

## Mesures d'antennes en TNT

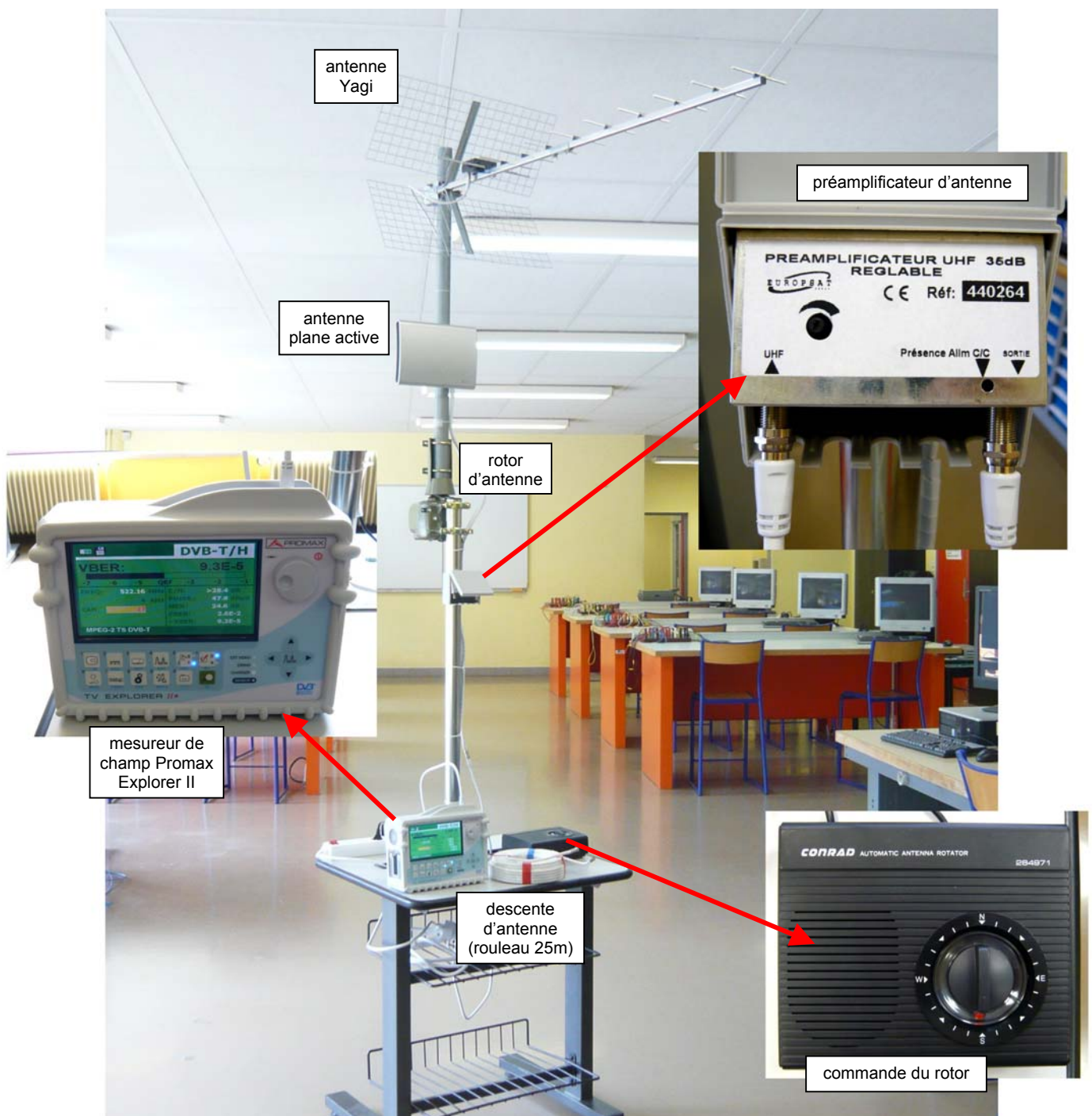
Ce TP s'intéresse aux techniques liées à l'installation d'un équipement de réception de télévision numérique terrestre.

