

TP 4 : MODULATION EN QUADRATURE

Table des matières

1. Transmission FM – TV TNT.....	2
1.1. Émission FM et TV par ondes radio.....	2
1.2. Étude de la modulation TV – TNT.....	10
1.2.1 Réception TNT.....	10
1.2.2 Modulation / Démodulation TNT / DVB-T.....	12
1.2.3 Comparaison QPSK / 16 & 64 QAM.....	13
2. Transmission numérique TV par satellite.....	15

1. TRANSMISSION FM – TV TNT

1.1. Émission FM et TV par ondes radio

Consulter le site de l'Arcom et trouver les canaux et les fréquences d'émissions utilisées pour la bande FM et la TNT pour une réception à l'IUT en tenant compte de l'orientation de l'antenne.

En rentrant l'adresse de l'IUT sur le site de l'Arcom (anciennement le CSA), nous trouvons les canaux de TNT suivant :



FIGURE 1: LISTE DES CHAÎNES TNT

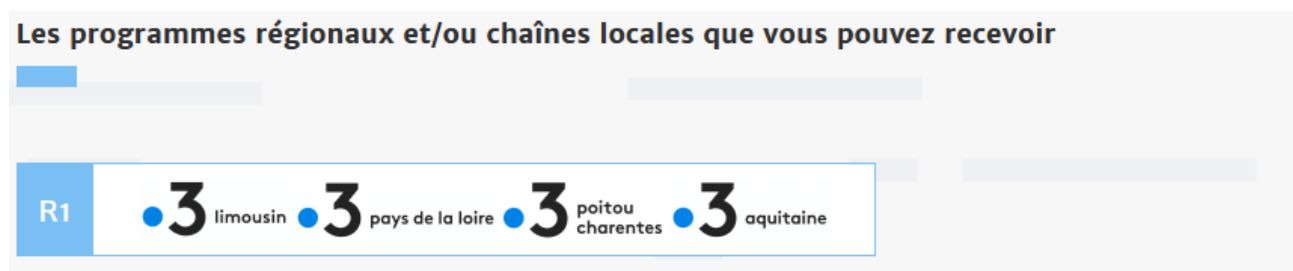


FIGURE 2: LISTE DES PROGRAMMES RÉGIONAUX

En regardant sur la carte du site de l'Arcom, nous trouvons deux antennes proches de l'IUT. L'une est très proche de nous. Mais notre antenne est plutôt positionnée vers celle de St-Saturnin, comme en témoigne la carte. Nous devrions alors recevoir un signal sur les canaux 25, 27, 22, 40, 36, 43 et 21.



FIGURE 3: LISTE DES CANAUX ÉMIS DEPUIS ST SATURNIN

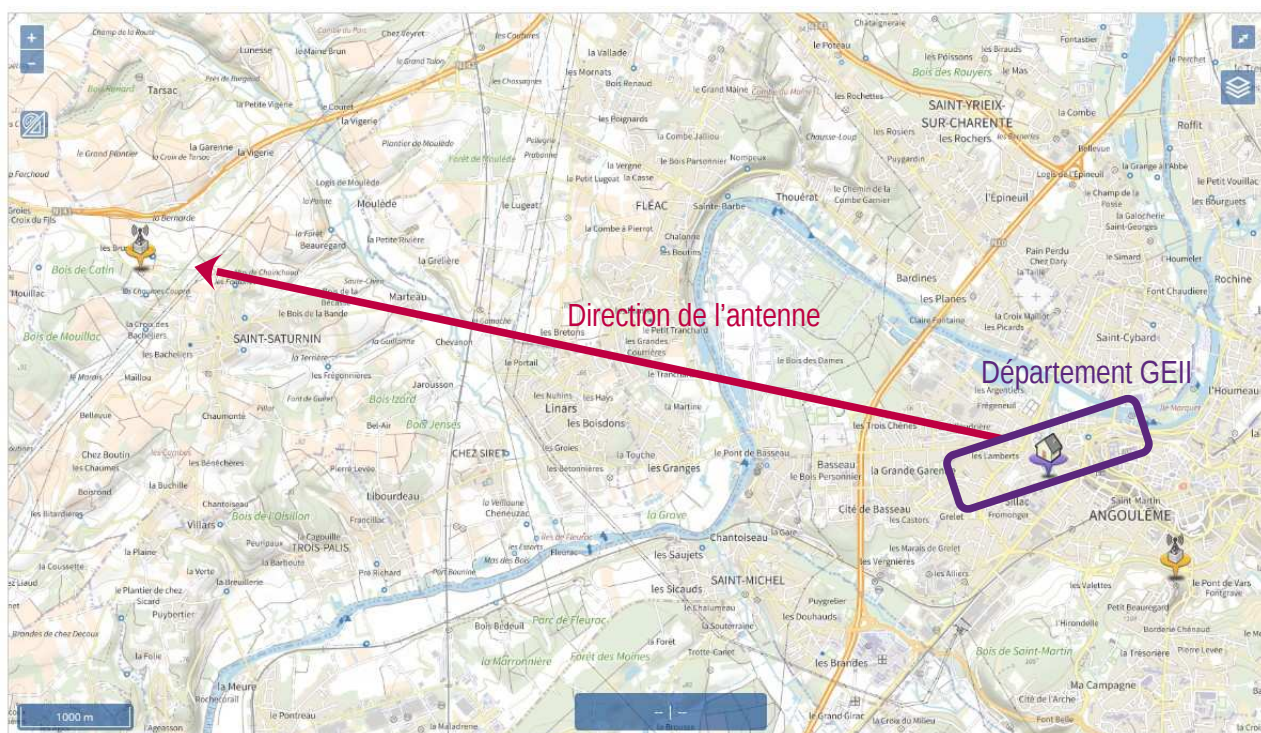


FIGURE 4: CARTE DES ANTENNES À ANGOULÊME



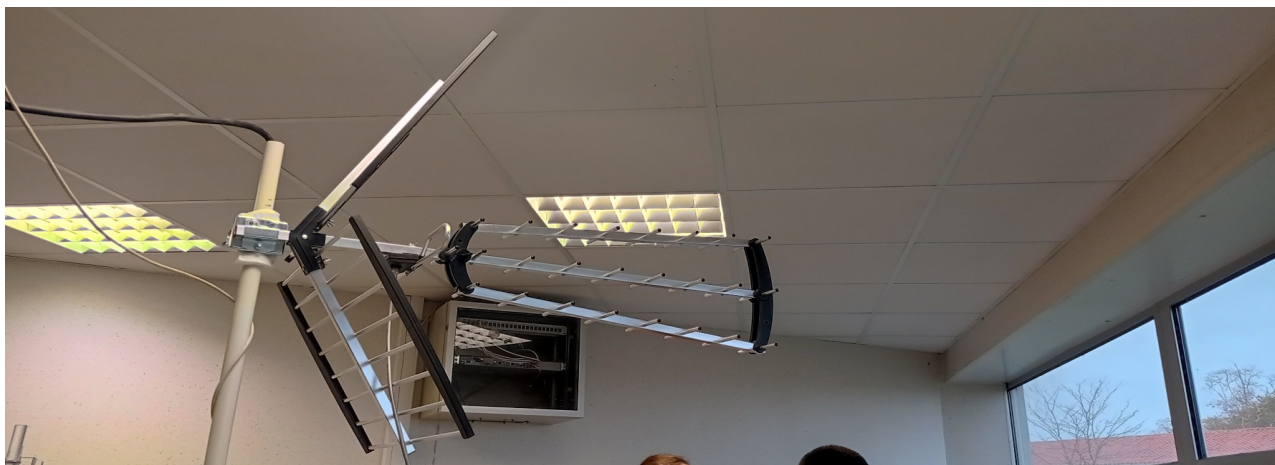


FIGURE 5: PHOTO DE L'ANTENNE

Pour ce qui est de la réception radio, il nous faut renseigner la ville d'écoute. Le site de l'Arcom nous donne divers station selon les fréquences, dans l'ordre croissant, allant de 87,8 MHz à 107,3 MHz :

Radio	Fréquence (Mhz)	Emetteur	Qualité de réception
FRANCE CULTURE	87,8	ANGOULÊME - SOYAUX - 16 - Charente	..
RTL2	88,8	ANGOULÊME - SOYAUX - 16 - Charente	..
FRANCE CULTURE	89,5	LIMOGES-LES-CARS - LES CARS - 87 - Haute-Vienne	..
FUN RADIO	90,2	ANGOULÊME - SOYAUX - 16 - Charente	..

FIGURE 6: DÉBUT DE LA LISTE DES FRÉQUENCES RADIO

FRANCE INFO	105,5	ANGOULÊME - SOYAUX - 16 - Charente	..
RTL	106,2	ANGOULÊME - SOYAUX - 16 - Charente	..
EUROPE 1	106,7	ANGOULÊME - GARAT - 16 - Charente	..
RIRE ET CHANSONS	107,3	ANGOULÊME - SOYAUX - 16 - Charente	..

