des ordinateurs et systèmes. Et là, on change totalement de monde → pour moi, HORS SUJET dans des mémos qui portent sur la radio SDR et le diagramme de l'oeil. Voyez plutôt les gourous des temps moderne...



PROBLEME D'INSTALLATION : communément appelé problème de CEM.
 (CEM - Compatibilité ElectroMagnétique *totalemnt ignoré par les utilisateurs lambda.*)
 Un peu d'historique - à l'époque de la TSF (encore à lampe) l'on parlait de parasites et "le PRO" vous conseillait de placer un condensateur à tel ou tel endroit.
 De nos jours le spécialiste a appelé cela de la CEM, et il va toujours conseiller de placer des condensateurs. Par contre on va passer huit jours à trouver où les placer!
Redevenons sérieux.
 Vous faites la différence entre une **BOUCLE DE MASSE** et une **MASSE BOUCLÉE** ?
NON → alors je vous renvoi vers un document disponible sur le site de Patrick...
 Vous découvrirez la notion de plan de masse qui permettra de réduire ces boucles de masse ?
 Et une fois ces boucles de réduites, va falloir en créer d'autres dans votre prise de terre ??



Plutôt à l'attention des utilisateurs avancés, ayant déjà de bonnes connaissances en CEM.

Je soulève ici le problème des perturbations que l'on ramasse dans nos installations modernes.

A Votre alim. à découpage (20 - 60 kHz) va générer systématiquement des harmoniques qui vont être injectées dans votre PC (→ le **Mode Commun**).
*Le circuit se refermant à travers les **capa. parasites (en vert)** – vous, vous ne les voyez pas, par contre les électrons trouvent sans problème le chemin de retour.
 Une alim. à 5 sous n'est jamais "propre" !*

A Votre PC, la clé aussi, vont générer des ondes perturbatrices (à qq GHz) et l'ensemble va se mettre à rayonner comme un vulgaire émetteur.

L'ensemble pouvant se perturber mutuellement.



B Si un "buzz" apparaît dans le haut-parleur - celui-ci provient du côté réseau 50 Hz. **Cas typique du MC** qui se reboucle à travers le plan de masse.

C Le découpage allant rayonner au-dessus des 100 kHz !

S'il vous reste un ancien poste PO-GO - baladez le autour de votre installation (cela à déjà rendu bien des services...)

REMEDES

- 1) passer sur une batterie de secours,
- 2) faire une autre tache avec laquelle ce phénomène reste transparent ...

Un dernier conseil :
 Éviter les conseils éclairés de certains OM, qui risquent de vous mener droit au PENAL.



Oui, votre prise de terre comme expliquée dans le « guide Promotélec » (récupéré dans les rayons des bricolages services....), cela fait 50 ans que je la connais.

Elle a été prévue à l'origine pour assurer la PROTECTION DES PERSONNES (**Directive BT**) et non pour assurer une PROTECTION CEM (**Directive CEM**).

Totalemnt différents, et tous le monde vous abreuve de "leurs conseils avisés"...

Terminons sur un petit exercice de synthèse.

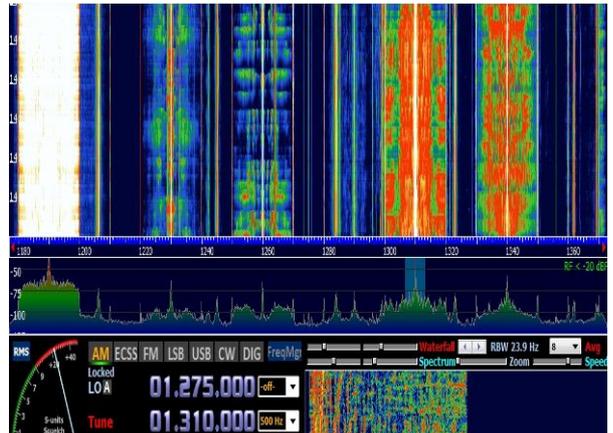
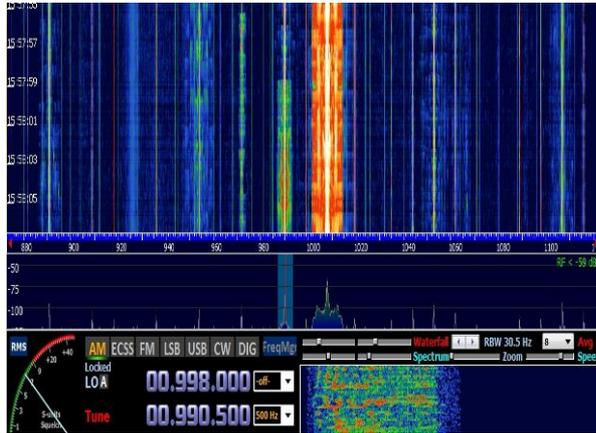
Six fois la même copie d'écran, mais prise dans des conditions différentes ...