Pour les aspects théoriques, on pourra utilement se référer au diaporama « **La télévision numérique terrestre** ».

La réception de la TNT se fait à l'aide de 2 antennes orientables :

- une **antenne passive Yagi** à 10 éléments, de gain  $>16$  dB (canaux 21 à 69)
- une **antenne active plane**, de gain en VHF : 15 dB (160 à 230 MHz) et en UHF : 28 dB (470 à 860 MHz)

Le système étudié comporte aussi un préamplificateur d'antenne pouvant être intercalé dans la descente, ainsi qu'un rouleau de câble TV représentant la descente d'antenne de longueur  $L = 25$  m.



**NB :** La composition des multiplex pouvant être reçus dans le Haut-Rhin figure en **Annexe 1**.

**Activité 1 : identification des canaux reçus**

Relier le mesureur à l'antenne Yagi et explorer le spectre de la bande UHF. Enregistrer le spectre de la bande UHF (avec une expansion de 500 MHz), puis rapatrier le spectre sur le PC avec le logiciel Promax Netupdate3 (voir **Annexe 2**).

Sur ce spectre, identifier les différents multiplex diffusés dans le Haut-Rhin.

Choisir un multiplex français et enregistrer son spectre (avec une expansion de 16 MHz). Quelle est la bande occupée par une émission ? Tient-elle dans le canal de 8 MHz ? Evaluer les variations d'amplitudes des différentes porteuses.

Dans certains canaux, la fréquence centrale peut être décalée d'une petite quantité appelée «offset» valant  $n \cdot 166$  kHz (avec  $n = \pm 1$ , plus rarement 2 ou 3). Pour les différents multiplex français, activer la fonction « Mesures », relever la fréquence exacte de l'émission et en déduire la valeur  $n$  de l'offset.

Paramétrer pour visualiser les caractéristiques du signal, puis les images du multiplex.

**Activité 2 : influence de l'orientation de l'antenne**

On désire évaluer l'importance d'une bonne orientation de l'antenne. Pour cela, choisir un canal français et activer la mesure de la puissance reçue sur le mesureur de champ.

A l'aide de la boussole, aligner l'axe de la table avec le Nord magnétique. L'orientation de l'antenne sera mesurée par l'angle  $\theta$  que fait son axe avec la direction du Sud.

Relever et tracer la courbe de la puissance reçue en fonction de l'orientation  $\theta$  de l'antenne. Quel est la valeur  $\theta_0$  de l'angle qui donne le signal reçu le plus fort ?

Placer cet angle sur la carte de la région. Correspond-il à un pointage vers l'émetteur du Belvédère ? Expliquer.

**Activité 3 : caractéristiques du signal reçu**

Garder l'antenne dans sa direction optimale et mesurer la puissance reçue  $P$ , le rapport porteuse/bruit  $C/N$ , le taux d'erreurs avant correction CBER, le taux d'erreur après correction VBER et le rapport d'erreur de modulation MER pour les émissions françaises.

⇒ **Critère de qualité** : la réception est bonne lorsque le taux d'erreur après correction VBER  $< 2 \cdot 10^{-4}$  (taux appelé Quasi Error Free) ou lorsque le taux d'erreur avant correction CBER  $< 10^{-3}$ .

Conclure quant à la qualité de réception des différents multiplex français.

**Activité 4 : constellation de la modulation 64-QAM**

Le mesureur permet d'afficher la constellation des 64 états de la modulation QAM des porteuses :

- l'état idéal est caractérisé par un point dans la constellation
- l'existence de bruit se traduit par l'apparition d'un nuage
- la distance moyenne entre le point idéal et les points réels est donnée par le MER (modulation error rate)

Pour un canal donné, visualiser la constellation des états et relever la valeur du MER. Refaire la mesure pour un autre canal qui est moins bien reçu.

