

# **MODES NUMÉRIQUES**

## **D-STAR C4FM DMR**

***ARALA***

**04 Février 2018**

F5ORE V 180204AM001

# Programme

- Préambule/objectifs/Intérêts
- Débuter en Numérique
- Numérisation de la voix
- D-STAR
- C4FM
- DMR
- Questions / Réponses
- Démonstrations

# Préambule

- Un certain nombre d'OMs utilisent et expérimentent les nouveaux modes numériques dans notre région
- Deux relais multimodes sont en test **F5ZJH** & **F5ZLK**
- Les nouveaux TX sont souvent équipés d'un mode numérique

# Objectifs

- Réunir et échanger sur les expériences acquises
- Harmoniser et organiser les architectures
- Répondre aux questions que se posent les OMs ( En fin de présentation SVP )
- Susciter des nouvelles vocations !

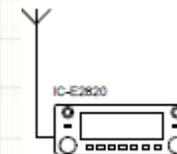
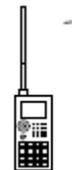
# Intérêts

- Utiliser nos bandes UHF
- Expérimenter , bricoler , hard , soft & réseaux
- Créer un lien entre les différents OMs , trafic , Linux , Raspberry PI , APRS , etc ....
- Utiliser nos TX avec un **modem** pour réaliser hotspot et relais .
- S'ouvrir vers d'autres hobbies (Maker , modèles réduits , Fab Lab , etc. )
- Créer des nouvelles vocations chez les jeunes nés avec le numérique

# Débuter en Numérique (1)

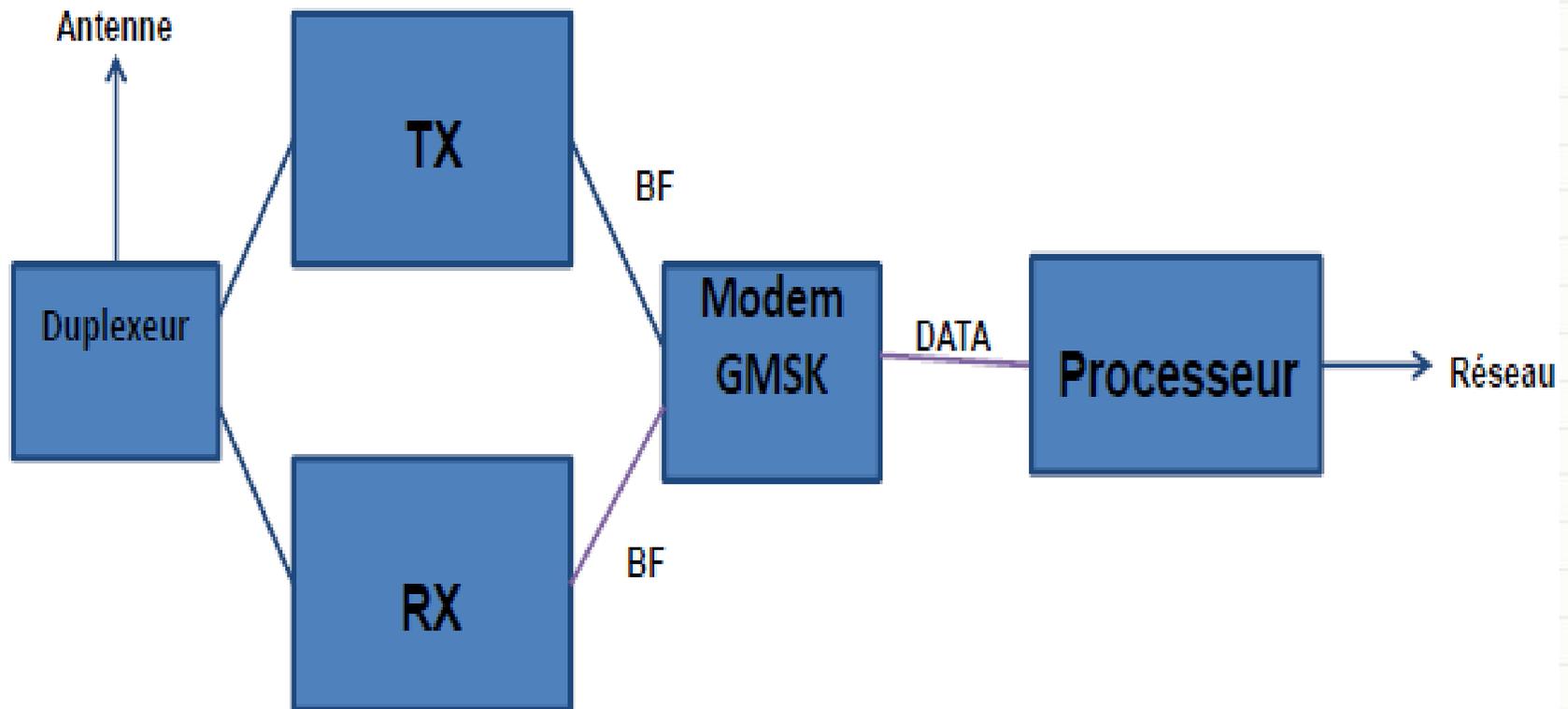
- Inscription :
  - ID-CCS7 Tous modes (DR@F)
  - ID-UStTrust D-STAR Icom G2 (DR@F)
- Matériel :
  - Dongle
  - TX
  - RX SDR
  - Logiciel (DSD+)

# Débuter en Numérique (2)



# Débuter en Numérique (3)

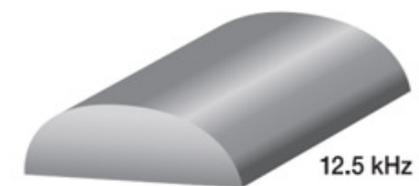
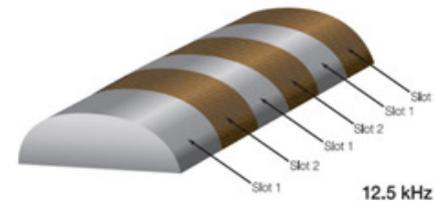
## Exemple de relais OM