Trouvez les anomalies qui s'y sont glissées ?

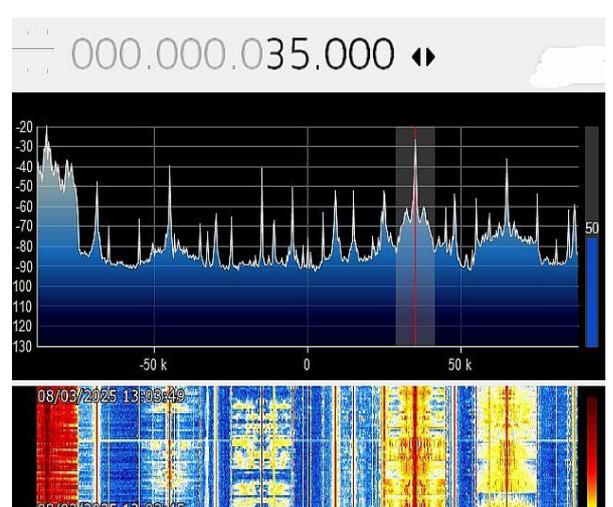
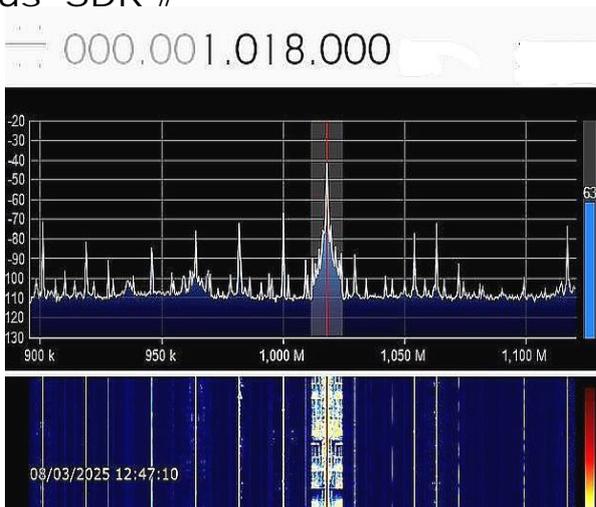
Fichier IQ origine Perseus

Fichier IQ origine inconnue

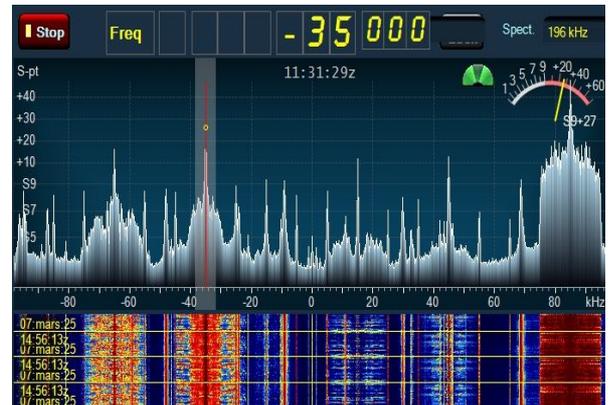
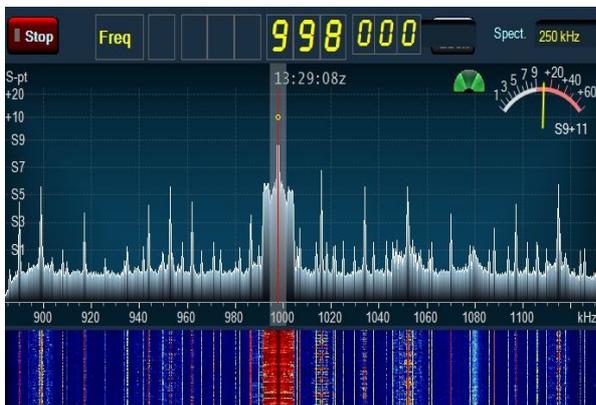
Sous HD SDR



