

OUFTI - 1

D'OSCAR à OUFTI...



Amandine Denis – ON4EYA
Nicolas Crosset – ON4NCR



27 novembre 2010
Section UBA d'Ath





OSCAR-1
1961
4,5 kg

CubeSats :



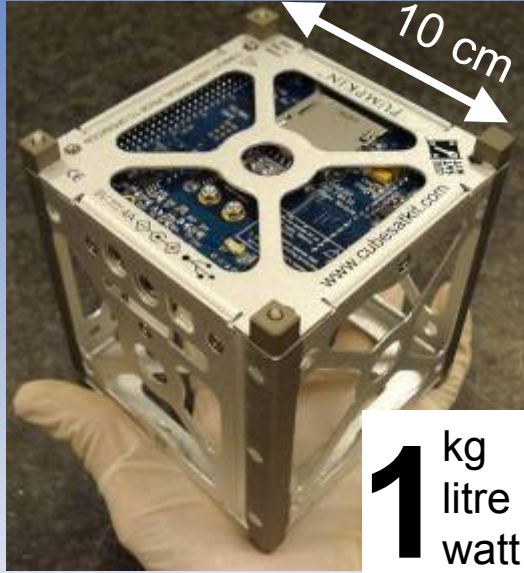
+ P-Pod



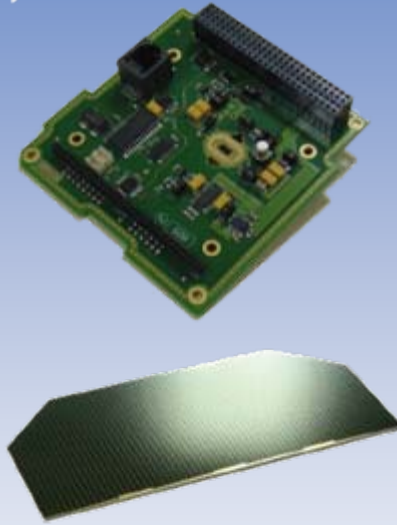
1. Le projet
2. Le satellite
3. Le sous-système COM
4. La station-sol
5. Conclusions

1. Le projet
2. Le satellite
3. Le sous-système COM
4. La station-sol
5. Conclusions

1. Le projet :
 1. En quelques mots
 2. Les objectifs
 3. Le satellite des étudiants liégeois
 4. On en parle !



Standard CubeSat



3 charges utiles



VEGA
→ 350-1450 km



Deux Universités et trois Hautes Écoles

Éducation et fun

Conception du système OUFTI-1

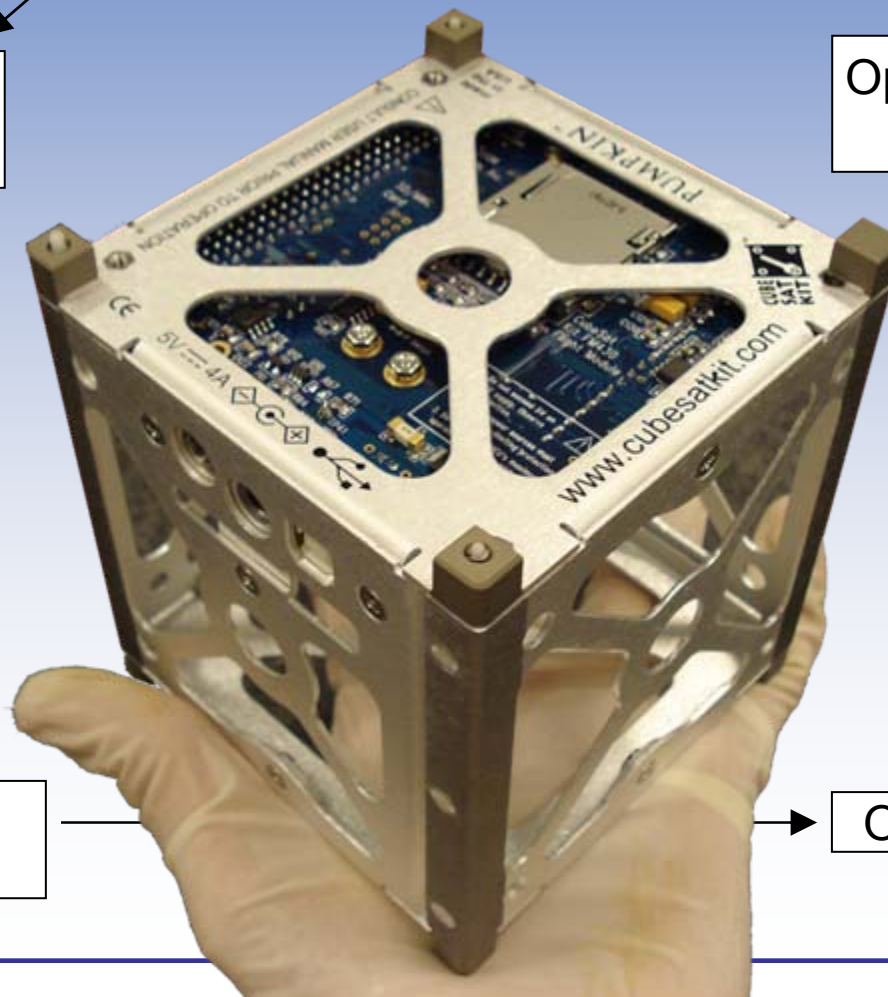
Lancement d'OUFTI-1

Satellite en vie dans l'Espace

Opérer les charges utiles secondaires

D-STAR fonctionnel

Opérer le satellite



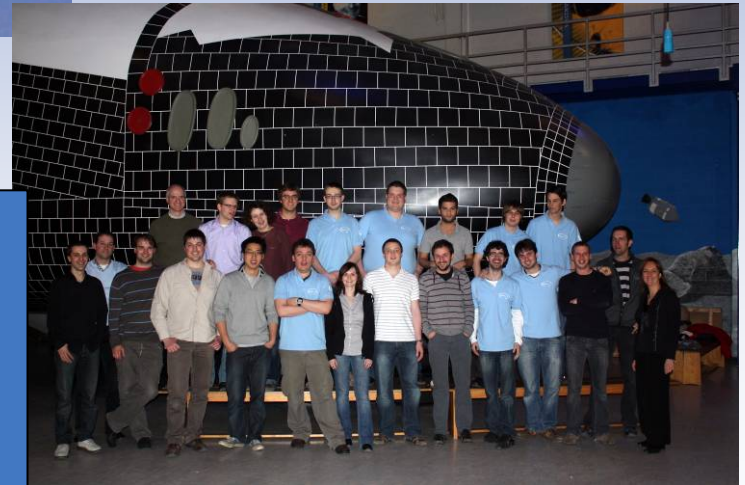
Le satellite des étudiants liégeois



07-08 : 3 étudiants



08-09 : 13 étudiants



09-10 : 15 étudiants



10-11 :
11 étudiants



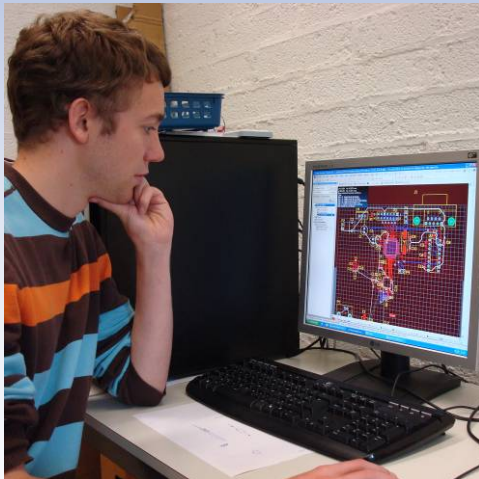
TFEs inhabituels :



Travail d'équipe



Communication



Approche industrielle



Discussions & décisions

→ Étudiants impliqués dans tous les aspects du projet

Le satellite des étudiants liégeois



4 générations d'étudiants :

- 28 diplômés
- 11 prix (meilleurs TFEs, Odissea, Baudouin Elleboudt, Wallonie Espace)
- 11 TFEs en cours



On en parle !

le Club radioamateur d'ATH présente : La communication de la télégraphie

ECLECTIC TECHNOLOGY

A D-STAR Repeater in Space

Things are preheating these days in the amateur satellite community. Antennas in Belgium are looking forward to the launch of OUF1-1, the world's first D-STAR satellite. The tiny 1-kilogram CubeSat is being designed and built by students at the University of Liège. In case you're wondering, OUF1 is an acronym for Orbital Utility For Telecommunication Innovation.

The satellite will function as an orbiting D-STAR repeater with a UHF uplink and VHF downlink. OUF1 will transmit in a relatively low orbit, but it should give hams about 10 minutes of access time during each overhead pass.

OUF1 is presently scheduled to ride aboard the maiden flight of the Vega launch vehicle from Kourou, French Guiana next spring. Compared to Ariane 5, tall rocket has four propulsion stages (three solid and one liquid). They're anticipating that Vega will deploy OUF1 in an orbit slightly above reentering the atmosphere.

D-STAR activity has been growing in the US and overseas, so there are plenty of hams already equipped to try OUF1. That doesn't mean that you'll be able to communicate with and a "rubber duck" antenna. Chances are you'll need a dual-band VHF antenna, such as the popular Arrow II portable beam (www.arrowantennas.com), to enjoy consistent success. For the latest OUF1 updates, check their Web site at www.lioodium.com/ouf1.

THE OUF1-1 D-STAR satellite under construction. It is presently scheduled for launch in 2010.

Bientôt un satellite "Ouf1" dans l'espace?

Il a été conçu par de jeunes ingénieurs liés à l'ULg

GAZETTE DE LIÈGE

Recherche - SCIENCES

Ouf1 : Liège à la conquête de l'espace

Le nouveau lanceur Vega de l'ESA accueillera à son bord 9 satellites de type CubeSat.

Le 1^{er} de novembre, les ingénieurs de l'Université de Liège ont commencé à assembler le CubeSat Ouf1-1, un petit satellite de type CubeSat, qui sera lancé par le lanceur Vega de l'ESA en novembre 2010. Ce satellite de 1 kg sera lancé à bord du lanceur Vega de l'ESA en novembre 2010. Ce satellite de 1 kg sera lancé à bord du lanceur Vega de l'ESA en novembre 2010.

MANAGEMENT Nanosatellite

Des étudiants à la conquête de l'espace

Envoyer un satellite d'un décimètre cube et pesant un kilo, un jeu d'enfant ? Pas vraiment. Le projet qui se monte à Liège a des implications scientifiques, technologiques, académiques, industrielles et même sociales.

PROJETS

Le projet Ouf1-1 est un satellite de type CubeSat, qui sera lancé par le lanceur Vega de l'ESA en novembre 2010. Ce satellite de 1 kg sera lancé à bord du lanceur Vega de l'ESA en novembre 2010.

OUF1-1

The first nanosatellite developed at the University of Liège

PROFESSEUR N. FRANCOIS

BOUCHA K. KARIM, N. GROSSET, N. FRANCOIS, V. FRANCOIS, M. HEURKEMES, M. KROKORIAN, N. MARCHEL, M.A. NOUFIEN, J.-Y. NICOLAS, J.-P. NOEL, L. OUSTALIK, L. RENSON, J. TALLEAU

Conférence à Gembloux : le projet OUF1

réalisation par des étudiants en Master de la Faculté des Sciences Appliquées de l'Université de Liège et dirigée par Luc Lambert ONJUL, radio-amateur et ingénieur.

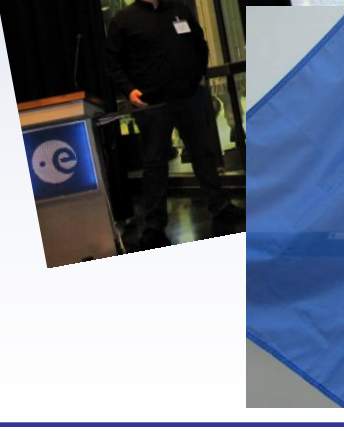
OUF1-1 devrait être le premier satellite réellement belge, certes de taille très modeste. En effet, si le PROBE-1 de 94 kg, qui est en orbite 500 km depuis octobre 2001, est un satellite "made in Belgium", il a été conçu dans le cadre d'un programme européen.

Sous l'impulsion des professeurs Gaetan Kerckhoven du LTAS/ESA (Space Structures and Systems Laboratory) et Jacques Verly de l'Institut Montefiore/ECS Computer Science, le projet OUF1-1 s'est lancé dans la Section des radio-amateurs de l'Université de Liège, qui peut être contactée à l'adresse suivante : ouf1@ulb.ac.be

OUF1-1

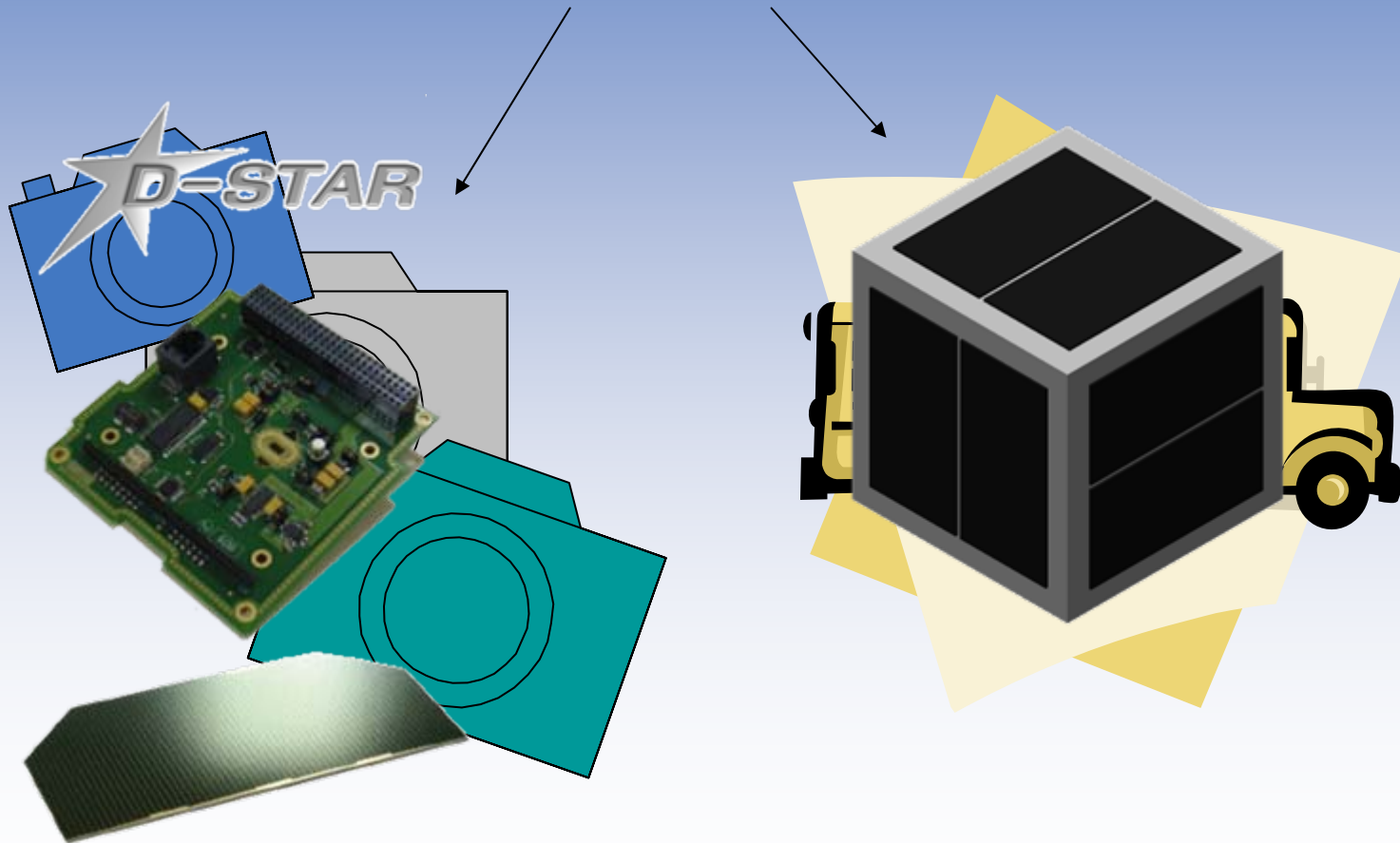
Le système de télécommunication du nanosatellite

