

LES MODES NUMERIQUES ET LE D-STAR



Hamexpo 2014, 18 Octobre 2014
Présenté par Fabrice, F5HCC

SOMMAIRE

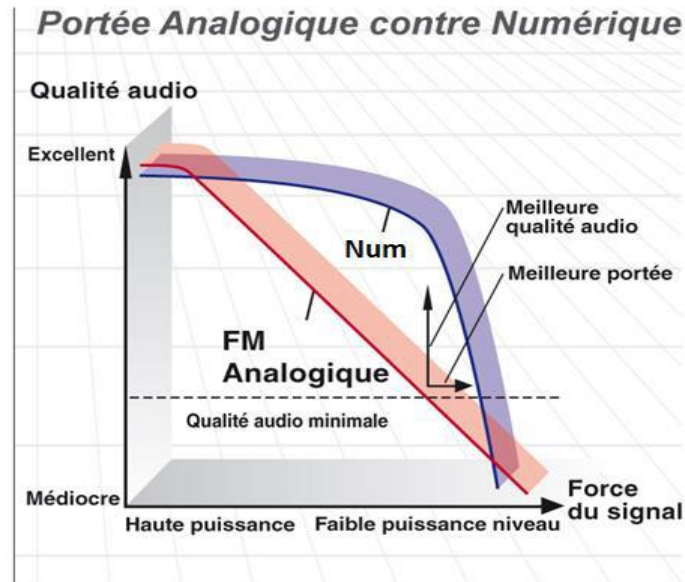
- Les modes numériques, c'est quoi et comment ça marche ?
- Un pionnier dans les modes « voix numérique » pour les radioamateurs : le D-Star
- Le fonctionnement et les possibilités du D-Star
- Le réseau Français existant
- Le matériel D-Star et combien ça coûte ...

Les modes numériques, c'est quoi et comment ça marche ?

- Les modes numériques : Les signaux électriques (voix ou données) sont transmises sous forme de **suites de nombres**, codés sous formes de « 0 » et « 1 ».
- Des exemples de transmission d'infos numériques : le **RTTY** (texte), le **PSK31** (texte), le **Packet Radio** (texte et données), l'**APRS** (texte et données), le **D-Star** (voix et données), le **DMR** (voix et données), le **Tetra** (voix et données), mais aussi... la **télégraphie** (texte) !!!

Pourquoi passer en numérique ?

- Les avantages de la transmission numérique de la voix :
 - Meilleure qualité audio : pas de souffle quand le signal diminue, c'est du « tout ou rien » (ça passe... ou pas !!!)
 - Meilleure efficacité spectrale : dans un canal radio de 12,5 KHz, on peut faire passer une ou plusieurs communications
 - Possibilité de transmettre des données en même temps que la voix (géo localisation, minimessages,...)



Principe du traitement du signal analogique

- Le signal analogique (BF micro) est « numérisé ». L'amplitude du signal est mesurée avec une fréquence de 8 KHz (le double de la bande passante BF désirée, soit 4 KHz pour la voix) et quantifiée sur 16 bits (valeur entre 0 et 65535)

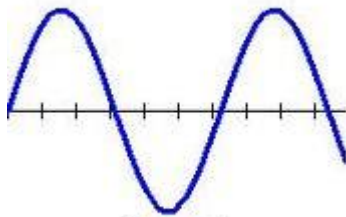


Figure 1



010111100010101101...

- Mais le « débit obtenu » (nombre de 0 et de 1 par seconde), soit $16 \text{ bits} \times 8000 \text{ échant./s} = 128 \text{ kb/s}$, est beaucoup trop important pour passer dans un « canal » radio de 12,5 KHz !!! Il faut « compresser » le flux de données en appliquant des algorithmes mathématiques qui permettent de réduire ce débit en dégradant au minimum le signal d'origine
- Parmi les méthodes de « vocodage » (codage de la voix), il existe le procédé appelé Advanced Multi-Band Excitation ("AMBE") développé par Digital Voice Systems, Inc (« DVSI ») qui permet de réduire le débit à 2400 b/s. Cette technologie est utilisée pour le D-Star, le DMR, le P25, etc...
- On ajoute ensuite des données de correction d'erreur et des données diverses (GPS, minimessages,...) à concurrence de 4800 b/s

Mais...J'ai le droit de faire du Numérique ?

- Tous les modes numériques (D-Star, DMR, P25, Tetra, etc...), sont autorisés en France : la décision ARCEP n°2012-1241, publiée au JORF N° 0056 du 7 Mars 2013, autorise toutes les classes d'émission définies dans le RR de l'UIT et à venir.
- Les modes numériques ne sont pas autorisés pour les opérateurs de la classe 3 (F0xxx).
- Connexion via Internet : Lors de la réunion du 3 Juillet 2013, la DGCIS a constaté que l'article L33-2 du CPCE ne s'applique pas aux stations du service amateur. **La connexion à un « ROP » (Réseau Ouvert au Public) n'est donc pas interdite.**
- L'Administration souhaite encadrer les modalités de connexion et a demandé aux associations participant à cette réunion (REF, URC, DR@F,...) de faire des propositions en ce sens. Des discussions sont en cours.

Un pionnier dans les modes « voix numérique » pour les radioamateurs : le D-Star



Qu'est-ce que le D-Star ?

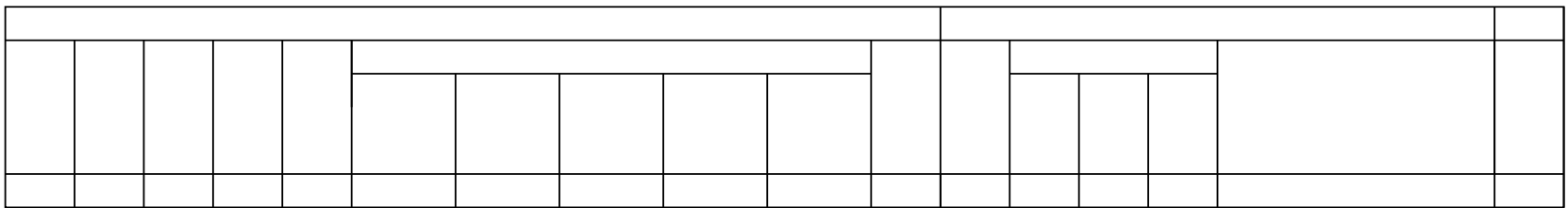
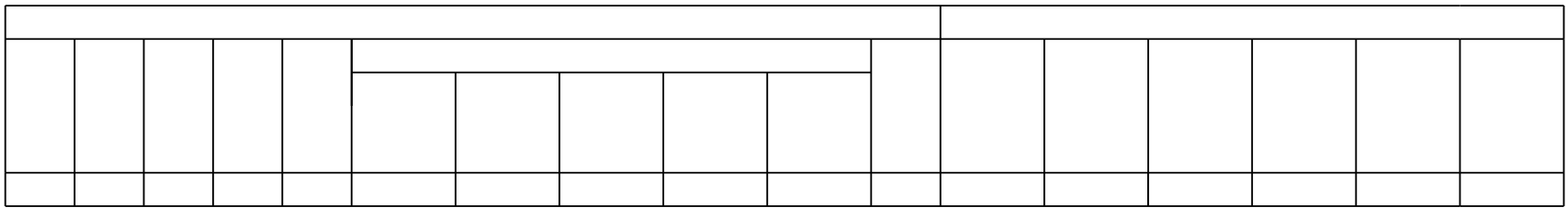
- D-Star signifie **D**igital **S**mart **T**echnology for **A**mateur **R**adio
- D-Star est un standard de radiocommunications numérique créé par des radioamateurs et destiné aux radioamateurs; ce n'est pas un mode « professionnel » adapté pour les radioamateurs
- D-Star est un système proposé en 1999 par la JARL (*déjà 15 ans*), avec le support financier du gouvernement Japonais
 - JARL = Japanese Amateur Radio League = une association de radioamateurs
 - Le protocole D-Star est complètement décrit dans un document de la JARL
 - ICOM est le seul constructeur qui a développé le matériel nécessaire au déploiement de ce mode numérique (postes et relais) ainsi que le protocole utilisé pour l'interconnexion des relais ("Gateway G2")
 - D-Star **n'est pas un produit de fabricants !**

