

 	Réf. : IGOSAT-XX-X-XXX-XXXXX Edition : 1 Date : 12/05/2014 Révision : 0 Date :
 	 Ionospheric and gamma-ray Observations Satellite

<p>Projet Nano Satellite</p> <p>Station de communication sol</p>
--

Résumé : En septembre 2012 a été initié à Paris Diderot le projet de concevoir un nanosatellite entièrement réalisé par des étudiants : IGOSAT (Ionospheric and Gamma-ray Observation SATellite). Généralement basé sur les standards Cubsat (3 unités) les nanosatellites universitaires atteignent des degrés de complexité très proches de ceux des satellites commerciaux, mais sont conçus en des temps beaucoup plus courts (5 ans). IGOSAT est un projet du LabEx (Laboratoire d'Excellence) UnivEarthS qui regroupe 3 établissements: APC, IPGP et AIM. Son lancement est actuellement prévu pour 2017.

	Date	Signature
Préparé par : L'équipe station de communication sol		
Approuvé par :		
Pour application :		



HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Ed.	Rev.	Date	Modifications	Visa
1	0	12/05/2014	Création du document	

Diffusion

Liste de diffusion	Restreint	Non restreint
Equipe IGOSAT		Non restreint

TABLES DES MATIERES

Présentation du projet IGOSAT	page 5
Introduction de la station sol	page 6
Organisation du travail	
I. Partie théorique.....	page 9
A. Le récepteur Radio.....	page 9
a) Les ondes électromagnétiques.....	page 9
b) Fonctionnement	page 10
c) Principaux modes de réception de l'antenne Radio FM	page 10
B. Antenne YAGI.....	page 11
a) Définition	page 11
b) Composants de YAGI et principe de fonctionnement	page 11
c) Le gain	page 12
II. SDR - Sharp et SDR – Radio (Mise en pratique)	page 13
A. Définition de SDR- Sharp	page 13
B. Représentation et fonctionnement de SDRSharp	page 13
C. Définition de SDR-Radio	page 16
D. Cheminement du signal dans la clé	page 16
III. Comment réceptionner une porteuse avec la trame avec le logiciel SDR-Sharp ?	page 18
A. Définition d'une trame AX25	page 19
1- La forme d'une trame AX25	page 19
1.2 - L'en-tête de la AX.25 (AX.25 Transfer Frame Header)	page 19
1.2.1 Destination Address	page 19
1.2.2 Control bits	page 19



1.2.3 Protocol Identifier	page 20
1.2.4 Information Field	page 20
1.2.5 Frame-Check Sequence	page 20
B. Protocole de reception	page 21
1. Principe de la démodulation d'amplitude en général	page 22
2. Classification des logiciels radio	page 23
3. Schéma détaillé de notre logiciel SDR#	page 24
4. Avantages et inconvénients de la Conversion Directe.....	page 24
5. Mise en pratique avec SDR#	page 24
C. Résultats de la réception d'un signal AX25	page 25
Bilan général et personnelle	page 28
Conclusion	page 33
Référence Bibliographique	page 34
Annexes	page 35

 <p data-bbox="363 100 598 280">Ionospheric and gamma-ray Observations Satellite</p>	<p data-bbox="802 107 1321 138">Réf. : IGOSAT-XX-X-XXX-XXXXXXXX</p> <p data-bbox="802 150 1310 181">Edition : 1 Date : 12-05-2014</p> <p data-bbox="802 226 1134 257">Révision : 0 Date :</p> <p data-bbox="1302 264 1414 295" style="text-align: right;">Page: 5</p>
---	---

PRESENTATION DU PROJET IGOSAT :

L'EIDD a choisit de travailler cette année sur un projet du Labex UnivearthS : le nanosatellite IGOSat. L'avantage de ce projet est interdisciplinaire. En effet, les étudiants de l'EIDD travaillent sur trois grandes thématiques différentes : Télécommunication, Contrôle d'attitude, et Étude mécanique-thermique.

En télécommunication, il y a deux grands points abordés :

1- Station de communication sol :

L'objectif de ce groupe de travail est d'essayer d'émettre des signaux et des commandes au nanosatellite, et de recevoir des signaux qui seront par ailleurs démodulés et enregistrés.

2- Station de communication bord :

Le principe est identique, la seule différence réside dans le fait que tout se passe au niveau du satellite.

Contrôle d'attitude :

SCAO (Système de Contrôle d'Attitude et d'Orbite) est un ensemble d'équipements et de logiciels qui assurent le contrôle de l'attitude du nanosatellite (grâce à une boucle d'asservissement) c'est-à-dire son orientation autour de son centre d'inertie.

- Contrôler l'attitude du satellite après stabilisation à l'aide de magnéto coupleurs.
- Déterminer un modèle dynamique du satellite (simulation et modélisation sous Matlab).

Ce sous système doit donc pouvoir orienter notre satellite dans l'espace de manière autonome.

 <p>Ionospheric and gamma-ray Observations Satellite</p>	<p>Réf. : IGOSAT-XX-X-XXX-XXXXXXXXX Edition : 1 Date : 12-05-2014 Révision : 0 Date : Page: 6</p>
---	---

Étude mécanique-thermique :

Ce groupe étudie et modélise les différents sous-systèmes du nanosatellite ainsi que leur emplacement au sein de l'appareil. Ils doivent également tenir compte des contraintes thermiques et des problèmes spécifique de l'environnement spatial. Enfin, ils s'intéressent à l'architecture interne d'autres nanosatellites existants pour que ceux-ci nous servent de modèle pour l'agencement des divers organes composant notre nanosat.

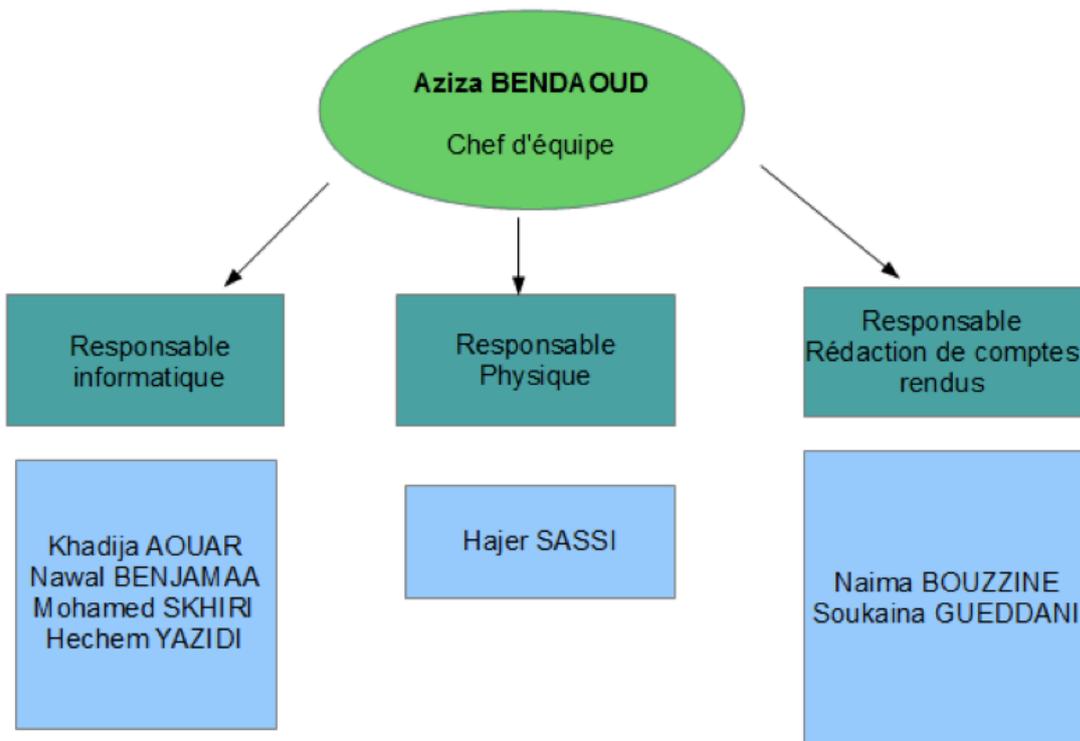
INTRODUCTION

Nous sommes chargés de recevoir et d'émettre des signaux au nanosatellite, signaux qui seront démodulés et traités informatiquement. Pour cela, plusieurs outils sont mis à notre disposition :

- Une antenne YAGI
- Une clé USB TNT (Radio SDR)
- Espace d'où nous disposons à Lamarck (ordinateurs...)

ORGANISATION DU TRAVAIL

Pour la réalisation de ce projet, nous nous sommes scindés en plusieurs sous-groupes, pour favoriser au mieux le bon déroulement des travaux. Nous avons essayé de nous répartir les tâches en fonction de nos compétences. À part le fait que chacun avait sa tâche, nous avons quand même garé l'esprit d'équipe dans le sens où nous nous sommes tous investit dans les travaux, que ce soit dans l'expérimentation ou la rédaction du rapport. Nous nous sommes aidés quand l'un de nous étaient en difficulté.



Aziza BENDA OUD : Chef d'équipe

Son rôle est d'encadrer l'équipe et de superviser le bon fonctionnement des travaux, son travail consiste en la répartition des tâches entre les membres du groupe, et contribue à l'engagement de chacun dans l'accomplissement de ses missions. Elle se charge de rassembler les travaux des membres du groupe afin de vérifier et ensuite en valider le contenu. Responsable de la communication entre les membres du groupe en fixant les dates des différentes réunions (physiques ou via conversation vidéo), en essayant de trouver des créneaux horaires arrangeant tout le monde au vu de nos différents emplois du temps. Elle est aussi chargée de faciliter la communication entre les membres de l'équipe en créant un espace de travail en ligne sur Google Drive pour que les travaux respectifs peuvent être partagés.

Khadija Aouar, Nawal BENJAMAA, Mohamed SKHIRI et Hechem Yazidi : Responsable informatique

Ils ont été chargés de trouver les logiciels dont nous avons eu besoin dans ce projet, chercher la documentation qui correspond et essayer de les utiliser. Ils se sont occupés de toute la partie radio, émission et décodage de trame. Et aussi de tout ce qui concerne la langage AX25, que nous avons besoin

 <p data-bbox="363 100 598 280">Ionospheric and gamma-ray Observations Satellite</p>	<p data-bbox="805 107 1324 138">Réf. : IGOSAT-XX-X-XXX-XXXXXXXX</p> <p data-bbox="805 147 1316 179">Edition : 1 Date : 12-05-2014</p> <p data-bbox="805 224 1133 255">Révision : 0 Date :</p> <p data-bbox="1300 264 1412 295" style="text-align: right;">Page: 8</p>
---	---

de maîtriser pour le bon avancement du projet.

Hajer SASSI : Responsable physique

Issue de la spécialité architecture des systèmes physiques de l'école, elle s'est chargée de toute la partie physique de ce projet. Elle a utilisé ses compétences, ainsi que ses connaissances sur tout ce qui est antennes, modulation et démodulation de fréquences, émission et réception.

Naima BOUZZINE et Soukaina GUEDDANI : Responsable rédaction de comptes rendus

Elles ont été chargées de rédiger les comptes rendus de nos différentes réunions pour pouvoir faire un point lors des réunions suivantes sur l'évolution de notre travail, et ainsi avoir une trace écrite afin trouver des facilités lors de la rédaction du rapport. Et aussi de la rédaction d'un carnet de bord qui suit de réunion en réunion l'évolution de notre travail.

I. PARTIE THEORIQUE

 <p data-bbox="359 100 598 280">Ionospheric and gamma-ray Observations Satellite</p>	<p data-bbox="805 100 1324 145">Réf. : IGOSAT-XX-X-XXX-XXXXXXXX</p> <p data-bbox="805 145 1316 190">Edition : 1 Date : 12-05-2014</p> <p data-bbox="805 212 1141 257">Révision : 0 Date :</p> <p data-bbox="1300 257 1412 302" style="text-align: right;">Page: 9</p>
---	---

A LE RECEPTEUR RADIO:

Le récepteur radio permet de démoduler les ondes reçues par l'antenne.