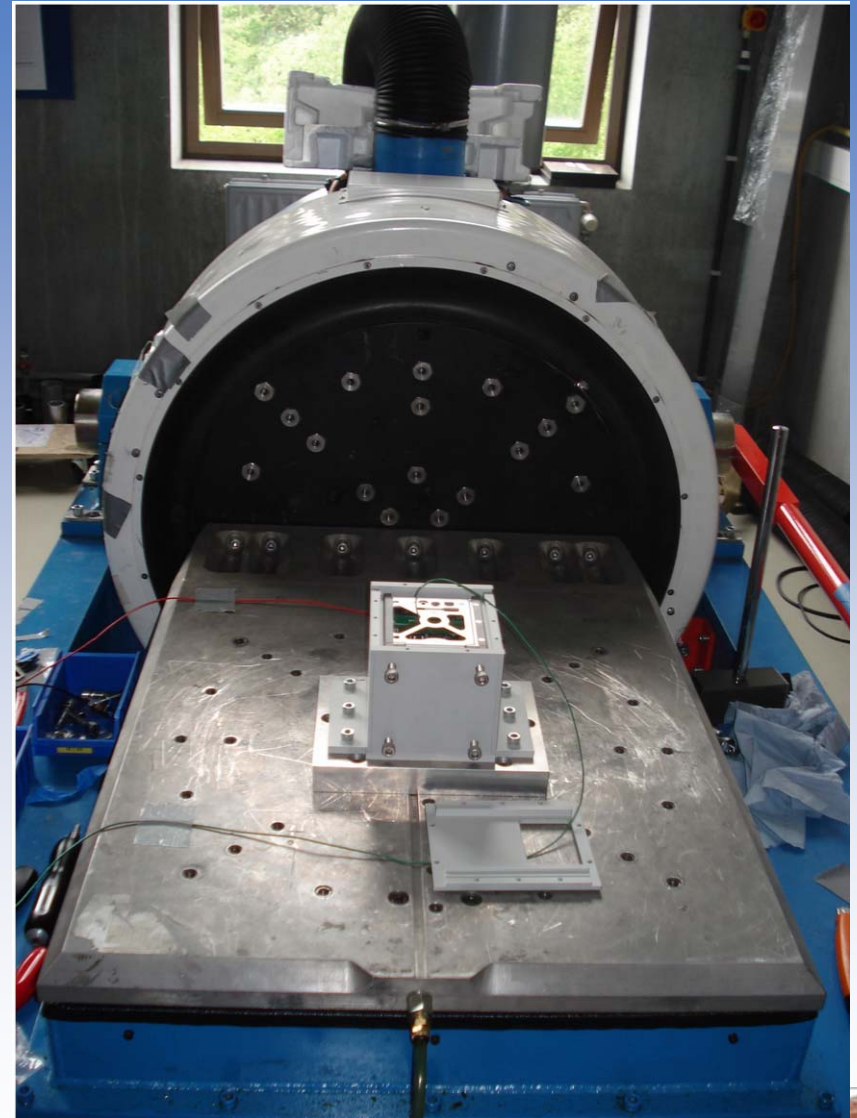
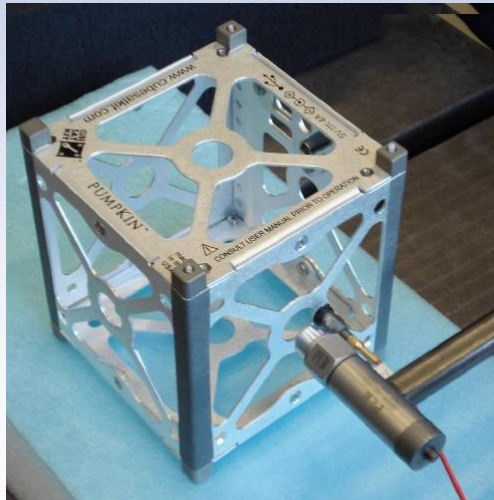
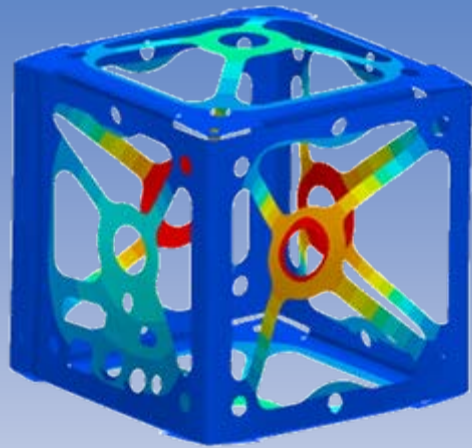
Nicolas Marescaux - ON4NCR, ON4NMA et l'équipe OUF1-1

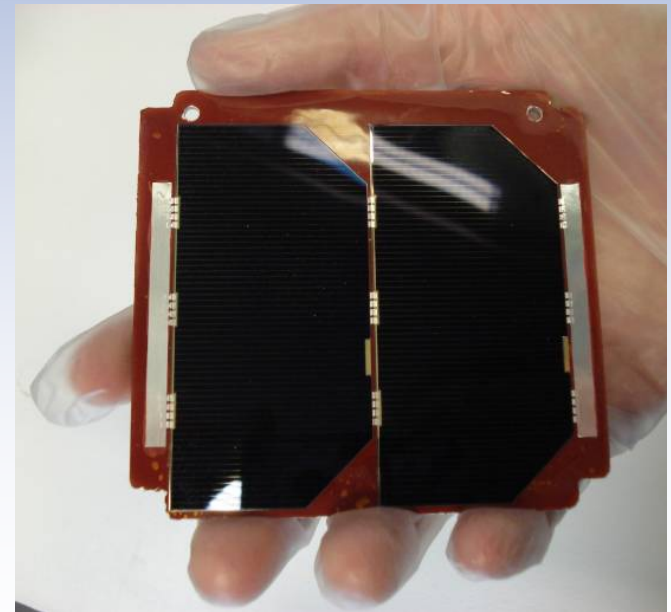
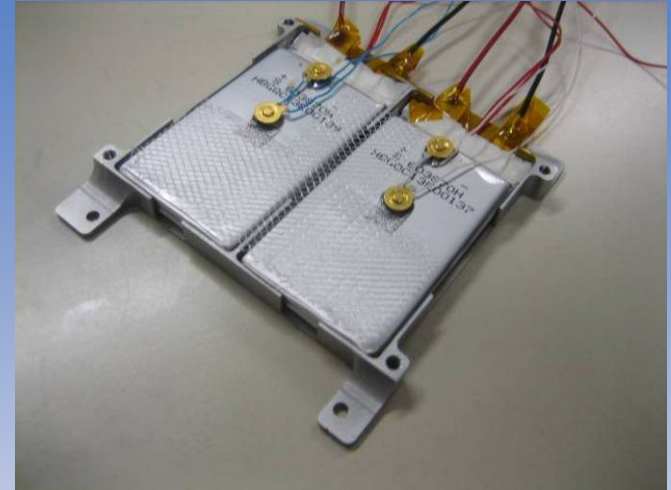
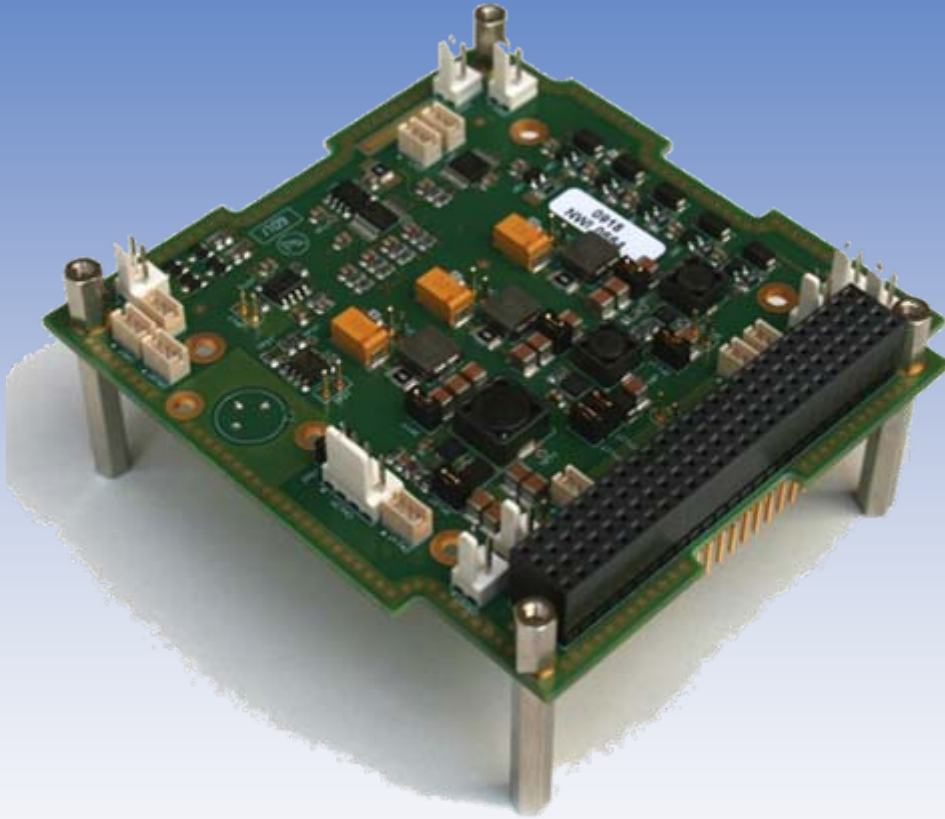


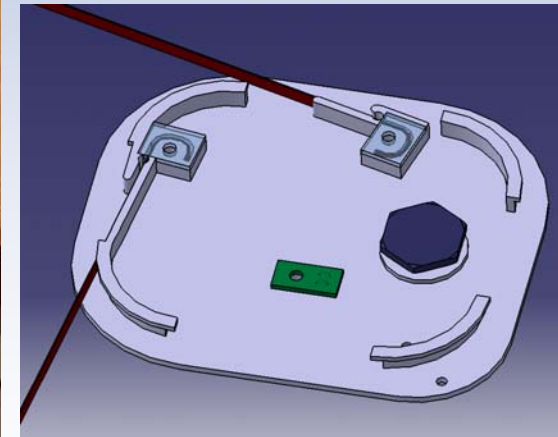
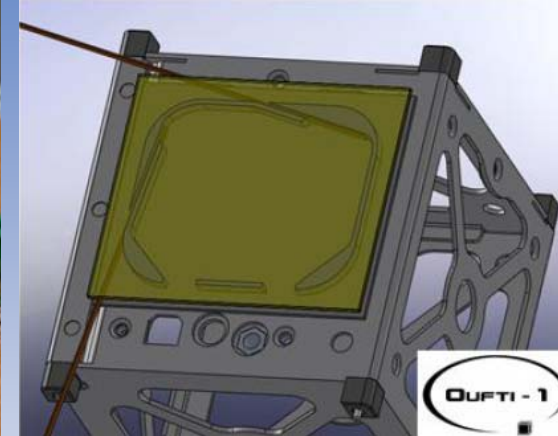
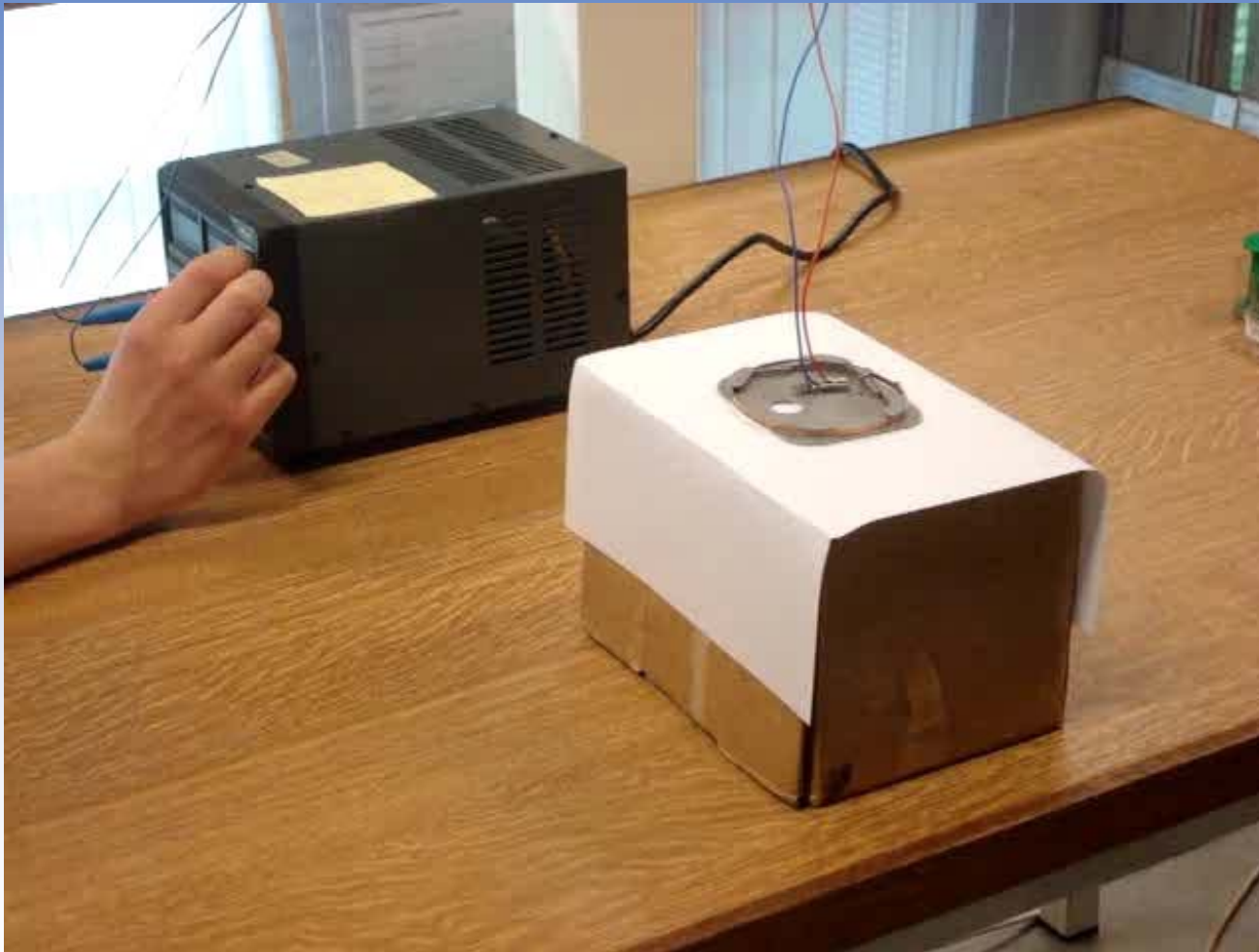
1. Le projet
- 2. Le satellite**
3. Le sous-système COM
4. La station-sol
5. Conclusions