Enregistrer les constellations dans le mesureur, puis les rapatrier sur le PC

⇒ **Critère de qualité** : une bonne image nécessite un MER d'au moins 26 dB.

Conclure quant à la qualité de la modulation en réception pour les deux multiplex étudiés.

**Activité 5 : influence de la descente d'antenne**

On s'intéresse à la dégradation du signal introduite par une descente d'antenne assez longue.

Choisir un canal, et mesurer la puissance reçue, le C/N, le CBER, le VBER et le MER dans les deux cas suivants :

- antenne Yagi reliée directement au mesureur de champ
- antenne Yagi reliée au mesureur par une câble de longueur  $L = 25\text{m}$  simulant la descente d'antenne

Evaluer les pertes introduites par les 25m de descente d'antenne dans le canal considéré. La dégradation de la qualité du signal est-elle sensible ?

**Activité 6 : utilisation d'un préamplificateur d'antenne**

Pour relever le niveau du signal, on se propose d'utiliser un préamplificateur d'antenne. On se demande s'il vaut mieux placer le préamplificateur avant ou après la descente d'antenne.

Pour avoir la réponse, on mesure la puissance reçue, le C/N, le CBER, le VBER et le MER dans les deux cas suivants (pour le même multiplex que précédemment) :

- antenne Yagi reliée au préamplificateur, puis descente d'antenne et mesureur
- antenne Yagi reliée à la descente d'antenne, puis préamplificateur et mesureur

Pour alimenter le préamplificateur par le câble d'antenne, on activera la fonction « téléalimentation » sur le mesureur de champ (tension de 13V).

Quelle configuration donne le meilleur signal à l'entrée du récepteur TNT ? Expliquer.

**Activité 7 : bilan de l'installation Yagi + préamplificateur d'antenne**

L'antenne étant toujours réglée pour une réception optimale, mesurer la puissance reçue  $P$ , le rapport porteuse/bruit C/N, le taux d'erreurs avant correction CBER, le taux d'erreur après correction VBER et le rapport d'erreur de modulation MER.

Conclure sur l'efficacité de l'antenne équipée de son préamplificateur.

**Activité 8 : utilisation d'une antenne plane active**

On trouve dans le commerce de nombreux modèles d'antennes planes actives (cad équipées d'un préamplificateur) pour la TNT.

Pour utiliser l'antenne plane installée sur le mât, il faut d'abord fabriquer un cordon équipé d'une prise TV 9,52 mm à une extrémité et d'une prise F à l'autre extrémité. Pour cela, on pourra utiliser les fiches descriptives ou les séquences vidéo expliquant les différentes étapes du montage.

Une fois le cordon réalisé et testé à l'ohmmètre, relier l'antenne au mesureur par le rouleau de câble de descente d'antenne et retoucher si nécessaire l'orientation de l'antenne.

Mesurer la puissance reçue  $P$ , le rapport porteuse/bruit C/N, le taux d'erreurs avant correction CBER, le taux d'erreur après correction VBER et le rapport d'erreur de modulation MER.

Conclure sur l'efficacité de l'antenne plane active.

**Activité 9 : émissions allemandes et suisses**

Est-il possible de les recevoir avec l'une des deux antennes installées sur le mât ?

Choisir l'antenne que vous estimez optimale et essayer de capter une chaîne étrangère. En cas de succès, mesurer les caractéristiques du signal reçu et visualiser la constellation. La modulation utilisée est elle une modulation 64-QAM ? Commenter ce résultat par rapport au contenu du multiplex reçu.