# Débuter en Numérique (4)



	D-star	DMR	C4FM
Modulation	FDMA, GMSK	TDMA, 4FSK	TDMA, C4FM
Vocoder	AMBE+	DVSI AMBE+2	DVSI AMBE+2
Vitesse de transmissions	4.8 kbps	4.8 kbps x 2	9600 kbps
Bande passante	6.25 kHz	12.5 kHz	12.5 kHz
Standard	JARL	ETSI	Yaesu
	Icom Kenwood	Motorola, Vertex, Tait, HYT,...	



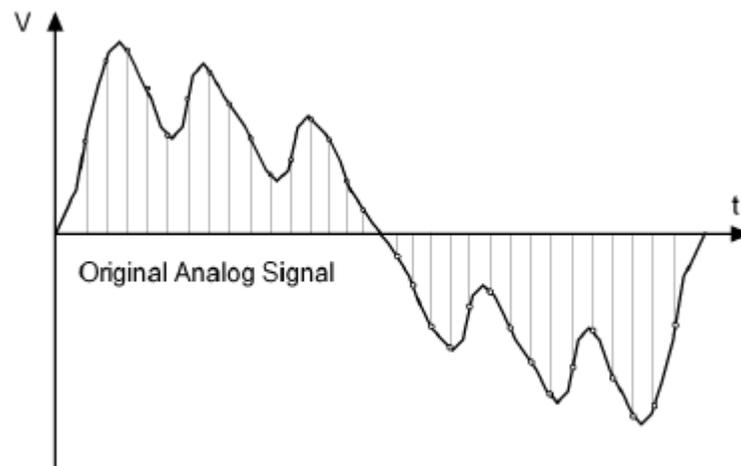
# Numérisation de la voix

- F5VCV

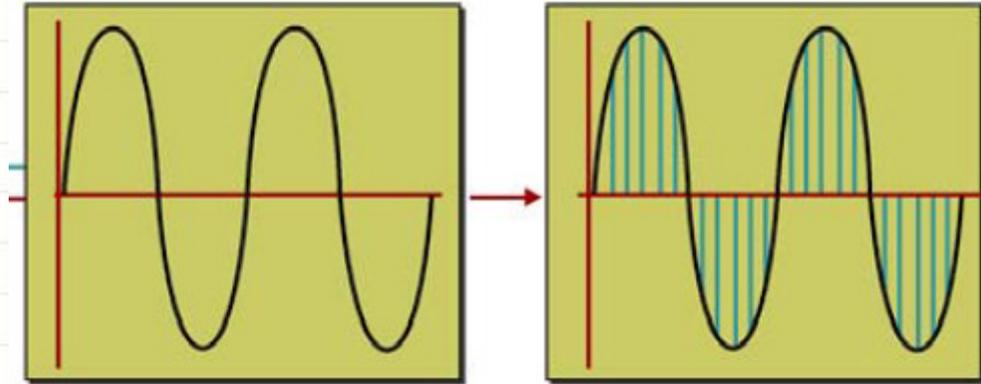
- *L'amplitude du signal analogique BF est mesurée à une fréquence de 8kHz ( 2x la bande passante BF voix de 4kHz ) et quantifiée sur 16 bits (65535) d'où  $16 \times 8000$  (échantillonnage/seconde) = 128KB/s dans une BP 12,5KHz pas possible d'où CODEC AMBE ou algorithmes mathématique sur DSP etc pour arriver à 4800 ou 9600 b/s*
- *FDMA (Frequency Division Multiple Access Il s'agit d'un découpage en bandes de fréquences de manière à attribuer dynamiquement une partie du spectre à chaque utilisateur) & TDMA (time division multiple access permet de transmettre plusieurs flux de trafic sur un seul canal ou une seule bande de fréquence, utilise une division temporelle )*

# Numérisation de la voix (1)

- L'oreille humaine peut détecter  $> 20$  KHz
- Voix  $> 9$  KHz
- La numérisation se limite à 4KHz
- $\Rightarrow$  Taux d'échantillonnage de 8KHz



# Théorème de Nyquist



- Pour pouvoir restituer un signal d'une fréquence  $f$ , l'échantionnage minimal doit être de  $2xf$ .
- (Slide a ne pas activer)

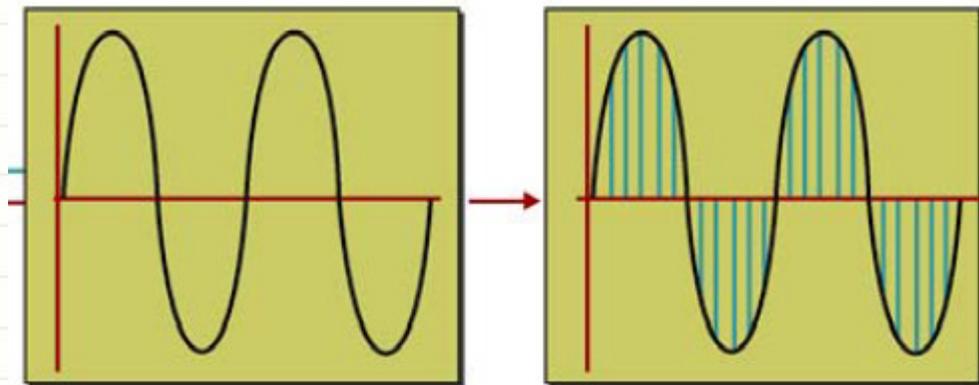
# Numérisation de la voix (2)