Le fonctionnement et les possibilités du D-Star

- Le D-Star utilise le codec AMBE II+ de DVSI (utilisé également pour le P25 phase 2, le DMR et le dPMR)
- Le débit est de 4800 b/s : 2400 b/s pour la voix compressée, 1200 b/s pour la correction d'erreur et 1200 b/s pour la signalisation et les données (indicatif, messages, GPS)
- La modulation est le GMSK (**Gaussian Minimum Shift Keying** ou *modulation à déplacement minimum gaussien*), utilisé également pour la norme téléphonique GSM
- En mode "DV", on peut transmettre simultanément de la voix et des données sur 2 m , 70 cm ou 23 cm
- En mode "DD", on peut transmettre des données à haute vitesse (128 kb/s) sur 23 cm
- Possibilité d'interconnexion des relais via des passerelles ("Gateway")
- Possibilité de géolocalisation avec le DPRS et les passerelles vers le réseau APRS

Les 2 types de trames du D-Star

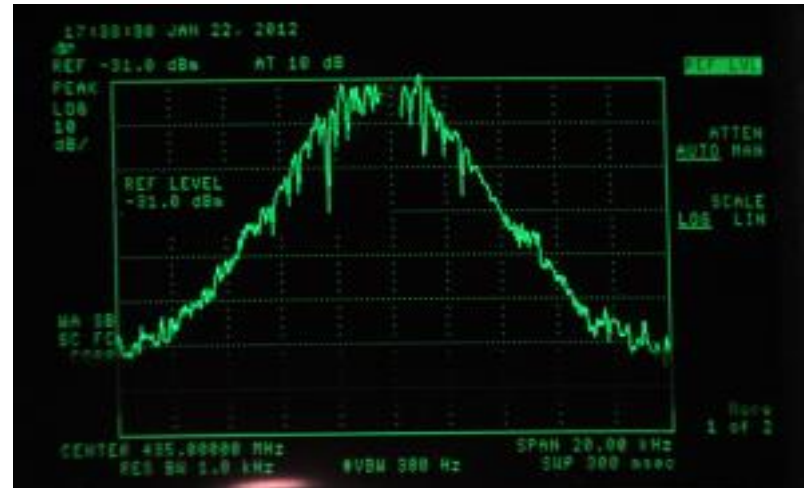
Trames DV (Digital Voice) et DD (Digital Data):



Le spectre du signal D-Star

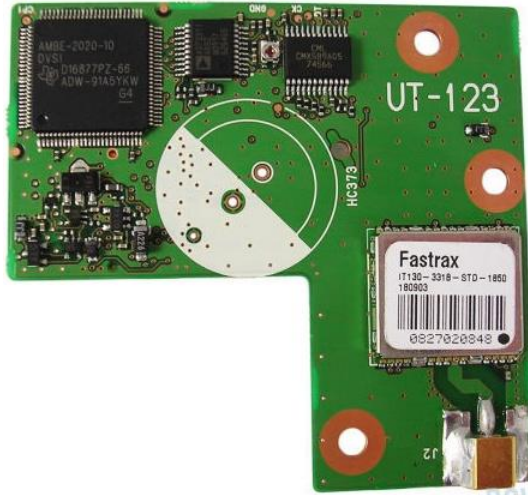
- Efficacité spectrale
 - largeur de bande 6,25 kHz

- 10 dB	4,8 kHz
- 20 dB	6,6 kHz
- 30 dB	8,8 kHz
- 40 dB	9,2 kHz

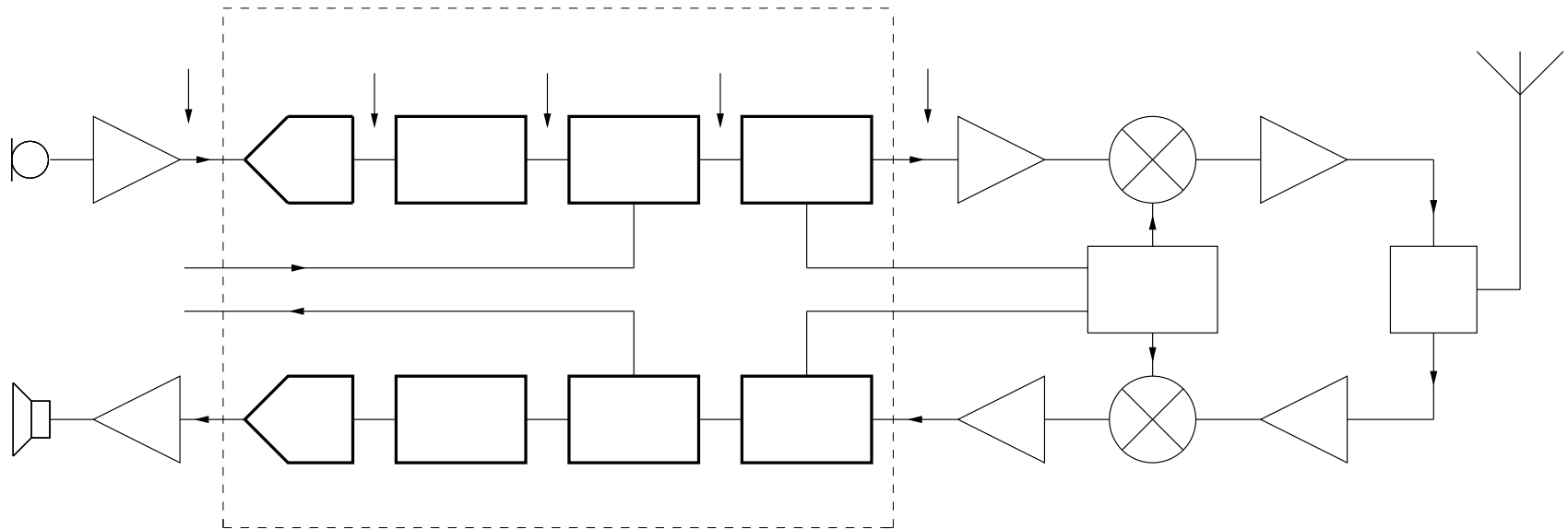


- possibilité de canaux à 10 ou 12,5 kHz
- quand le niveau RF est bon l'audio est meilleure qu'en FM
- quand le niveau RF est mauvais, il y a perte de trames et apparition de "R2D2" ("trous" dans la modulation)
- **Remarque** : le « R2D2 » est **volontaire**, il permet de se rendre compte qu'une liaison est difficile, contrairement à d'autres modes numériques (DMR, P25,...) qui interrompent brutalement la liaison.