A) LES ONDES ELECTROMAGNETIQUES

Grâce aux ondes électromagnétiques, qui vont à la vitesse de la lumière, les systèmes radio transmettent les signaux. Nous sommes soumis au quotidien au champ électromagnétique plus ou moins intensément suivant l'endroit où nous nous situons mais nous n'en ressentons pas les effets (sauf en cas de coup de soleil par exemple). Ce dernier se caractérise par une répartition de champs électriques et magnétiques en continuelle variation et distribués sur tout le spectre de fréquences allant des grandes ondes aux hyperfréquences à la limite de la lumière. Les ordres de grandeur des longueurs d'onde sont comparables en VHF-UHF à celles des ondes acoustiques audibles, ce qui diffère entre ces deux types d'onde sont les valeurs des fréquences qui sont différentes.

Comme signalé précédemment, pour recevoir un signal, il est nécessaire de disposer d'une antenne dont les dimensions vont dépendre de la longueur d'onde du signal. Pour rappel, la taille de l'antenne est en général d'environ $\frac{1}{2}$ de la longueur d'onde.

En radiocommunication, le domaine des hautes fréquences désigne les ondes radios, dont la fréquence est comprise entre 3 et 30 MHz. Par conséquent, leurs longueurs d'ondes sont comprises entre 10 et 100 mètres.

Dans le cas des signaux basses fréquences dont les fréquences sont inférieures à 20 Hz, la longueur d'onde sera plus grande. Ainsi, l'antenne serait très longue ce qui engendrerait une atténuation du signal. Considérons l'exemple où nous avons une fréquence de 10 Hz, la longueur d'onde est égale à 3,104 m, ce qui correspond à une antenne de plus de 15 Km.



B) FONCTIONNEMENT :

Le fonctionnement d'une antenne radio FM suit le même principe que n'importe quelle autre antenne. Elle permet de recevoir des ondes électromagnétiques. Elle sélectionne naturellement les longueurs d'ondes propres à l'émission de programmes radio.

C) PRINCIPAUX MODES DE RECEPTION DE L'ANTENNE RADIO FM :

Un récepteur de radio reçoit un signal haute fréquence qui doit ensuite être démodulé pour retranscrire l'information. Pour cela, ce signal haute fréquence est traité soit via la modulation d'amplitude (AM), soit via la modulation de fréquence (FM). La modulation d'amplitude permet de moduler un signal. En effet, c'est une technique qui permet d'augmenter le signal via une fréquence porteuse qui sera par la suite démodulée pour récupérer l'information primitive. Par ailleurs, le principe de la modulation de fréquence est identique que celui de la modulation d'amplitude. La différence réside dans le fait que le signal subit une variation de fréquence. Il faut savoir que la modulation de fréquence est plus solide que la modulation d'amplitude.

Dans notre cas, ce n'est pas de la « musique » que l'on cherche à recevoir, mais des data. Du coup, le signal amplifié est numérisé et traité informatiquement. Les signaux formés par les ondes électromagnétiques sont captés par une antenne.

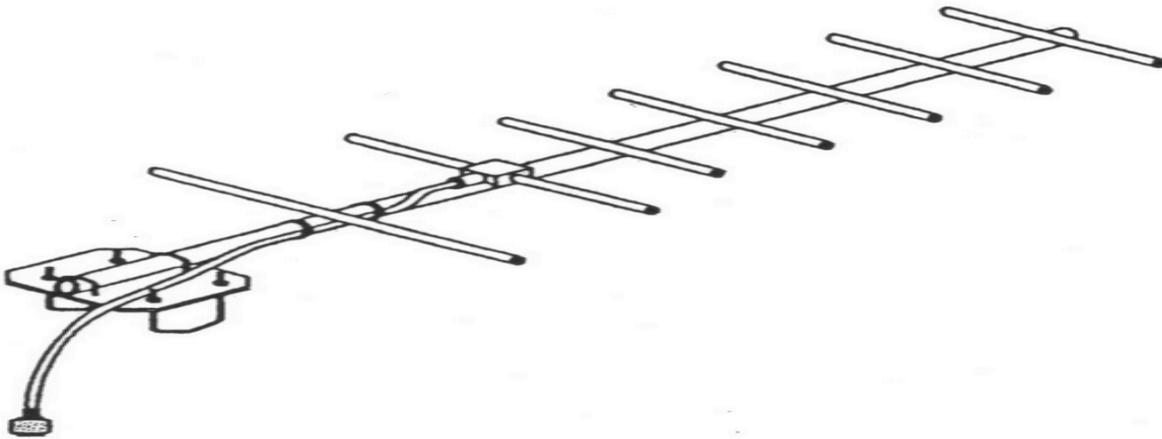
Les caractéristiques d'un récepteur sont de:

- Trier et de choisir le signal désiré;
- Amplifier ce signal afin de permettre son traitement ;
- Démoduler le signal modulé soit en amplitude soit en fréquence numérique dans le but de retrouver le signal primitif, original (signal modulant).¹

¹ Source <http://antenne.comprendrechoisir.com/comprendre/antenne-radio-fm> (Nous nous sommes beaucoup inspirés de ce site pour connaître les principaux modes de réception).



B Antenne YAGI

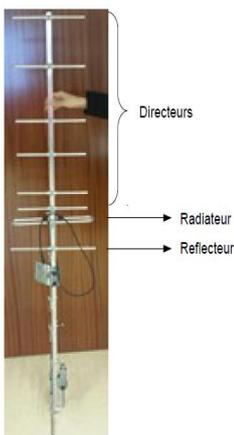


a) Définition

L'antenne YAGI est une antenne directive constituée d'une association de brins métalliques répartis de façon à obtenir un gain maximum dans la direction perpendiculaire à l'axe d'alignement des brins. Elle est très souvent utilisée comme antenne de réception TV. Le dipôle $\lambda / 2$ est la base de l'antenne YAGI.

b) Composants de YAGI et principe de fonctionnement

L'antenne YAGI se compose de :



- Une antenne demi-onde: c'est une antenne de longueur presque égale à la moitié de la longueur d'onde pour laquelle elle a été fabriquée. Elle est alimentée comme il se doit en son milieu. C'est l'élément radiateur qui émet ou reçoit des radiations.
- Un (ou plusieurs) élément réflecteur, non alimentés, placés, en arrière de l'antenne demi-onde qui peut être réalisé par une tige métallique de longueur $> \lambda / 2$. Son rôle

est de renvoyer vers l'avant le rayonnement de l'antenne $\lambda / 2$ et d'empêcher que des ondes en provenance de l'arrière ne parviennent au pilote.

- Des directeurs espacés de d et dont les longueurs inférieures à $\lambda / 2$ sont régulièrement décroissantes. Ce réseau de directeurs confère à l'antenne Yagi sa propriété d'antenne réseau à rayonnement longitudinal. En effet, les directeurs, rayonnent par induction sous l'influence de l'antenne $\lambda / 2$ avec un retard de phase de $\lambda / 2$ entre deux directeurs consécutifs. Pour limiter l'encombrement de l'antenne, la distance d est de l'ordre de $0,1 \lambda$ à $0,15 \lambda / 2$.

Dans une antenne Yagi, les éléments autre que le radiateur, peuvent être considérés comme des « éléments parasites ».

La longueur de ces derniers doit être différente de celle du dipôle pour ne pas avoir la même fréquence de résonance. L'espacement entre les éléments n'est pas uniforme non plus pour que les ondes transmises par le radiateur et par les éléments parasites soient en phase dans la direction désirée mais hors-phase dans la direction opposée.

c) Le gain

Pour augmenter le gain avant de l'antenne, il suffit d'ajouter des éléments directeurs. Pour un nombre raisonnable d'éléments, le gain est plus ou moins proportionnel à celui-ci, mais cette pratique a toutefois des limites:

- Mécaniques car la longueur de l'antenne peut poser des problèmes
- Electriques car le gain n'est pas proportionnel au nombre d'éléments et plafonne assez rapidement²

² Source <http://pourquoietcomment.voila.net/b.textes.pdf/Scientifique/scientific.Lesantennes.pdf> (Les informations essentielles connues sur l'antenne YAGI ont été relevées dans ce site)



II. MISE EN PRATIQUE (LES LOGICIELS DE RECEPTIONS UTILISE SDR-SHARP AINSI QUE LA CLE SDR- RADIO)

A) DEFINITION DE SDR-SHARP:

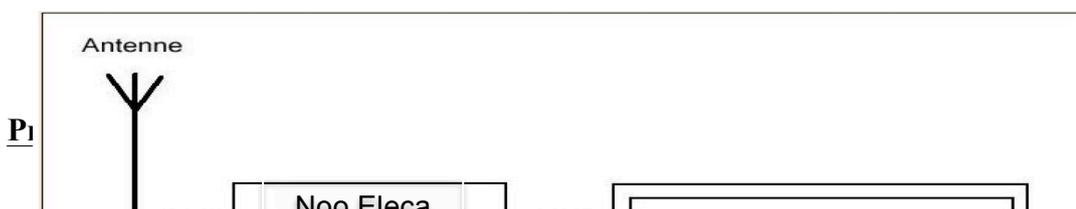
Est un logiciel de Radio de haute fréquence (HF), il est écrit en langage C. C'est un open source, facile à utiliser et à télécharger.

B) REPRESENTATION ET FONCTIONNEMENT DE SDRSHARP :

Lors de projet, il nous a été confié, en tant que station au sol, la mission de communiquer avec la station bord. Dans cette optique, il nous a été confié une clé USB modèle NooElec R820T and DVB-T ainsi que son antenne afin de pouvoir avoir une première approche en tentant de réceptionner les ondes radio par exemple.

Pour ce faire, nous avons téléchargé le logiciel associé à cette clé USB et nous avons essayé d'en comprendre les rouages bien que, pour la majorité du groupe, nous ne soyons pas originaire de la filière informatique de l'école. Cette grande première nous permettra de nous ouvrir à des domaines autres que les nôtres.

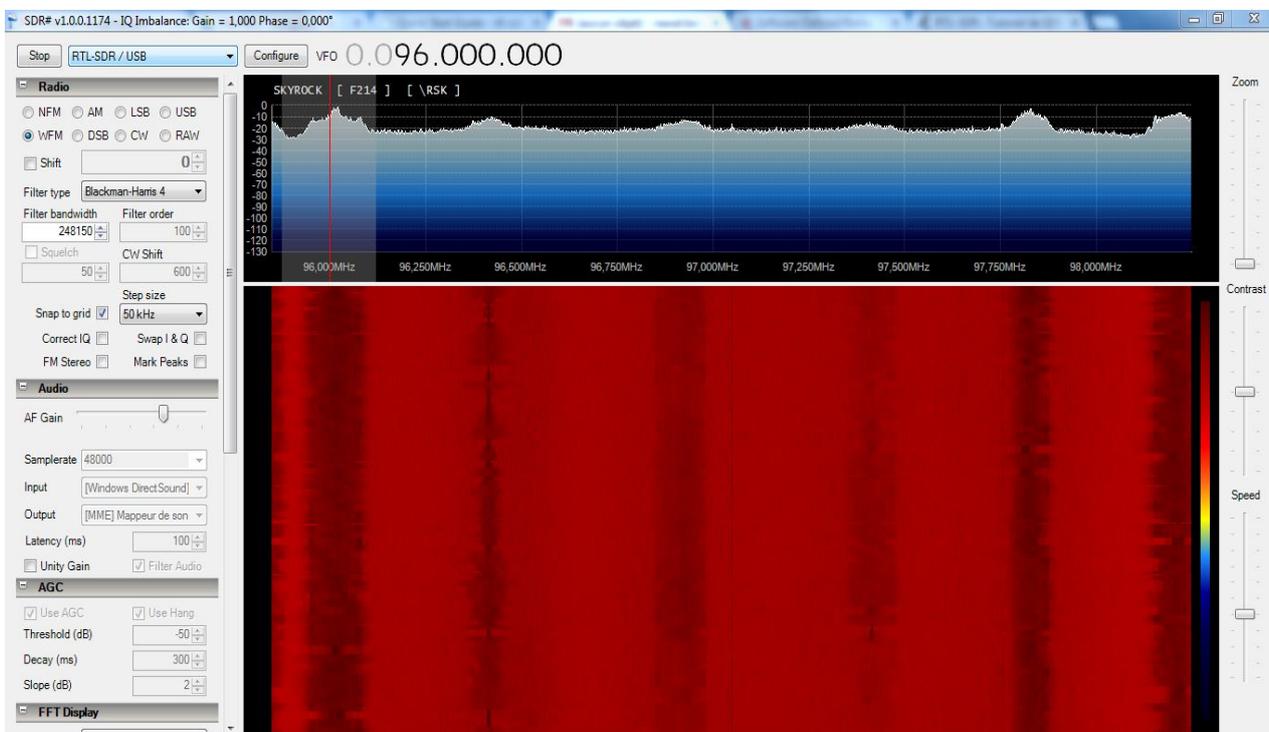
Aussi, il y a une partie législative à ne pas négliger concernant l'émission. Il n'est pas possible d'émettre et de réceptionner certaines fréquences avec certaines puissances. De toute façon, les communications sensibles (militaires, police, etc.) sont cryptées. Ceci sera pour la seconde partie du projet c'est-à-dire après avoir maîtrisé l'émission. La chaîne de réception comporte donc notre antenne, notre clé USB et d'un ordinateur sur lequel nous avons pris soin d'installer le logiciel d'application, en l'occurrence le SDRSharp.