## Vocodeur (ou codec) :

- **ABME+** (D-Star) **ABME+2** (DMR, Fusion)
- Codebook-Based Vocodeurs
- Forward Error Correction
- **GSM** Utilisé par Echolink (ancien codec téléphonie, asterisk, tel mobile)

# Numérisation de la voix (3)

Voix – Numérisation - Transmission

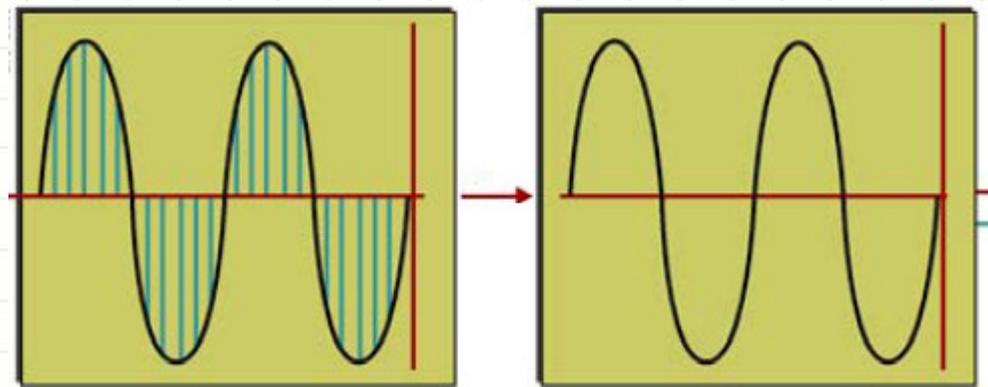


10101011100010 >>>>

# Numérisation de la voix (4)

Et à la réception

10101011100010 >>>>



# Le D-STAR

- DIGITAL
- SMART
- TECHNOLOGIES for
- AMATEUR
- RADIO

# D-STAR: Historique (1)

- 1999: **Projet Initié par la JARL** (*Japanese Amateur Radio League*)
- Icom Inc. A été choisi pour étudier le système.
- 2001: Les spécifications sont publiées.
- 2003: Icom propose l'ID1 et le ID-RP1.
- 2005: Icom propose les liens 10GHz
- 2007: Icom propose les IC-2820 et ID-RP2C/D/V
- 2007: K5TIT organise le réseau mondial
- 2008: Icom propose le IC92D et GW V2

# D-STAR: Historique (2)

- 2008: En France, les associations demandent l'autorisation de modulations dont le F7W → Refusé.
- 2009: Satoshi Yasuda conçoit le premier Modem « OM »
- 2010-2012: de nombreux logiciels libres apparaissent
- 2010 G4KLX diffuse la gateway pour ircDDB
- 2012: **Autorisation de la modulation F7W en France (ARCEP n°2012-1241)**
- 2013: sortie du ID-51E, du IC-7100
- 2014: sortie du ID-5100 et son APP Android RS-MS1A
- 2014: ID-51+ « Anniversary Edition »
- 2016: **Kenwood sort un TX avec DSTAR**

# D-STAR: qu'est ce que c'est ?

- D-STAR est un standard de radiocommunications numérique destiné aux radio-amateurs.
- D-STAR véhicule de la voix (DV) et des données.
  - La voix est compressée par un codec **AMBE 2000** (*Advanced Multi-Band Excitation*) développé par DVSI. (*Digital Voice Systems, Inc*)
    - Il est déjà approuvé par l'ITU-R pour Inmarsat, Iridium, Thuraya...
    - Et une évolution (**AMBE+2**) pour l'APCO 25ph2, la DMR, le C4FM et la dPMR ...
- Les données peuvent être transmises avec la voix.
  - 2400 bits par seconde pour la voix.
  - 1200 bits pour la correction d'erreur.
  - 1200 bits libres pour la signalisation et les données.
    - L'indicatif est transmis automatiquement dans l'en tête

# D-STAR: les types de communications

- Simplex (peer to peer).
- Via relais transparents.
- Via relais numériques.
- Via relais linkés en IP.
- Possibilité de link multiple avec les Réflecteurs
- Disponible en VHF, UHF 400 Mhz et *(1200 Mhz)*

# D-STAR: Les possibilités

- **Transmission :**
  - De la voix
  - La voix + données
  - De mini messages
  - De positions GPS
- **Conversion de messages GPS au format APRS : Le D-PRS**
- (Nouveau: avec le ID-51+ débit de données X3)

# D-STAR: Un peu de technique

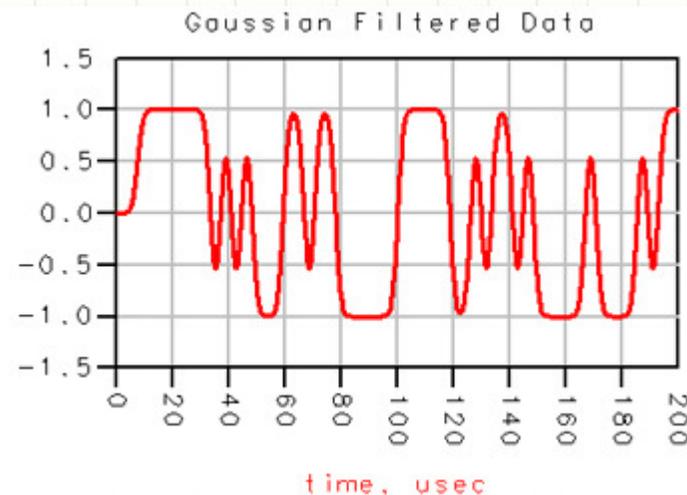
- Le mode DV utilise une modulation GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying* ou modulation à déplacement minimum gaussien )

$$f(x) = ae^{-\frac{(x-b)^2}{2\sigma^2}}$$

- La modulation s'appelle **6K00F7W**
  - 6.00 Khz de largeur
  - F = Modulation de fréquence
  - 7 = Plusieurs canaux
  - W = Combinaison de plusieurs types d'informations