Satellite = charge utile + plateforme

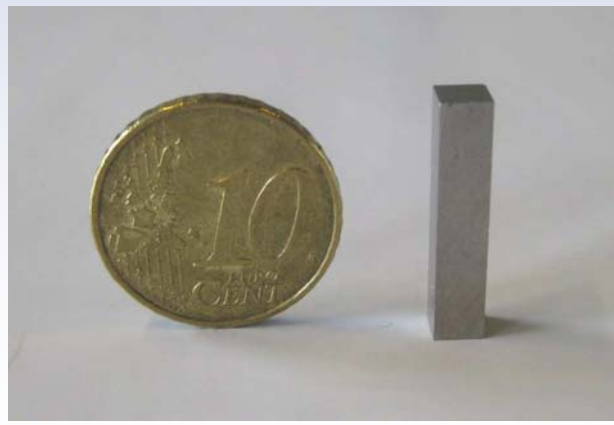
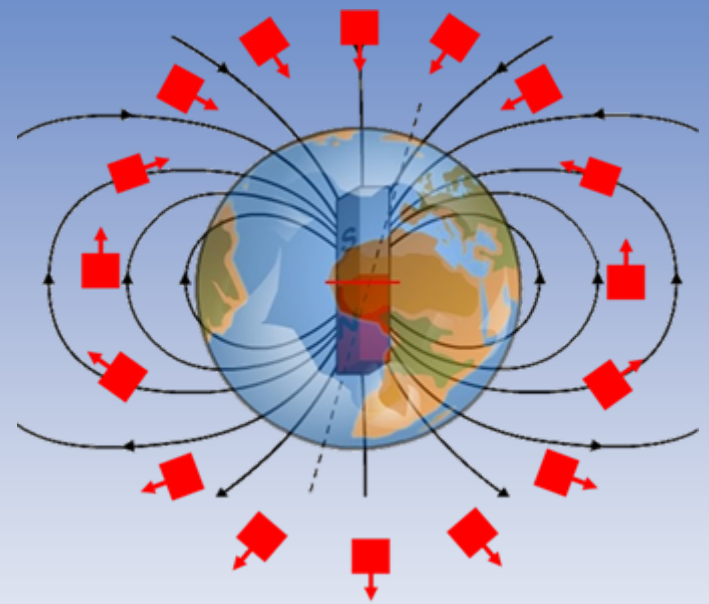
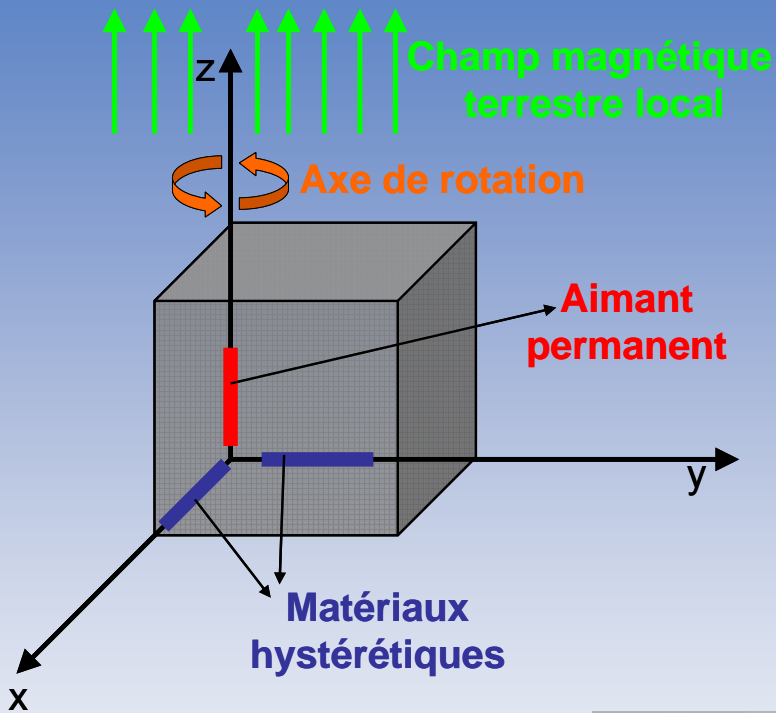




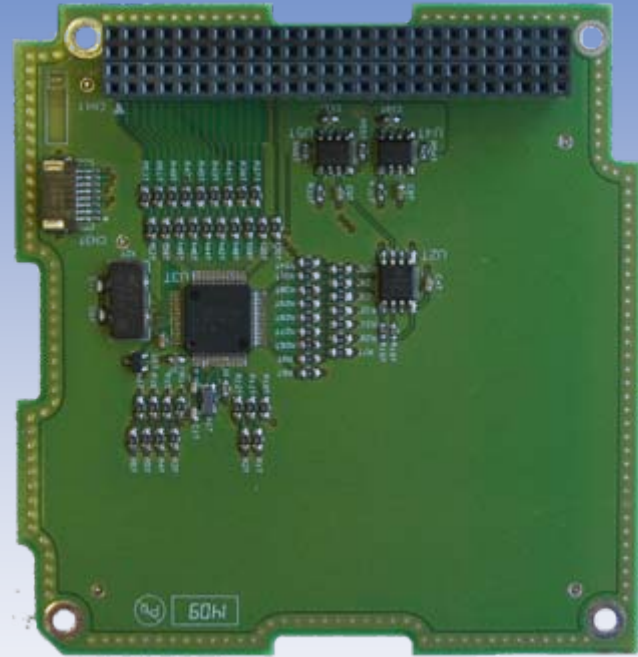
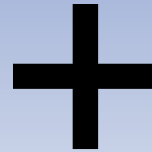
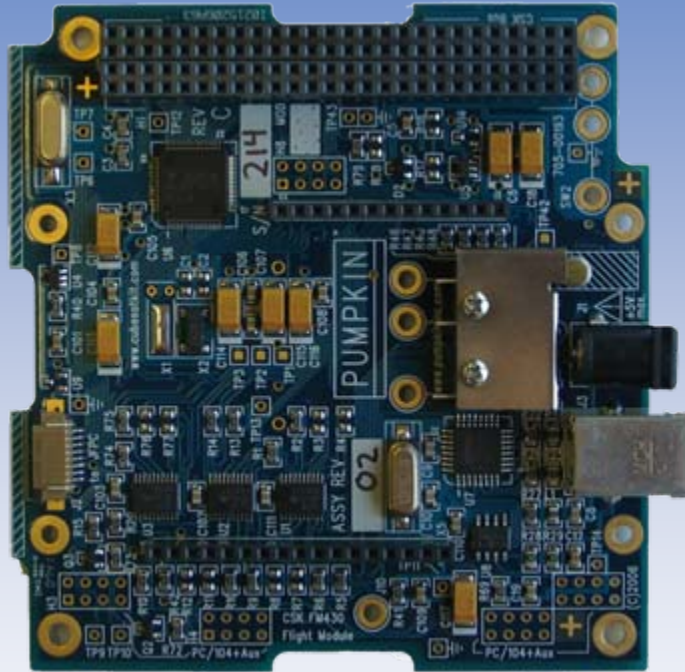




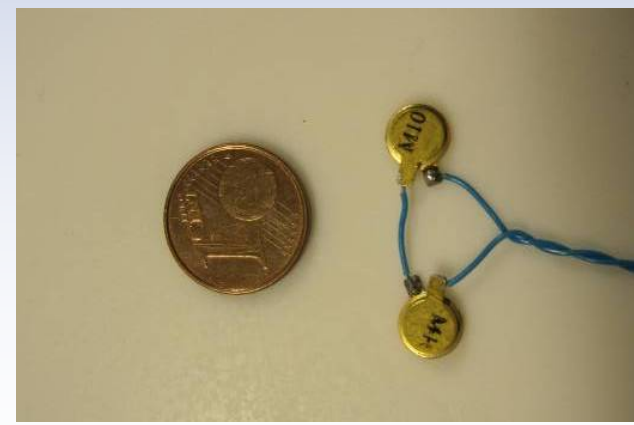
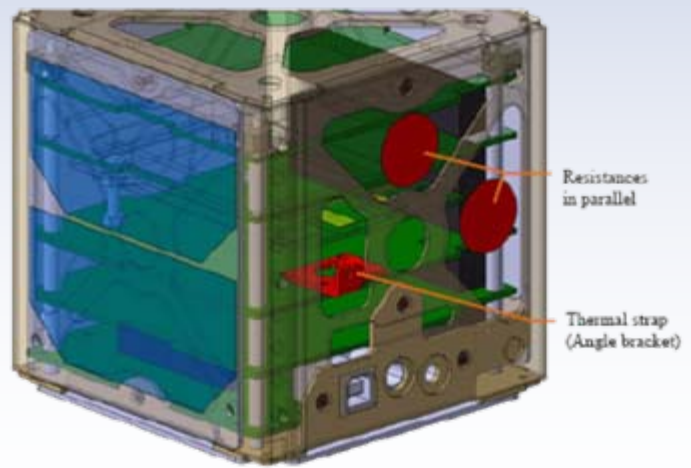
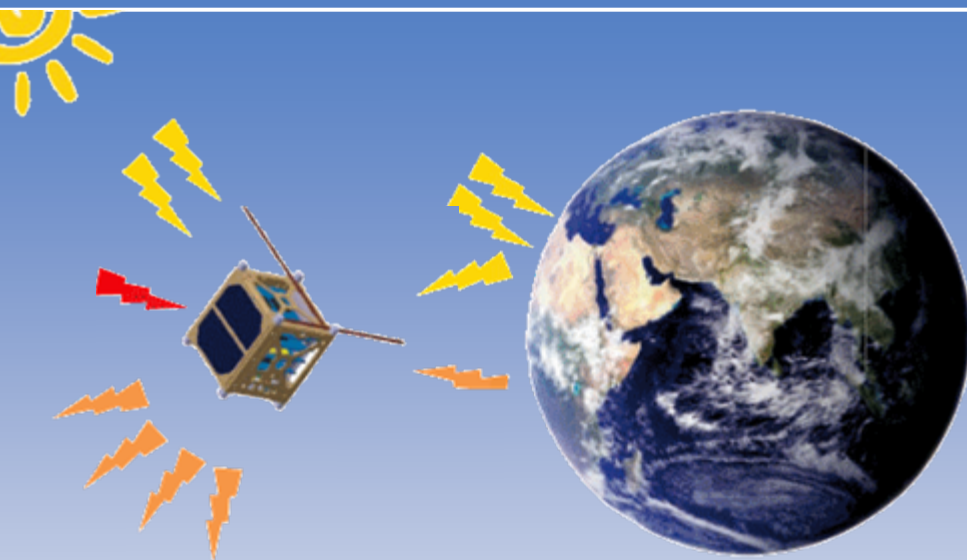
Le satellite : contrôle d'attitude

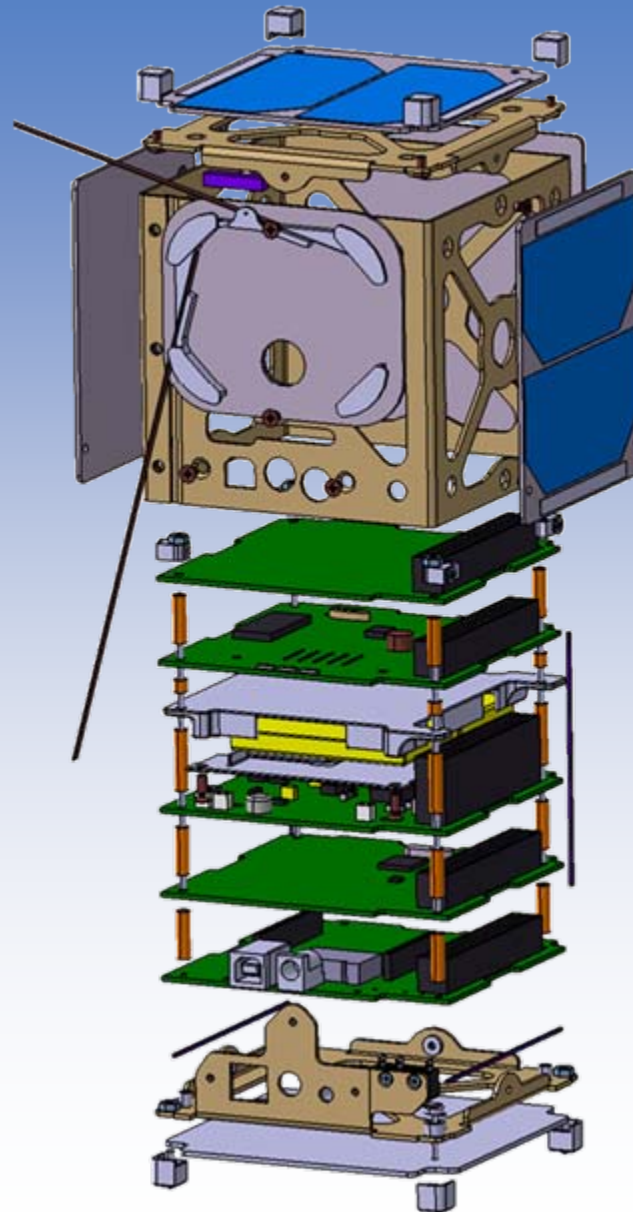


Le satellite : ordinateur de bord



Le satellite : contrôle thermique





1. Le projet
2. Le satellite
3. Le sous-système COM
4. La station-sol
5. Conclusions

3. Le sous-système COM :
 1. D-STAR
 2. AX.25
 3. BEACON
 4. Etages de puissance
 5. Architecture du système COM
 6. Quelques détails techniques

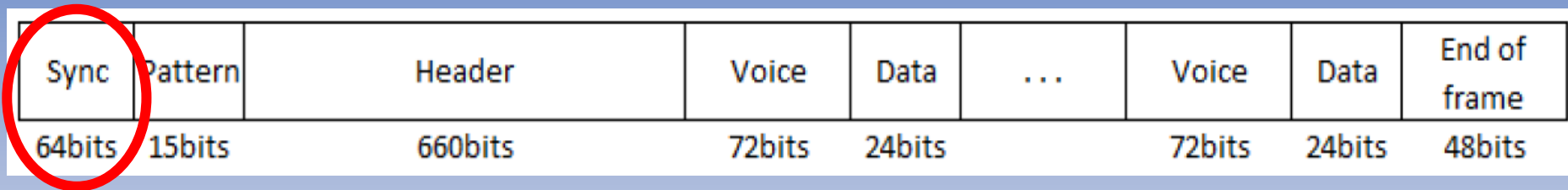




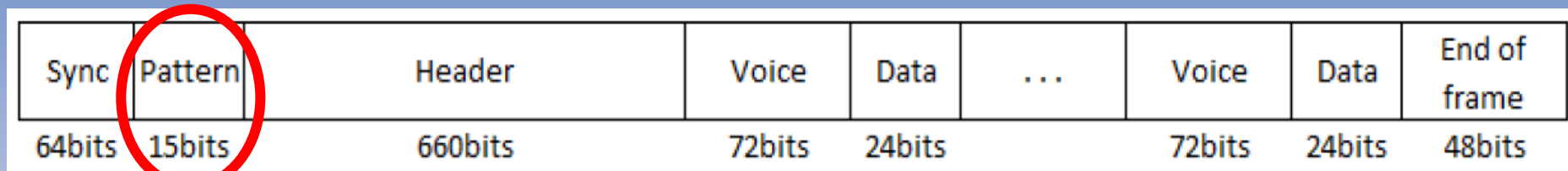
- Digital Smart Technologies for Amateur Radio
- Payload principale de OUFTI-1
- Jamais utilisé dans un satellite relais dédié

- Qu'est-ce que le D-STAR ?
 - Protocole de transmission numérique
 - 2 modes :
 - DV (Digital Voice) : Voix + données (145MHz, 435MHz et 1.2GHz)
 - DD (Digital Data) : Données uniquement (seulement en 1.2GHz)

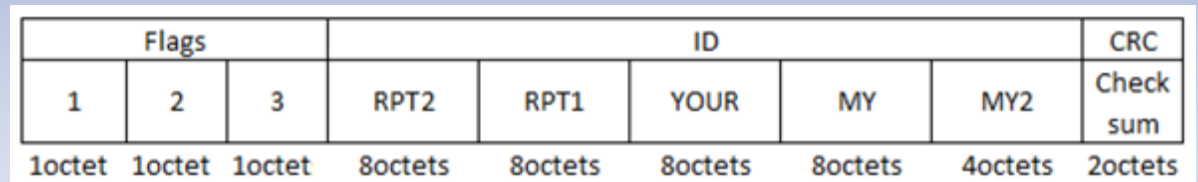
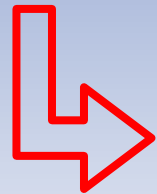
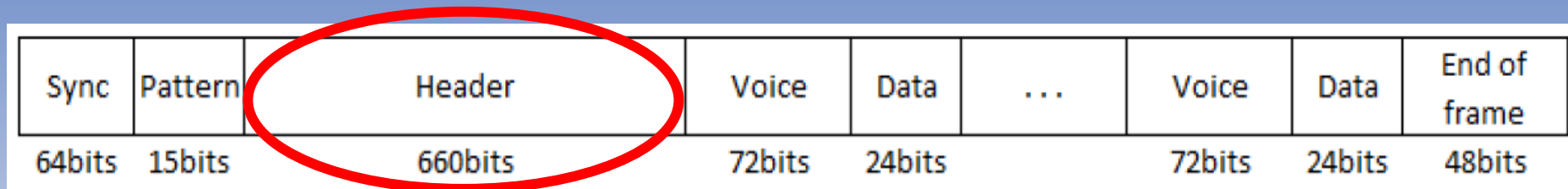
- Quels sont les avantages du D-STAR ?
 - Numérique 📢
 - Grande portée
 - Voix et données simultanément
 - Faible largeur de bande
 - Indicatif en toutes lettres sur le récepteur
 - Passerelle Internet
 - ...