En plus de détecter un son, on peut aussi voir des signaux ainsi que tout ce qu'il y a de part et d'autre de ce signal. Par simple clique au déçu du pic le plus intense, il nous est possible d'entendre le son associé à ce pic. On peut aussi faire varier la largeur de bande au moyen du curseur "zoom" situé à droite de l'écran.

Un autre avantage de ce logiciel est la possibilité de voir les signaux et leur variation en fonction du temps, c'est la "chute d'eau", waterfall en anglais. Cet affichage est particulièrement utile pour détecter les signaux les plus faibles. A droite de cet affichage, les fonctions "Speed" permettent de jouer sur la vitesse du défilement tandis que la fonction "Contrast" nous permet de faire changer les couleurs de la chute d'eau.



La fiche technique de ce logiciel et de la clé se trouve en annexe 1



Mise en pratique

Suite à l'apprentissage de l'utilisation du logiciel, nous avons fini par réussir à capter des ondes radio. Ainsi, nous avons pu écouter différentes stations radio françaises connu dont Skyrock sur laquelle nous avons fait nos travaux. Nous avons tenté de jouer sur les différents paramètres que nous avons explicités ci-avant pour optimiser la qualité du son reçu.

Pour la présentation de nos travaux à mi-parcours, nous avons tenté de faire une vidéo explicitant nos manipulations pour l'écoute de cette dernière station radio.



C) DEFINITION DE SDR-RADIO :

Première approche

Après avoir réussi du premier logiciel SDR sharp qui nous a été confié, nous avons passé à autre logiciel « SDR-Radio » plus évolué dans le domaine de réception /émission des ondes radio. C'est un système beaucoup plus complet et lourd conçu pour les radio amateurs et la communauté d'écoute des ondes courtes...le logiciel fournit une interface puissante pour tous les utilisateurs des logiciels radio.

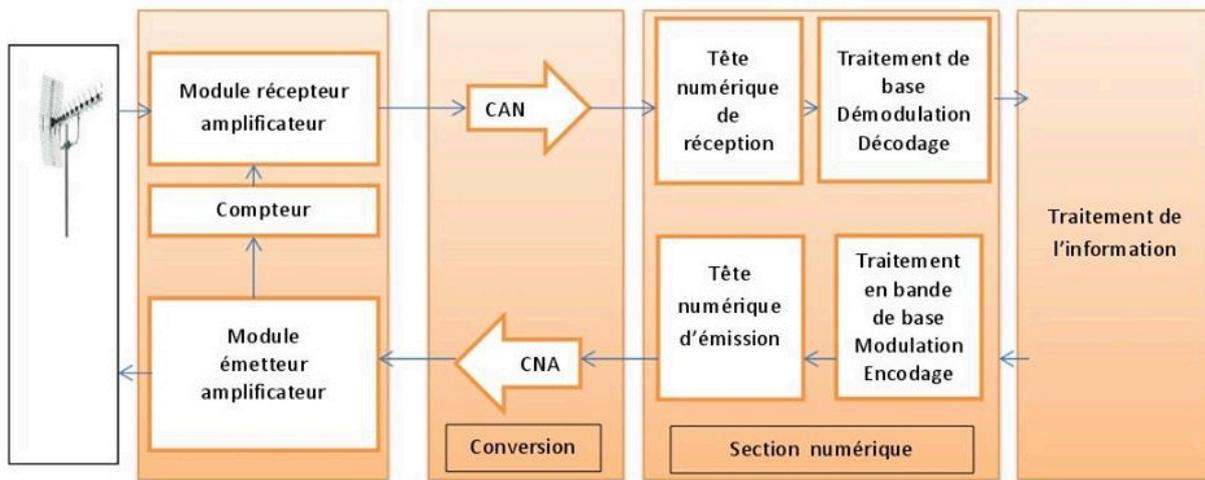
Comme le logiciel précédent, on essaie toujours de capter des signaux ou des ondes radio utilisé par les différents émetteurs (aéroports, stations radio ...) à travers notre « dongle » NOOELEC R820T SDR & DVB et son antenne. Vu l'évolution et la complexité de ce logiciel par rapport au autre, on cherche toujours à atteindre notre objectif.

Nous envisageons aussi de profiter de l'avantage de la communication satellisée pour arriver à établir une communication continue entre la station sol et le nano satellite en émission et réception.

La démarche d'installation se trouve en annexe 2

D) CHEMINMENT DU SIGNAL DANS LA CLE

Architecture et composition d'une radio logicielle :



La radio logicielle, possède une architecture spécifique qui lui permet d'émettre et de recevoir des ondes radios. En effet, son rôle principal est de numériser le signal après l'avoir détecté par l'antenne branchée à son entrée et ceci afin de pouvoir l'analyser et le traiter.

Elle se compose principalement d'une ou plusieurs antennes pour capter le signal radioélectrique, d'un bloc de réception, un bloc de traitement du signal et enfin d'un bloc d'émission.

Le bloc de réception :

Il se compose d'un Convertisseur Analogique-Numérique (CAN) qui permet d'effectuer un échantillonnage à haute fréquence. Ce dernier doit être associé à un filtre anti repliement.

Il contient aussi une tête numérique de réception, d'un démodulateur et d'un décodeur.

Le bloc d'émission :

Il se compose d'un Convertisseur Numérique-Analogique (CNA), d'une tête numérique de réception, d'un modulateur et d'un codeur.

Le bloc de traitement :

Il contient un microprocesseur dédié au traitement numérique du signal ou d'un PC traditionnel pour extraire les informations utiles (modulation, codage,...).

Ce dernier doit être suffisamment performant pour supporter des opérations de traitement numérique.

La radio logicielle contient aussi :

Un duplexeur : Il sert à séparer le chemin des signaux en émission et en réception.

Un amplificateur de puissance RF : Il doit garantir une transformation idéale de la modulation RF du CAN en un signal de forte puissance approprié pour la transmission.

III. COMMENT RECEPTIONNER UNE PORTEUSE CONTENANT UNE TRAME AX25 AVEC LE LOGICIEL SDR- SHARP ?

A. DEFINITION D'UNE TRAME AX25

1- La forme d'une trame AX25

Le tableau ci-dessous représente la structure d'une trame AX.25, Chaque trame commence et finit par un drapeau (Flag).

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112 bits	16 bits	0- 2048 bits	16 bits	01111110

L'en-tête de la trame AX.25 est la partie qui est entre le début de trame (Flag) et l'information, et est détaillée dans le tableau ci-dessous :

Flag	AX.25 Transfer Frame Header(128 bits)				Information Field	Frame-Check Sequence	Flag
	Destination Address	Source Address	Control Bits	Protocol Identifier			
8	56	56	8	8	0 - 2048	16	8

1.1 Flag

Le drapeau (Flag) fait 1 octet de longueur, Vu qu'il délimite la trame AX.25, on le trouve au début et à la fin de chaque trame. Deux trames peuvent partager un drapeau qui désigne la fin de la première trame et le début de la trame suivante.

Un drapeau est constitué d'un zéro suivi par six uns suivis par un autre zéro. Afin d'assurer que la séquence de bits du flag n'apparaît pas autre part dans la trame, un bit de bourrage est ajouté. L'émetteur lorsqu'il envoie cinq '1' consécutifs, il rajoute un '0' juste après cette séquence des cinq 1 consécutifs. Et lorsque le récepteur reçoit la trame, il supprime immédiatement le bit '0' après une suite de cinq '1' consécutifs.

1.2 L'en-tête de la AX.25 (AX.25 Transfer Frame Header)

1.2.1 Destination Address

Callsign (48 bits)								SSID 8 bits							
C1 (0 bits)		C2 to C5 ...	C6 (8 bits)					0	1	1	S	S	I	D	0
X	X		X	X	X	X	X	X	0						
X	X	X	X	X	X	X	X	0							

L'adresse de destination est composée de l'indicatif et l'identificateur de la station destination. L'indicateur est composé de lettres majuscules, des nombres ou des caractères ASCII, uniquement de 7 bits. Le SSID (Secondary Station Identifier Destination) est un nombre entier de quatre bits qui identifie plusieurs stations en utilisant le même indicatif amateur.

Les 6 caractères de l'indicatif d'appel sont placés dans les six premiers octets du champ (C1 à C6). Chaque bit de caractères est décalé d'un bit à gauche, et le bit le moins significatif est mis à '0'.

1.2.2 Control bits

Les bits de contrôle identifient le type de la trame envoyée. Pour AX.25, la valeur des bits de contrôle est 00000011 (0x03).

1.2.3 Protocol Identifier

Le protocole identificateur doit être 11110000 (0xF0).

1.2.4 Information Field

Le champ d'information contient la donnée spécifique pour l'utilisation de AX.25. La taille

maximale de ce champ est 2048 bits.

1.2.5 Frame-Check Sequence

C'est un nombre de 16 bits calculé par l'émetteur et le récepteur d'une trame. Il assure que la trame n'a pas été endommagée lors de la transmission.

B. PROTOCOLE DE RECEPTION

Première approche

Pour mieux comprendre le principe physique, on doit d'abord comprendre le type de démodulation utilisé et son influence sur nos résultats. En effet nous avons travaillé sur la démodulation d'amplitude AM sur le signal émis par l'autre groupe « station de communication bord » via une carte électronique, donc nous serons censés de capter ce signal sous la forme d'une trame et la décoder.

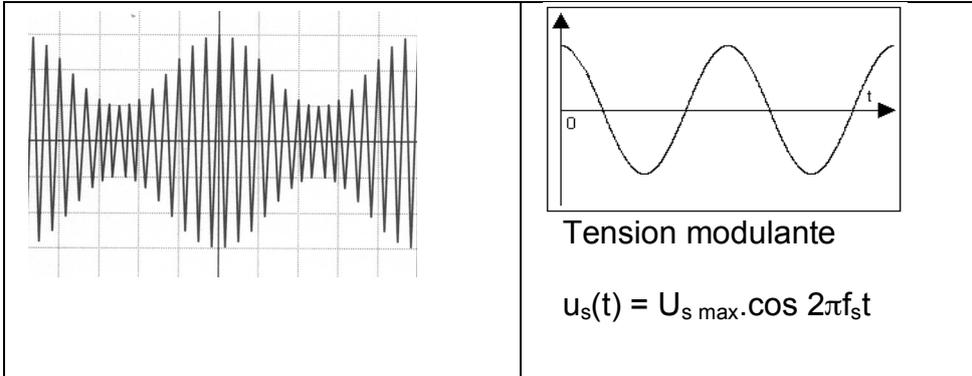
Après avoir utilisé plusieurs logiciels radio nous nous sommes rendu compte que notre clé réceptrice R280t est compatible qu'avec le logiciel du départ SDR Sharp.

Aspect physique

1. Principe de la démodulation d'amplitude en général

La démodulation consiste à récupérer le signal informatif modulant qui est contenu dans la partie supérieure (ou inférieure) de l'enveloppe du signal modulé en amplitude.