FIGURE 7: FIN DE LA LISTE DES FRÉQUENCES RADIO

Sur l'analyseur de spectre, localiser la bande FM.

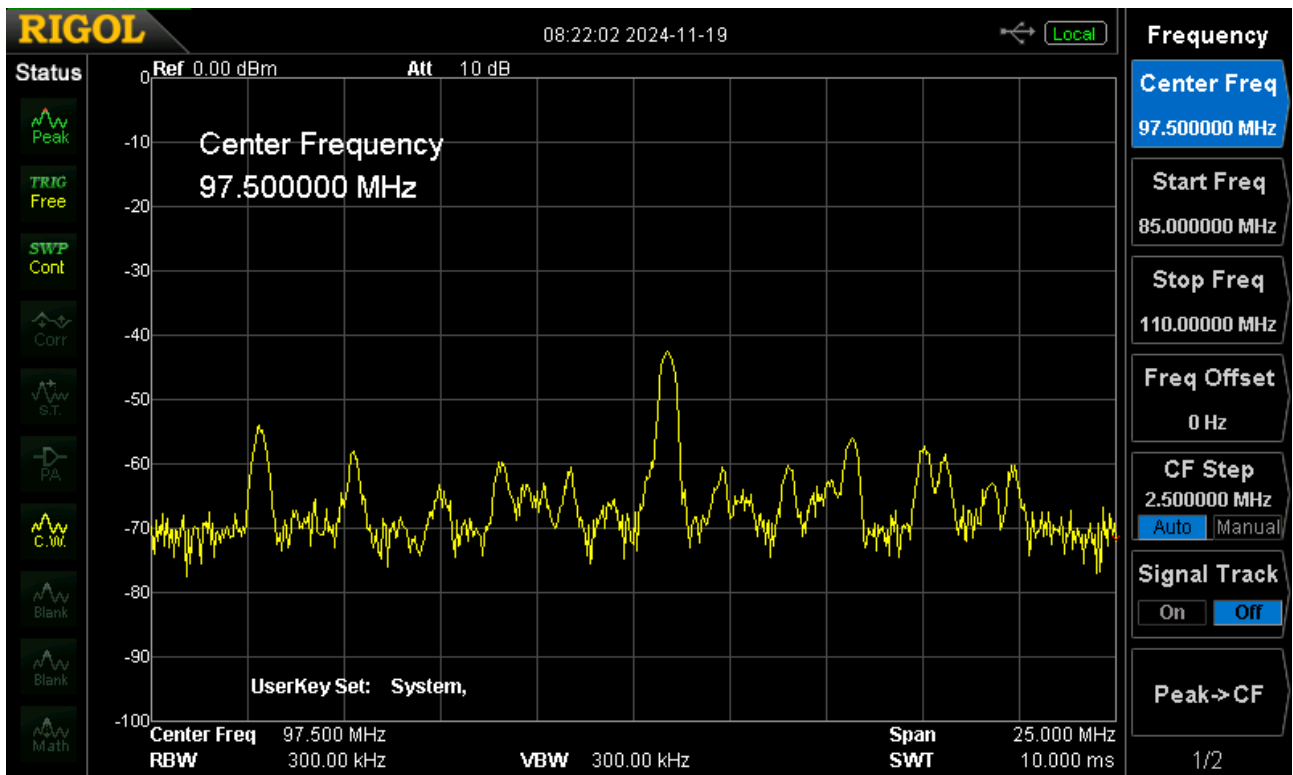


FIGURE 8: SPECTRE DE LA BANDE FM

Nous observons plusieurs pics à différentes fréquences, représentant chacun une radio. Nous observons qu'une des radios émet plus fort que les autres. Si nous zoomons dessus, nous trouvons une radio à 98,3 MHz, qui est la radio Attitude.



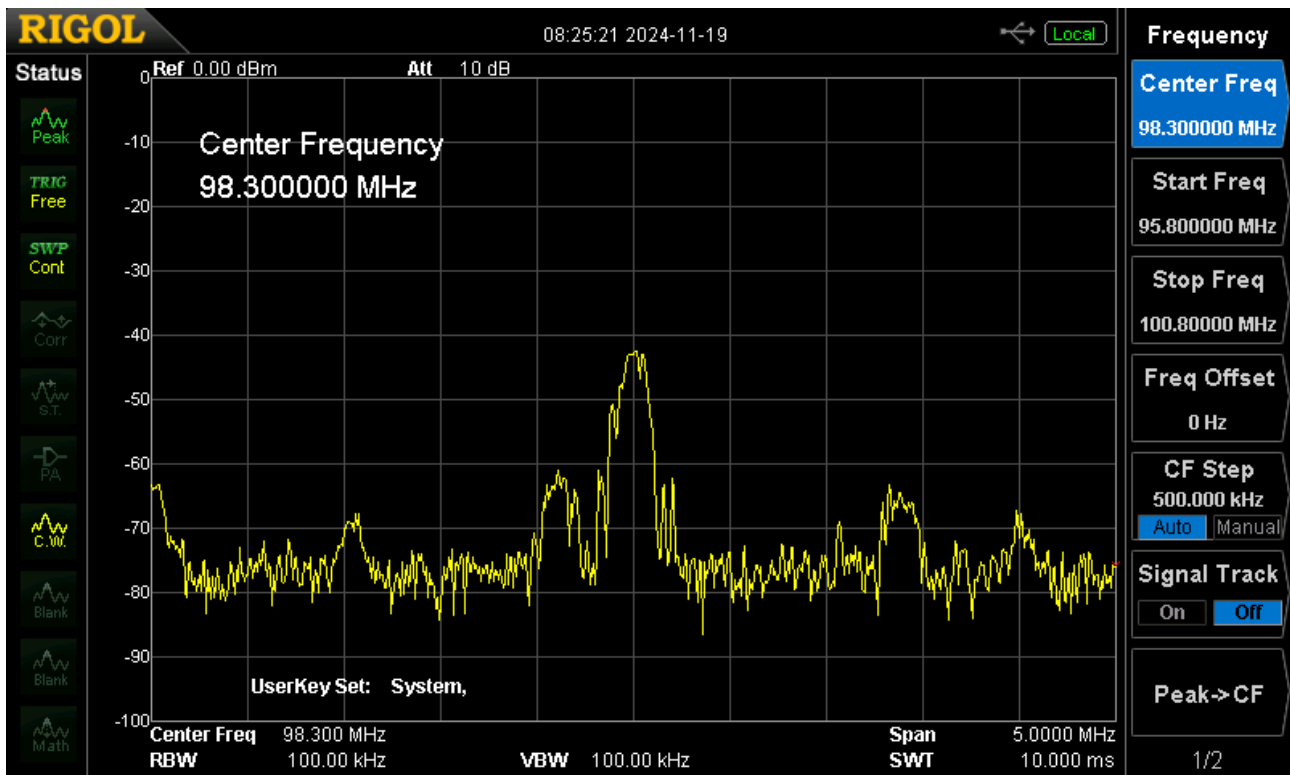


FIGURE 9: SPECTRE DE LA RADIO ATTITUDE (98,3 MHz)

Comment évolue un signal dans le temps ?

6.1

Chaque signal peut baisser ou augmenter en intensité, selon le signal émis. En effet, si quelqu'un parle, le gain va augmenter, alors que si personne ne parle, le signal émis sera très faible. Le signal ne reste donc pas stable dans le temps.

Quelle est la bande passante par canal ?

En regardant sur la figure 9, nous observons une bande passante d'environ 0,5 carreaux, soit environ 500 kHz.

6.2

Sur l'analyseur de spectre, localiser la nouvelle radio numérique terrestre DAB+.