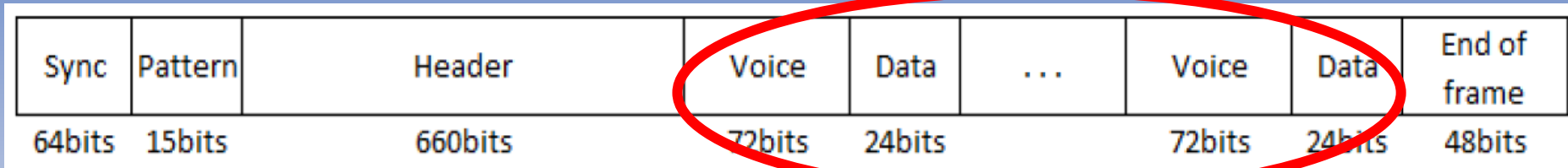
- 10101010101...0101010
- Synchronisation de l'horloge



- Start Of Frame
- 111011001010000
- Détection du début de trame



- RPT1 et RPT2 : indicatifs des éventuels relais
- YOUR : indicatif appelé
- MY : indicatif appelant
- MY2 : éventuel commentaire



- Paquets
- Voix et données entremêlées

Sync	Pattern	Header	Voice	Data	...	Voice	Data	End of frame
64bits	15bits	660bits	72bits	24bits		72bits	24bits	48bits



- $16 * \ll 10 \gg + \ll 0001001101011110 \gg$
- Marque la fin de la trame

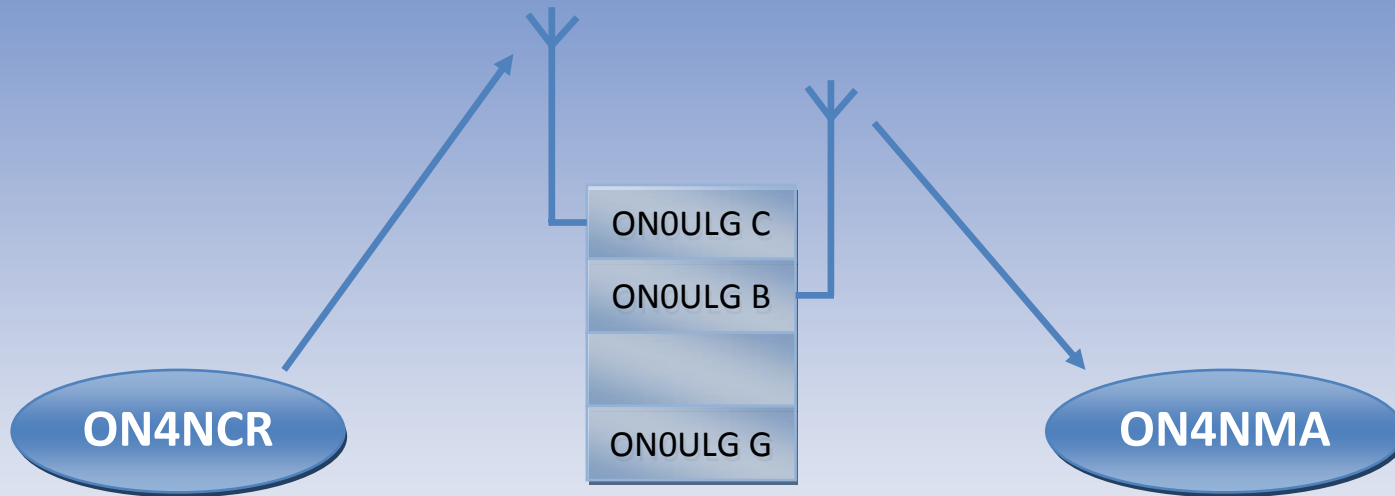
- 3 types de communications classiques au sol :
 - Directe
 - Via un relais
 - Via Internet

- Le réseau D-STAR



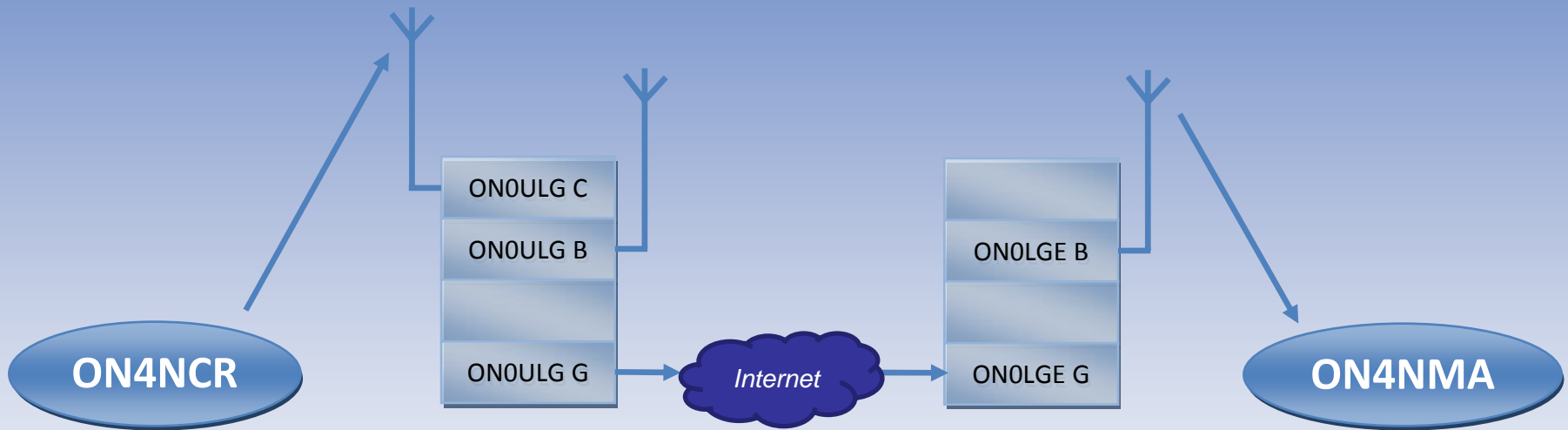
- *RPT1* : DIRECT
- *RPT2* : DIRECT
- *YOUR* : ON4NMA (ou CQCQCQ)
- *MY* : ON4NCR

- Le réseau D-STAR



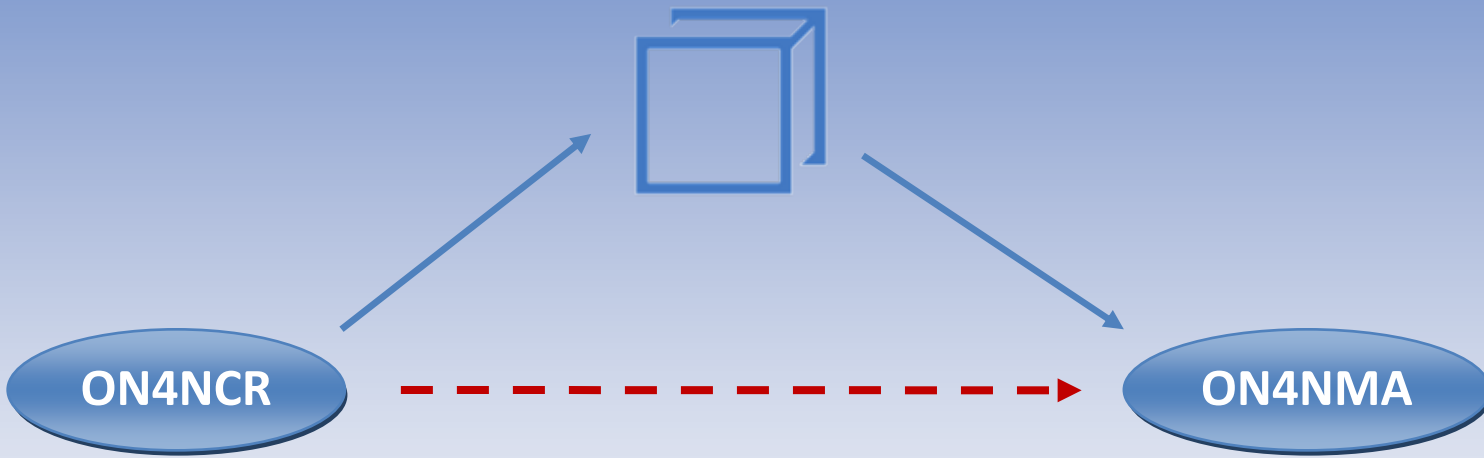
- *RPT1* : ON0ULG C
- *RPT2* : ON0ULG B
- *YOUR* : ON4NMA (ou CQCQCQ)
- *MY* : ON4NCR

- Le réseau D-STAR



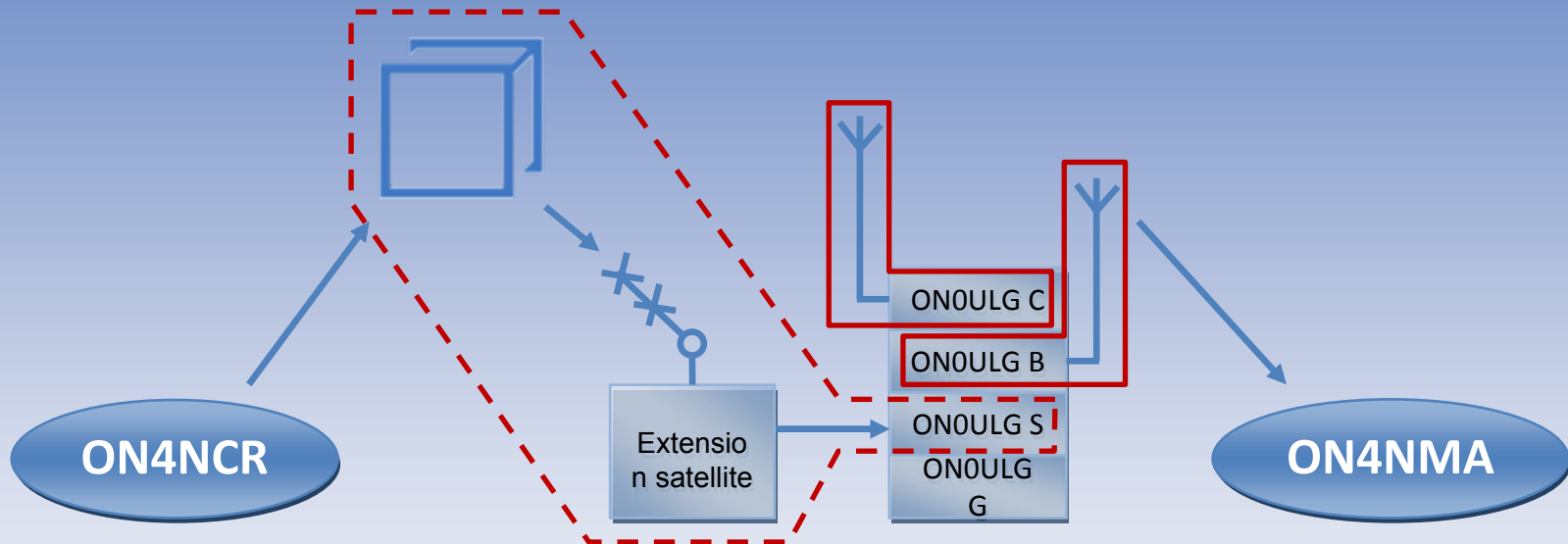
- *RPT1* : ON0ULG C
- *RPT2* : ON0ULG G
- *YOUR* : ON4NMA (ou /ON0LGE B)
- *MY* : ON4NCR

- Intégration d'OUFTI-1



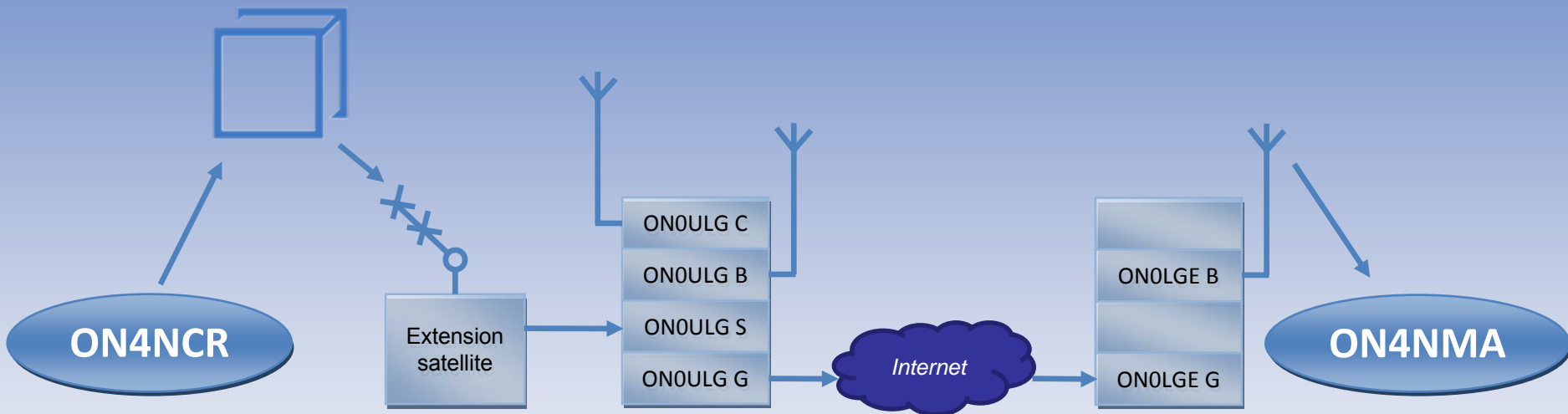
- *RPT1* : DIRECT
- *RPT2* : DIRECT
- *YOUR* : ON4NMA (ou CQCQCQ)
- *MY* : ON4NCR