On reçoit le signal $u_m(t)$	On veut récupérer le signal $u_s(t)$
------------------------------	--------------------------------------



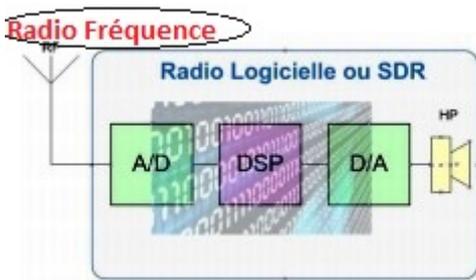
La démodulation d'amplitude s'opère en deux étapes :

- la détection d'enveloppe
- l'élimination de la composante continue par filtrage

2. Classification des logiciels radio

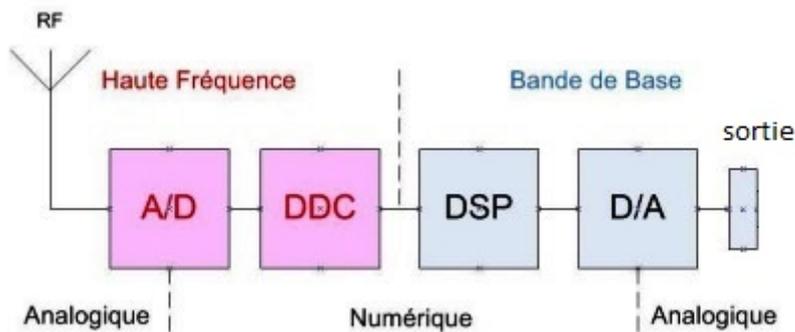
Pour l'architecture de base des logiciels radio, on peut la modéliser sur 3 parties interconnectées :

- ✓ A/D : convertisseur Analogique/Numérique du signal RF capté par l'antenne
- ✓ DSP : un processeur de traitement du signal
- ✓ D/A : convertisseur Numérique /Analogique qui sera lié au périphérique de sortie

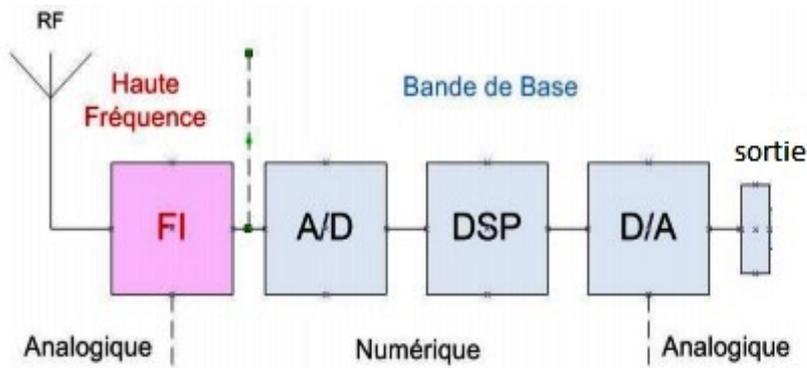


Et se basant sur cette architecture de base on peut déduire qu'il ya 2 classes principales de SDR :

- ❖ **A conversion directe du signal radio fréquence « RF »** : Cette solution ne présente pas un filtrage FI à la partie Haute Fréquence, elle présente seulement un convertisseur Analogique/numérique et un convertisseur abaisseur du signal numérique (**DDC**)



- ❖ **A conversion indirecte du signal « RF » :** Cette solution consiste donc à passer par un filtrage FI en bande haute fréquence avant la conversion A/D réalisée à la bande de base



3. Schéma détaillé de notre logiciel SDR#

Notre logiciel SDR# s'inscrit parmi les logiciels radio à conversion directe du signal capté d'où on peut le schématiser par le diagramme suivant :

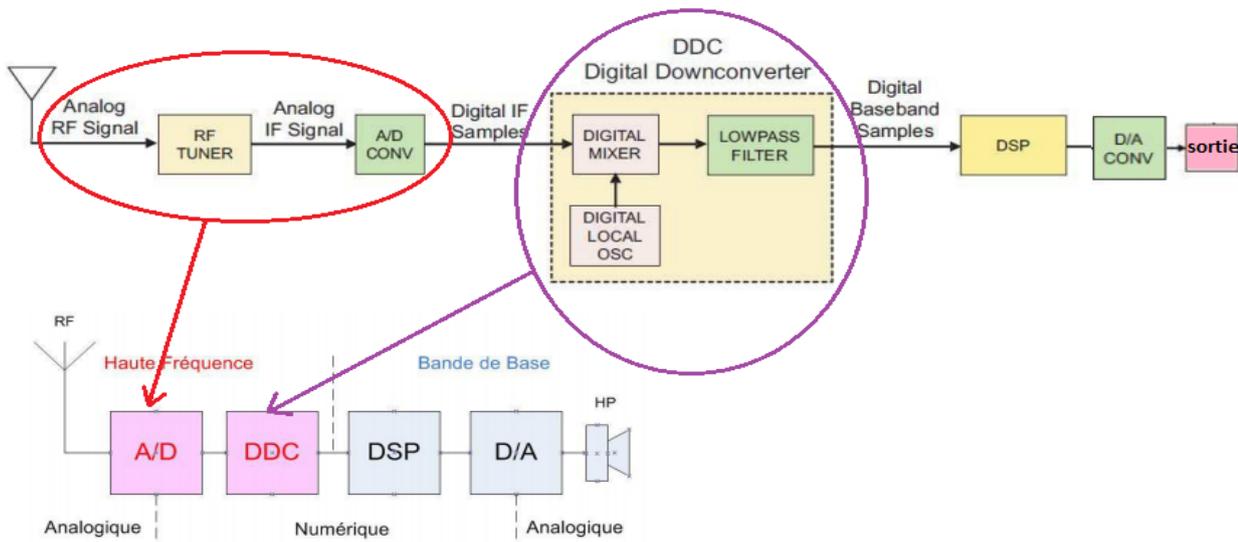


Diagramme représentatif de la partie réception du SDR#

4. Avantages et inconvénients de la Conversion Directe

Avantage :

- Processus de traitement du signal de l'antenne à la démodulation complètement digital
- Traitement I/Q digital éliminant les erreurs d'amplitude et phase, pas besoin de corrections
- Traitement numérique complet, même pour le résultat de la partie RF dans des signaux propres et précis qui permet le maximum de la linéarité de l'ADC / CAD et leur gamme dynamique.
- Mixage digital avec l'algorithme CORDIC qui élimine les fréquences images
- Filtrage numérique avec le filtre CORDIC / FIR qui permet l'utilisation d'une grande bande passante
- Processus Digital dans les FPGA permet de nouvelles fonctions
- Transfert de données numériques via le réseau permet la plus grande gamme et une grande vitesse d'exploitation, seulement limitées sur la portée du réseau et permet facilement l'émission-réception télécommandée.

Inconvénient :

 <p data-bbox="363 100 598 280">Ionospheric and gamma-ray Observations Satellite</p>	<p data-bbox="802 107 1321 138">Réf. : IGOSAT-XX-X-XXX-XXXXXXXX</p> <p data-bbox="802 150 1310 181">Edition : 1 Date : 12-05-2014</p> <p data-bbox="802 226 1134 257">Révision : 0 Date :</p> <p data-bbox="1302 264 1433 295" style="text-align: right;">Page: 24</p>
---	--

- Coût plus élevé due aux FPGA convertisseurs ADC et DAC.

5. Mise en pratique avec SDR#

Après l'utilisation de notre logiciel SDR#, nous avons réussi à capter une fréquence émise par l'autre groupe télécom bord mais c'était que la fréquence de la porteuse fixée sur Puisqu'ils n'ont pas réussi à envoyer une trame complète modulée en AM.

En parallèle, nous avons trouvé enfin un moyen pour décoder la trame qu'elle sera émise par un décodeur par le protocole AX.25. Cette solution consiste à enregistrer notre trame émise dans un fichier d'extension « .WAV » qui sera décodé par le logiciel **AGW Packet Engine** .

On peut résumer ce décodage par les étapes suivantes :

- Enregistrer les données réceptionnées par notre clé et les sauvegarder sous la forme d'un fichier d'extension .wav
- Configurer le programme AGW Packet Engine (ou bien MixW) comme un modem de 9600 bauds en utilisant le mélangeur audio comme entrée. Si on n'a pas ce mélangeur, on peut utiliser VAC (un câble audio virtuel) pour router les données audio reçues à l'entrée du programme AGW Packet Engine (ou bien MixW).
- Quand le programme AGW online-kiss se déclenche et se connecte sur le paquet engine via Winsock ou via un port série virtuel (créer par VAC) et qui permet de décoder la télémétrie.
- Ouvrir le fichier .wav dans SDR#, commencer sa lecture et régler SDR# sur la bonne fréquence de réception, on aura notre trame décodée dans Kiss-Online

C. RESULTATS DE LA RECEPTION D'UN SIGNAL AX25

Après la soutenance, nous avons besoin de réceptionner un signal codé de la part de la station sol. Sachant qu'ils ont eu quelques difficultés à faire ceci et sachant qu'il allait coder en AX25, nous avons commencé à rechercher des logiciels qui décodent ce langage voir III.

Ne trouvant pas un logiciel qui soit compatible à nos outils nous avons trouvé d'autres solutions.

Nous avons reçu la porteuse.

En parallèle à cela, nous voulions également tenter de visualiser la trame temporelle associée au signal que la station bord devait nous envoyer mais ne voulant pas trop être retardé, nous avons fait ceci à partir de fichier audio que nous avons trouvés sur internet. Cette étape nous a permis de nous familiariser avec divers logiciels mais surtout trouver le cheminement à suivre pour visualiser une éventuelle trame que la station bord sera apte à nous fournir dans les semaines à suivre.

Les semaines qui ont suivie, nous avons réussis à recevoir (avec notre antenne et le logiciel SDR-Sharp) une trame codé en AX25 contenant le caractère « A » séparés par des espaces. Nous avons donc pu visualiser la porteuse de ce signal ainsi que ses deux sidelobes (Figure 1).

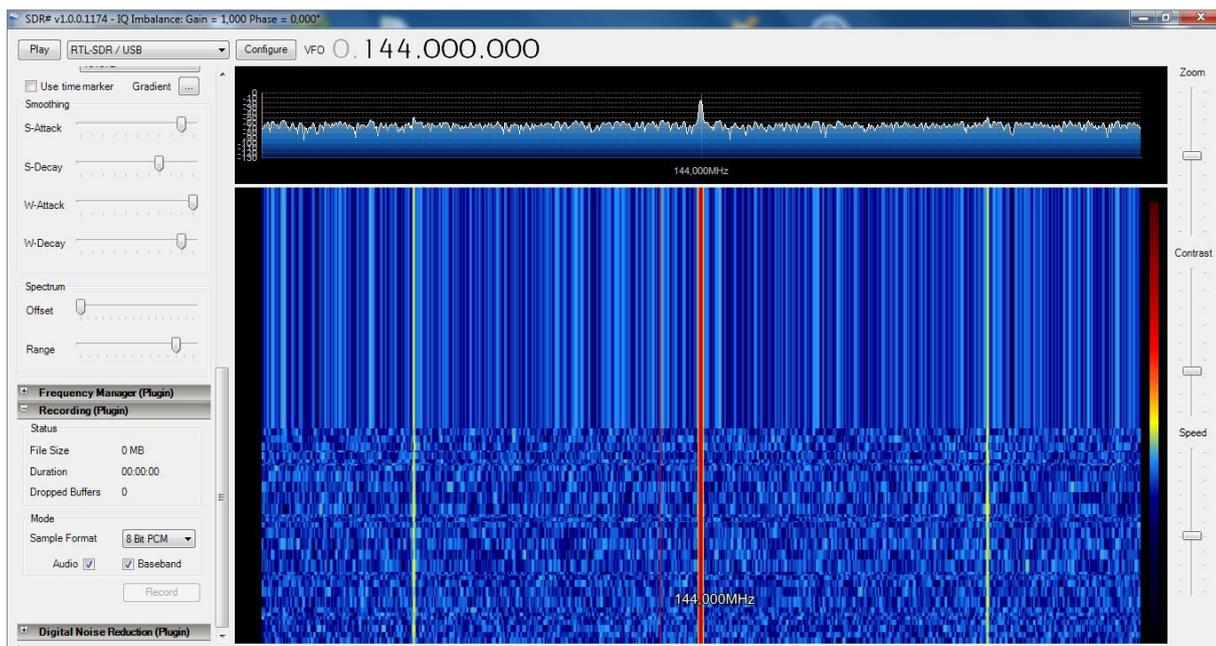


Figure 1 : Porteuse et sidelobes d'un signal codés en AX25 à 144 MHz.

Lors de cette manipulation, nous avons constaté que lorsque le caractère était envoyé, il y avait augmentation des intensités des pics représentant les sidelobes. Ceci, nous a conduits à conclure que l'information se trouvait au niveau des sidelobes et non de la porteuse comme nous pensions au départ.

Par la suite, nous avons récupéré la trame codé en l'enregistrant sur un fichier audio (.WAV) (avec SDR-Sharp) et l'avons traité à l'aide d'un autre logiciel (Audacity), afin de voir les alternances « info/pas d'info ». Effectivement, nous avons pu les observé (Figure 2).