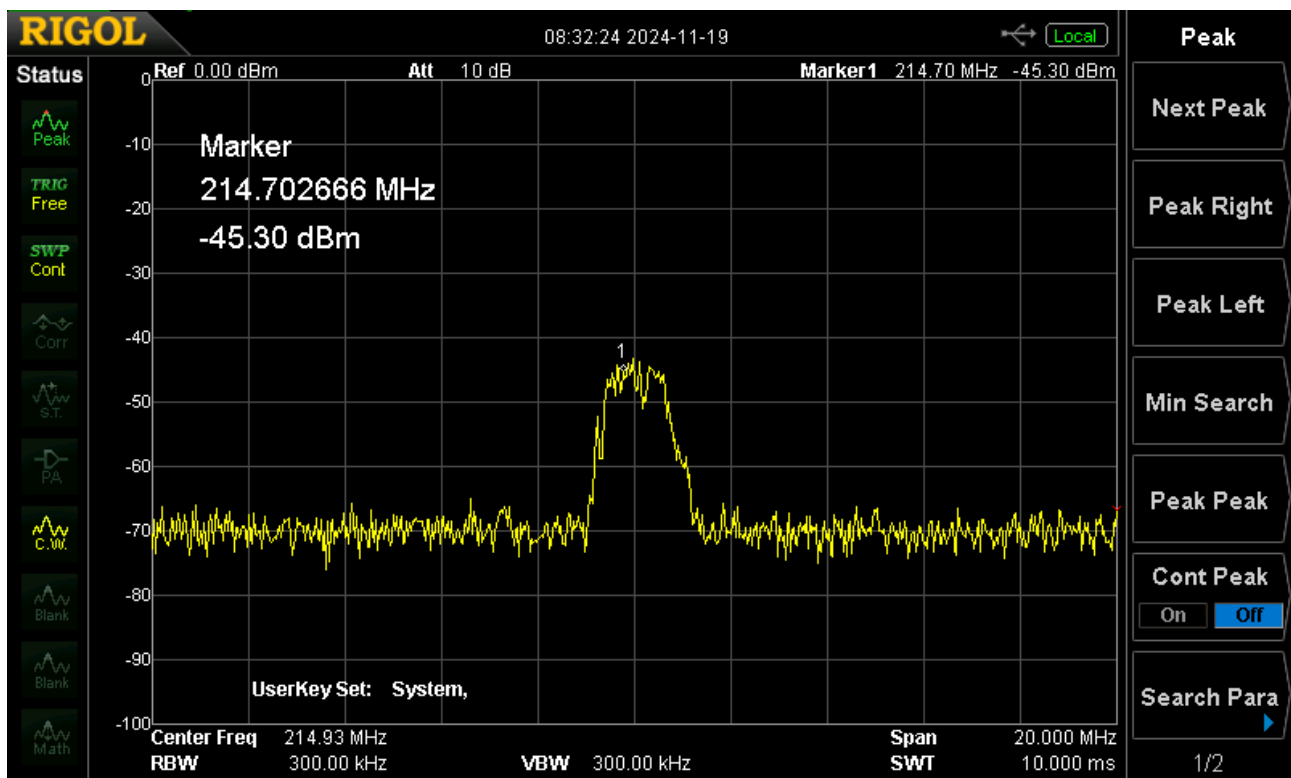


FIGURE 10: SPECTRE DU DAB+

Sur l'analyseur de spectre, localiser les canaux de téléphonie mobile LTE 4G.

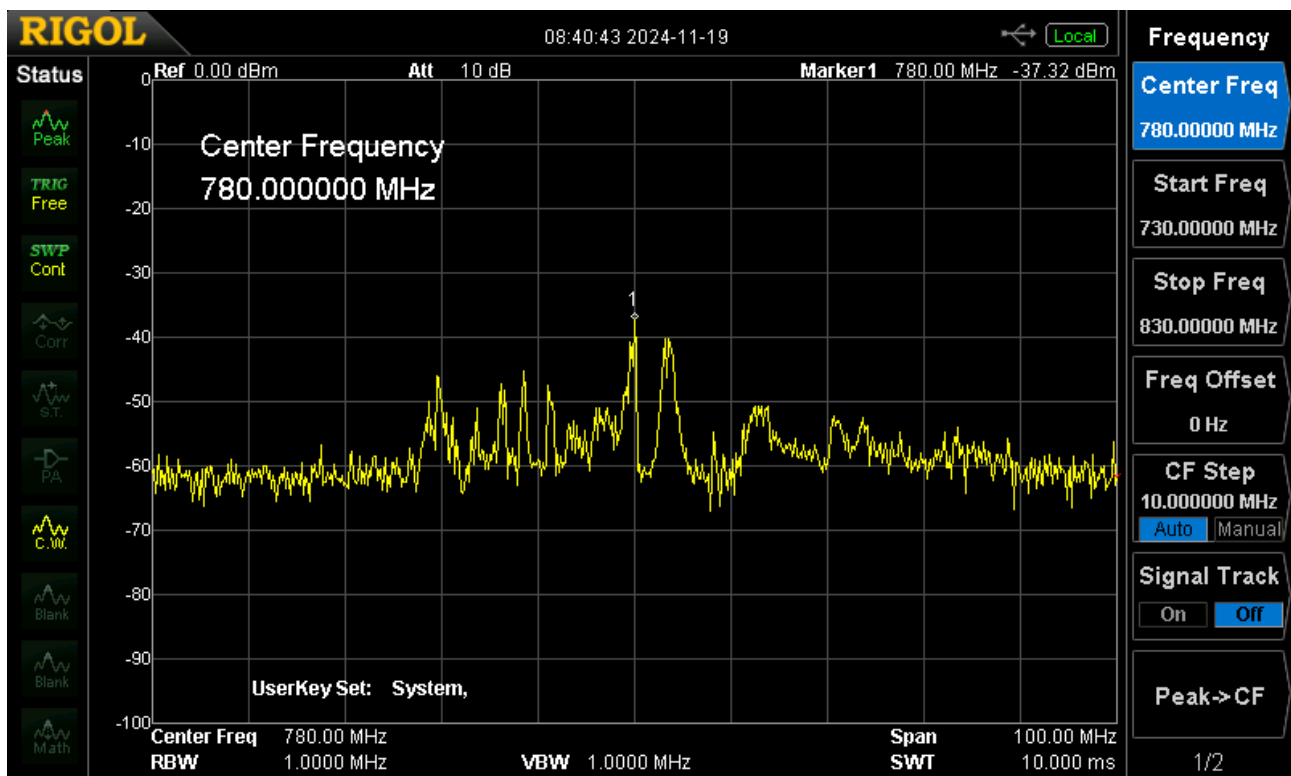


FIGURE 11: SPECTRE DU LTE CENTRÉ À 780 MHz

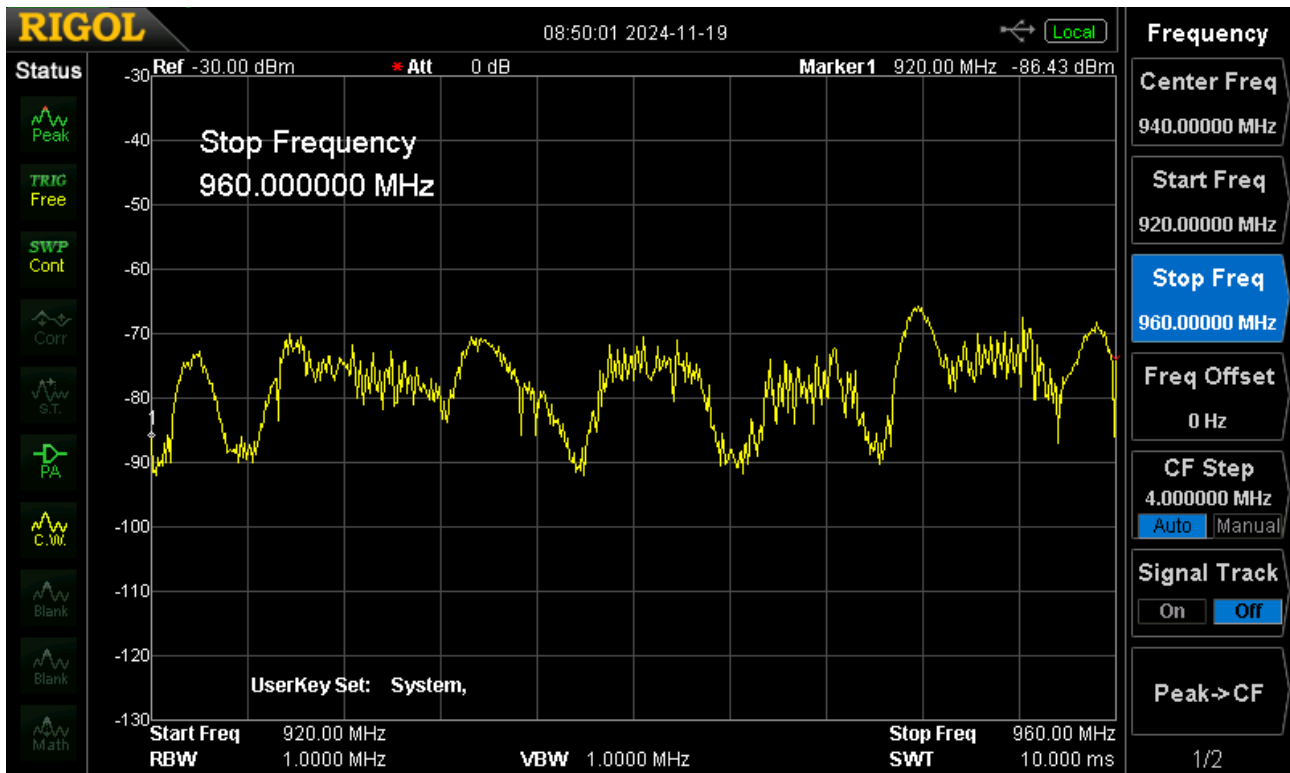


FIGURE 12: SPECTRE DU LTE CENTRÉ À 960 MHz

Sur l'analyseur de spectre, localiser les canaux TNT.