- Intégration d'OUFTI-1



- *RPT1* : ON0ULG S
- *RPT2* : ON0ULG B
- *YOUR* : ON4NMA (ou CQCQCQ)
- *MY* : ON4NCR

- Intégration d'OUFTI-1

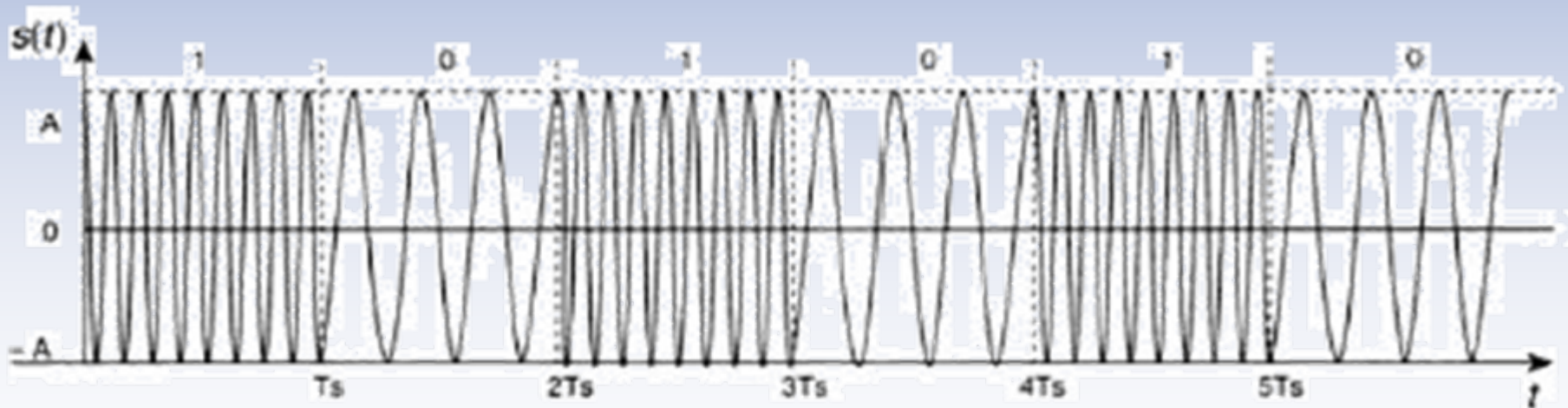


- *RPT1* : ON0ULG S
- *RPT2* : ON0ULG G
- *YOUR* : ON4NMA (ou /ON0LGE B)
- *MY* : ON4NCR

- 2 possibilités :
 - (QPSK = Quadrature Phase Shift Keying)
 - GMSK = Gaussian Minimum Shift Keying
- Baud rate = 4800 bauds

- Gaussian Minimum Shift Keying
 - (Frequency) Shift Keying
 - Minimum
 - Gaussian

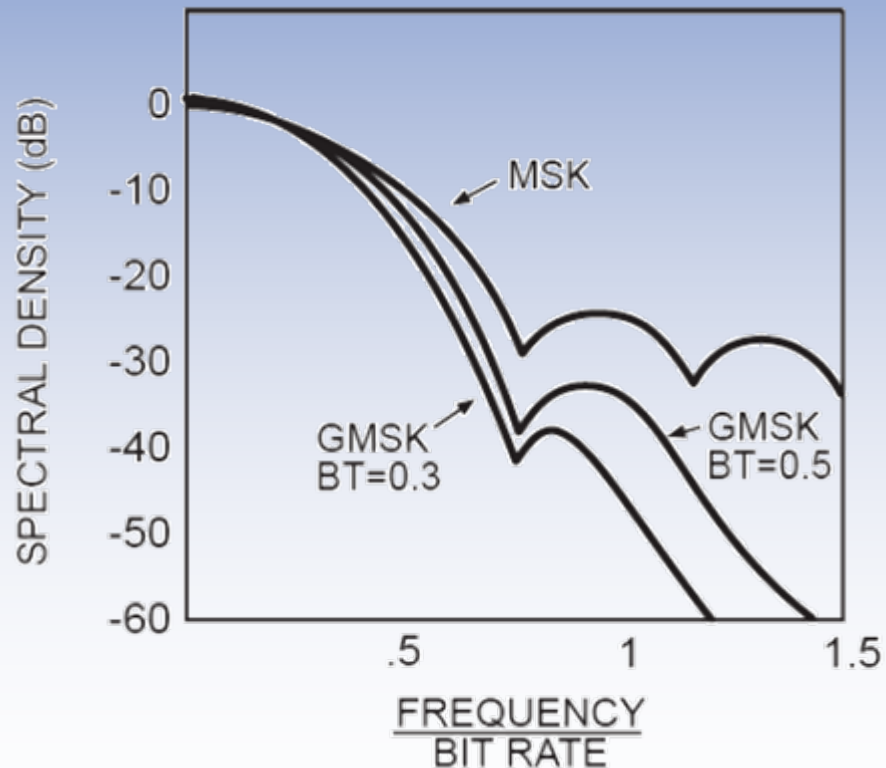
- Gaussian Minimum Shift Keying
 - **(Frequency) Shift Keying**
 - Minimum
 - Gaussian



- Gaussian Minimum Shift Keying
 - (Frequency) Shift Keying
 - **Minimum**
 - Gaussian

→ Bande passante
minimale pour $m=0.5$

- Gaussian Minimum Shift Keying
 - (Frequency) Shift Keying
 - Minimum
 - **Gaussian**



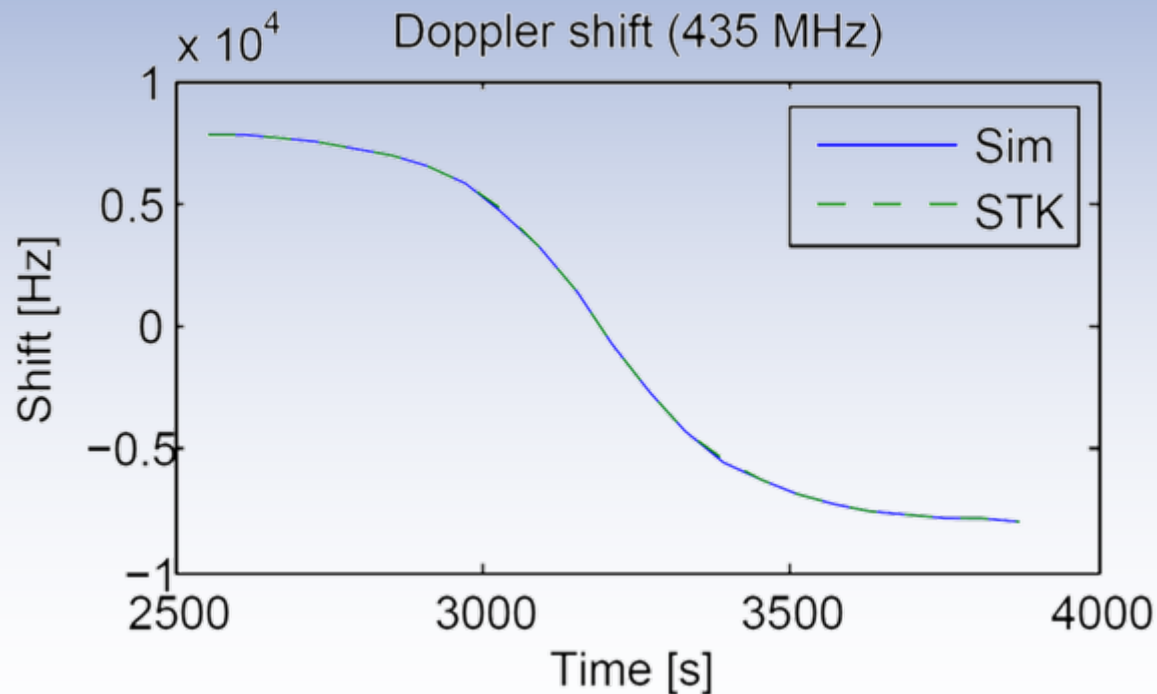
- Notre équipement D-STAR : ICOM IC-e2820
 - Dual Band (VHF et UHF)
 - Analogique et numérique



www.rigpix.com

- Introduction

- Cause : vitesse moyenne d'OUFTI-1 ~ 8 km/s

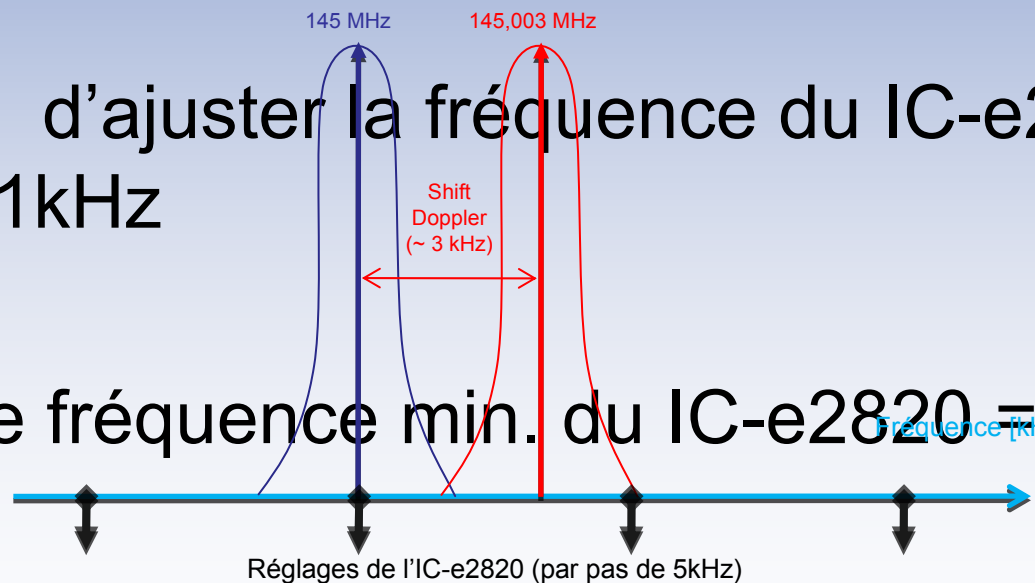


Compensation Doppler

- AX25 : Doppler compensé au sol
- D-STAR :

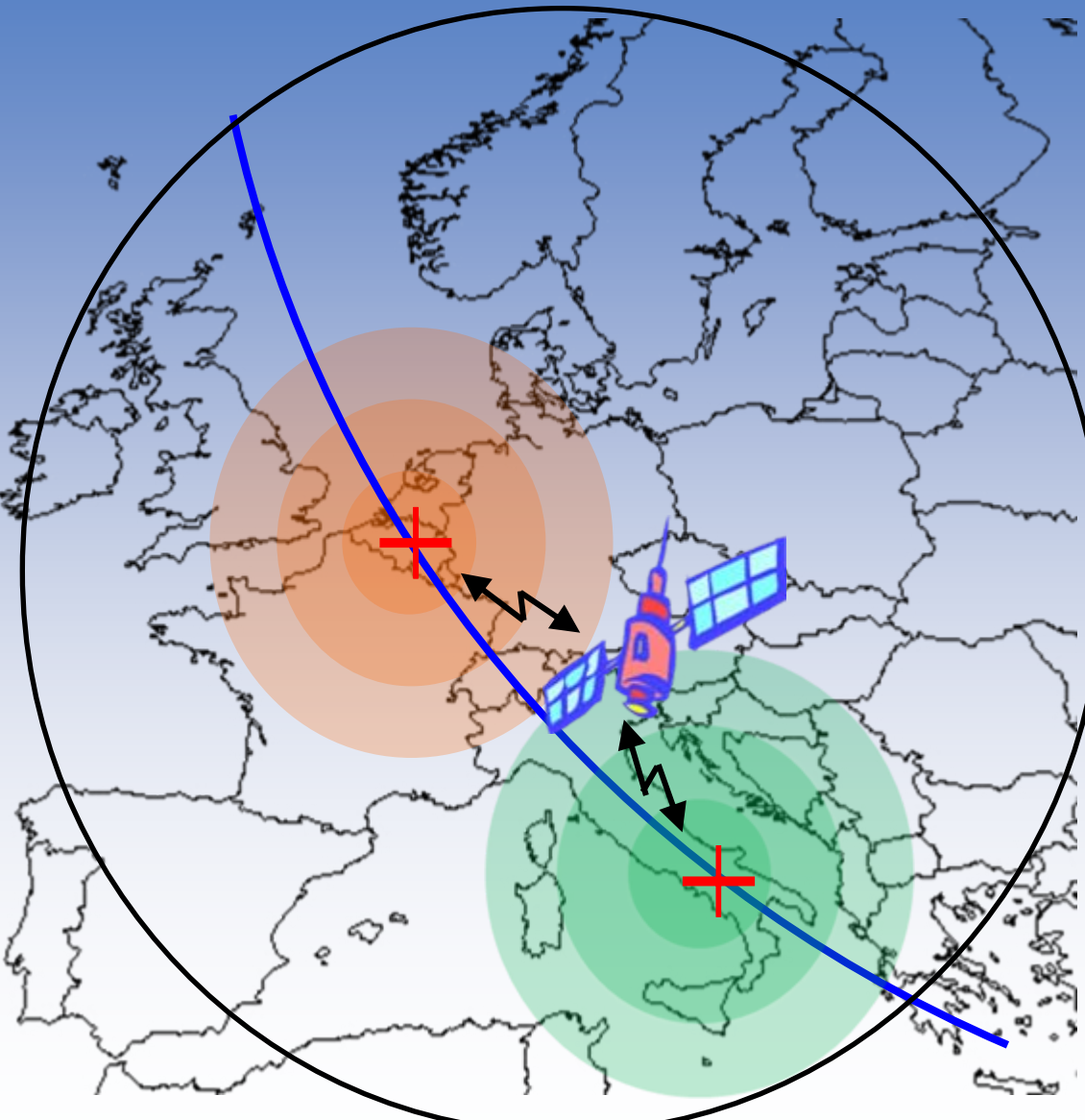
→ Besoin d'ajuster la fréquence du IC-e2820 par sauts $< 1\text{kHz}$

Or saut de fréquence min. du IC-e2820 = 5kHz



- 2 solutions:
 - Modifier IC-2820
 - Corriger Doppler à bord
- La 2^{ème} solution : accessibilité pour les radioamateurs