Sous SDR #



Sous Scharper

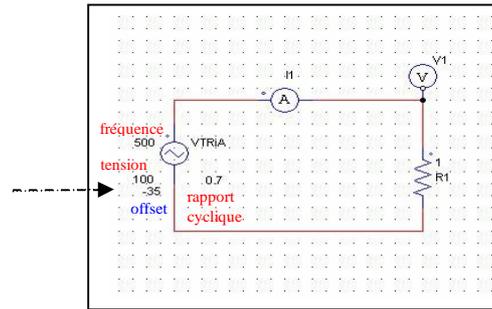


Il y en a même une que moi-même je découvre pour la première fois !

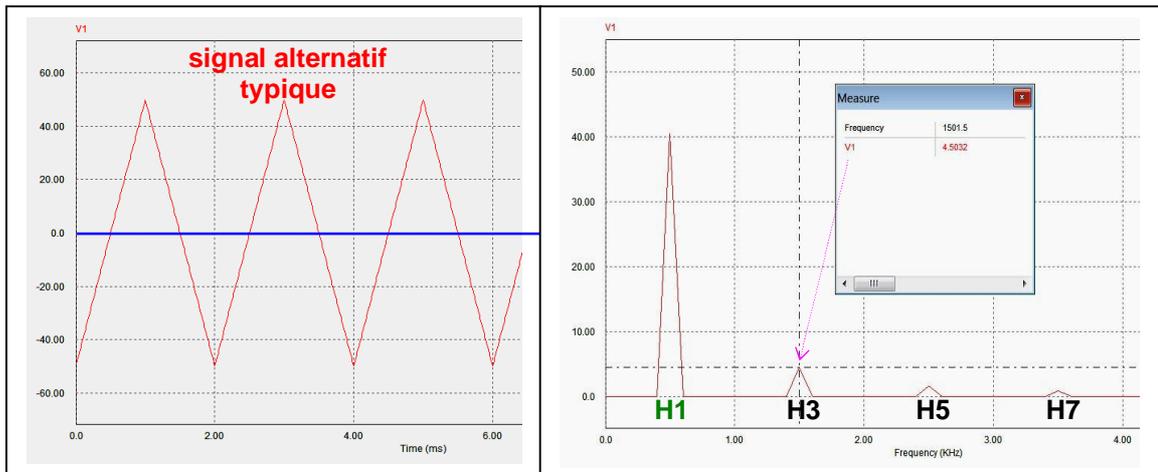
En vérification - une simulation sous P-SIM.

En version « Student et gratuite à l'époque »

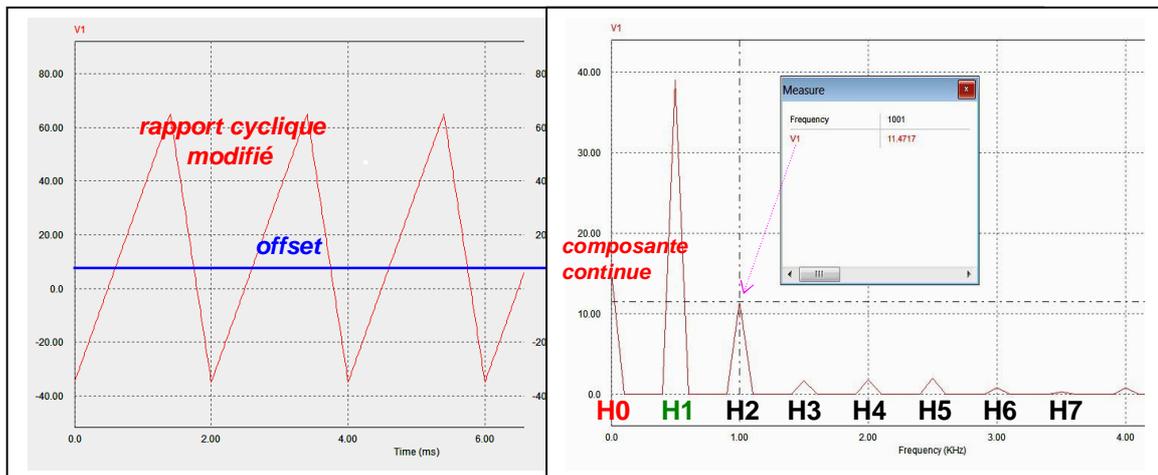
Rien de plus simple :
 J'étudie juste la tension aux bornes
 de la résistance R.
 Cela en fonction des réglages que
 j'introduis dans le générateur de
 tension.