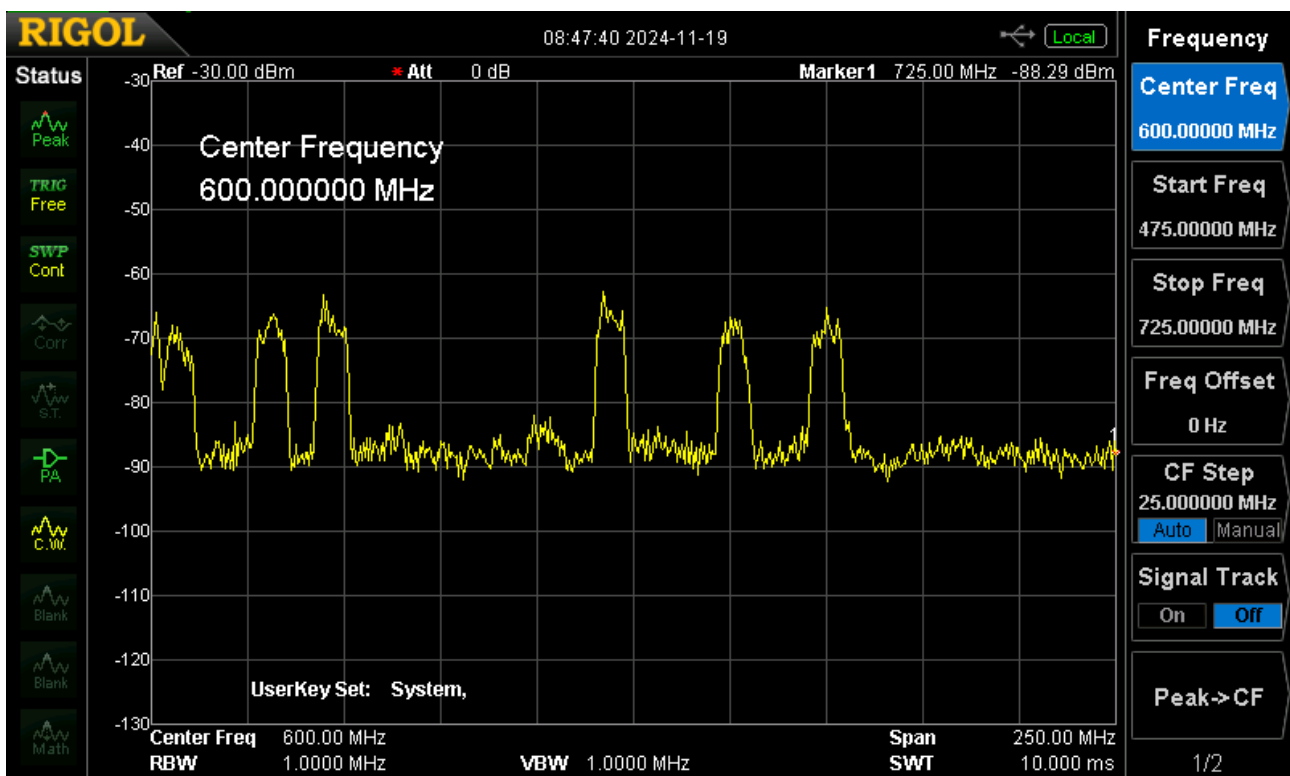


FIGURE 13: SPECTRE DE LA TNT



Retrouver les canaux utilisés pour l'émetteur pointé par l'antenne. Quelle est la bande passante de chaque canal ?

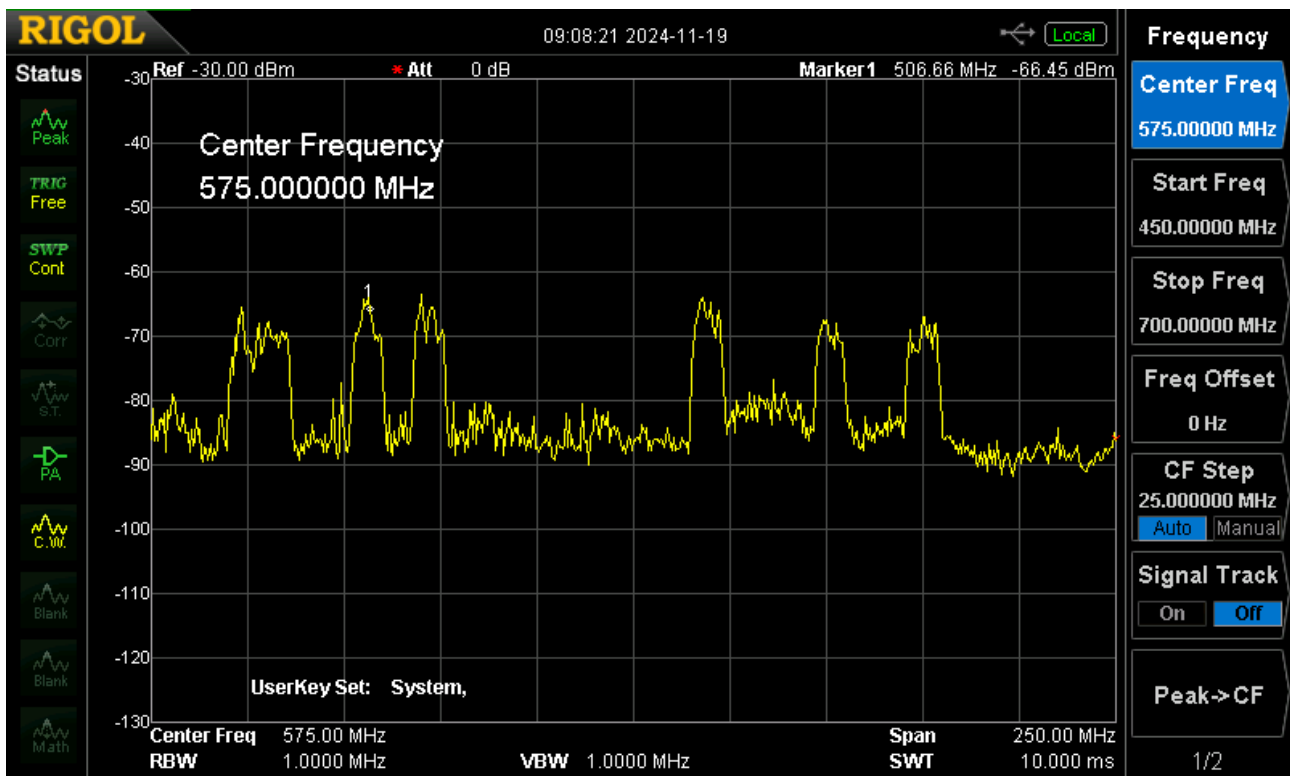


FIGURE 14: SPECTRE DES CANAUX DE L'ANTENNE

Nous observons sept pics correspondant chacun à un canal de la TNT, avec les fréquences suivantes : 475 MHz, 480 MHz, 505 MHz, 520 MHz, 595 MHz, 625 MHz et 650 MHz.

La bande passante de chaque canal est de 10 MHz environ.