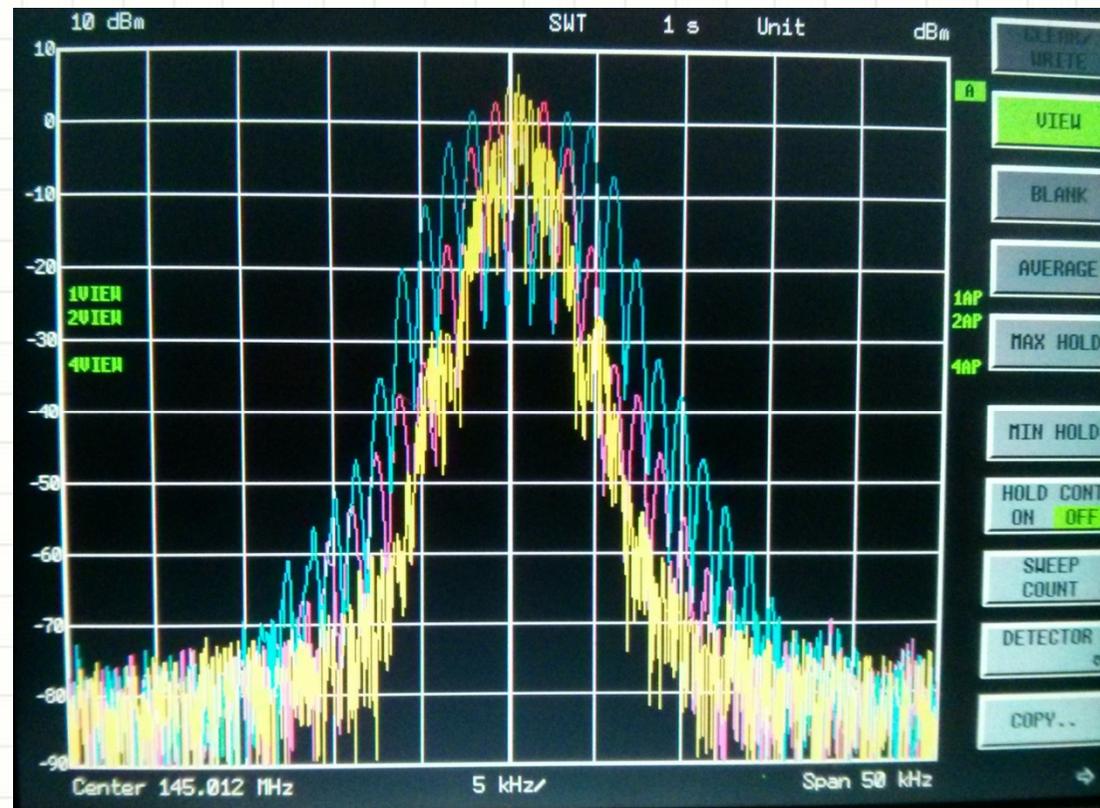
# D-STAR : La modulation GMSK

- GMSK = Gaussian Minimum Shift Keying
- Bt 0.5 = rapport Delta-F sur débit (index de mod.)
- Modulation à enveloppe constante