Schéma bloc d'un poste D-Star

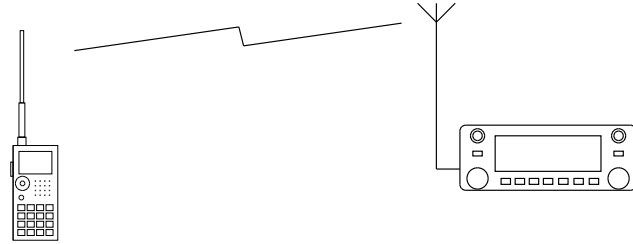


La différence entre un poste NBFM et D-STAR c'est un module à ajouter (cas du IC-E2820) ou inclus d'origine (ID-31, ID-51, ID-5100...)

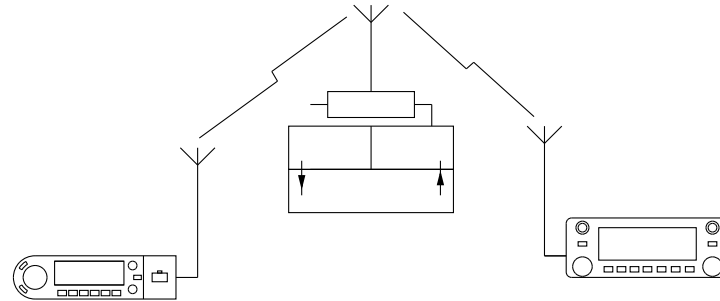


Les 3 types d'utilisation

- En **simplex**

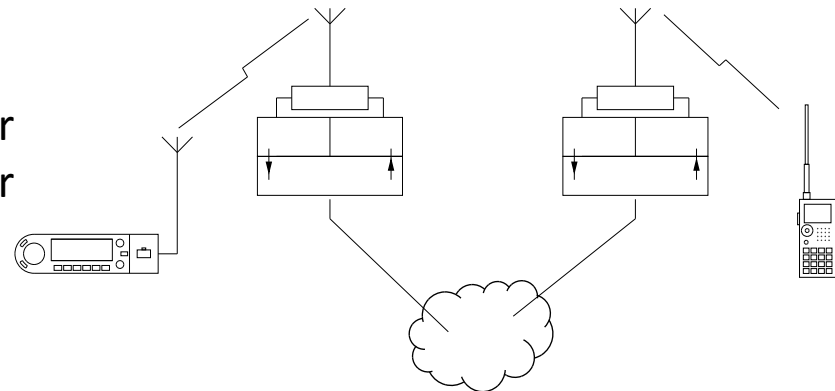


- Via un **relais**



- En passant par une **passerelle** (“gateway”) sur un **relais** ou un **HotSpot**

Dans ce cas, il est nécessaire de s’enregistrer sur le réseau, l’indicatif étant identifié par une adresse IP



Les 4 champs “indicatifs”

Pour utiliser un poste D-Star en mode « DV » ou « DD », on doit programmer au minimum 2 indicatifs parmi les 4 utilisés dans le protocole :

- **MY** : C’est « **mon indicatif** » (celui de la station qui appelle)
Par exemple : **F5HCC**
- **UR** : C’est « **ton indicatif** » (celui de la station appelée)
Par exemple : **F1IKD** ou **CQCQCQ**
- **RPT1** : C’est l’indicatif du « **premier intermédiaire** » (celui de l’éventuel « point d’entrée » si on passe par un relais ou un hotspot)
Par exemple : **F1ZPL B**
- **RPT2** : C’est l’indicatif du « **second intermédiaire** » (celui de l’éventuel « point de sortie » si on passe par un relais ou un hotspot)
Par exemple : **F1ZPL C**

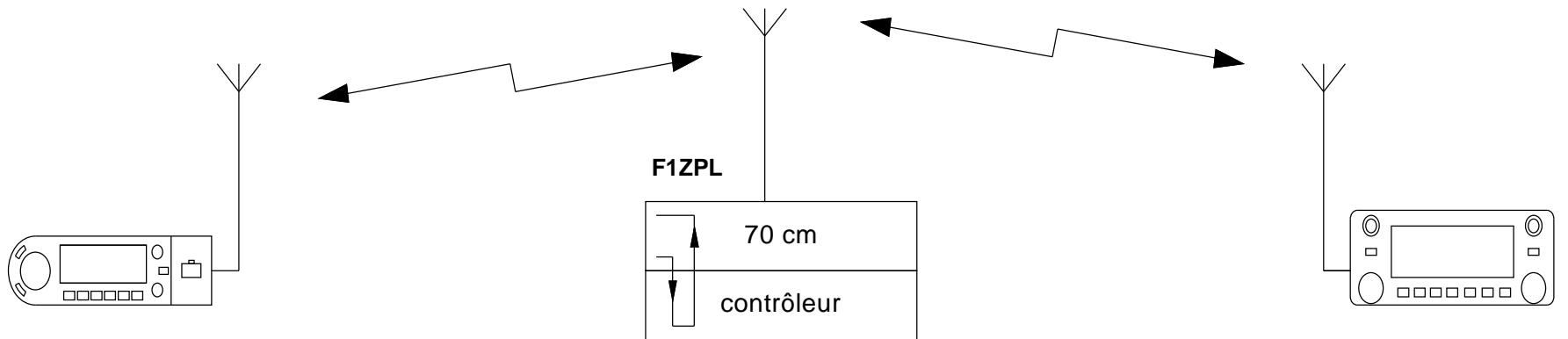
Les 4 indicatifs sont imposés par la trame (le protocole), et comportent **8 caractères au maximum**

Le huitième caractère est réservé pour des commandes (U, I, E, L,...) ou pour indiquer la bande de fréquence d’un relais ou hotspot (A, B, C,...) ou bien le « module » d’un « réflecteur » (voir plus loin).

Les indicatifs couramment utilisés sont généralement stockés dans des mémoires dédiées du poste.