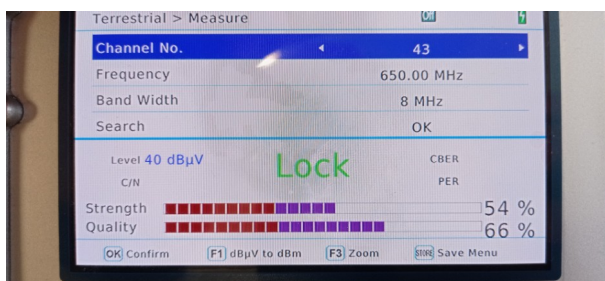
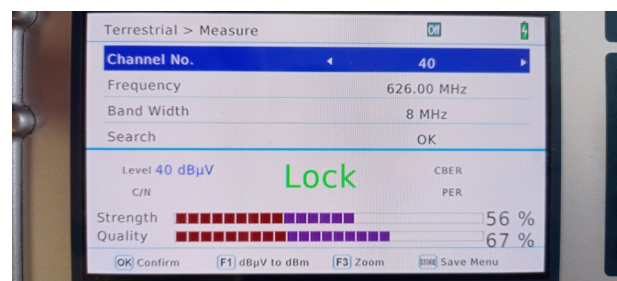
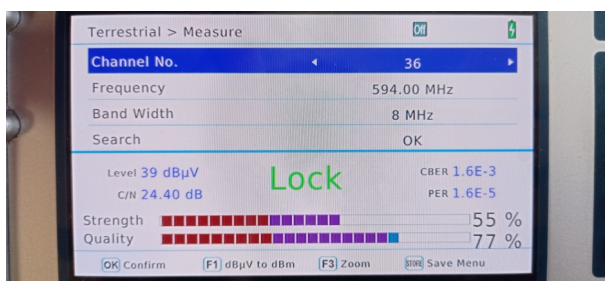
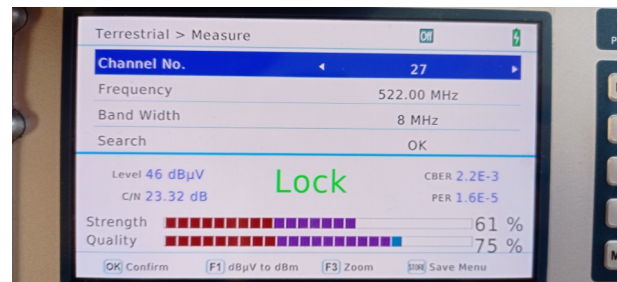
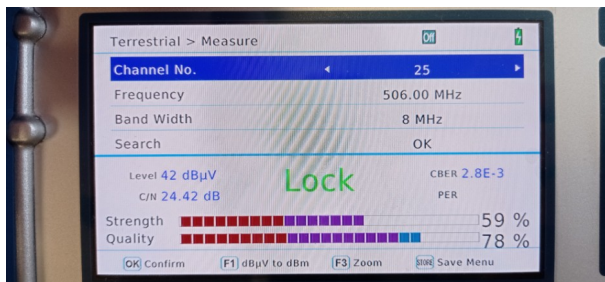
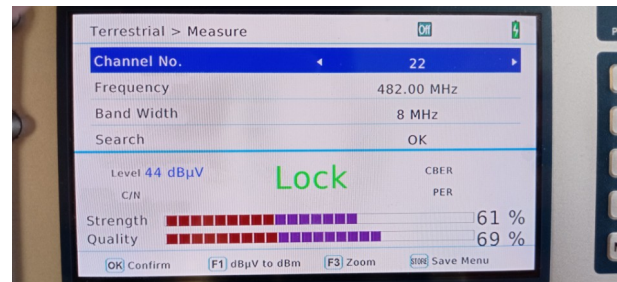
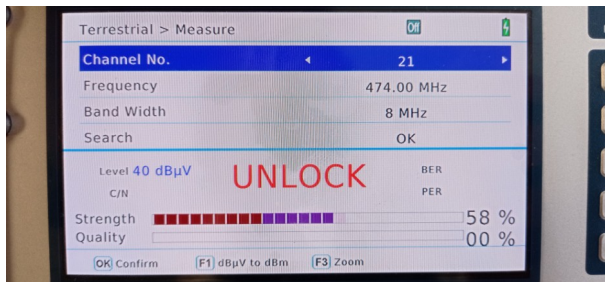


1.2. Étude de la modulation TV – TNT

1.2.1 Réception TNT

Vérifier la correspondance avec les canaux relevés à l'analyseur de spectre.

Sur le récepteur Megasat, nous trouvons les canaux suivants, qui ont été verrouillés. Ce qui veut dire que nous recevons sur ces canaux. Ce sont les suivants :



On retrouve bien nos sept canaux. Les numéros des canaux sont les mêmes que ceux indiqués par le site de l'Arcom. En revanche, les fréquences trouvées à l'analyseur de spectre, sont proches, mais pas exactes. Les fréquences 475 MHz, 480 MHz, 505 MHz, 520 MHz, 595 MHz, 625 MHz et 650 MHz deviennent 474 MHz, 482 MHz, 506 MHz, 522 MHz, 594 MHz, 626 MHz et 650 MHz.



Visualiser les constellations. Quels types de modulation sont utilisées ?

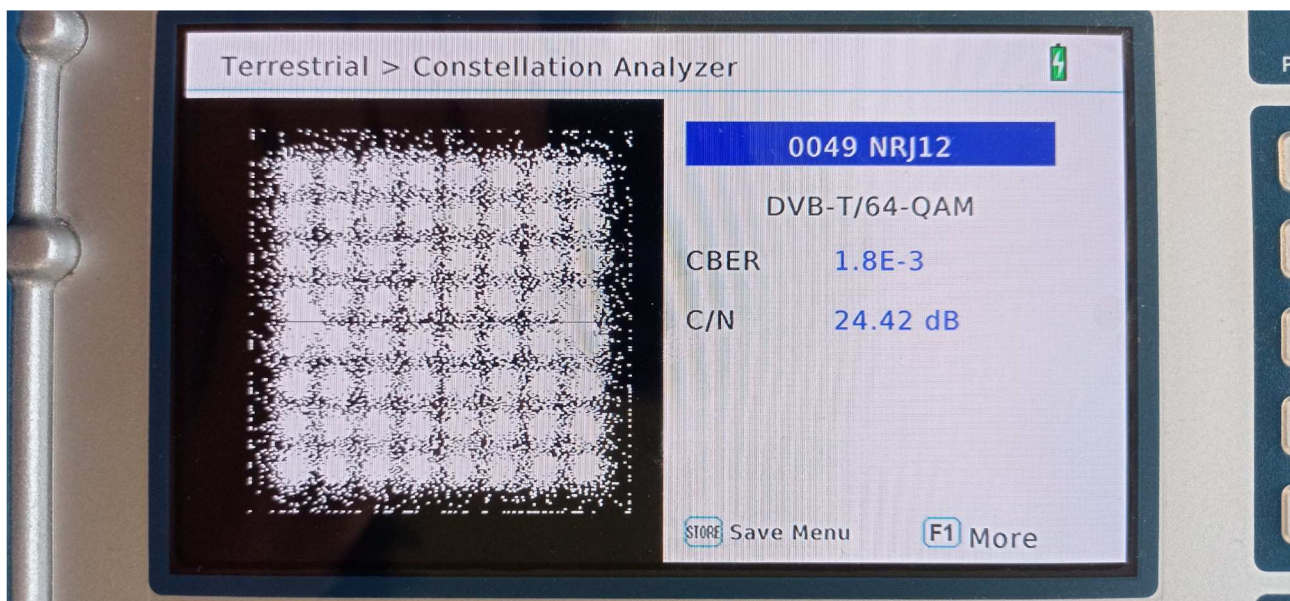


FIGURE 15: CONSTELLATIONS TNT

En prenant la chaîne NRJ, nous trouvons une modulation 64 QAM.

Que signifient les termes BER et C/N ?

BER représente le taux d'erreur. Exemple, nous avons un CBER d'environ $2 \cdot 10^{-3}$, ce qui signifie que pour 1000 bits transmis, on en aura 2 qui seront mauvais.
C/N représente le rapport signal sur bruit.

11.1

1.2.2 Modulation / Démodulation TNT / DVB-T

Relever le débit binaire correspondant indiqué sur le modulateur.

Le modulateur a un débit binaire de 15,8 Mbps.

Visualiser la constellation du signal. Quel type de modulation est utilisé ? Donner le BER et le C/N.

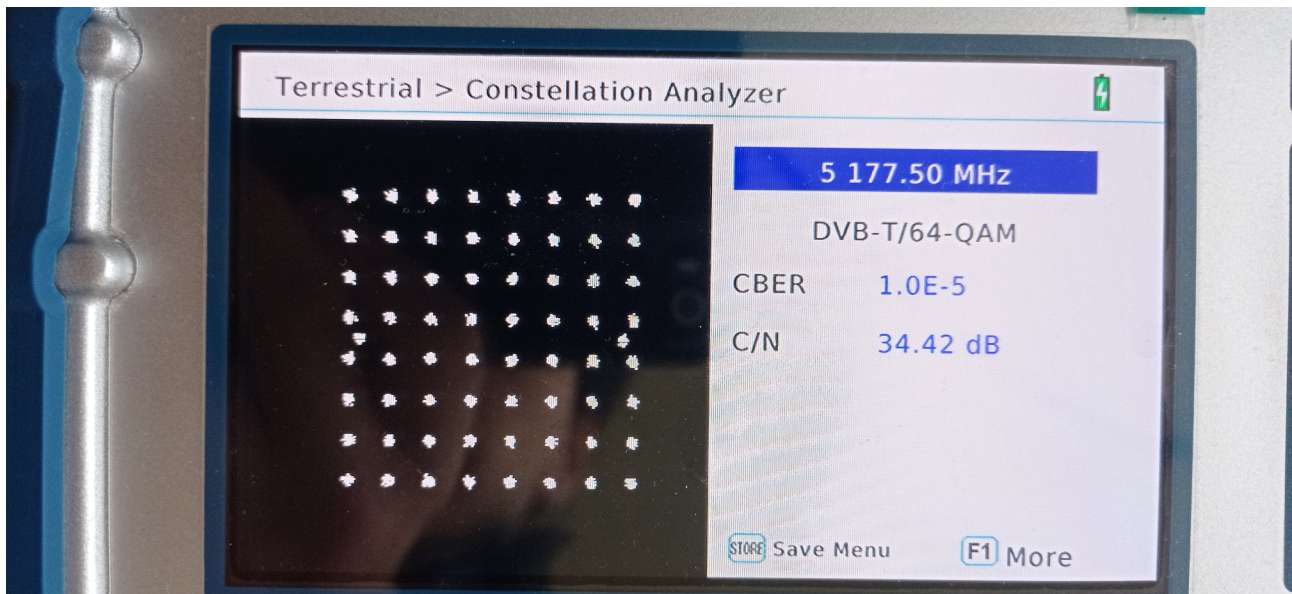


FIGURE 16: CONSTELLATIONS MODULATEUR

Le modulateur utilise une modulation 64 QAM, avec un CBEP de 1.10^{-5} et un rapport signal sur bruit de 34,42 dB.