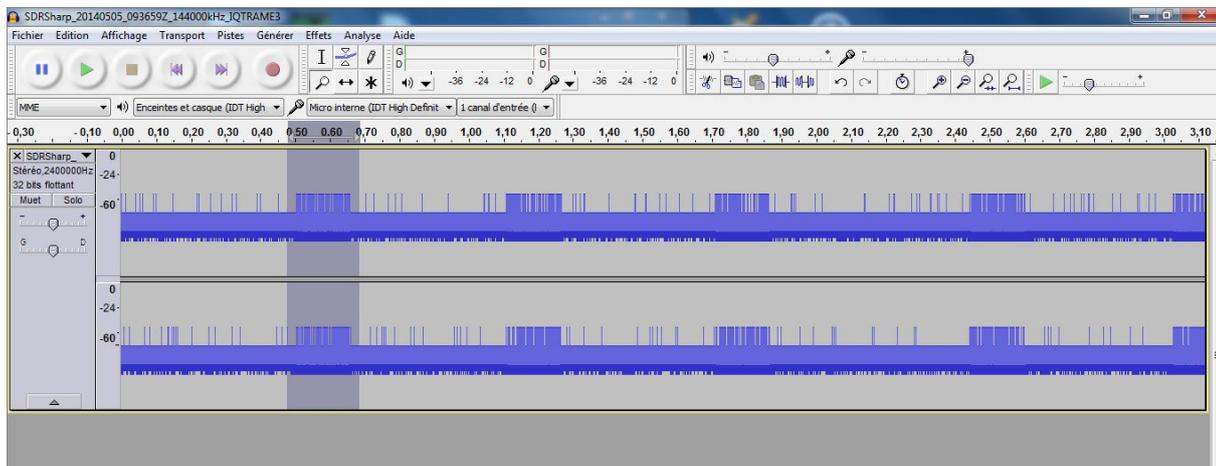


Figure 2 : Trame temporelle du signal codé en AX25. (zoom X3)

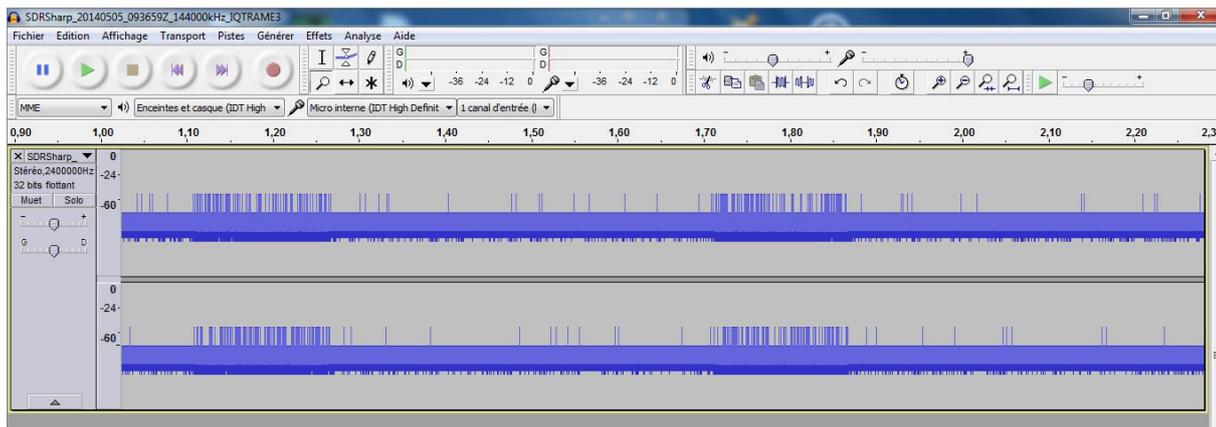


Figure 3 : Trame temporelle du signal codé en AX25. (zoom X5)

Lors de la réception du signal codé en AX25, nous avons appris que une difficulté supplémentaire a été ajoutée : le signal envoyé par la station sol est scambler (en hardware).

Le scambler (en francais, brouilleur) est un appareil qui permet de transposer, inverser des signaux ou encore coder un message à partir de l'émetteur pour rendre le message envoyé inintelligible à un récepteur non équipé d'un dispositif de décodage adéquat.

Nous avons alors, tenté de télécharger des descrambler mais ceci c'est avéré une tâche particulièrement compliqué étant donné que nous ne disposions que de très peu d'informations concernant le type de scrambling utilisé.

D'autre part, nous avons récupéré sous forme de fichier Excel la data concernant le signal reçu par la station bord, avant puis après scrambling. Nous les avons effectivement tracés. Dans l'idéal, nous aurions voulu pouvoir décoder le signal reçu en AX25, le descrambler et voire si celui-ci correspond bien à celui que nous avons tracé via Excel. Cependant, nous avons comparé le signal reçu et celui tracé, qui semble correspondre (Figure 4).

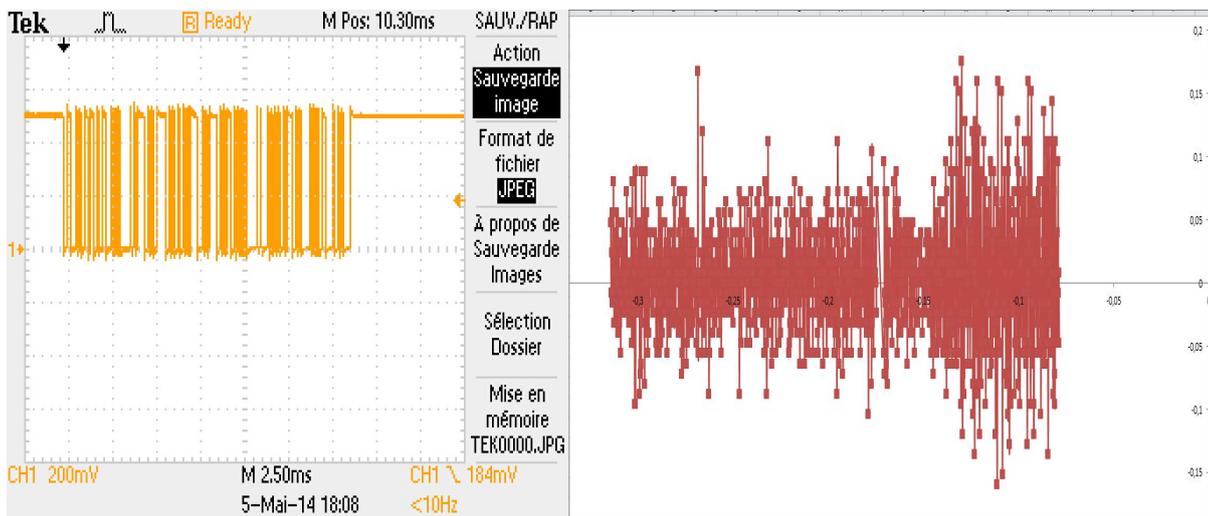
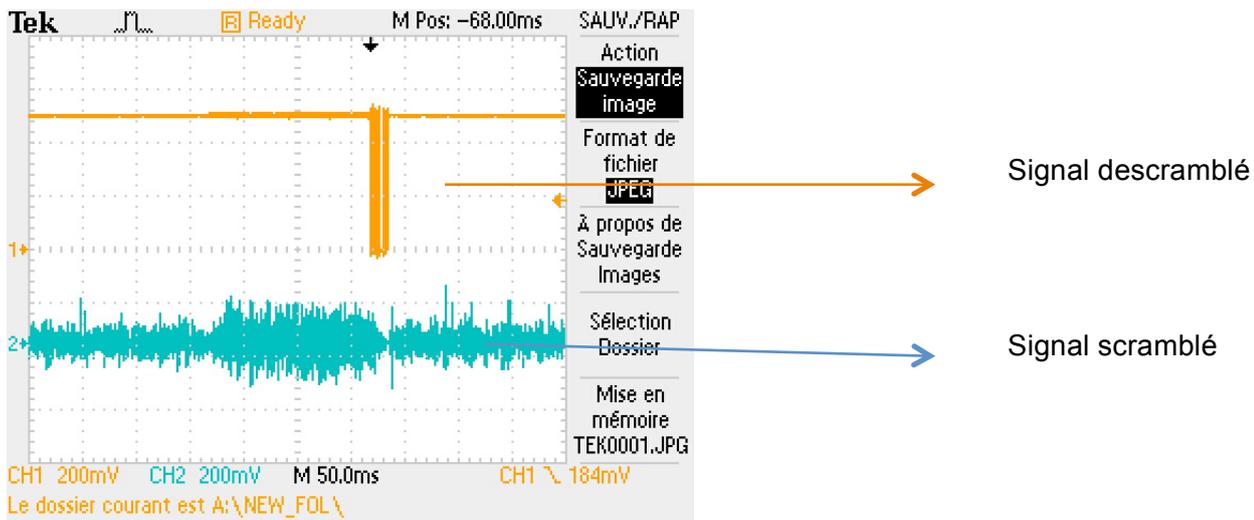


Figure 4 : Signal scramblé reçu (à gauche) et Signal scramblé tracé avec excel.

 <p data-bbox="363 100 598 280">Ionospheric and gamma-ray Observations Satellite</p>	<p data-bbox="802 107 1321 138">Réf. : IGOSAT-XX-X-XXX-XXXXXXXX</p> <p data-bbox="802 150 1310 181">Edition : 1 Date : 12-05-2014</p> <p data-bbox="802 226 1134 257">Révision : 0 Date :</p> <p data-bbox="1302 264 1430 295" style="text-align: right;">Page: 28</p>
---	--

Bilan général

Au cours de la réalisation de ce projet, nous avons eu l'opportunité d'apprendre beaucoup de choses que nous ne connaissions pas grâce notamment à nos différentes missions et tâches. Nous avons aussi rencontré des difficultés que nous exposons dans ce bilan général.

Ce projet nous a permis d'enrichir nos connaissances sur les différents domaines intervenant dans sa réalisation, que ce soit l'informatique, la physique, l'électronique... Cette pluridisciplinarité nous a permis aussi d'appliquer les connaissances théoriques acquises lors de notre formation.

Nous nous sommes répartis les tâches en fonction de nos compétences (informatique, physique...) pour plus d'efficacité, ce qui a permis à chacun une instruction mutuelle en expliquant les recherches effectuées. De plus, Nous avons appris ce qu'était un vrai travail d'équipe : au-delà de l'entraide et de la coordination de nos recherches, nous avons rencontré des différends, et on a dû faire des choix pour les gérer. Cela nous a appris à mieux développer notre esprit d'équipe.

Une des difficultés que nous avons rencontré a été de nous organiser pour se réunir. Nous ne venons pas tous de la même spécialité, c'est pourquoi nos emplois du temps n'étaient pas souvent compatibles, trouver donc des créneaux horaires convenant à tout le monde était parfois problématique.

Autre difficulté majeure à laquelle nous devons faire face, était le manque de documentation, et en particulier en ce qui concerne les logiciels dont nous avons eu besoin. Les logiciels étaient trouvés et installés, mais au vu du manque de tutoriels, savoir les utiliser a été difficile, et cela nous a fait perdre du temps.

La prise d'initiatives a été également sollicité pendant ce projet, ce qui nous a été bénéfique car nous avons l'habitude avec les travaux pratiques, que nous effectuons dans le cadre de notre formation, d'être guidé selon un mode opératoire. Et dans ce projet, c'était à nous de chercher pour assouvir à nos besoins et atteindre les objectifs fixés.

Ce projet nous a permis aussi de mieux nous approcher du monde du travail, et à mieux cibler nos attentes dans le métier d'ingénieur que nous souhaitons approcher. Nous connaissons l'objectif qu'il fallait atteindre à travers l'explication du projet et c'était à nous après de chercher et se répartir les tâches de manière à mieux arriver au but. Cela sortait du cadre des cours, nous étions bien dans le cadre de la réalisation d'un projet, c'est ce qui a fait donc que nous étions plus proches du monde professionnel que

 <p data-bbox="363 100 598 280">Ionospheric and gamma-ray Observations Satellite</p>	<p data-bbox="802 107 1321 138">Réf. : IGOSAT-XX-X-XXX-XXXXXXXX</p> <p data-bbox="802 150 1310 181">Edition : 1 Date : 12-05-2014</p> <p data-bbox="802 226 1134 257">Révision : 0 Date :</p> <p data-bbox="1302 264 1430 295" style="text-align: right;">Page: 29</p>
---	--

du cadre scolaire. La réalisation de ce projet nous a donc responsabilisé, qualité indispensable dans le monde du travail.