Compensation Doppler



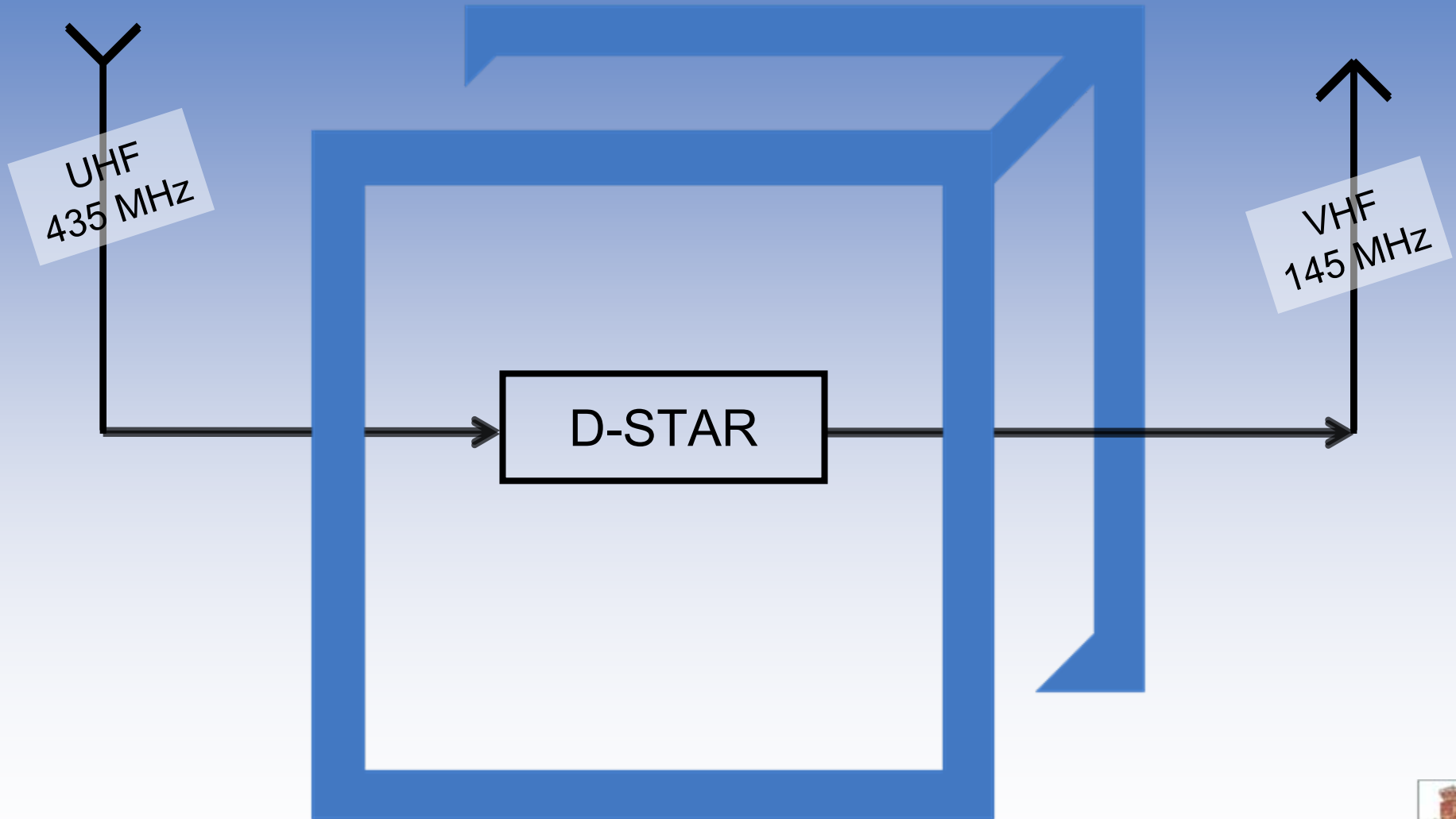
- Réservation du satellite (via site web)
- ↓
- Calcul de la compensation Doppler
- ↓
- Transmission des tables de compensation pour les 2 zones
- ↓
- Activation du D-Star
- ↓
- Communication entre les 2 zones
- ↓
- Désactivation du D-Star

- Le routage des trames
 - 2 zones → nécessité d'un système de routage
 - Utilisation du champ MY2

Flags			ID					CRC
1	2	3	RPT1	RPT2	YOUR	MY	MY2	Check sum
1octet	1octet	1octet	8octets	8octets	8octets	8octets	4octets	2octets

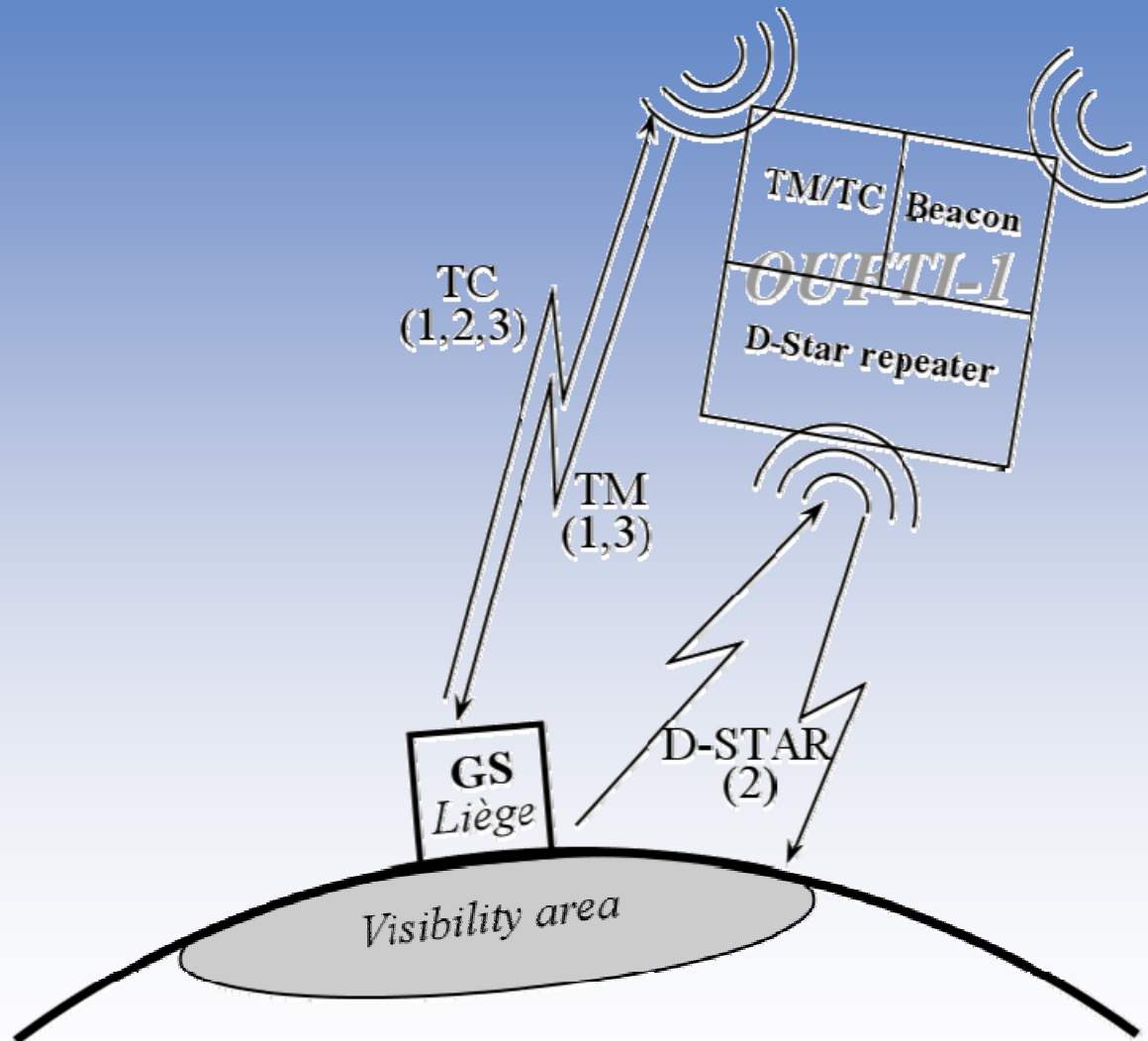
- **SCCC**

- **S** = zone source → permet au récepteur du message de savoir vers quelle zone répondre
- **C** = zone cible → identifie la zone vers laquelle OUFTI-1 doit transmettre le message

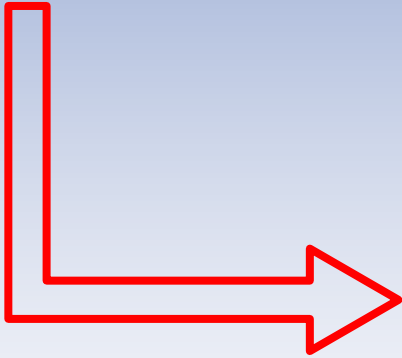


- Très important !
 - Commander le satellite
 - Stopper la transmission en cas d'urgence
 - Toujours à l'écoute, prioritaire

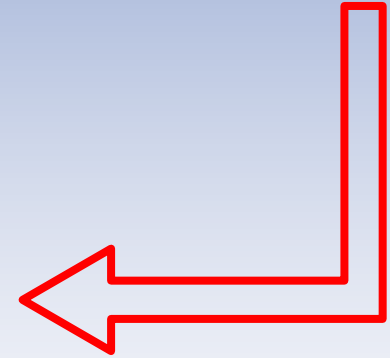
- Très utilisé par les radioamateurs qui font du trafic satellite
- Télécommandes et télémétries
- Fiable et éprouvé dans l'espace
- Détection d'erreurs
- Modulation 2FSK, 9600 bauds



Flag	Address	Control	PID	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 Bits	8/16 Bits	8 Bits	N*8 Bits	16 Bits	01111110



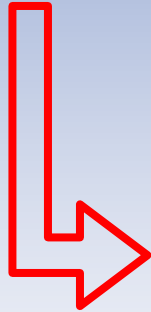
- 01111110
- Délimiter les trames



Flag	Address	Control	PID	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 Bits	8/16 Bits	8 Bits	N*8 Bits	16 Bits	01111110

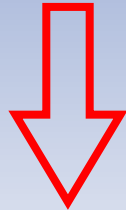
- Bit Stuffing :
 - Intercale un « 0 » après chaque suite de 5 « 1 » consécutifs

Flag	Address	Control	PID	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 Bits	8/16 Bits	8 Bits	N*8 Bits	16 Bits	01111110



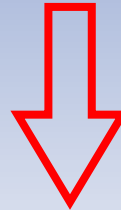
- Source et destination

Flag	Address	Control	PID	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 Bits	8/16 Bits	8 Bits	N*8 Bits	16 Bits	01111110



- Type de trame
- Intégrité de la liaison

Flag	Address	Control	PID	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 Bits	8/16 Bits	8 Bits	N*8 Bits	16 Bits	01111110



- Protocol Identification
- Pour OUFTI-1 : 11110000

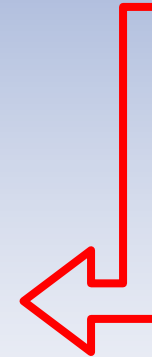
Flag	Address	Control	PID	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 Bits	8/16 Bits	8 Bits	N*8 Bits	16 Bits	01111110

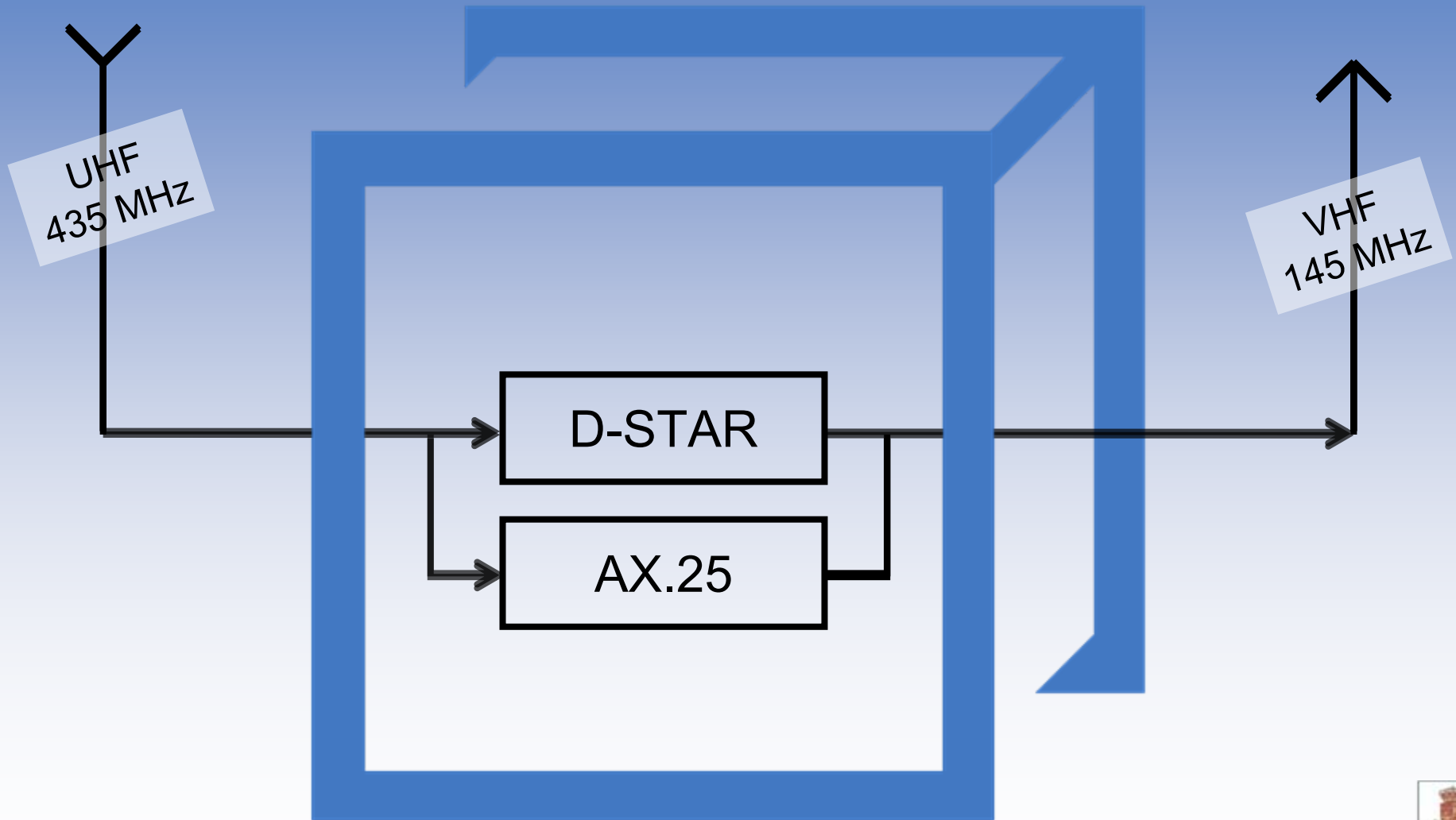


- Information utile

Flag	Address	Control	PID	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 Bits	8/16 Bits	8 Bits	N*8 Bits	16 Bits	01111110

- Checksum
- Détection d'erreurs





- Et si tout va mal ?
- Et lorsqu'OUFTI-1 n'est pas en visibilité de Liège ?

- Les radioamateurs sont partout !