Visualiser le signal vidéo.



FIGURE 17: VISUALISATION DU SIGNAL

1.2.3 Comparaison QPSK / 16 & 64 QAM

Visualiser les constellations.

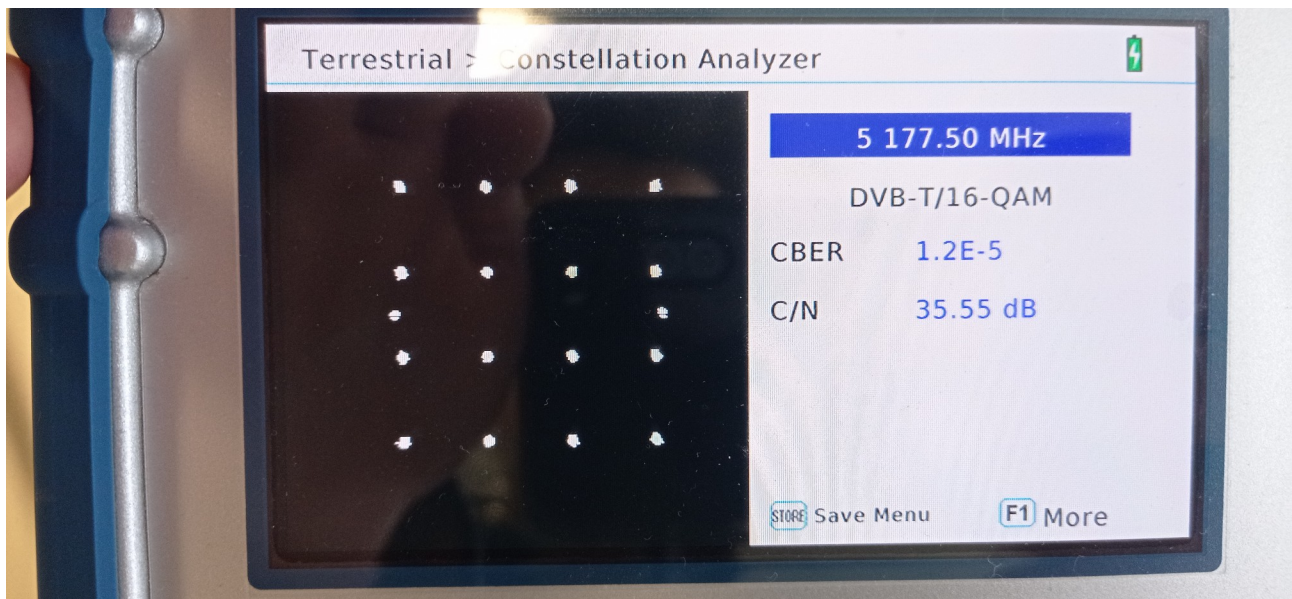


FIGURE 18: CONSTELLATIONS 16 QAM

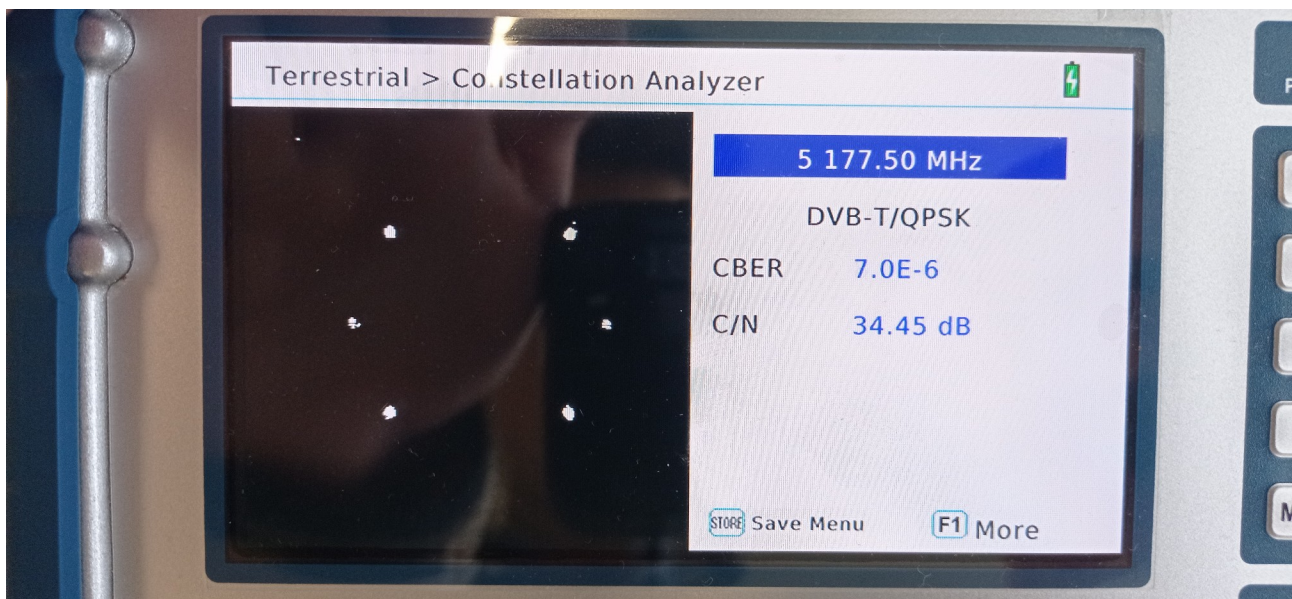
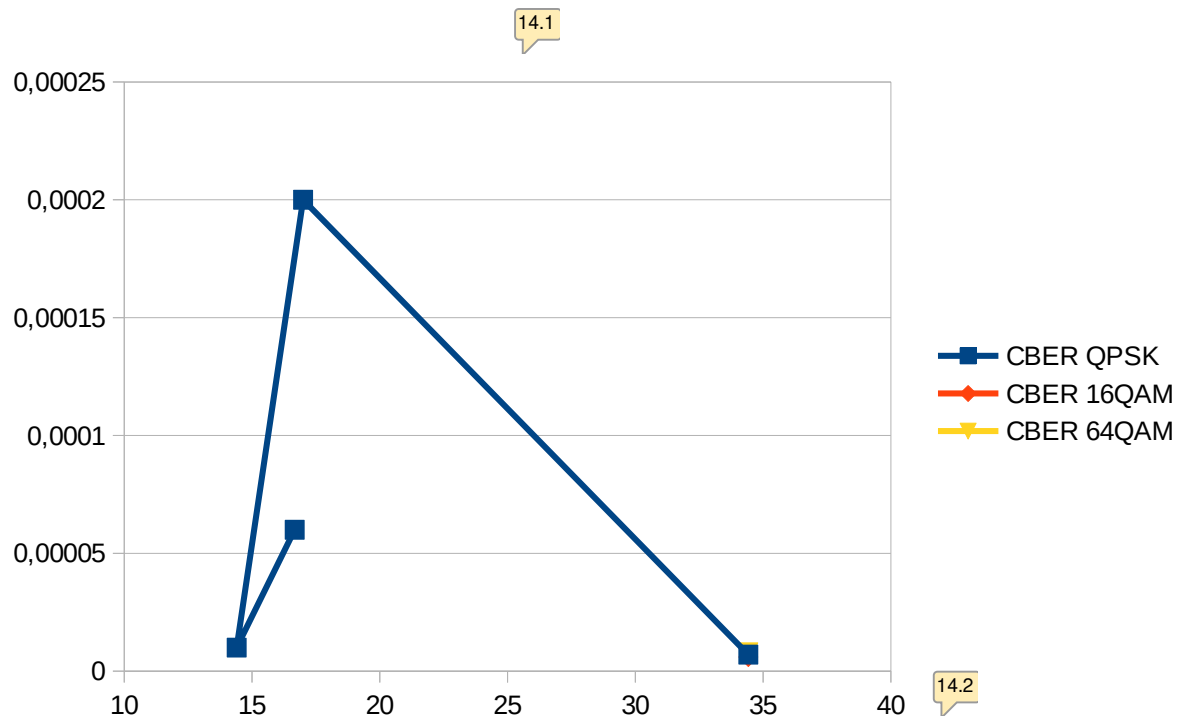


FIGURE 19: CONSTELLATIONS QPSK

Commenter vos résultats en utilisant vos relevés et la courbe théorique.