Par ailleurs, la rédaction du rapport nous a été utile dans la réalisation d'un compte rendu de nos travaux ainsi que des résultats obtenus. La soutenance nous aura aussi permis de s'accoutumer au fait de prendre la parole en public afin d'expliquer nos travaux et présenter nos résultats à un auditoire. Ces deux choses ont constitué donc une formation indispensable dans le métier d'ingénieur, qui nous seront certainement utiles quand nous serons dans l'exercice de nos fonctions dans les années à venir.

En conclusion, ça était une expérience très enrichissante et fructueuse, malgré les difficultés rencontrées. Une expérience humaine et professionnelle qui nous servira certainement dans nos projets futurs.

Bilans personnels

Après le bilan général, nous rassemblons ci-dessous les bilans personnels de chacun sur ce que lui a apporté cette expérience.

Aziza BENDAOU (MN) :

En tant que chef de projet, j'ai dû me confronter à quelques difficultés d'organisation. En effet, cela était une première pour moi et diriger une équipe n'est pas si évident. Je me devais d'être à la fois directive, compréhensive et à l'écoute envers les membres de mon équipe. La synergie ainsi que la cohésion de l'équipe est chose primordiale et principale à mes yeux car je pars du principe qu'il faut une bonne entente au sein du groupe pour pouvoir avancer convenablement et avec détermination et force.

En tant qu'étudiant ingénieur, j'ai essayé beaucoup de difficultés dans la mise en œuvre de nos objectifs au de la télécommunication sol. En effet, contrairement à nos habitudes, nous avons du faire face à un manque conséquent de documents notamment d'explication de fonctionnement de plusieurs logiciels mis à notre disposition. Il fallait malgré nos faibles connaissances avoir une certaine maîtrise et des compétences informatiques. Mise à part ses difficultés, ce projet transversale a été pour moi une occasion

 <p data-bbox="363 100 598 280">Ionospheric and gamma-ray Observations Satellite</p>	<p data-bbox="802 107 1321 138">Réf. : IGOSAT-XX-X-XXX-XXXXXXXX</p> <p data-bbox="802 150 1310 181">Edition : 1 Date : 12-05-2014</p> <p data-bbox="802 226 1134 257">Révision : 0 Date :</p> <p data-bbox="1302 264 1433 295" style="text-align: right;">Page: 30</p>
---	--

d'acquérir une certaine expérience et de travailler sur un sujet autre que la chimie. En effet, un ingénieur se doit d'avoir un esprit vif et ouvert et je trouve que c'était une bonne opportunité de développer ce point.

Nawal BENJAMAA (MN) :

Ce projet m'a tout d'abord permis de travailler sur un sujet qui n'est pas du tout de mon domaine. Ceci a particulièrement été bénéfique car cela m'a permis de m'ouvrir à des sujets qui ne me sont pas habituels. Ceci m'a donc également amené à fournir une certaine quantité de travail afin de pouvoir suivre le projet tout en s'assurant de bien comprendre toutes les étapes.

Travaillant sur un sujet assez technique, il m'a fallu faire face à de nombreux souci comme la documentation qui est en majorité est rédigé en anglais mais surtout faite par des personnes aux Etats-Unis, ce qui fait que les protocoles qu'ils proposaient n'étais pas adapté à la France en terme

de langue et aussi en terme de fréquences d'utilisation de ces logiciels. Ceci a été spécialement problématique pour l'apprentissage des logiciels pour la réception des signaux.

Cela a été une toute première pour moi de travailler sur un projet faisait réunissant autant de personnes (EIDD, Professeurs, Docteurs, Doctorants, ...). Cela implique donc une grande organisation, ce qui n'a pas toujours été simple.

Face à de nombreux revirements de situations, il m'a fallu trouver de nouvelles solutions sans se décourager, malgré les divers obstacles, car mon travail comme celui des autres, étaient intimement liés et impactait directement sur l'avancement du projet. Encore une fois, il m'a fallu communiquer avec mon équipe ainsi qu'avec les encadrants pour expliquer les difficultés rencontrées, chose qui n'était pas facile pour moi. En effet, j'ai pour habitude de tenter et retenter jusqu'à réussir dans un travail donné en toute autonomie, mais les difficultés auxquelles j'ai dû faire face dans ce projet, m'ont amené le besoin de solliciter de l'aide pour le bon avancement du projet. Ce projet a donc été pour moi source de beaucoup de travail et par conséquent, j'ai pu apprendre tant sur le plan scientifique que sur le plan relationnel.

 <p>Ionospheric and gamma-ray Observations Satellite</p>	<p>Réf. : IGOSAT-XX-X-XXX-XXXXXXXXX Edition : 1 Date : 12-05-2014 Révision : 0 Date : Page: 31</p>
---	---

Khadija AOUAR (ILE) :

Ce projet m'a permis d'avoir plus de connaissances dans d'autres domaines que celui de ma spécialité. Malgré le manque de documentation et d'orientation, nous avons réussi à faire du bon travail.

Soukaina GUEDDANI (MN) :

Le projet NanoSat m'a permis avant tout de consolider mes connaissances sur les différentes disciplines intervenant dans la réalisation de ce projet, que ce soit en informatique ou en physique. Ce projet change des modules habituels que nous suivons au cours de notre formation, on est plus penchés dans le cadre du professionnel que dans le cadre du scolaire, et cela m'a permis de mieux cibler mes attentes dans le métier d'ingénieur.

Par ailleurs, nous avons rencontré des difficultés au cours de la réalisation de ce projet, comme l'organisation ou la communication entre les membres du groupe, les encadrants, ainsi qu'avec le groupe de Telecom bord avec lequel nous devons travaillé de temps en temps. Ces difficultés menaient à l'empêchement du bon déroulement des travaux.

En conclusion, le métier d'ingénieur que je souhaite approcher, nécessite la mise en œuvre des connaissances et du savoir-faire que j'ai pu acquérir en contribuant à la réalisation de ce projet, et je souhaite les mettre convenablement en pratique dans ma carrière

professionnelle. De plus, le travail en groupe a été bénéfique et fructueux, et m'a permis de développer mon esprit d'équipe et mon sens de l'organisation.

Naima BOUZZINE (MN) :

L'expérience du projet NanoSat a été pour moi très instructive, elle m'a permis de développer des qualités dont j'aurais besoin plus tard. En effet, j'ai appris à savoir recueillir des informations, les analyser, les hiérarchiser, synthétiser et présenter des résultats. Cette expérience m'a appris aussi à faire face à des contraintes, comme par exemple établir des priorités, respecter les délais. J'ai pu acquérir aussi d'autres qualités, comme une aisance relationnelle, un esprit d'écoute, une certaine rigueur et autonomie.

 <p data-bbox="363 100 598 280">Ionospheric and gamma-ray Observations Satellite</p>	<p data-bbox="802 107 1321 138">Réf. : IGOSAT-XX-X-XXX-XXXXXXXXX</p> <p data-bbox="802 147 1310 179">Edition : 1 Date : 12-05-2014</p> <p data-bbox="802 224 1134 255">Révision : 0 Date :</p> <p data-bbox="1302 264 1433 295" style="text-align: right;">Page: 32</p>
---	---

Par ailleurs, le travail en groupe a été très avantageux. En effet, le métier d'ingénieur nécessite un travail en équipe, cette expérience m'aura donc formé à ce niveau et m'a appris à gérer les éventuels désaccords *pouvant subsister dans une équipe de travail.*

Hajer SASSI (ASP) :

Au cours de ce semestre, dans le cadre du projet transversal, j'ai acquis pleins de nouvelles connaissances sur l'émission et la réception des ondes radioélectriques. Ceci a été très bénéfique pour moi car ça m'a permis d'approfondir une matière de ma spécialité ASP « Antennes » mais aussi de la mettre en pratique. De plus, ça m'a permis de m'habituer encore plus au travail d'équipe, à se partager les tâches avec les autres, respecter leurs avis mais aussi à bien respecter les décisions du chef d'équipe.

Les problèmes qu'on avait rencontrés étaient des problèmes dus au manque de matériel. Il n'y avait pas assez d'ordinateurs pour tout le monde dans la salle consacrée pour le projet dans le bâtiment « Lamarck », car on était assez nombreux à travailler là-bas. Parfois, il y avait même des problèmes de connexion internet, ceci a ralenti nos recherches et du coup notre avancement dans le projet.

Hechem YAZIDI (ILE) :

Au début du projet en tant qu'informaticien, et je me suis senti un peu perdu pour arriver à me familiariser avec les logiciels et les outils qui étaient assez compliqués suite à un manque de documentation, c'est pour cela je me suis trouvé dans une situation de prendre une décision collective avec tous les membres.

Face à ce domaine assez vague, nous nous sommes rendus compte aussi que l'organisation est une nécessité primordiale pour s'adapter avec ce genre de problème ce qui nous a amené à élire Aziza BENDAOUD en tant que chef d'équipe.

Ce projet était une ouverture sur le domaine spatial, en effet, il nous a ranimé l'esprit de travail collectif et le savoir faire pour confronter les différents problèmes qu'on pourra rencontrer prochainement.

 <p data-bbox="363 100 598 280">Ionospheric and gamma-ray Observations Satellite</p>	<p data-bbox="802 107 1324 138">Réf. : IGOSAT-XX-X-XXX-XXXXXXXX</p> <p data-bbox="802 147 1313 179">Edition : 1 Date : 12-05-2014</p> <p data-bbox="802 224 1133 255">Révision : 0 Date :</p> <p data-bbox="1302 264 1433 295" style="text-align: right;">Page: 33</p>
---	--

Mohamed Skhiri (ILE) :

Ce projet nous a permis d'améliorer nos connaissances dans l'aérospatial. Il nous a également permis d'apprendre comment fonctionne un nanosat. Ce projet nous a également permis de développer nos sens de l'autonomie, de la réflexion et de la résolution des problèmes et ainsi de bien attribuer les différentes phases de la réalisation au cours du temps. Par ailleurs, le sujet du projet est très intéressant parce que les satellites sont vraiment en pleine expression de nos jours. Le principal inconvénient du nanoSAT est le prix. En effet, nous avons pu bien avancer si on aurait pu avoir plus de matériels. Cette barrière financière relativement importante limite l'accès

à la technologie.

Conclusion générale

Nous avons travaillé sur le projet spatial IGOsat, qui consiste en la mise en orbite d'un nanosatellite. Nous nous sommes tous répartis en plusieurs équipes, en essayant de rassembler les compétences nécessaires pour la bonne réalisation de ce projet. Nous avons choisi de former l'équipe Telecom Sol, formé de membres venant des trois spécialités que proposent notre école (Architecture des systèmes physiques, informatique et matériaux et nanotechnologies).

Le but a été de présenter à la fin des résultats sur lesquels toute l'équipe travaillant sur le projet peut s'appuyer pour avancer. Malgré les difficultés, qui pouvaient constituer un frein pour l'avancement du projet, nous avons fini par atteindre les objectifs qu'on s'était fixés au départ.

Ce projet, nous a beaucoup apporté, tant sur le plan technique que sur le plan management de projet. En effet, nous avons eu l'opportunité, en contribuant à la réalisation de ce projet, de mettre en pratique les connaissances scientifiques théoriques acquises lors de notre formation et aussi d'utiliser nos connaissances sur le management d'un projet. Et nous a aussi beaucoup apporté sur le plan relationnel, on a appris à être plus en contact avec les gens et développer notre esprit d'équipe.

Cette expérience très enrichissante, nous a été bénéfique, nous a appris tant de choses qui nous seront certainement utiles quand nous serons dans l'exercice de notre profession future.