QSO via UN relais

TX : 430,2625 MHz
RX : 439,6625 MHz

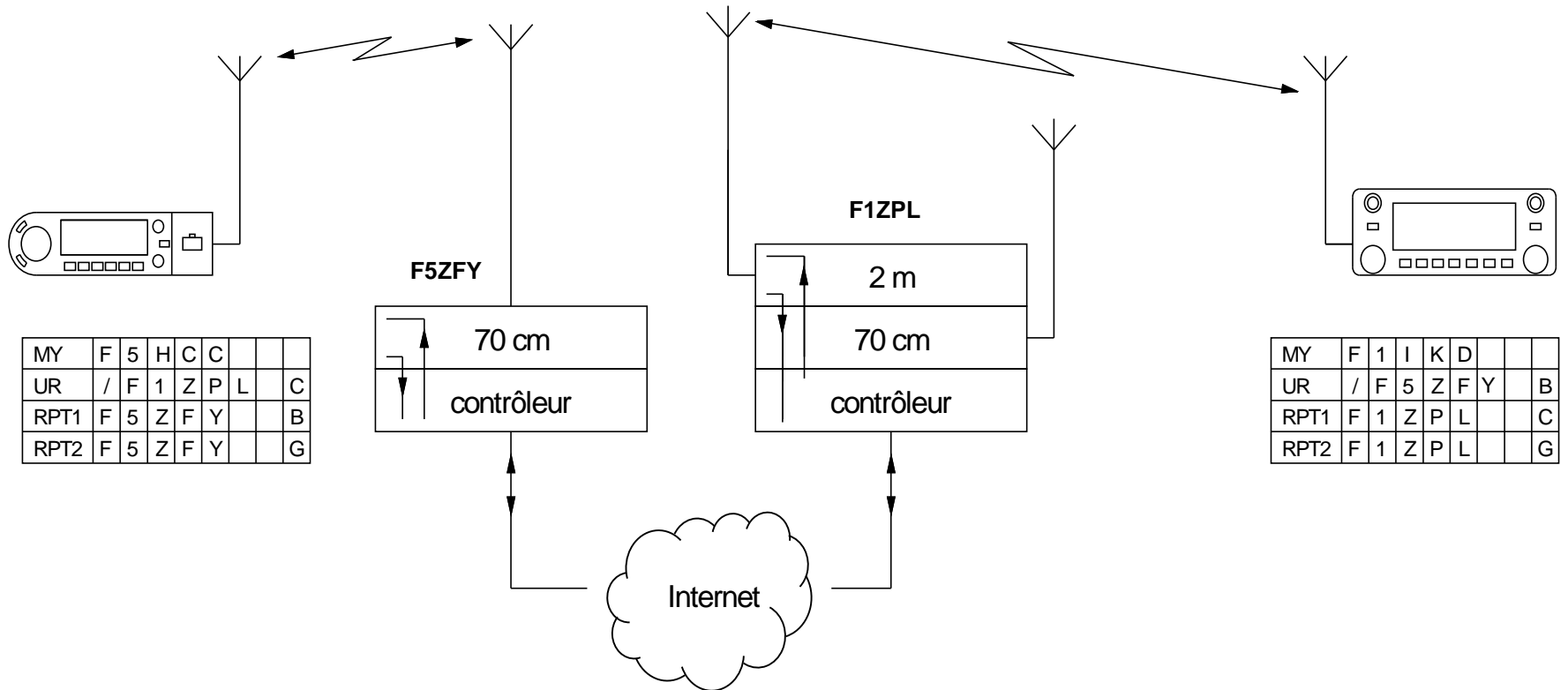


MY	F	5	H	C	C		
UR	C	Q	C	Q	C	Q	
RPT1	F	1	Z	P	L		B
RPT2							

MY	F	1	I	K	D		
UR	C	Q	C	Q	C	Q	
RPT1	F	1	Z	P	L		B
RPT2							

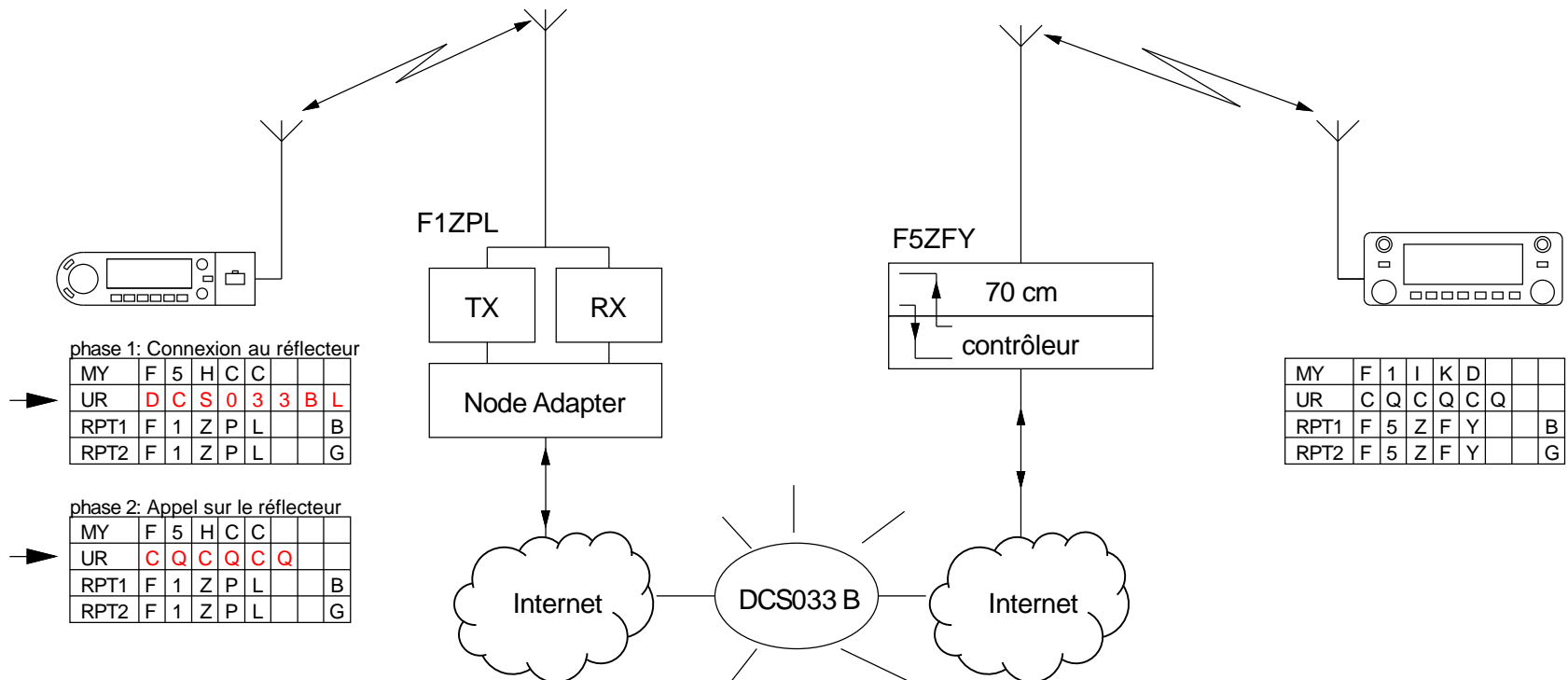
QSO via deux relais

Dans son protocole G2, ICOM avait prévu le **repeater node routing** : on connaît l'indicatif d'un autre relais et on appelle (CQ) sur ce relais..