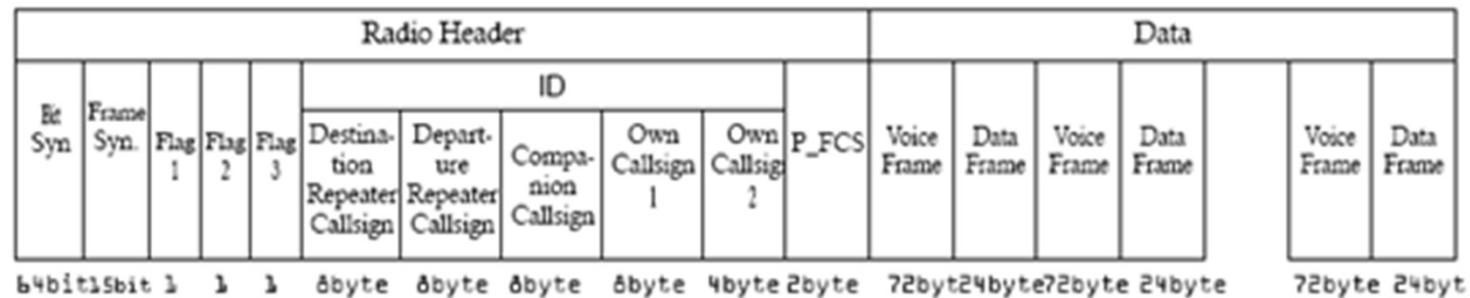
# D-STAR : Spectre de la Modulation

- GMSK en Jaune
- FM étroite 12.5Khz en Violet
- FM large 25 Khz en Bleu



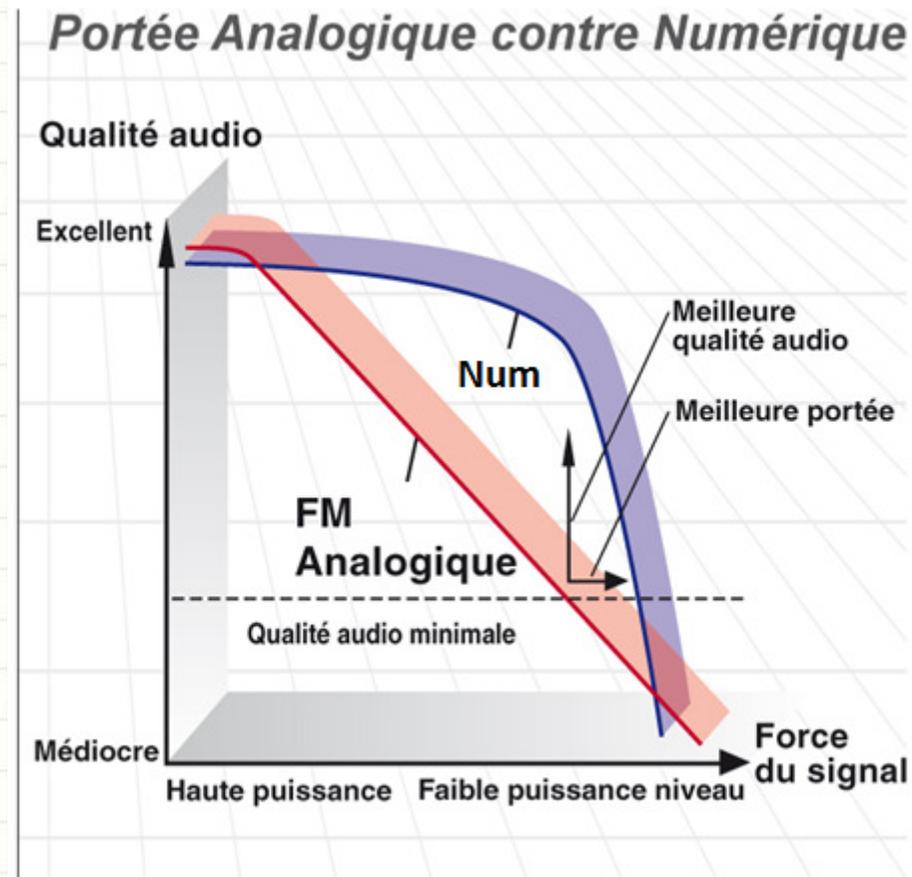
# D-STAR : Structure des trames DV

2.1.2 Frame structure of voice packet



- L'en tête contient 4 indicatifs
- Les trames vocales font 72 octets
  - 6 octets correspondent à 20ms de parole
- Les trames de données font 24 octets

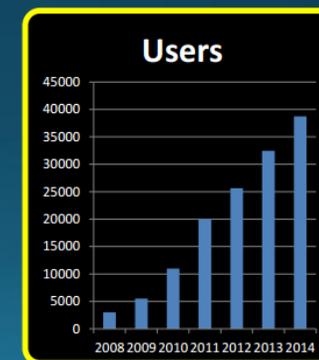
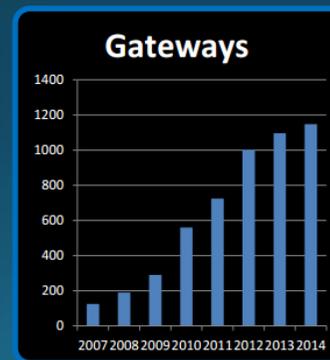
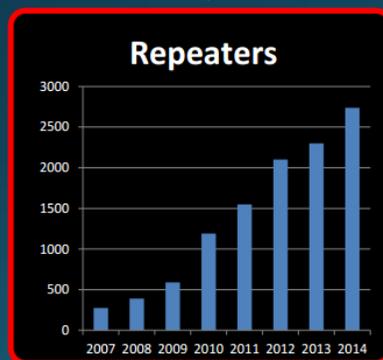
# D-START : Analogique / Numérique



# D-STAR: un phénomène mondial

- Parti de rien en 2005...
- Plus de 38 000 utilisateurs
- Plus de 2 700 répéteurs
- Plus de 1100 passerelles (source CSRA 2015)

- As of January 1, 2015 – 1,147 DPlus Gateways, over 2,738 Voice Repeaters, 225 Data Modules and 38,724 registered users on US Trust Server.
- Over 1,200 repeaters in US

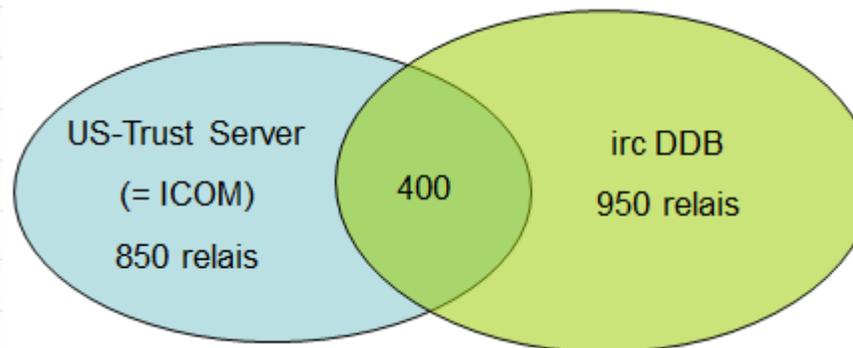
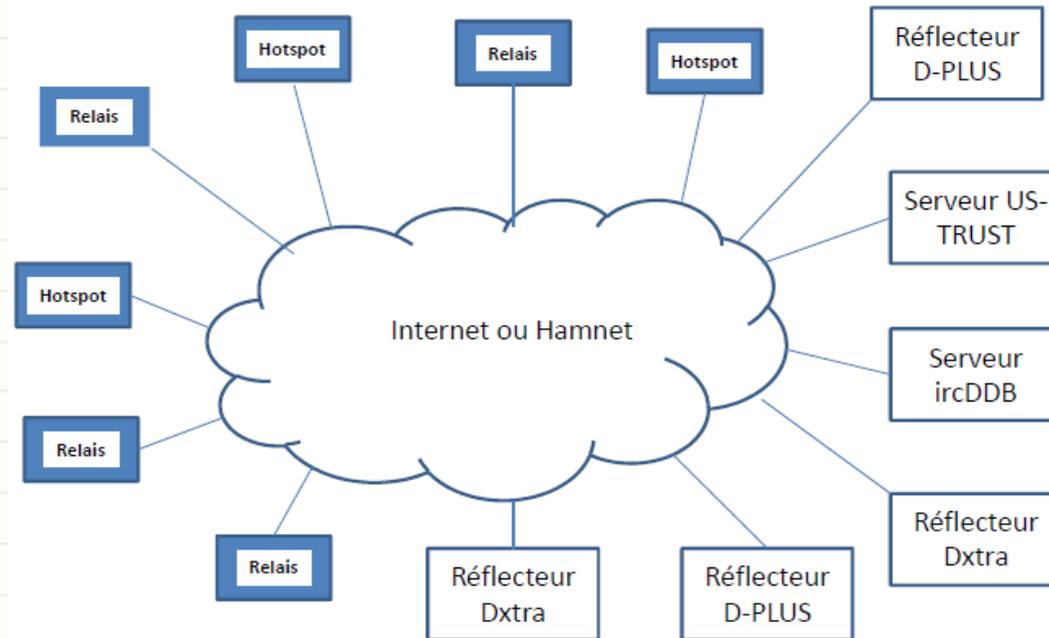