Référence Bibliographie

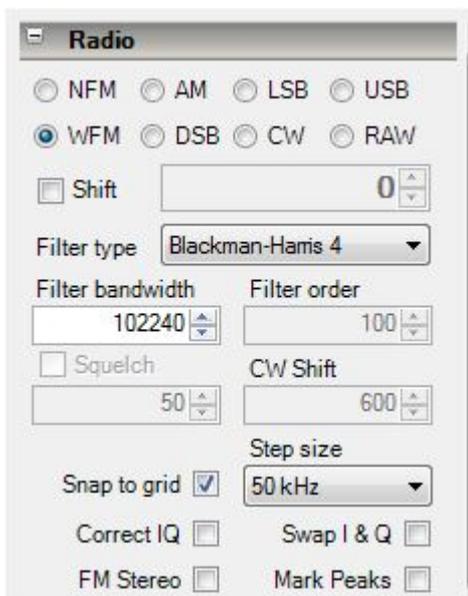
- http://www.leodium.ulg.ac.be/cmsms/uploads/09-10_GND_NguyenNA.pdf
- <http://www.sennheiser.fr/support/technologie-du-son/la-transmission-infrarouge>
- <http://www-gtr.iutv.univ-paris13.fr/Cours/Mat/Telecoms2/coursdetelecom.pdf>
- http://lcs.curie.lyc14.ac-caen.fr/~rjahier/ts_spe/physique/tp/TPP10-transmission-information.pdf
- <http://www.reality.be/elo/elo/courstxd.pdf>
- <http://transmissions-radio.chez-alice.fr/page4.htm>
- <http://www.commentcamarche.net/contents/1285-transmission-de-donnees-dans-les-reseaux-sans-fils>
- <http://www.fao.org/docrep/007/y1800f/c/y1800fc13.htm>
- http://www.over-blog.com/Comment_fonctionne_un_emetteur_radio_guide-1095203942-art154056.html
- <http://rustyjames.canalblog.com/archives/201s1/09/23/22127530.html>
- <http://www.sennheiser.fr/support/technologie-du-son/la-transmission-haute-frequence>
- <http://data0.eclablog.com/chiphys67/perso/signauxspe/cours/chapitre%201%20la%20transmission%20de%20l-information%20pa.pdf>
- http://michel.hubin.pagesperso-orange.fr/physique/transm/chap_ts1.htm
- <http://www.ens-louis-lumiere.fr/fileadmin/recherche/Guerbert-son2005-mem.pdf>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Modulation_du_signal
- <http://pourquoietcomment.voila.net/b.textes.pdf/Scientifique/scientific.Lesantennes.pdf>
- <http://antenne.comprendrechoisir.com/comprendre/antenne-radio-fm>
- file:///Users/bendaoud/Desktop/Cetsis2008_AX25.pdf
- http://f6css.free.fr/prot_ax25.html
- <http://dumas.ccsd.cnrs.fr/docs/00/69/34/26/PDF/2011.TH17407.nicolas.michael.pdf>



Annexe 1 : Fiche technique de SDR-Sharp

La fenêtre *Radio* comporte de nombreux paramètres qu'il nous a fallu rapidement maîtriser car celle-ci comporte les paramètres les plus importants concernant le type de signal et la gamme de fréquence à analyser.

Mode	Signification
NFM	Narrow frequency modulation = Modulation de fréquence bande étroite
AM	modulation d'amplitude
LSB et USB	Il y a deux types de modulation BLU (bande latérale unique), suivant la bande latérale supprimée : le mode BLI (bande latérale inférieure (<i>lower side band, LSB</i>)) c'est la bande inférieure qui sera émise, tandis que qu'en BLS bande latérale supérieure (<i>upper side band, USB</i>), c'est la bande supérieure qui est émise.
WFM	Wide frequency modulation = Modulation bande large
DSB	Double sideband = Modulation d'amplitude à deux bandes latérales
CW	Modulated continuous wave = Modulation à onde continue
RAW	// TO DO

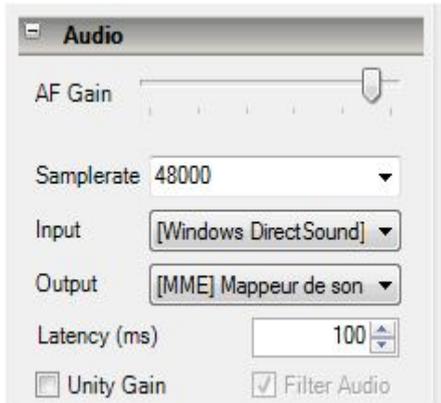


- Correct IQ = Le démodulateur IQ permet de démoduler n'importe quel type de modulation.
- Swap I and Q = Cette commande permute les deux sorties I et Q.
- Filter bandwidth = Filtre à bande passante La bande passante est la

1. Audio

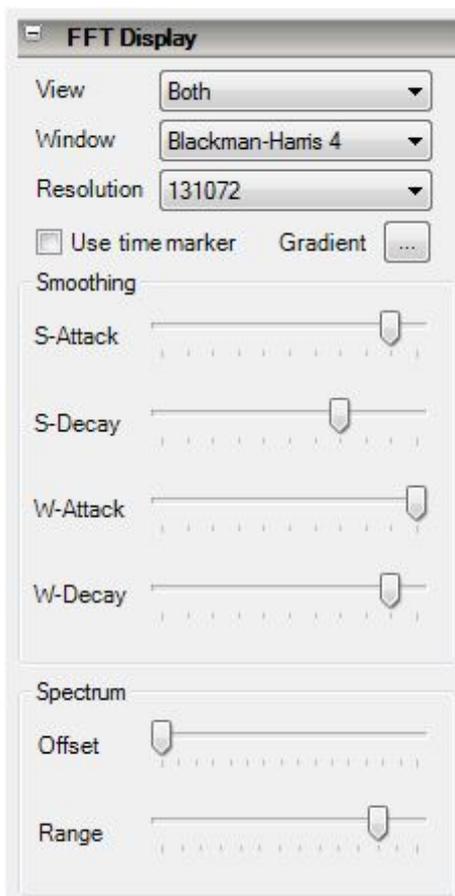


Dans cette fenêtre uniquement le gain a subi des modifications dans le but d'une optimisation du son reçu.



- AF gain, plus le curseur est vers la droite meilleur sera le gain et donc le son reçu.
- Les autres paramètres resteront dans leur paramètre par défaut.

2. FFT display



- View, permet d'afficher les deux type d'affichage, celui avec frequences et celui en chute d'eau.
- "Use time marker", permet d'ajouter les heures et les dates dans la chute d'eau, utile si l'on fait beaucoup d'enregistrement.
- "Spectrum Offset" et "Spectrum Range" modifient les références de la partie analyseur de spectre. Vous aurez vitre compris à l'usage.



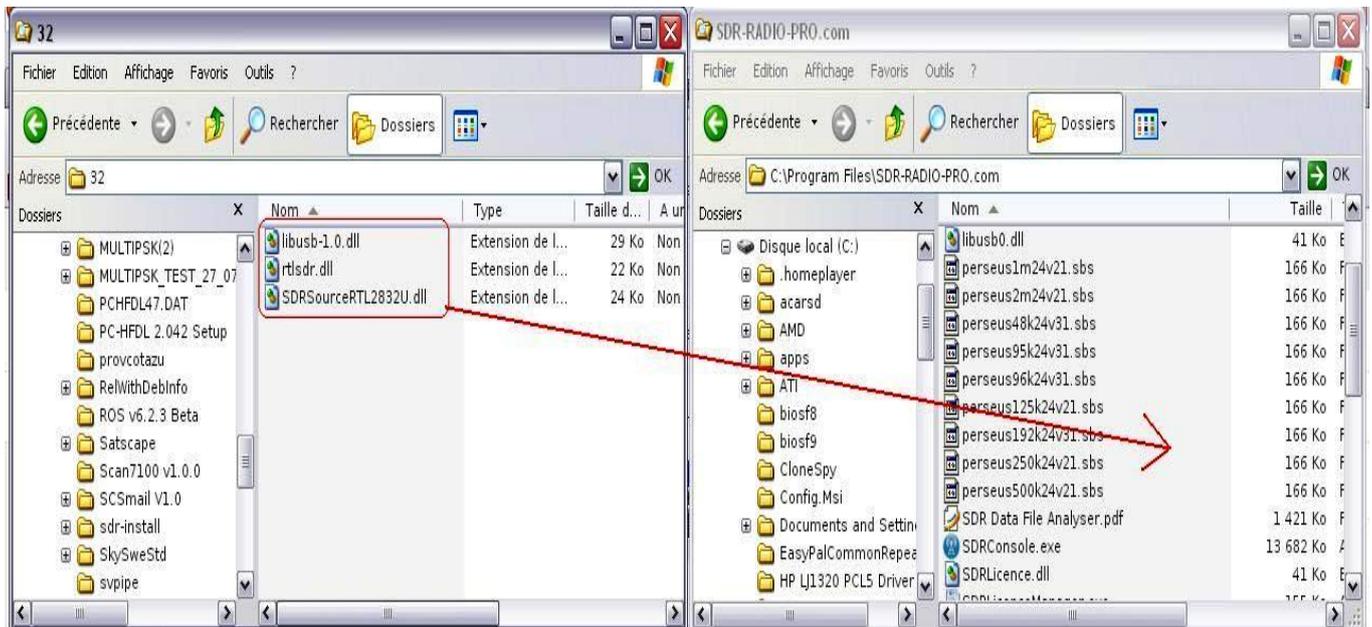
Annexe 2 : Fiche technique de SDR-Radio

Démarche d'installation

SDR-Radio est un logiciel simple et facile à installer sur windows comme toutes les autres applications. Pour commencer il faut télécharger la version 2 de SDR-RADIO sur le site de développement, ici : <http://v2.sdr-radio.com/>

L'installation n'appelle pas de remarque particulière mais à la fin du processus il est inutile de lancer le programme car il manque encore une DLL que l'on peut télécharger ici : <http://pd5dp.weststellingwerf.org/download.php?view.2>

L'archive RTL-DLL contient 2 dossiers, un nommé 32 pour les systèmes 32 bits et un dossier 64 pour les systèmes... je vous laisse deviner. On prend les 3 fichiers qui sont à l'intérieur et on les colle dans le répertoire d'installation de SDR-RADIO.com, soit normalement : C:\Program Files\SDR-RADIO-PRO.com

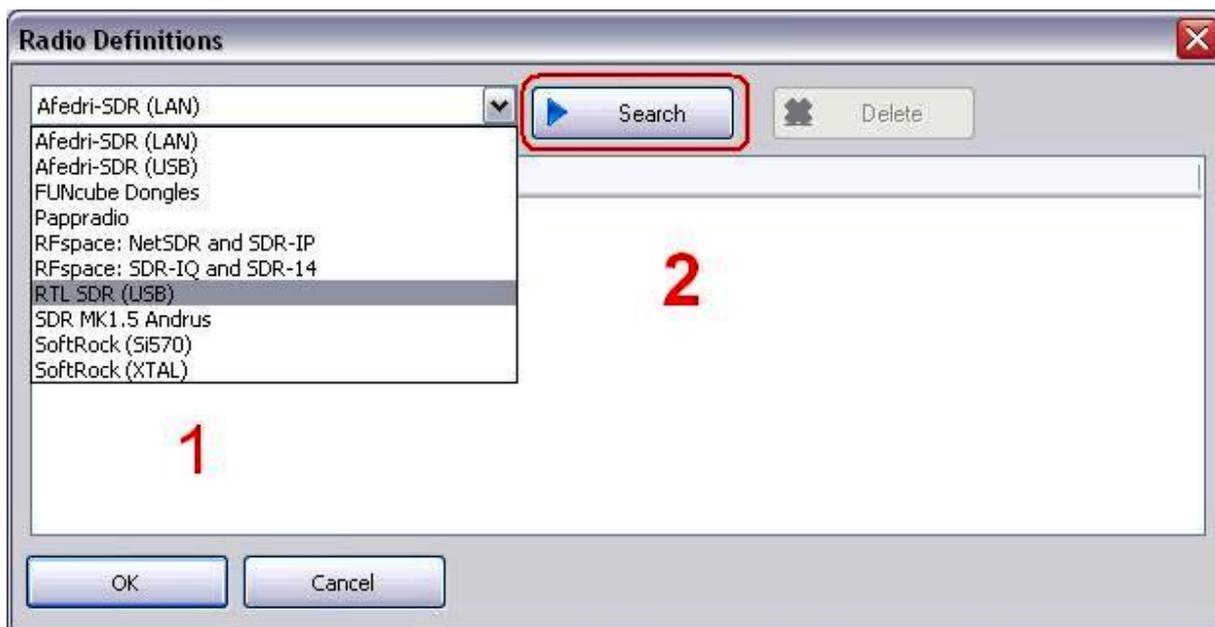


Dès que cette étape sera faite, maintenant on peut lancer l'application SDRConsole V2 par l'icône placée sur le bureau par l'installateur :