QSO via réflecteur

Un réflecteur est un sorte de “salle de réunion”. Tous les relais, tous les hotspots, tous les équipements qui y sont connectés peuvent communiquer entre eux. Les réflecteurs desservent en général des zones géographiques (Benelux, Japon, Royaume-Uni,...) ou des zones linguistiques (Francophonie,...). En pratique, c’est un serveur relié à Internet et auquel les « clients » (relais, hotspots,...) viennent se connecter.

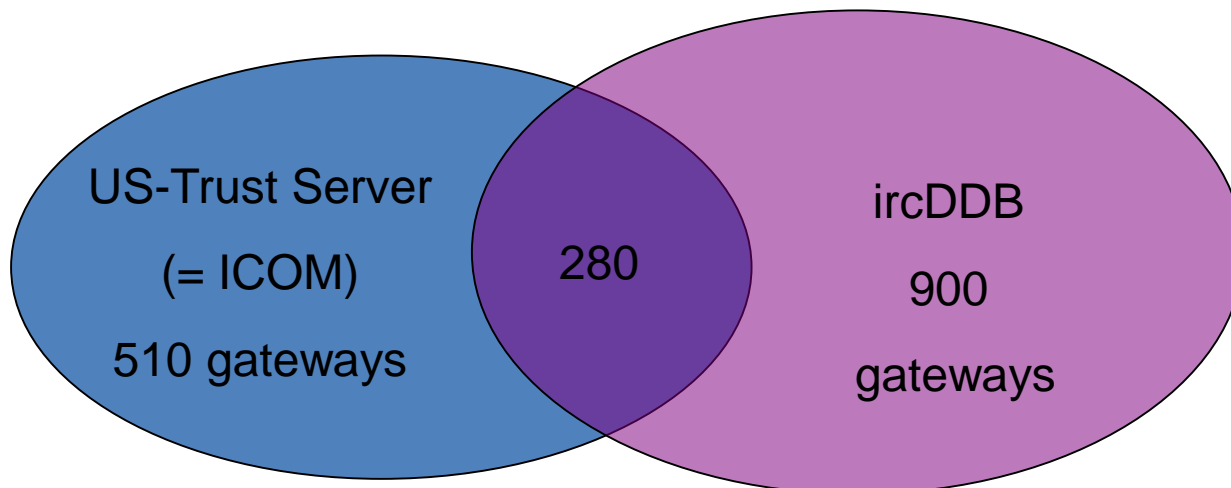


QSO via réflecteur

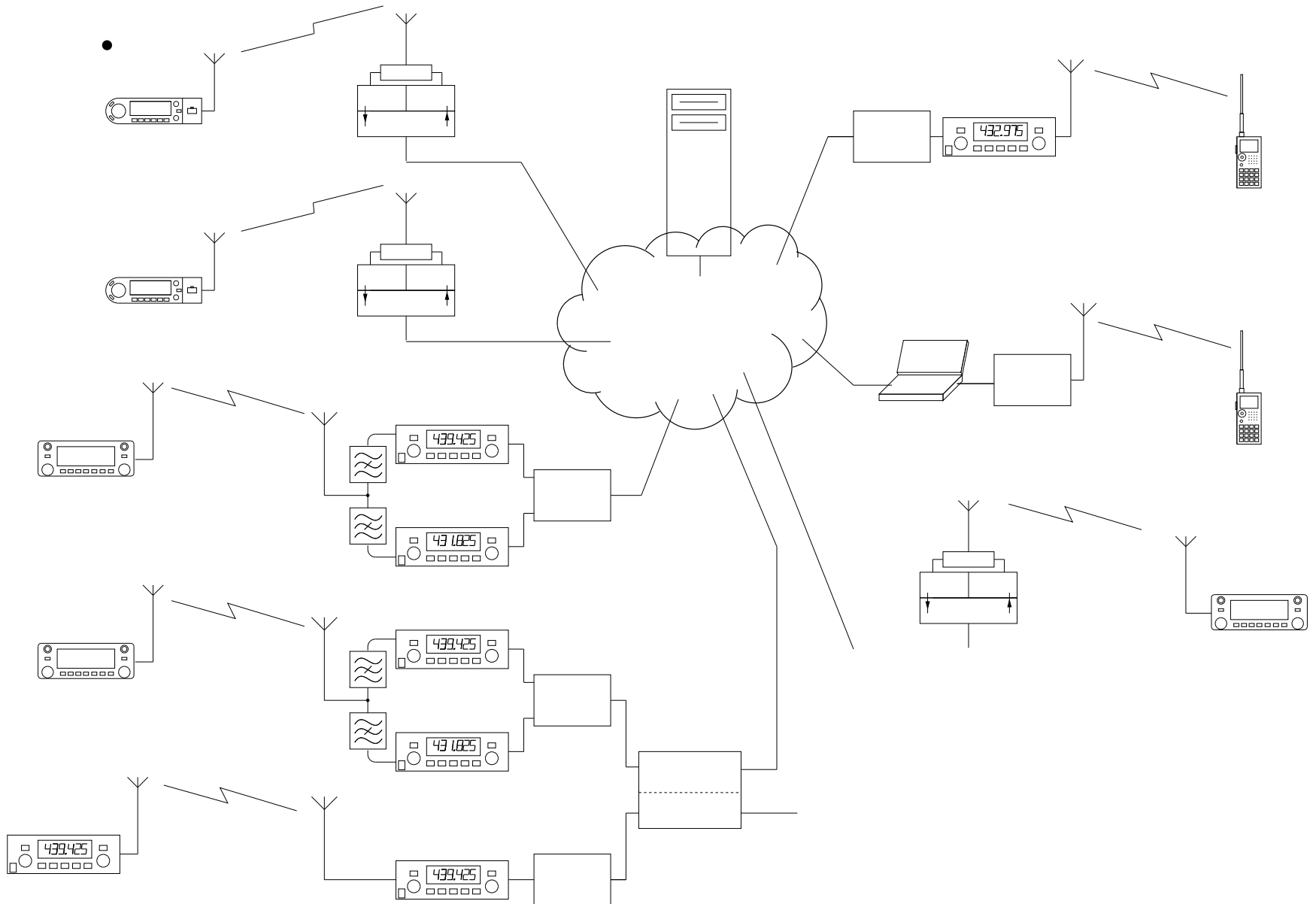
- A l'origine, il y avait les réflecteurs « **DPLUS** », un système qui permet d'acheminer des indicatifs et d'établir des liens entre les relais D-STAR d'ICOM et d'autres équipements (hotspots, DV-dongle, ...). Ils sont repérés « REFxxx » et comportent au maximum 4 « modules » (A, B, C, D). Par exemple, la Francophonie (France, Belgique, Suisse, Québec,...) utilise le « **REF005B** » (abandonné...)
- Ces réflecteurs ont été suivi par une nouvelle génération les « **DCS** » (« Digital Callsign Server ») qui comportent jusqu'à 26 « modules » (A à Z). La Francophonie utilise le « **DCS033x** », la Wallonie le « **DCS011D** ».
- Il existe également des réflecteurs « **XRFxxx** ». La Francophonie utilise le « **XRF333A** ».
- En règle générale, les relais et hotspots sont connectés en permanence sur un réflecteur, mais on peut les déconnecter et les reconnecter sur un réflecteur de son choix. Cette fonction est quelque fois désactivée par le « sysop ».