## Annexe 1 : émetteurs TNT dans le Haut-Rhin

⇒ **émetteurs français** (polarisation horizontale)

Multiplex	Fréquence	Canal	Composition
R1	730 MHz	53	France 2, France 3, France 5, ARTE, La Chaîne Parlementaire, Alsace 20
R2	522 MHz	27	Direct 8, France 4, Gulli, Virgin17, I>TV, BFM TV
R3	738 MHz	54	Canal+*, TPS Star*, Canal J*, Planète*, Canal+ Sport*, Canal+ Cinéma*
R4	602 MHz	37	M6, W9, NT1, Paris Première*, ARTE HD
R5	498 MHz	24	TF1 HD, France 2 HD, M6 HD (mise en service prévue le 28/09/2010)
R6	474 MHz	21	TF1, NRJ12, TMC, LCI*, Eurosport

\* chaînes cryptées/clair

⇒ **émetteurs suisses** (polarisation verticale) et **allemands** (polarisation horizontale)

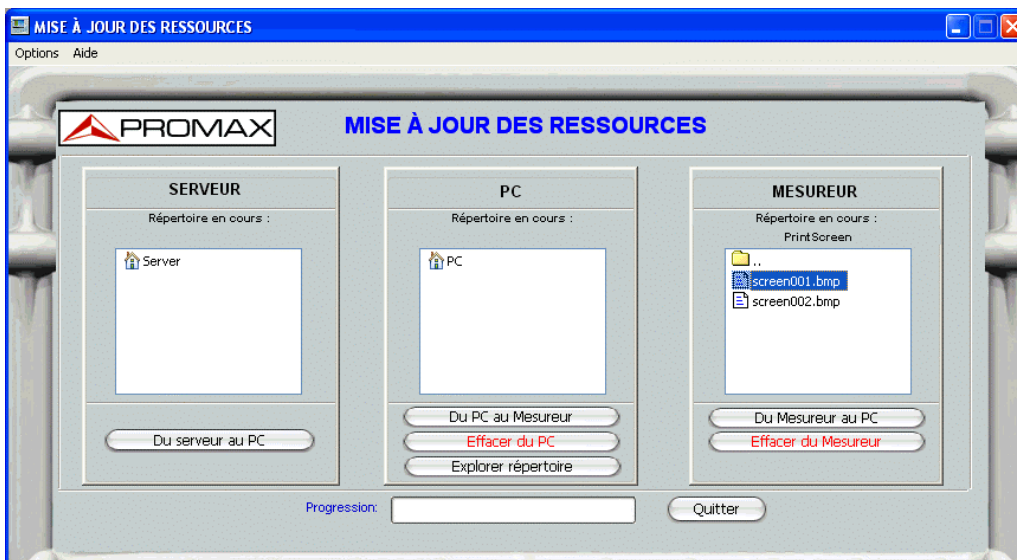
Multiplex	Fréquence	Canal	Composition
suisse			
RS1	554 MHz	31	TSR1, SF1, SF2 et TSI (émetteur de Sankt Chrischona – Bâle)
RS2	754 MHz	56	TSR1et 2, SF+ et TSI (émetteurs des Ordons et du Chasseral – Jura)
allemand			
RA1	570 MHz	33	ZDF, 3sat, KI.KA/ZDFdokukanal, ZDFinfokanal (émetteur de Fribourg)
RA2	618 MHz	39	SWR Fernsehen BW, Bayerisches Fernsehen, hr-fernsehen, WDR Fernsehen (idem)
RA3	722 MHz	52	Das Erste, ARTE, Phœnix, EinsPlus (idem)



## Annexe 2 : copies d'écran du mesureur Promax

Démarrer le logiciel Promax NetUpdate3 et relier le mesureur au PC par un cordon USB :

- cliquer sur **Détecter** pour établir la liaison entre le PC et le mesureur
- cliquer sur **Mise à jour des ressources / Mesureur / Printscreen**
- sélectionner les images **screenxxx.bmp** à rapatrier
- cliquer sur **Du mesureur au PC** pour rapatrier les images





# Mesures d'antennes en TNT : réponses

Rédacteur :

Binôme :

Date :

## Activité 1 : identification des canaux reçus

⇒ Spectre de la bande UHF : > voir courbe n° .....