	Liaison coaxiale	Liaison antennes à proximité	Liaison antennes distantes	Liaison antennes distantes et désalignées
PWR	-15 dBm	-79 dBm	-77 dBm	-73 dBm
C/N	34,42 dB	17 dB	14,4 dB	16,67 dB
CBER QPSK	$7 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-5}$
CBER 16-QAM	$6 \cdot 10^{-6}$			
CBER 64-QAM	$8 \cdot 10^{-6}$			



Suite à un dysfonctionnement du modulateur, nous n'avons pas pu observer les valeurs pour la modulation en QAM 64 et 16.

2. TRANSMISSION NUMÉRIQUE TV PAR SATELLITE

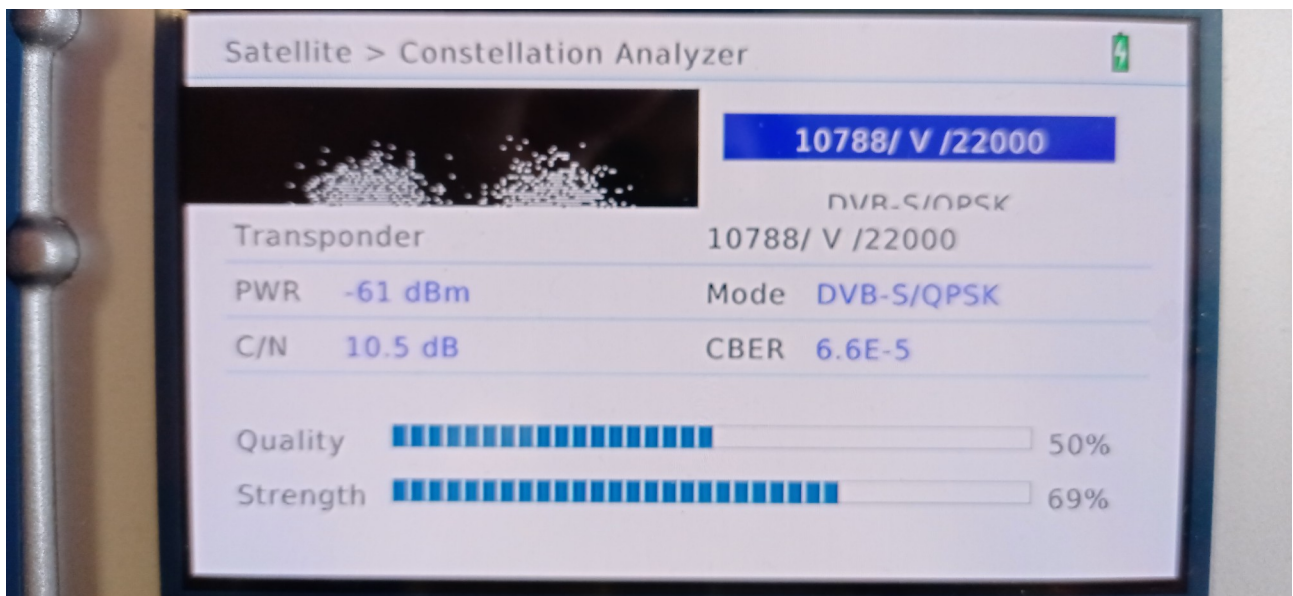
Compléter le tableau en donnant les fréquences en sortie du récepteur LNB.

	Bandes de fréquences reçues	Oscillateur local	Bande de fréquences en sortie
Low band	10,7 GHz – 11,7 GHz	9,75 GHz	0,964 GHz – 1,936 GHz
High band	11,7 GHz – 12,75 GHz	10,6 GHz	1,139 GHz – 2,129 GHz

Se rendre dans le menu LNB Dish Set-up Satellite et vérifier que le satellite sélectionné est ASTRA 1, 19.2° Est. Vérifier également le Type LNB Universel, Alim LNB Automatique.



FIGURE 20: PARAMÈTRES SATELLITE



Vérifier le fonctionnement et utiliser le mode Constellation pour visualiser des constellations de type QPSK ou 8-PSK.

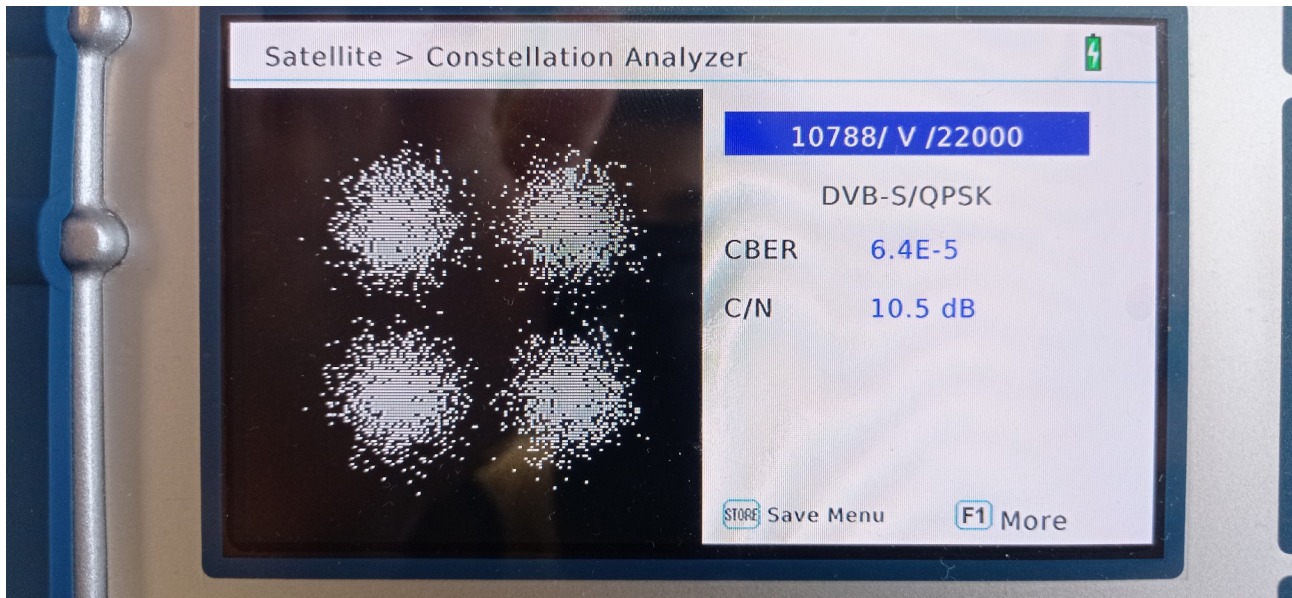


FIGURE 21: CONSTELLATIONS QPSK

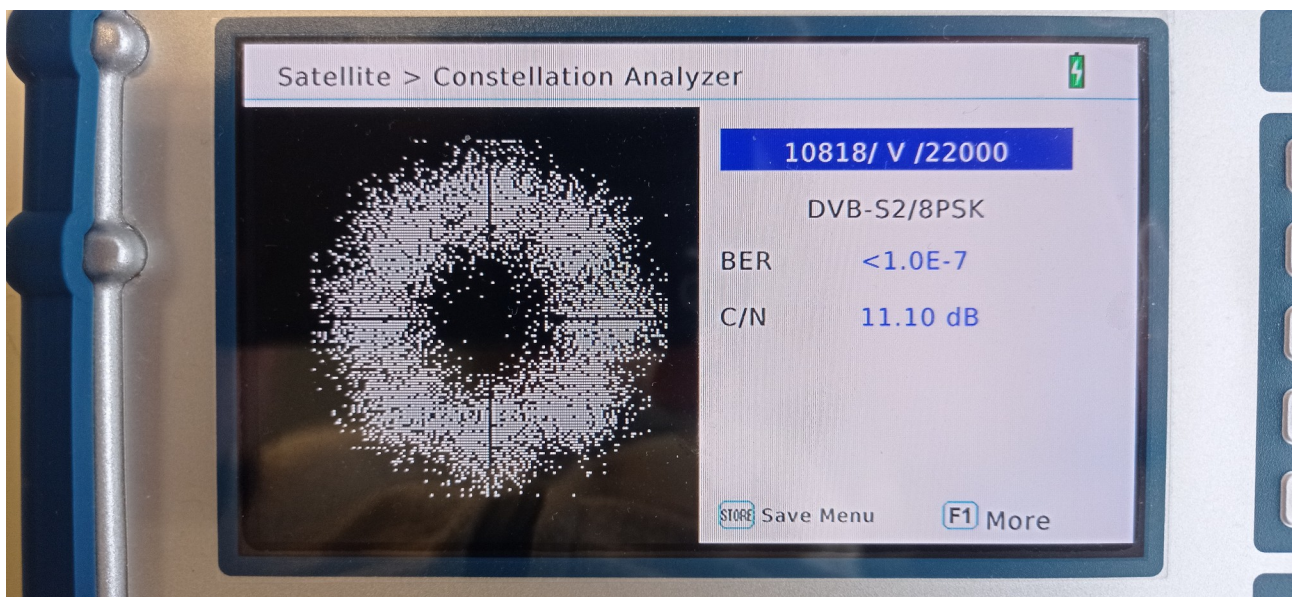


FIGURE 22: CONSTELLATIONS 8-PSK

Visualiser le spectre à l'analyseur de spectre (entre 950 MHz et 1 500 MHz, réglage amplitude AMPT idem TNT).