Réseau Internet et adresses IP

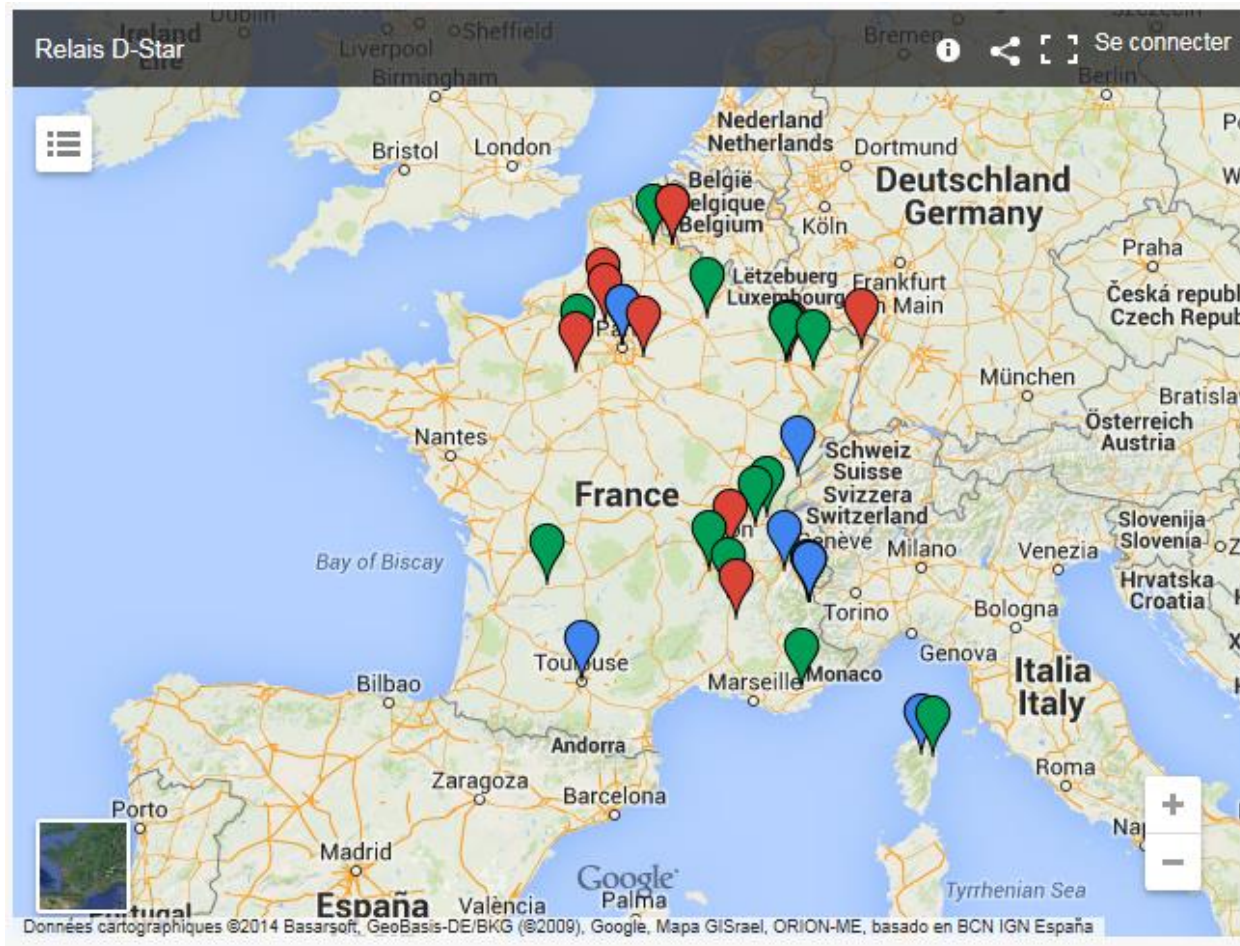
- Le réseau D-STAR mondial a besoin d'adresses IP et d'une table de liaison entre adresses IP et indicatifs, d'où la nécessité d'un serveur qui référence les utilisateurs et les passerelles
- Le premier serveur a été créé au Japon, puis il a été remplacé par l'**US-Trust Server**. Il référence environ 970 passerelles (dont environ 510 connectées actuellement)
- Suite à la mise en place du protocole **ircDDB**, un serveur référence environ 1200 passerelles (dont 900 connectées actuellement), mais seulement 280 en commun avec le US-Trust Server (parmi les passerelles connectées)



Exemple de QSO via réflecteur



Relais et Hotspots D-Star en France



Le matériel D-Star

- Pour trafiquer en mode D-Star, il faut un poste (mais pas toujours...) et des correspondants !
- On peut contacter les correspondants en simplex, via un relais D-Star ou via un Hotspot relié au réseau D-Star
- ICOM est le seul constructeur de matériel radioamateur qui s'est engagé à fabriquer du matériel compatible D-Star (postes et relais)
- Des solutions alternatives sont apparues au fil du temps pour les relais et les hotspots, et un constructeur américain, Connect Systems (<http://www.connectsystems.com/>) prépare activement la sortie d'un poste portable analogique/numérique compatible avec plusieurs normes (D-Star/DMR/dPMR/P25/FUSION/NXDN) dans quelques semaines, puis d'un poste mobile l'année prochaine
- Si la fabrication « OM » d'un poste est compliquée (il faut gérer le protocole), la réalisation d'un relais ou d'un hotspot est très facile et peu coûteuse

Pour trafiquer sans poste...

- On peut tester le mode D-Star sans acheter un poste, mais à condition de disposer d'un ordinateur (sous Windows, Mac-OS, Linux) avec une connexion Internet et de se procurer un boîtier incluant le codec AMBE (chip DVSI) : le DV-Dongle



- Ce boîtier se connecte sur un port USB et permet de trafiquer en D-Star en utilisant un micro-casque et un logiciel dédié qui permet de se connecter aux réflecteurs.
- Prix indicatif : 200 \$ aux USA
- Ce boîtier était auparavant distribué en Europe par Wimo mais n'apparaît plus au catalogue en ligne.
- Remarque : On peut aussi utiliser un DVRPTR avec carte codec AMBE (voir plus loin)

Les postes D-Star

Marque	Modèle	Type	Fréquences	Prix Moyen	Remarque
ICOM	ID-31	Portable	UHF	299 €	
ICOM	ID-51	Portable	VHF / UHF	469 €	
ICOM	ID-51 +	Portable	VHF / UHF	489 €	
ICOM	ID-E880	Mobile	VHF / UHF	499 €	
ICOM	IC-E2820	Mobile	VHF / UHF	549 €	Sans UT-123
ICOM	ID-5100	Mobile	VHF / UHF	649 €	
ICOM	IC-7100	Mobile	Déca/VHF/UHF	1290 €	
CONNECT SYSTEMS	CS7000	Portable	UHF	249 \$	Annoncé pour fin 2014