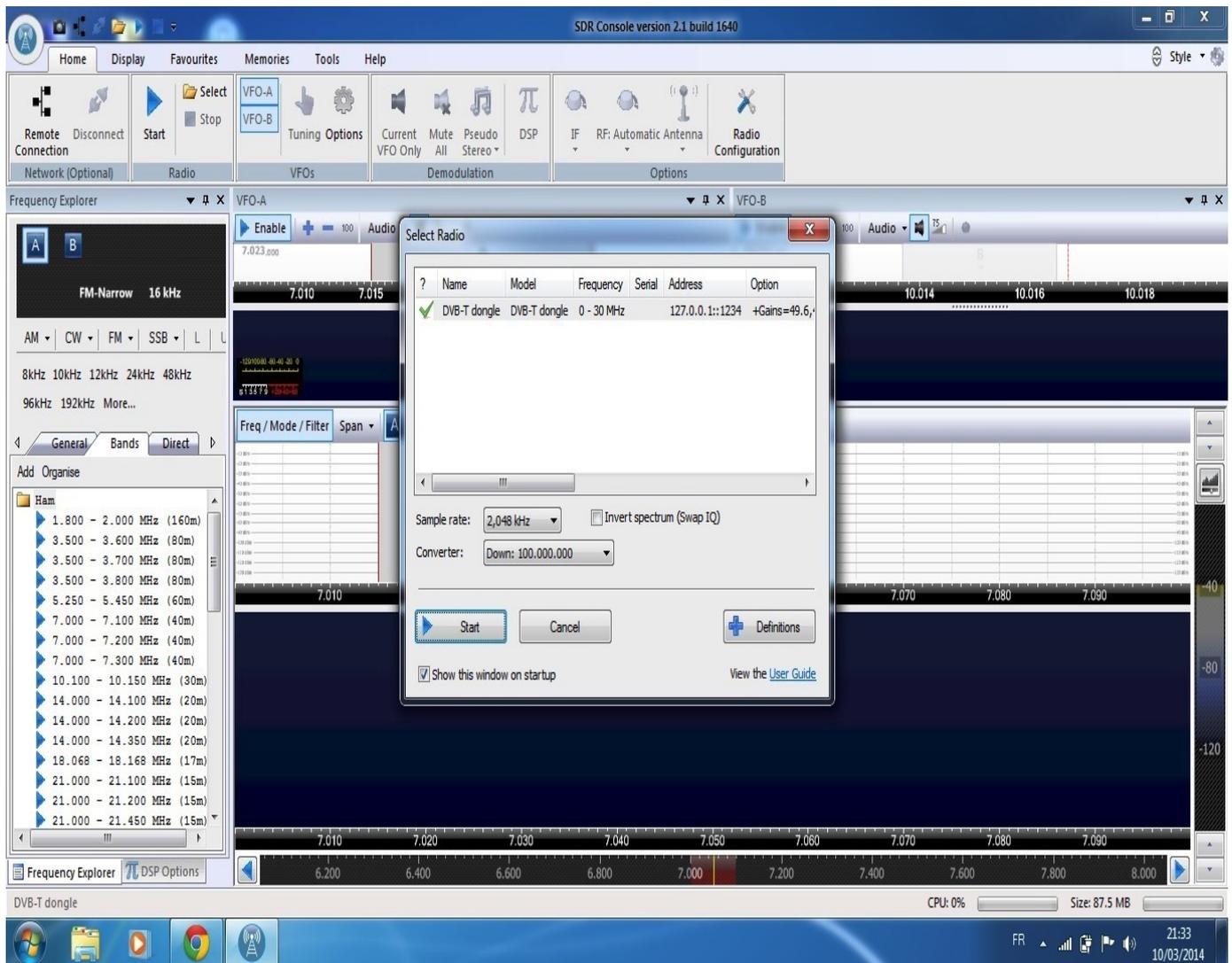


Encore une dernière manipulation pour indiquer à SDRConsole quel matériel doit utiliser; en effet dans la partie supérieure du programme, il y a la barre d'outils d'accès rapide. En dessous il y a quatre onglets sélectionnables qui donnent accès à différents menus (le ruban). Choisir l'onglet Home et appuyer sur le bouton Radio de la section Input. 

Une fenêtre apparaît indiquant que la liste des définitions radio est vide; appuyer sur Oui pour ajouter votre récepteur. Cette action fait apparaître cette fenêtre :



Dans le menu déroulant on cherche et sélectionne RTL SDR (USB). Ensuite on appuie sur le bouton Search. Si tout c'est bien passé il devrait vous annoncer qu'il a trouvé quelque chose et vous demande d'updater la liste; répondez par l'affirmative et ça devrait donner quelque chose comme ça :



Caractéristique

Notre logiciel SDR-Radio est pourvu de plusieurs fonctionnalités qui le rendent divinement efficace dans son domaine, ce qui nous amène à citer ces différentes caractéristiques comme le suivant :

- L'enregistrement de données au format XML
- Etalonnage de fréquence sur tous les calibres, en plus on peut utiliser le mode automatique de la recherche d'information par la radio externe

 <p data-bbox="359 100 598 280">Ionospheric and gamma-ray Observations Satellite</p>	<p data-bbox="805 100 1324 145">Réf. : IGOSAT-XX-X-XXX-XXXXXXXX</p> <p data-bbox="805 145 1316 190">Edition : 1 Date : 12-05-2014</p> <p data-bbox="805 212 1141 257">Révision : 0 Date :</p> <p data-bbox="1300 257 1436 302" style="text-align: right;">Page: 40</p>
---	--

- Niveaux personnalisés muets en mode TX

Exploitation à distance avec le compagnon SDRServeur. Il est aussi possible d'exploiter la clé RTL-SDR en TCP grâce àRTL_TCP

Carnet de Bord

- **Réunion du 31 janvier**

Choix du sujet et des membres du groupe. Une présentation a été effectuée par l'équipe dirigeant le projet NanoSat (chef de projet, responsable technique...) ayant pour but de nous présenter en quoi consiste le projet, les différentes équipes (station bord, station sol, mécanique thermique...).

Nous avons choisi de travailler sur la station bord.

Natacha Combier et Damien Prêle seront nos encadrant tout au long de ce projet, ils suivront l'évolution de nos travaux.

Dans un projet, il est nécessaire de désigner un chef d'équipe pour nous guider et aider à répartir les différentes tâches entre membres de l'équipe et rassembler les différents travaux effectués par chacun des membres de l'équipe, Aziza bendaoud a donc été désignée chef d'équipe.

Un dossier de partage a été créé sur Google Drive pour faciliter la communication entre les différents membres de l'équipe ainsi que le partage de documents.

- **Réunion du 7 février**

Une documentation a été mise à disposition pour nous sur Google Drive afin de voir l'évolution du projet jusqu'à présent ainsi que d'avoir une idée précise sur le sujet. Un débriefing a été ensuite été effectué avec l'encadrant.

 <p data-bbox="363 100 598 280">Ionospheric and gamma-ray Observations Satellite</p>	<p data-bbox="802 107 1321 138">Réf. : IGOSAT-XX-X-XXX-XXXXXXXX</p> <p data-bbox="802 150 1313 181">Edition : 1 Date : 12-05-2014</p> <p data-bbox="802 226 1134 257">Révision : 0 Date :</p> <p data-bbox="1302 264 1430 295" style="text-align: right;">Page: 41</p>
---	--

Un matériel a été mis à notre disposition composé d'une radio SDR et d'une petite antenne verticale. Le but de cette séance a été de se familiariser avec ce matériel, utiliser l'antenne pilotée par le logiciel SDR, qui a été installé pour essayer de capter des ondes radios.

Nous avons créé un fichier « rapport » sur Google Drive, qui sera complété au fur et à mesure par les membres de l'équipe.

- **Réunion du 14 février**

Lors de cette séance, nous avons rassemblé les recherches bibliographiques effectuées pendant la semaine. Les recherches concernaient les antennes, les chaînes radios, SDR, la modulation et le codage réparties sur l'ensemble du groupe. Les résultats des recherches ont été mis en commun lors de cette séance et discutées.

Nous avons ensuite réussi à capter des ondes radios avec la petite antenne. Nous basculons ensuite sur l'antenne Yagi pour essayer de capter des informations sur un satellite passant au dessus de l'île de France.

Le but de la prochaine étape est d'essayer de déterminer des informations sur la périodicité des satellites passant autour de l'île de France pour pouvoir capter ces satellites en fonction de la gamme d'heure à laquelle ils passent.

Des recherches bibliographiques seront aussi effectuées sur les travaux et les recherches du moment concernant la recherche des satellites pour avoir des informations sur le type de données envoyées, sur la borne de fréquences utilisée et ainsi sur la manière de procéder.

- **Réunion du 21 février**

Lors de cette séance, nous nous sommes focalisés sur les résultats de nos recherches pour essayer de capter des satellites passant aux environs de l'île de France à l'aide de l'antenne Yagi. Nous cherchons à trouver des satellites qui utilisent le code AX25 DTMF CTC55, qui sont des protocoles réseau pour la

radio, qui ont été développés par les radioamateurs, typiquement dans les bandes de fréquences VHF et UHF. Nous utiliserons dans notre cas ces codes dans les satellites radioamateurs pour les communications avec la terre.

Nous avons entamé la rédaction du rapport, et ce, en commençant par la rédaction de l'introduction ainsi que le plan que nous allons suivre. Nous avons rédigé les parties sur les antennes, nous avons explicité notamment le fonctionnement de l'antenne Yagi. Les antennes radios, nous avons rédigé une partie explicitant la transmission d'une information en haute fréquence ainsi que le fonctionnement des émetteurs et des récepteurs en haute fréquence, ainsi que la modulation du signal.

- **Réunion du 28 février**

Au cours de cette séance, nous avons installé un autre logiciel pour capter les satellites, qui s'appelle SDR, ce dont dispose ce logiciel par rapport au logiciel précédent est le paramètre de géolocalisation, c'est à dire que le logiciel dispose d'une carte permettant de cibler la zone géographique où nous souhaitons capter des satellites. Le manque de documentation sur l'utilisation de ce logiciel, a retardé nos expériences.

- **Réunion du 7 mars**

Aucune évolution n'a été vue concernant l'utilisation du nouveau logiciel téléchargé. Nous nous sommes consacrés, au cours de cette nouvelle séance, à la rédaction du rapport devant être rendu lors de la séance à mi-parcours du 14 mars.

Nous nous sommes répartis les tâches, de sorte que chacun rédige une partie. Le tout a été rassemblé dans un rapport final.

Nous avons aussi préparé notre présentation pour la séance du 14 mars, ce que nous présenterons à l'équipe concernant notre évolution de travail, les résultats que nous avons pu obtenir jusqu'à présent et ce qu'il nous reste à faire.



- **Vendredi 14 mars**

Cette séance a été consacrée à la présentation du travail à mi-parcours, nous avons présenté le travail que nous avons effectué jusqu'à maintenant. Le problème a été qu'il fallait s'attarder sur le contenu exact de la clé, sur ce qu'elle contient comme composants électriques.

- **Vendredi 21 mars**

Lors de cette séance, nous avons travaillé avec la station télécom bord, ils ont émis des signaux que nous avons réceptionnés

Nous avons cherché un autre logiciel, autre que SDR-Sharp, qui soit à la fois adapté à la clé et au langage AX25.

- **Vendredi 7 avril**

On a essayé de recapter le signal envoyé par la station télécom bord, nous avons réussi.

Nous nous sommes plus consacrer sur la recherche documentaire pour trouver un logiciel adapté. En effet, nous avons deux contraintes la première il faut que le logiciel sois approprié avec le logiciel et il doit permettre de décoder le signal AX25 pour pouvoir ensuite réceptionner la trame du signal d'origine.

Nous nous sommes scindés en deux groupes, un groupe qui s'est consacré à la recherche du logiciel et l'autre groupe au décryptage de la composition de la clé. `

- **Réunion du 11 avril :**

Lors de cette séance, une présentation devant Natasha Combiér et M. Damien Prêle. Le but a été de présenter où nous en sommes dans nos travaux et les résultats que nous avons obtenus.



- **Réunion du 2 mai :**

Lors de cette séance, nous avons travaillé avec Télécom bord, nous avons essayé de réceptionner une trame, que nous avons essayé de décoder par la suite... les détails ce travaux sont explicités dans le rapport.

- **Réunion du 9 mai :**

Cette séance a été consacrée à la présentation finale, nous avons essayé de finaliser nos travaux pratiques. Nous nous sommes aussi consacrés à la rédaction de notre rapport et aussi nous avons décidé de ce qui sera dit le jour de la soutenance.

Nous avons aussi eu l'occasion de discuter avec les autres groupes, pour en savoir un peu plus sur leurs travaux et ce qu'ils ont fait.