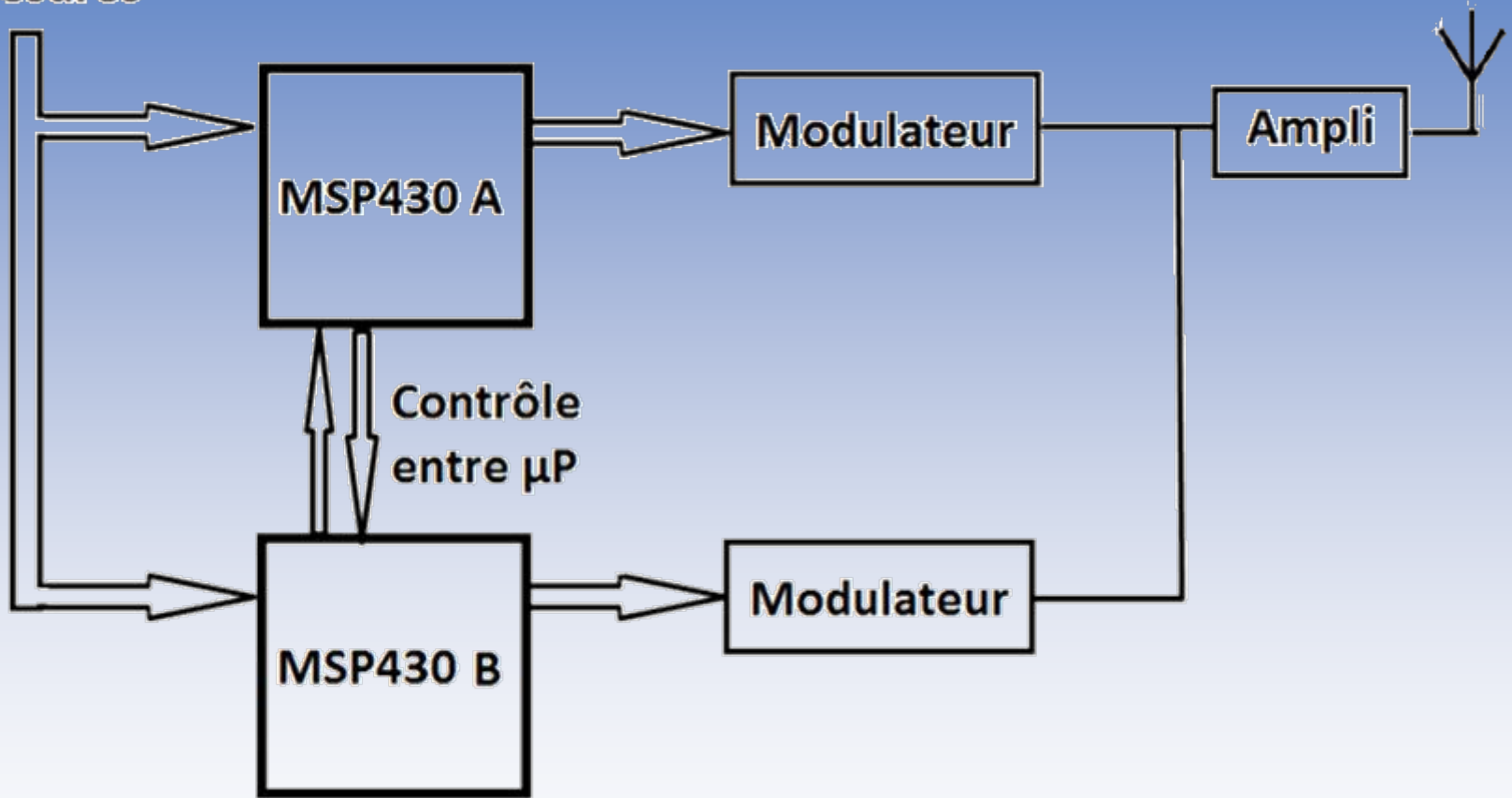


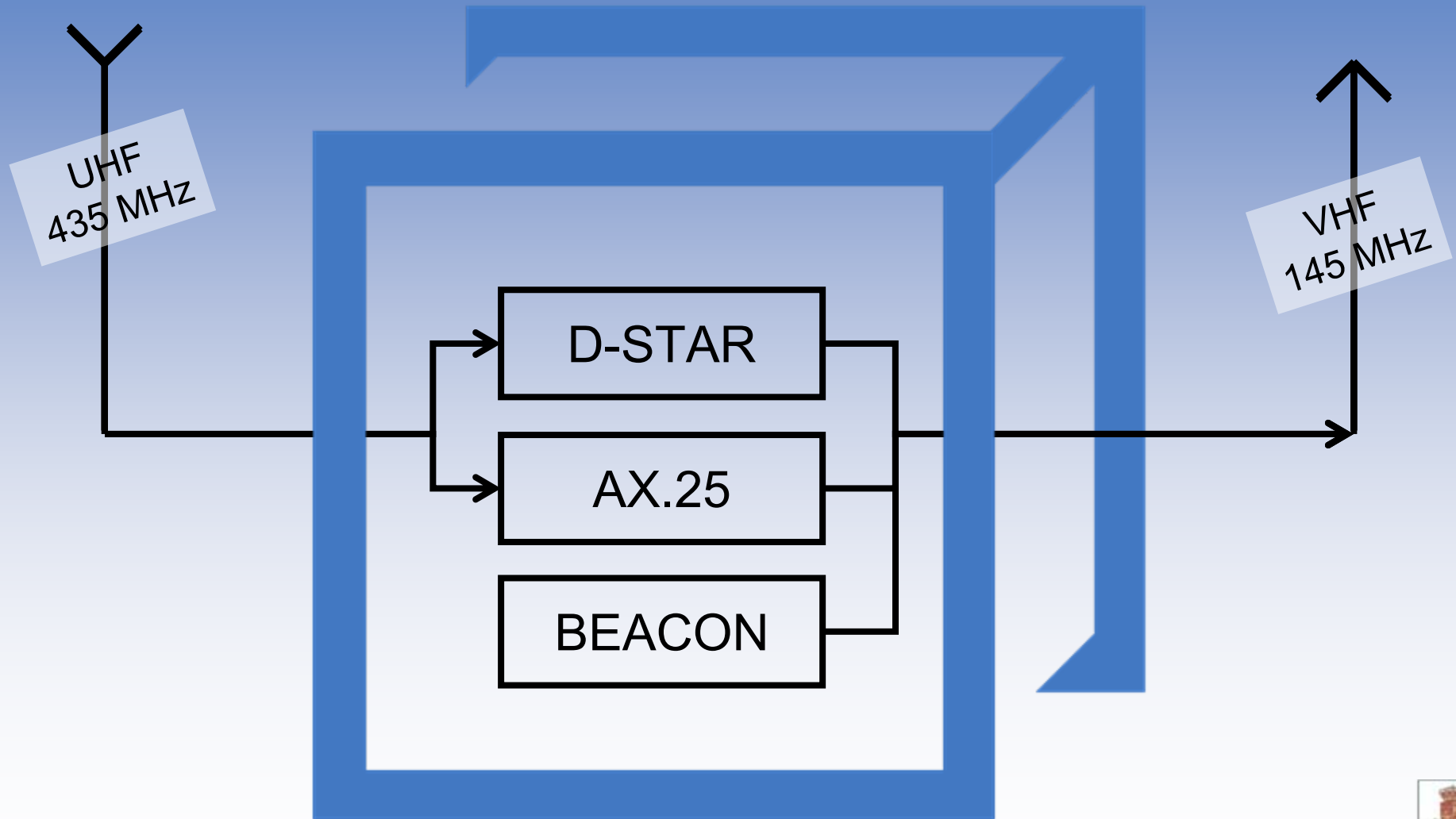
- Balise Morse
- Emet de manière continue
- Message =
 - partie fixe
 - 12 mesures critiques (T, I, V,...)
- 12 mots / minute

«HI HI DE OUFTI1 SW AA BB ...PP YY ZZ»

- HI HI DE : synchro
- OUFTI1 : identification
- Status Word (SW) : 8 bits de status
- AA BB ... PP : 16 valeurs 8 bits codées en hexa
- YY : checksum
- ZZ : fin de trame