Les Hotspots personnels D-Star

- Sans correspondant, ni relais à proximité, on peut utiliser un poste D-Star et un « Hotspot personnel » pour contacter d'autres radioamateurs au travers d'une connexion Internet.
- Un Hotspot personnel est constitué d'un émetteur-récepteur (généralement de faible puissance), d'un modem GMSK et d'une logique qui gère le protocole et la connexion vers l'Internet.
- La partie logique peut être intégrée au hotspot (Babystar et Daddystar ON8JL, DVRPTR V3) ou réalisée avec un ordinateur même peu puissant (Raspberry Pi, Banana Pi, PC, MAC,...)
- La partie « émetteur-récepteur et modem GMSK » peut être « monobloc » (DV-AP, DV-Mega Raspberry Pi UHF radio) ou de fabrication « OM » avec un poste quelconque (radiotéléphone FM de récup modifié pour le packet 9600 bps) et un modem GMSK en kit ou assemblé



BABYSTAR



Les Hotspots personnels D-Star

Modèle	Description	Utilisation	Prix indicatif
DV-AP	Clé USB avec TRX UHF 10 mW et modem GMSK	Avec un ordinateur	250 US\$ aux USA
Babystar ON8JL	Hotspot autonome incluant un TRX UHF 10 mW	Hotspot personnel nécessitant une connexion Internet	240 € en Belgique (ON8JL)
Daddystar ON8JL	Logique Hotspot ou relais nécessitant un ou deux postes	Hotspot personnel ou relais avec connexion Internet	310 € en Belgique
DVRPTR V1	DV-Node (Modem GMSK + gestion protocole) assemblé à connecter en USB sur un ordinateur	Hotspot personnel ou relais. Nécessite un ordinateur avec port USB	100 US\$ au Canada
DVRPTR V3	Logique Hotspot ou relais nécessitant un ou deux postes	Hotspot personnel ou relais avec connexion Internet	149 € Carte de Base 84 € Option AMBE 69 € Option Réseau En Allemagne

Les relais D-Star

- **Les relais ICOM :**

ICOM commercialise des modules permettant de constituer des relais multibandes, VHF, UHF et SHF

ID-RP2C : Module Contrôleur

ID-RP2000V : Module TRX 2 m « DV » (voix)

ID-RP4000V : Module TRX 70 cm « DV » (voix)

ID-RP2V : Module TRX 23 cm « DV » (voix)

ID-RP2D : Module TRX 23 cm « DD » (données)

Si on veut connecter le relais au réseau D-Star, il faut ajouter un ordinateur tournant sous Linux et se procurer le logiciel « passerelle » G2 (payant) ou « ircDDb » (gratuit).

Le budget est de plusieurs milliers d'Euros...

- **Les relais « semi-OM » :**

On utilise 2 postes (prévoir le duplexeur et les antennes...) et une logique (Daddystar ON8JL ou DVRPTR V3).

Le budget est d'environ 500 Euros...

Les relais D-Star

- **Les relais « OM » :**

On utilise 2 postes FM (prévoir le duplexeur et les antennes...) , un DV-Node (modem GMSK) en kit ou assemblé, un ordinateur (même peu puissant come le Raspberry Pi) tournant sous Linux (de préférence, pour la stabilité) et un logiciel gratuit (G4KLX ou WinDV)

Le budget est d'environ 300 Euros...

Et c'est « fabrication OM » !!!

- **Remarque pour les « hotspots personnels » :**

La même méthode est applicable pour faire un hotspot personnel « OM ».

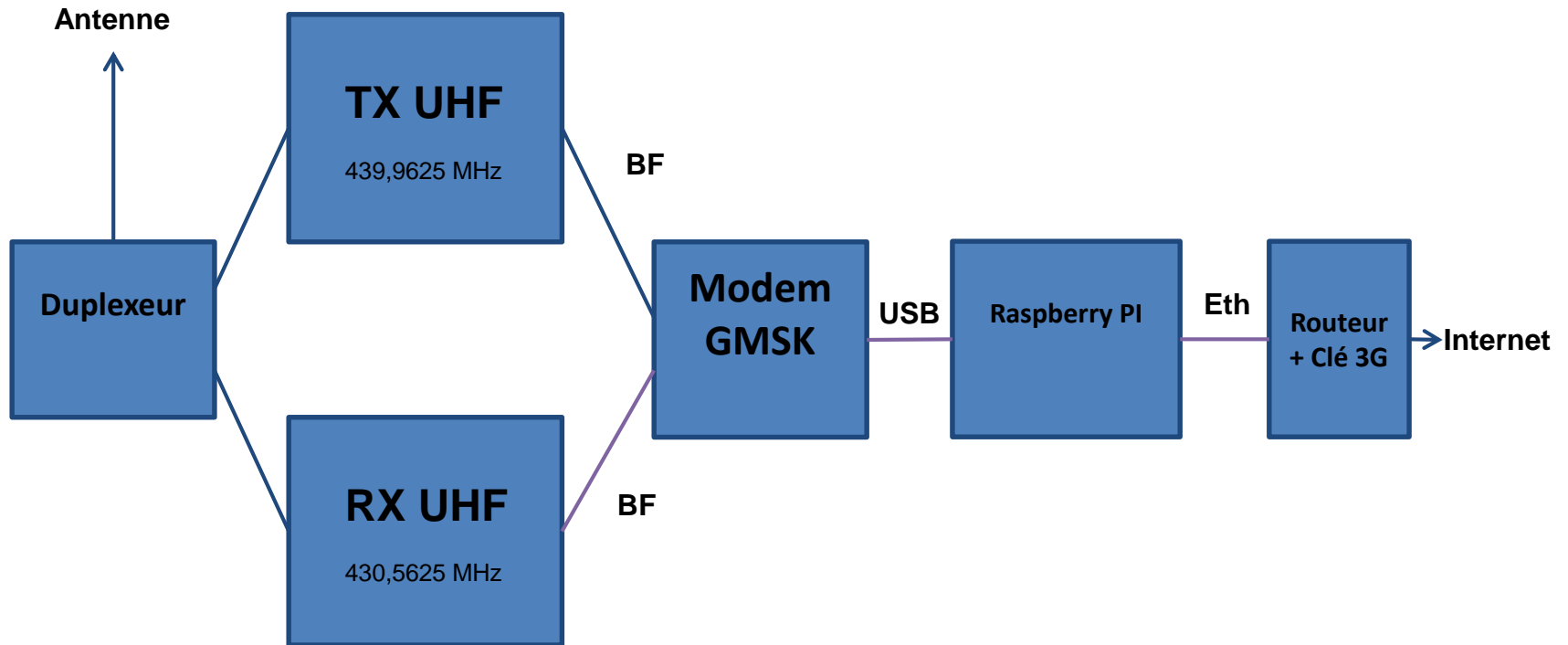
On utilise un poste FM, un DV-Node, un Raspberry Pi (si vous ne voulez pas monopoliser l'ordinateur de la station) et le logiciel gratuit.

Le budget peut descendre à... 150 Euros (un Raspberry Pi avec un module DV-Mega Raspberry Pi UHF Radio) !!!