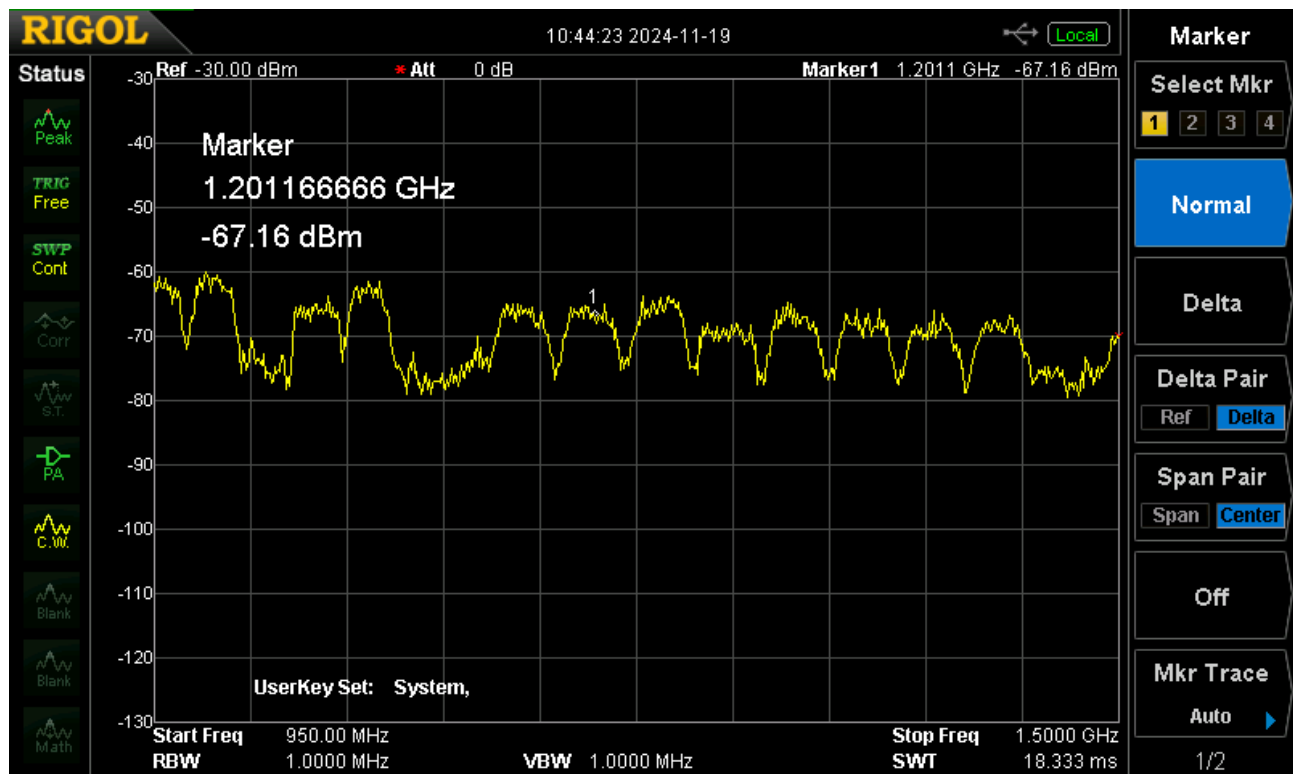


FIGURE 23: SPECTRE DU SATELLITE

Visualiser les différents canaux utilisés.

Nous observons que le satellite utilise plusieurs canaux.

Vérifier notamment que 4 répartitions différentes des canaux peuvent être obtenues.

Tous les canaux sont répartis différemment.

Utiliser le tableau EXCEL joint pour identifier un canal à partir de fréquences relevées.

Au hasard, nous avons trouvé un canal à une fréquence de 1,2 GHz. Il s'agit du canal suivant :

Satellite	Fréquence MHz	Pol	Standard	Modulation	Symbol Rate KS/s	FEC Forward Error Correction	Utilisation bitrate	Fréquence OL MHz	Fréquence FI MHz
1M	10714,25	H	DVB-S2	8PSK	22000	2/4	BetaDigital, n/a	9750	964,25
1M	10743,75	H	DVB-S	QPSK	22000	5/7	ASTRA 1, n/a	9750	993,75
1M	10758,50	V	DVB-S2	8PSK	22000	2/4	ASTRA 1, 42.6 Mb/s	9750	1008,50
1M	10788,00	V	DVB-S	QPSK	22000	5/7	ASTRA 1, 33.8 Mb/s	9750	1038,00
1KR	10802,75	H	DVB-S2	8PSK	22000	3/5	ASTRA 1, 47.9 Mb/s	9750	1052,75
1M	10817,50	V	DVB-S2	8PSK	22000	2/4	ASTRA 1, 42.6 Mb/s	9750	1067,50
1KR	10832,25	H	DVB-S2	8PSK	22000	2/4	42.6 Mb/s	9750	1082,25
1M	10847,00	V	DVB-S	QPSK	22000	5/6	ASTRA 1, 33.8 Mb/s	9750	1097,00
1KR	10861,75	H	DVB-S2	8PSK	23500	2/4	ASTRA 1, n/a	9750	1111,75
1M	10876,50	V	DVB-S	QPSK	22000	5/6	ASTRA 1, 33.8 Mb/s	9750	1126,50
1M	10891,25	H	DVB-S2	8PSK	22000	2/4	42.6 Mb/s	9750	1141,25
1KR	10906,00	V	DVB-S2	8PSK	22000	2/4	ASTRA 1, 42.6 Mb/s	9750	1156,00
1M	10920,75	H	DVB-S	QPSK	22000	7/9	BetaDigital, 35.5 Mb/s	9750	1170,75
1M	10935,50	V	DVB-S	QPSK	22000	5/7	ASTRA 1, 33.8 Mb/s	9750	1185,50
1L	10949,25	H	DVB-S2	8PSK	22000	2/3	42.6 Mb/s	9750	1199,25
1L	10979,00	V	DVB-S	QPSK	22000	5/6	33.8 Mb/s	9750	1229,00
1L	10993,75	H	DVB-S2	8PSK	22000	5/6	53.3 Mb/s	9750	1243,75
1L	11008,50	V	DVB-S2X	QPSK	22000	11/20	n/a	9750	1258,50

Index des figures

Figure 1: Liste des chaînes TNT.....	2
Figure 2: Liste des programmes régionaux.....	2
Figure 3: Liste des canaux émis depuis St Saturnin.....	3
Figure 4: Carte des antennes à Angoulême.....	3
Figure 5: Photo de l'antenne.....	4
Figure 6: Début de la liste des fréquences radio.....	4
Figure 7: Fin de la liste des fréquences radio.....	4
Figure 8: Spectre de la bande FM.....	4
Figure 9: Spectre de la radio Attitude (98,3 MHz).....	5
Figure 10: Spectre du DAB+.....	6
Figure 11: Spectre du LTE centré à 780 MHz.....	6
Figure 12: Spectre du LTE centré à 960 MHz.....	7
Figure 13: Spectre de la TNT.....	7
Figure 14: Spectre des canaux de l'antenne.....	8
Figure 15: Constellations TNT.....	10
Figure 16: Constellations modulateur.....	11
Figure 17: Visualisation du signal.....	11
Figure 18: Constellations 16 QAM.....	12
Figure 19: Constellations QPSK.....	12
Figure 20: Paramètres satellite.....	14
Figure 21: Constellations QPSK.....	15
Figure 22: Constellations 8-PSK.....	15
Figure 23: Spectre du satellite.....	16

Index des commentaires

- 6.1 pas le gain mais le niveau
- 6.2 un peu grande!
- 11.1 très bien
- 14.1 les niveaux augmentent avec la distance ... bizarre !
- 14.2 que représente cette échelle?