mesures





Particularités

- 2 signaux en réception
 - AX.25 (TC/TM)
 - D-STAR

 - 3 signaux à l'émission
 - AX.25
 - D-STAR
 - Beacon
- } A la même fréquence

Fréquence utilisée

UHF 1

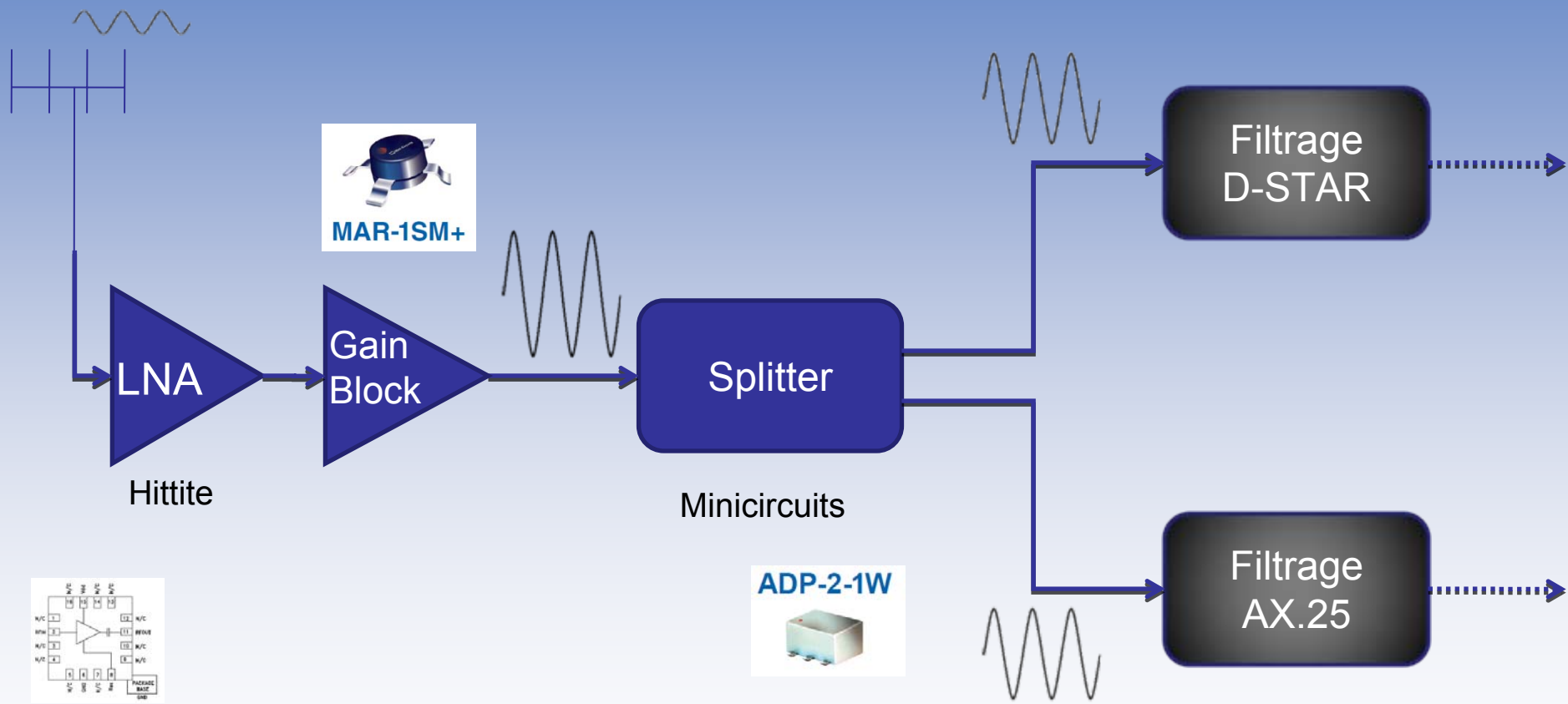
UHF 2

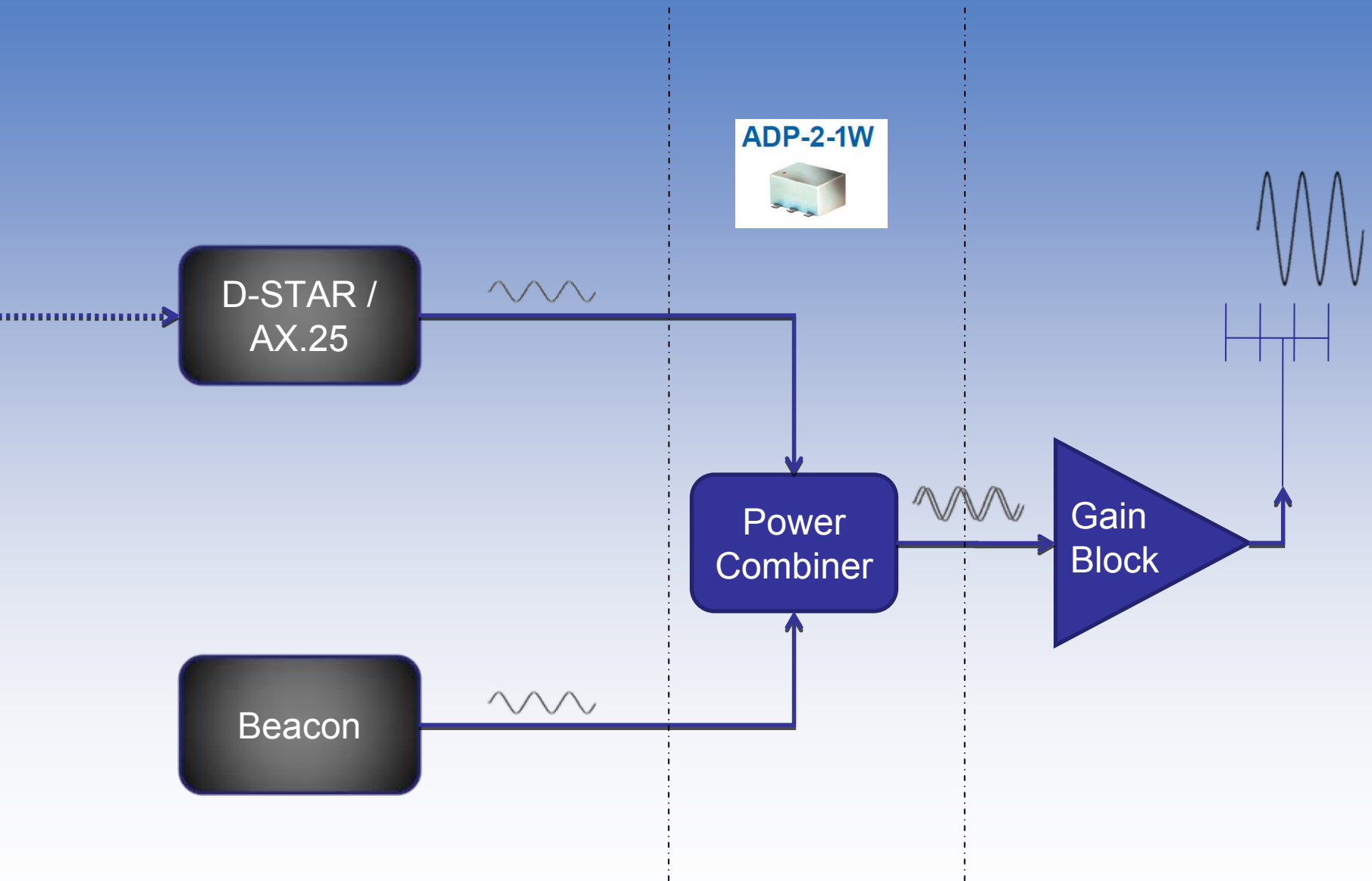
VHF 1

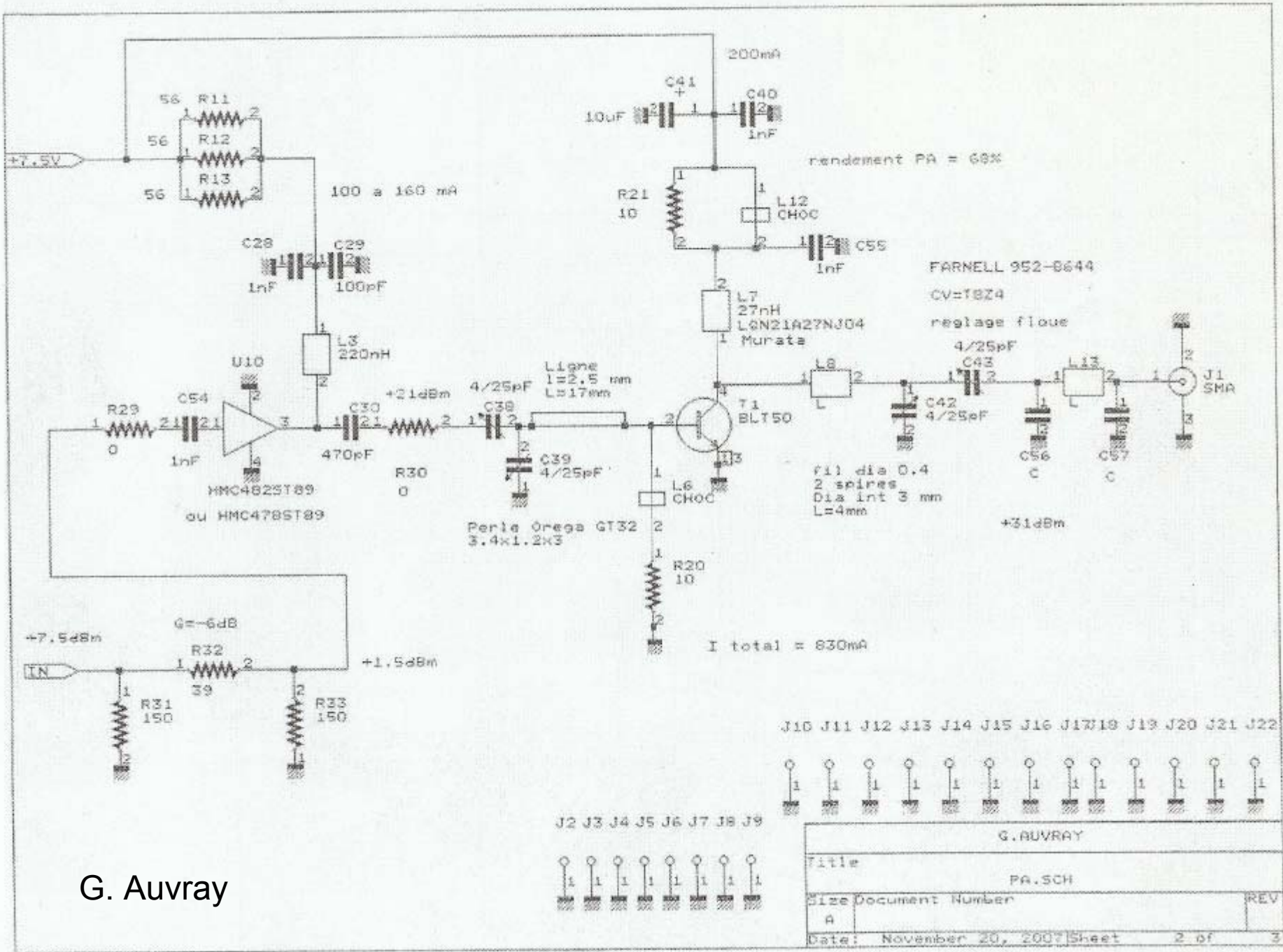
VHF 2



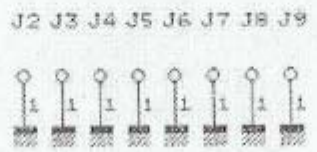
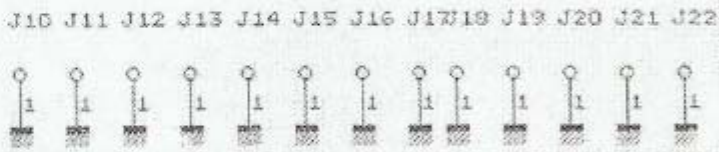
Structure de réception



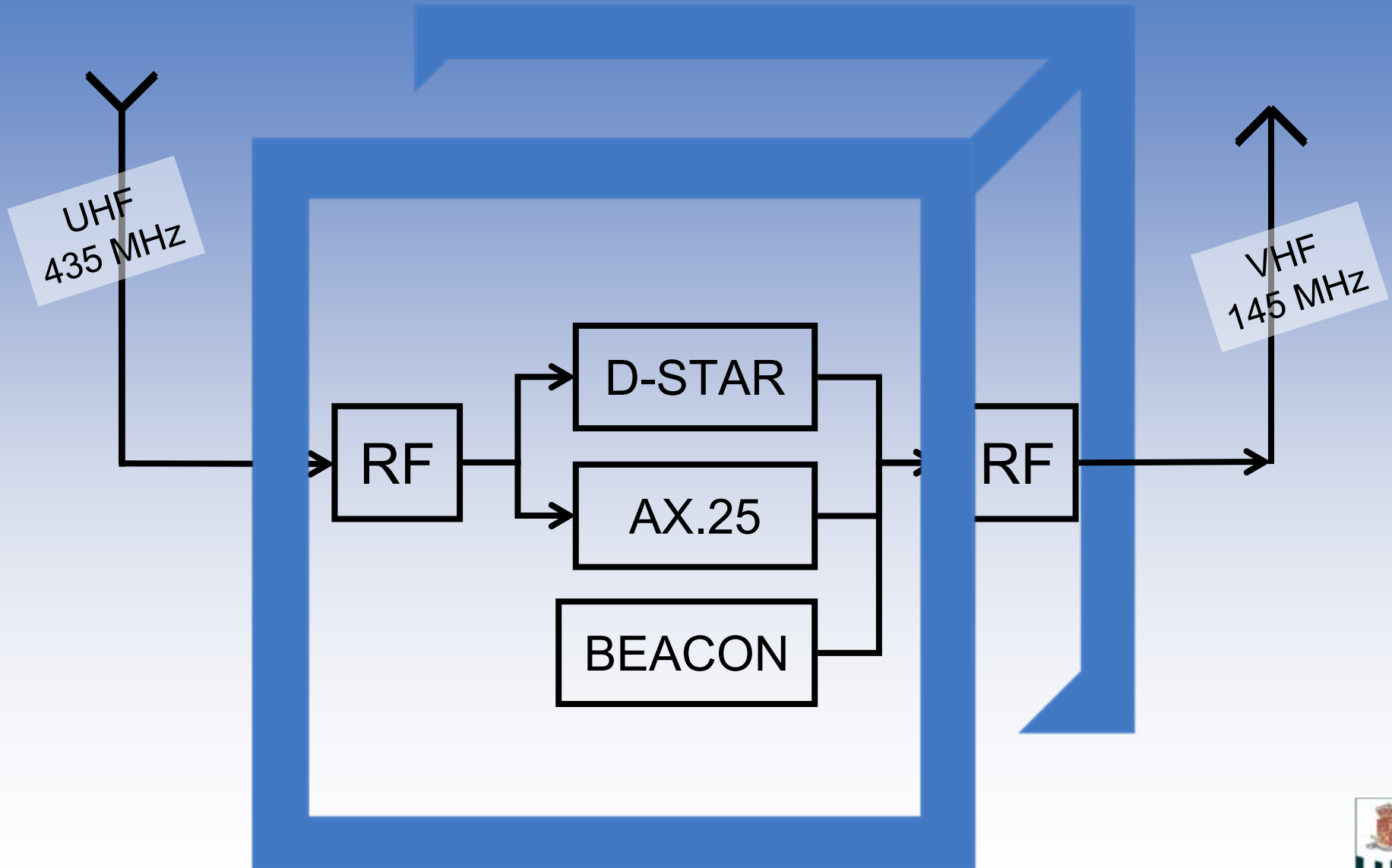




G. Auvray



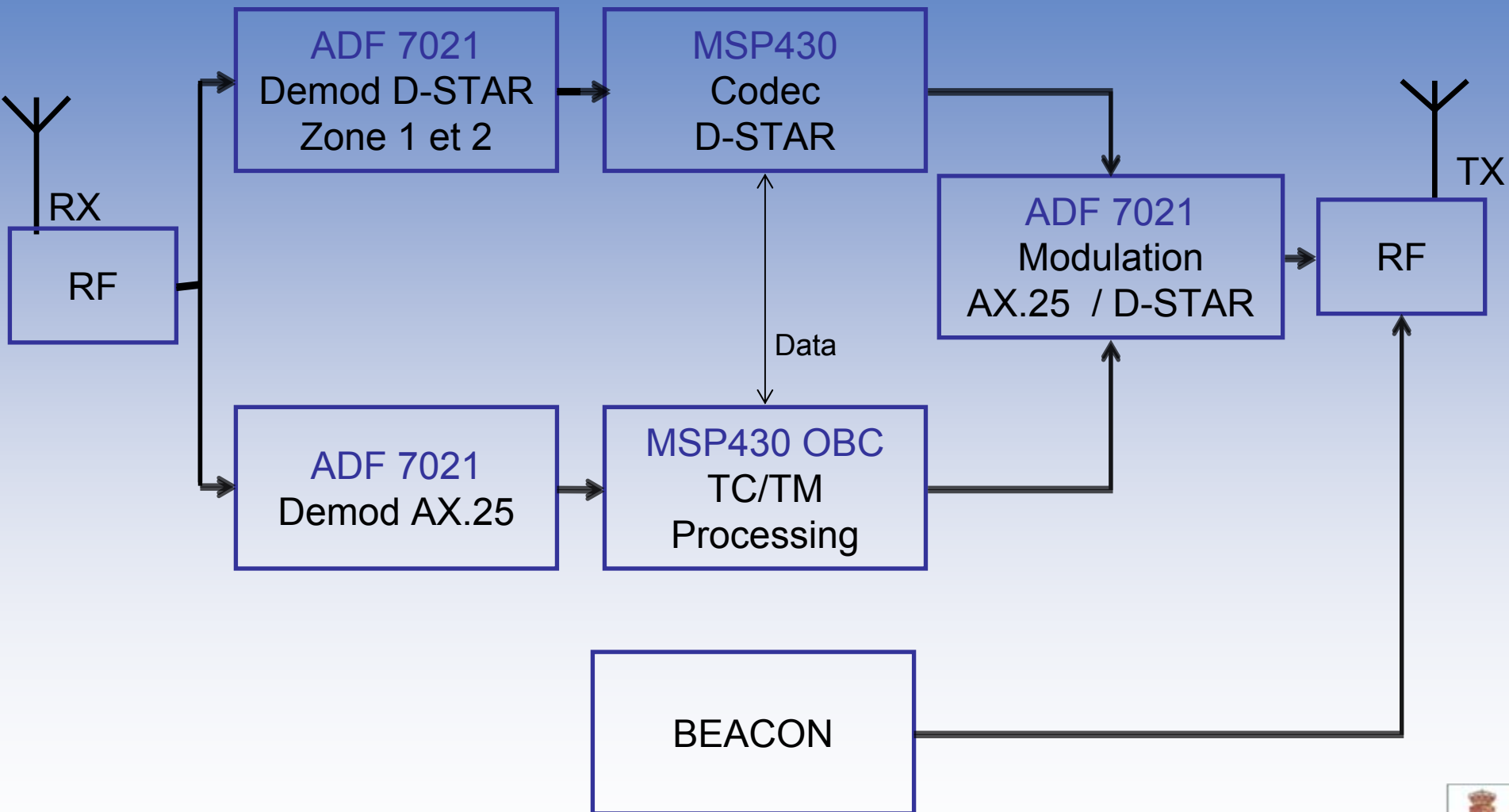
G. AUVRAY	
Title	
PA.SCH	
Size Document Number	REV
A	
Date: November 20, 2007	Sheet 2 of 3





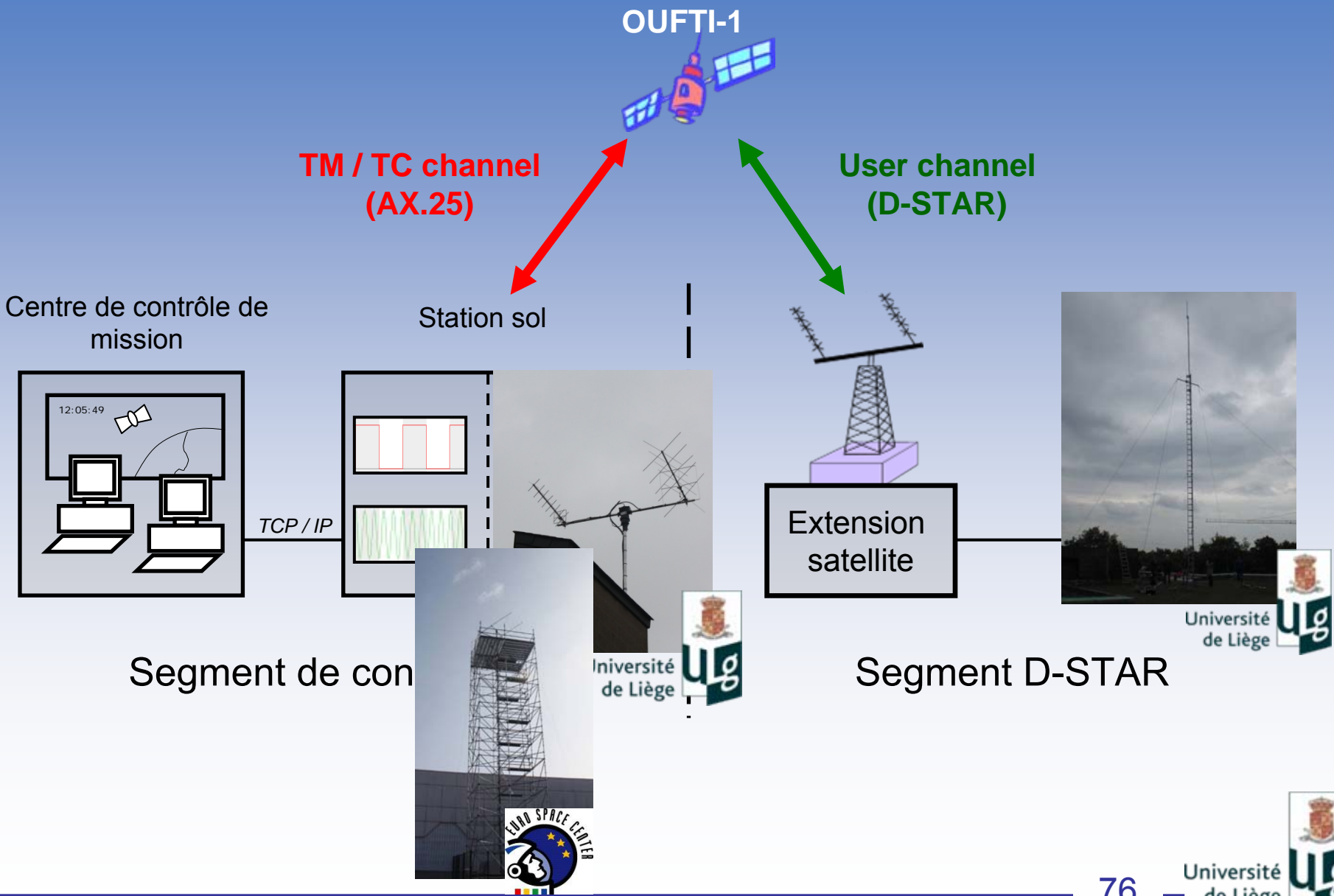
- Contraintes sur l'électronique
 - Chocs et vibrations (surtout pour le décollage)
 - Grande plage de températures (-20°C à 40°C)
- Contraintes des CubeSats:
 - Poids (<1kg)
 - Volume (<1l)
 - Puissance (1W)
 - ...





1. Le projet
2. Le satellite
3. Le sous-système COM
4. La station-sol
5. Conclusions

Retour sur terre



- Projet éducatif
- Réel défi technique
- Système de communication complexe
- Liens forts avec les radioamateurs





Merci pour votre attention !