# D-STAR: Réseaux & Réflecteurs (1)

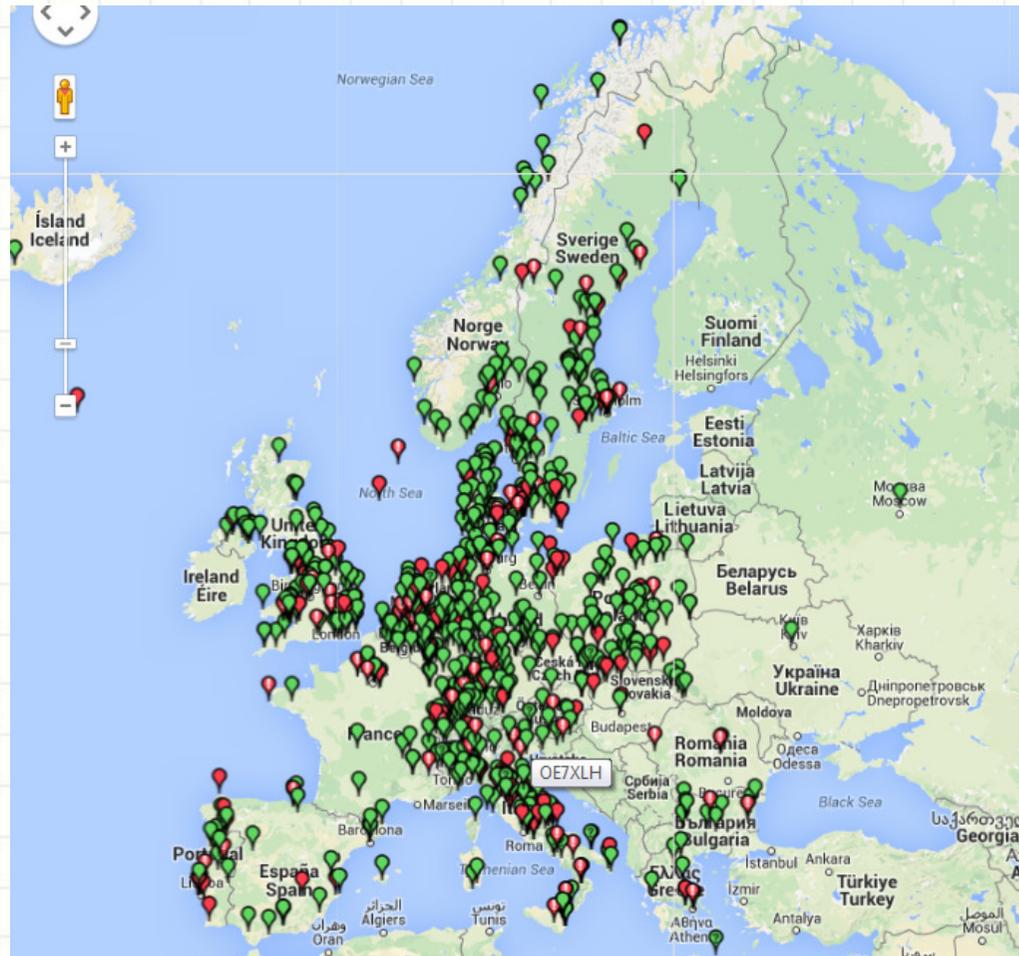
- Réseaux:
  - USTrust G2 système ICOM
  - DPLUS de AA4RC
  - le X.net (« world wide »)
  - ircDDB le système alternatif open-source
  - QuadNet ( ircDDB utilisateur )
- Réflecteurs:
  - DPlus(Ref); DExtra(Xrf) ;DCS(DCS) > D-STAR
  - XLX > Multiprotocole

# D-STAR: Réseaux & Réflecteurs (2)

## Le réseau D-Star Mondial



# D-STAR en Europe



# Le C4FM

- Continuous
  - 4 level
  - FSK (Frequency Shift Keying )
  - Modulation
- 
- (C4FM est un mode de modulation du type modulation de fréquence avec 4 porteuses en continu.)