Le cas d'un signal alternatif – ici un signal triangulaire.



Et ici le cas d'un signal quelconque.



Il semblerait que la théorie et la pratique collent pour une fois ensemble.

Notez que pour chaque harmonique il faudra encore déterminer sa phase afin d'avoir son expression mathématique complète.

Ainsi, en triphasé, les H3(R,S,T) vont directement s'additionner, ce qui aura pour effet d'augmenter le courant dans le Neutre (jusqu'à $\sqrt{3}$), d'où une **augmentation de sa section !**

- *Totalement déconcertant pour les installateurs.* -



A vous - si vous avez les moyens de simul. - de tester la version redressée !

Pour les plus audacieux un projet à entreprendre...

Reprendre à votre compte un tableau (vous donne déjà une première ébauche) où vous complétez les colonnes et les lignes selon votre propre expérience.

A réaliser le sous EXCEL – en cas de rajout d'une ligne ou colonne le format se transfère automatiquement. Tant qu'on y est – rajouter dans la première ligne une option de trier par colonne - Tjs très pratique à l'usage.

MODES de modulation	Dénomination d'origine	autres noms	Type de transmission	Gamme d'onde	Bande passante	Spécure (avec photo)
ASK	MORSE	CW				
fréquence vocale	SELCAL					
fréquence vocale	SSTV					
FSK	ARQ	SITOR-A				
FSK	DGPS					
FSK	DSC	GMDSS				
FSK	EFR					
FSK	FACSIMILE	FAX				
FSK	FEC	SITOR-B				
FSK	GTOR					
FSK	NATO-75	LINK 4				
FSK	NAVTEX	appl. du Sitor B				
FSK	PACKET	AX 25				
FSK	FACTOR 1					
FSK	RTTY	BAUDOT				
	SYNOP	SHIP / SYNOP				
MFSK	CIS					
MFSK	COQUELET					
MFSK	OLMIA					
MFSK	PICCOLO					
MFSK	MIL-STD-188-141A	ALE				
2-4-8-PSK	ARINC 635	HFDL				
PSK	Ham PSK / QPSK					
BPSK - QPSK - 8PSK	MIL-STD-188-110A					
QPSK - 8PSK - QAM	MIL-STD-188-110B	STANAG 4539				
DPSK	FACTOR 2					
DPSK	FACTOR 3					
BPSK - QPSK - 8PSK	STANAG 4285					
BPSK - QPSK - 8PSK	STANAG 4529					
QAM	DigiSSTV	DRM SSTV				
QAM	DRM					

Baud

Pas du Scann

Autres

A COMPLETER

Diagram. de ----

Chute d'eau

Et une colonne ANNOTATIONS PARTICULIERES

Exemples de problèmes trop souvent éludés :
Les COMPATIBILITÉS entre Carte Son - mixeur VAC - SDR et DECODAGE.

1.Cas) pour l'AIS - chez moi la carte son doit être configurée d'une façon bien précise (merci à Patrick pour tes annotations – je n'ai pas encore vu de tutos où l'on précisait tous ces détails...)

2.Cas) SIGMIRA avec HFDL - ne décode pas sous un Rx traditionnel (fonctionne avec RTTY et Stanag ??) → suis obligé de passer sous SDR.
 Par contre, décroche si je fais tourner en plus deux logiciels en tâche de fond.
 Pour moi, un Pb d'échantillonnage; suis limité à 48 kHz, → voir même de ressource machine.

3 Cas) RADIO SURE Logiciel de radio par le Net. La totale - modifie tous les réglages par défaut tant carte Son que VAC (et seulement - le comble - sur un de mes PC ???)

Sur la toile vous trouverez beaucoup de ces questions malheureusement peu de réponses ...

En utilisant une Clé SDR tout le monde à accès au domaine des VHF et UHF, vous y trouvez suffisamment de nouveautés permettant de compléter ce tableau. Très intéressant à développer! Ne reste aux plus entreprenants que la volonté de se lancer à l'aventure. En plus, vous y apprendrez encore beaucoup de choses sur les transmissions ...