Pour la réalisation « OM »...

Type	Modèle	Utilisation	Fournisseur	Prix indicatif	Remarque
Micro-ordinateur	Raspberry Pi B+	Logique Relais / Hotspot	Kubii (Farnell)	Moins de 40 € avec le port	Prévoir une alimentation 5V, une carte SD 4 ou 8 GO et un boîtier
DV-Node	Dutch-Star	Modem GMSK à connexion USB pour relais / Hotspot	Dutch-Star (Pays-Bas)	85 € en kit 135 € monté-testé	
DV-Node	MoenComm	Modem GMSK à connexion USB pour relais / Hotspot	MoenComm (USA)	143 \$ port inclus	
Module pour Raspberry Pi	Raspberry Pi UHF Radio	Module avec modem GMSK et TRX UHF 10 mW pour hotspot	DV-Mega (Pays Bas)	90 € plus port	
Module pour Raspberry Pi	DV3000DS	Module codec AMBE	NW Digital Radio (USA)	100 \$ plus port	Permet de réaliser un relais mixte

Le relais qui tourne au Salon...



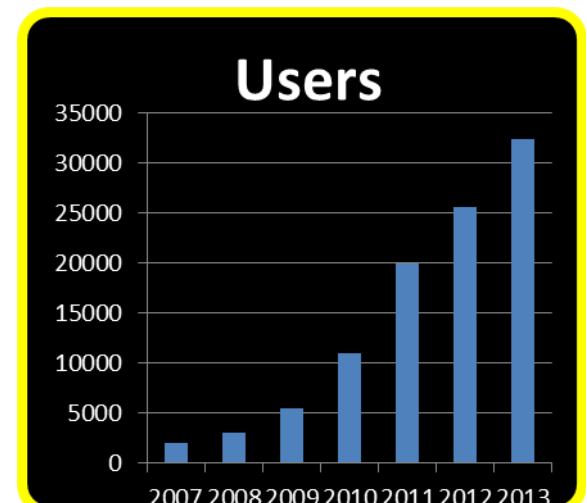
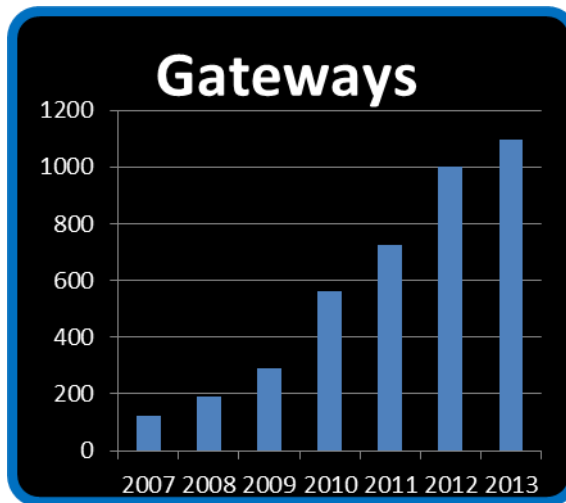
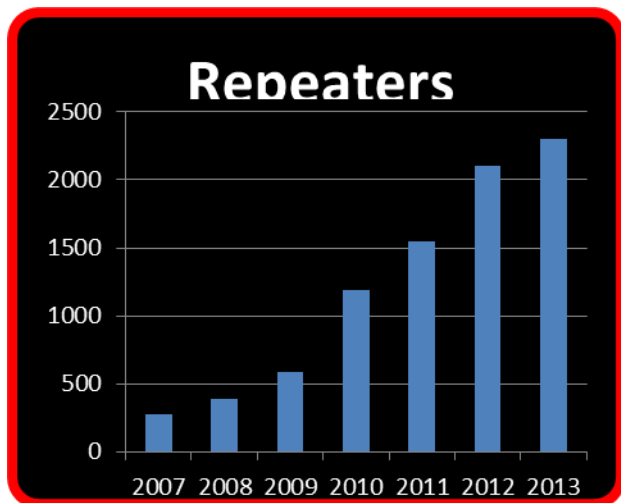
Et...Combien sommes nous ?

- Au 16/10/2014 (source Site Dstarinfo):

81 Indicateurs « F » et « TK » différents entendus en France en mode D-Star sur le réseau ircDDB (QSO effectué sur un relais connecté au réseau mondial), soit + 22% en 6 mois (66 utilisateurs en Avril 2014) !!!

- Au 01/05/2014 (source Conférence D-Star Dayton 2014):

Plus de 34000 utilisateurs enregistrés dans le monde rien que sur le réseau US-TRUST, qui utilisent plus de **2570 répéteurs** et plus de **1100 passerelles** sur ce réseau. Et encore plus sur les DCS, XREF...



Pour en savoir plus sur le D-Star...

- Une association « spécialisée », le Digital RadioAmateur France » (DR@F) <http://www.draf.asso.fr/>
e-mail : dstar@draf.asso.fr
- Les sites des Oms Français : F1SMF <http://f1smf.free.fr/> , F4GEN <http://www.f4gen.fr/> , **le site de référence www.dstar-france.fr**, et probablement d'autres...
- Le site de l'UBA <https://sites.google.com/site/ubabxe/Home/d-star>
- Le site Western D-Star pour les logiciels pour le Raspberry (images Linux complètes avec logiciels de G4KLX) <http://www.westerndstar.co.uk/index.html>
- Les sites pour se procurer un modem GMSK <http://www.dutch-star.eu/index.aspx> ,
<http://www.moencomm.com/> , <http://www.dvrptr.net/> (DVRTPR_V1) , <http://shop.dvrptr.de/>
(DVRPTR_V3)
- Le site d'ON8JL pour se procurer un hotspot personnel (BabyStar) ou un controleur de relais ou hotspot (DaddyStar) <http://www.on8jl.be/index.php>
- Les logiciels de Jonathan Naylor, G4KLX (relais , hotspot, passerelle ircDDB pour Linux et Windows) sont dans la section « files » des groupes de discussion Yahoo **PCRepeaterController** et **ircDDBGateway**
- Pour se procurer une platine DV Mega pour Raspberry ou Arduino <http://www.dvmega.auria.nl/>
- N'hésitez pas à contacter votre serviteur pour des infos : f5hcc@orange.fr
- N'oubliez pas que les moteurs de recherche sur Internet sont vos amis...

Remerciements

- Sources pour la réalisation de cette présentation :

Pierre CORNELIS, ON7PC

ICOM

Site www.d-star.fr

Site www.dstarinfo.com

L'équipe ircDDB

Dutch-Star

DVRPTR (Allemagne et Canada)

- Tous les Oms qui ont contribué à la création et au développement du D-Star en France :

JARL

DR@F

F4EGG, F4GEN

Et tous les copains qui trafiquent tous les jours !!!

Cette présentation peut être réutilisée telle quelle ou en tant que base pour une autre présentation, sans accord préalable de son auteur, F5HCC. Cependant, il est demandé d'en respecter l'esprit et d'informer l'auteur des modifications éventuelles (f5hcc@orange.fr). Merci.