# C4FM: Historique

- C'est le mode numérique le plus récent !
- Après D-STAR (1999) DMR (2012)
- C4FM « lancé » par YAESU en 2013
- Yaesu parle souvent de « FUSION » il s'agit du passage progressif d'un système analogique vers un système numérique
- Le C4FM s'appuie sur le WIRE-X point d'accès simplex Yaesu

# C4FM: Performances

- Qualité audio exceptionnelle ( haut débit et nouveau codec)
- Très robuste ( surtout en mobile )
- Simple à utiliser !!
- Banques de données pour OM sur Wires-X
- Les professionnels s'orientent vers le C4FM ( ou voisin ) , on va déjà vers la fin du GMSK
- Simplex , Nodes , Hotspot ( Linked ou pas )

# C4FM: les types de communications

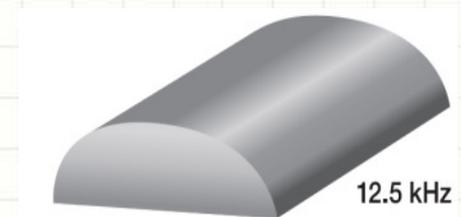
- Comme le D-STAR voix et données
- Simplex ou Relais
- > Particularités DN ou VW (meilleur Audio)

Mode	Bit Rate	Voice	FEC	Bandwidth	Notes
Fusion DN	9,600	2,400	1,200	12.5 KHz	Greater FEC = +Range
Fusion VW	9,600	4,800	2,400	12.5 KHz	Better audio, lower FEC, less data

# C4FM : un peu de technique

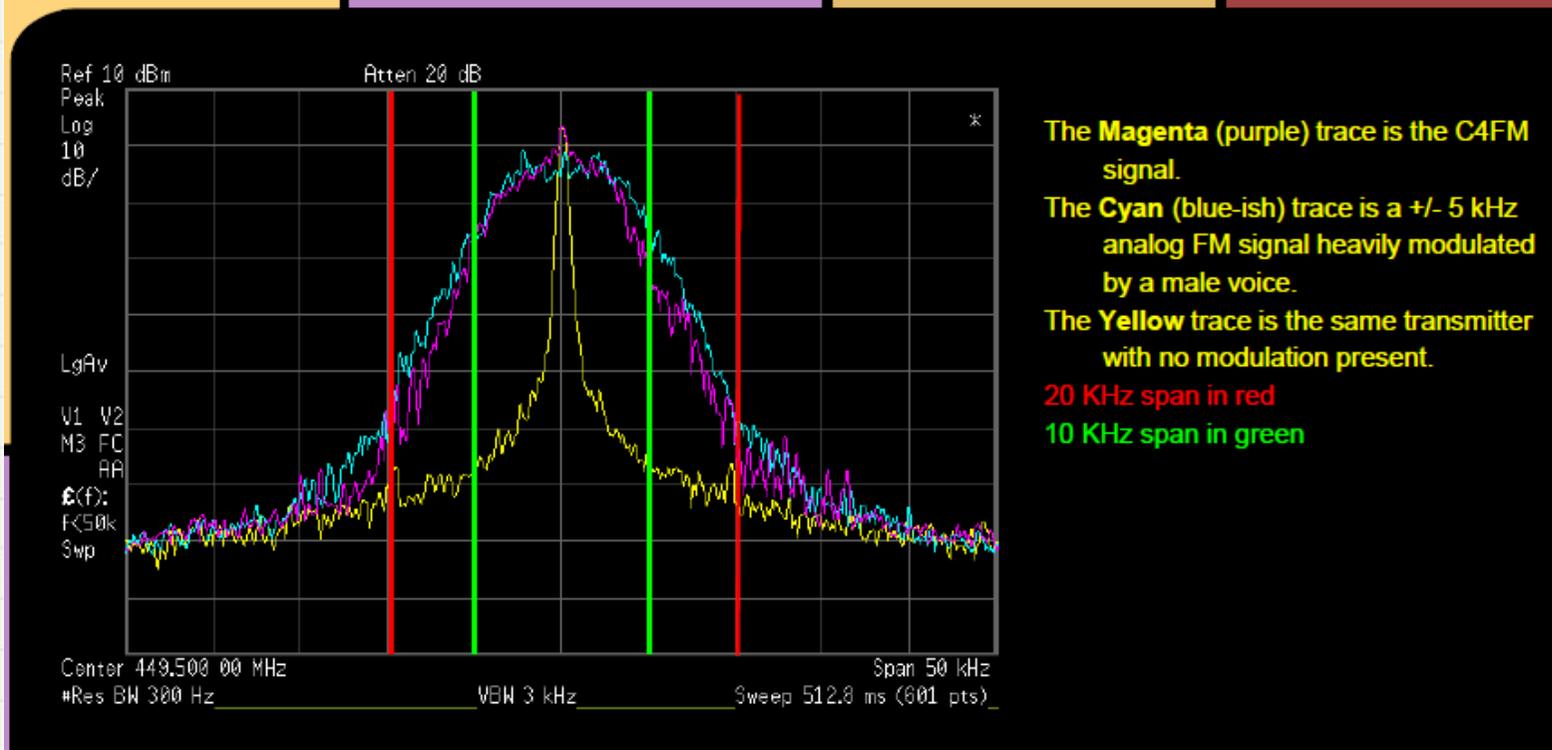


	C4FM
Modulation	TDMA, C4FM
Vocoder	DVSI AMBE+2
Vitesse de transmissions	9600 kbps
Bande passante	12.5 kHz
Standard	Yaesu



# C4FM : Spectre de la Modulation

## C4FM Spectrum



# C4FM : Principe (1)

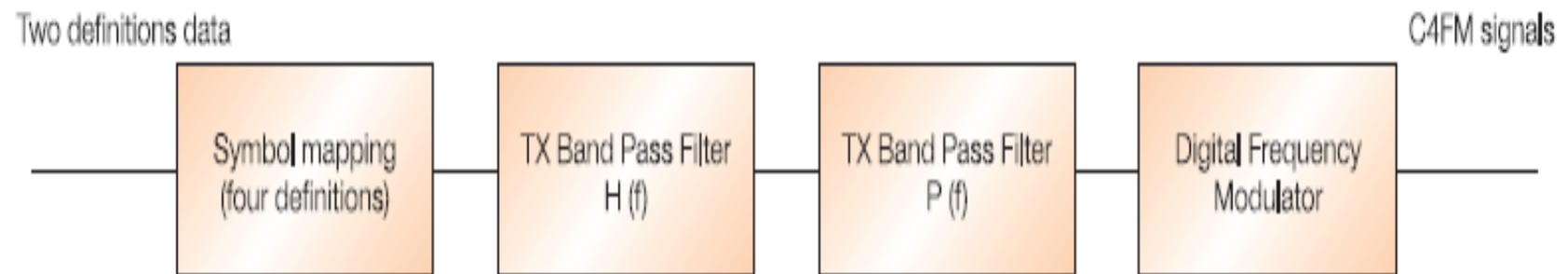


Fig. 3 Principle of the C4FM

# C4FM : Principe (2)

**Table 3-1 C4FM Mapping**

Dibit	Symbol	Frequency Deviations
00	+1	+900 Hz
01	+3	+2700 Hz
10	-1	-900 Hz
11	-3	-2700 Hz

# C4FM : Dans le Monde !

- Souvent natif sur les TX récents YAESU
- Réseau hyper simple avec WIRE-X
- Les relais et HotSpot MMDVM intègrent maintenant le C4FM
- De nombreuses « **rooms** » ( équivalent des réflecteurs ) ...

# C4FM: Réseaux & Rooms (1)

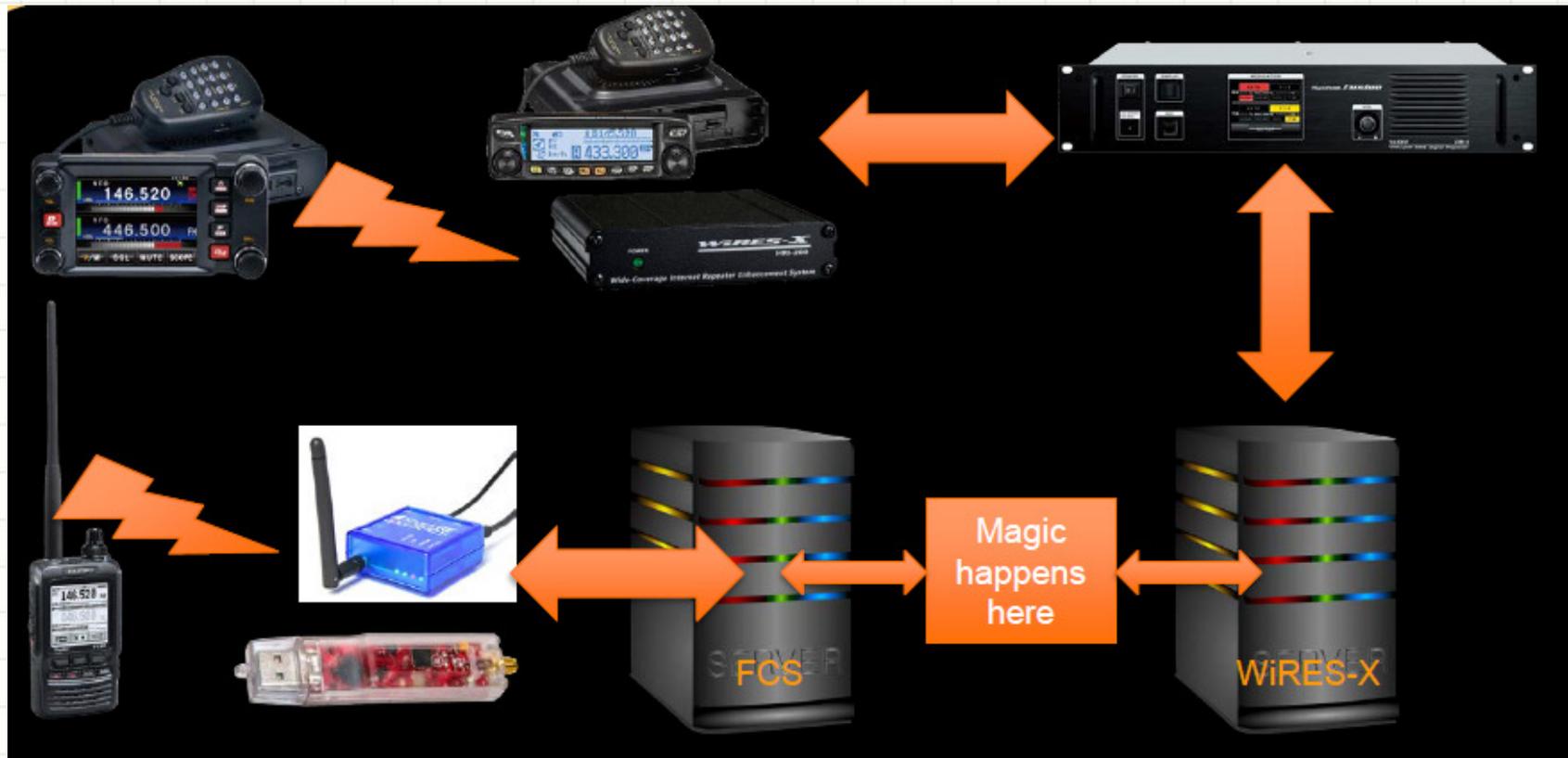
- Réseaux:

- WIRES-X > Yaesu
- FCS > peu utilisé
- **YSF** > Open source G4KLX

- Rooms:

- Sur le réseau Wires-X des centaines
- Sur le réseau YSF : 134 rooms

# C4FM: Réseaux & Rooms (2)



# DMR

- F5BCB

# Table ronde

- Questions / réponses
- Les attentes
- Préparation réunion du 14 janvier 2018



Merci de votre Attention 😊