⇒ Spectre du canal n° ..... : > voir courbe n° .....

- bande occupée par une émission : B = .....
- l'émission tient dans le canal  oui  non
- l'amplitude des porteuses varie de ..... dB $\mu$ V à ..... dB $\mu$ V, soit une variation de  $\pm$  ..... dB

Offsets des différents canaux :

	21	24	27	31	33	37	39	52	53	54	56
pays	F	F	F	CH	D	F	D	D	F	F	CH
multiplex											
fréquence (MHz)	474	498	522	554	570	602	618	722	730	738	770
f. réelle (MHz)	474, ....	498,....	522,....	554,....	570,....	602,....	618,....	722,....	730, ....	738,....	770,....
offset n											

## Activité 2 : influence de l'orientation de l'antenne

Mesures effectuées dans le canal n° .....

Les angles sont comptés positivement vers l'est (de 0 à +180°) et négativement vers l'ouest (de 0 à -180°)

Est	$\theta$	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180		
	P															

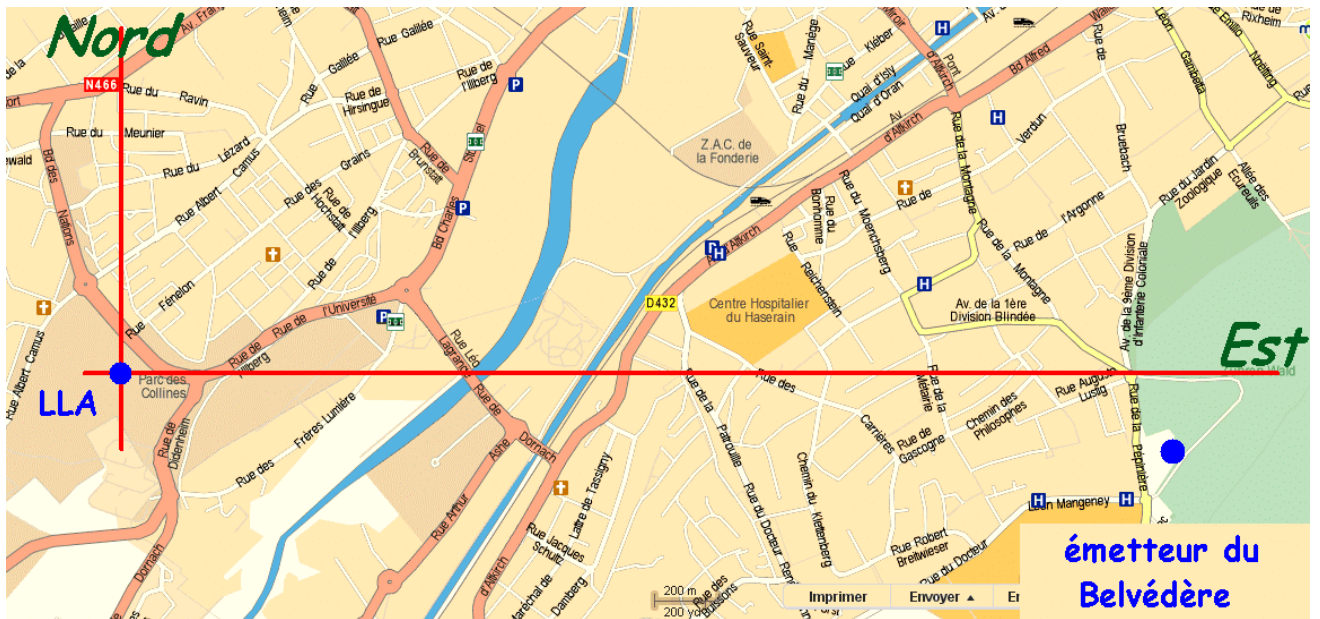
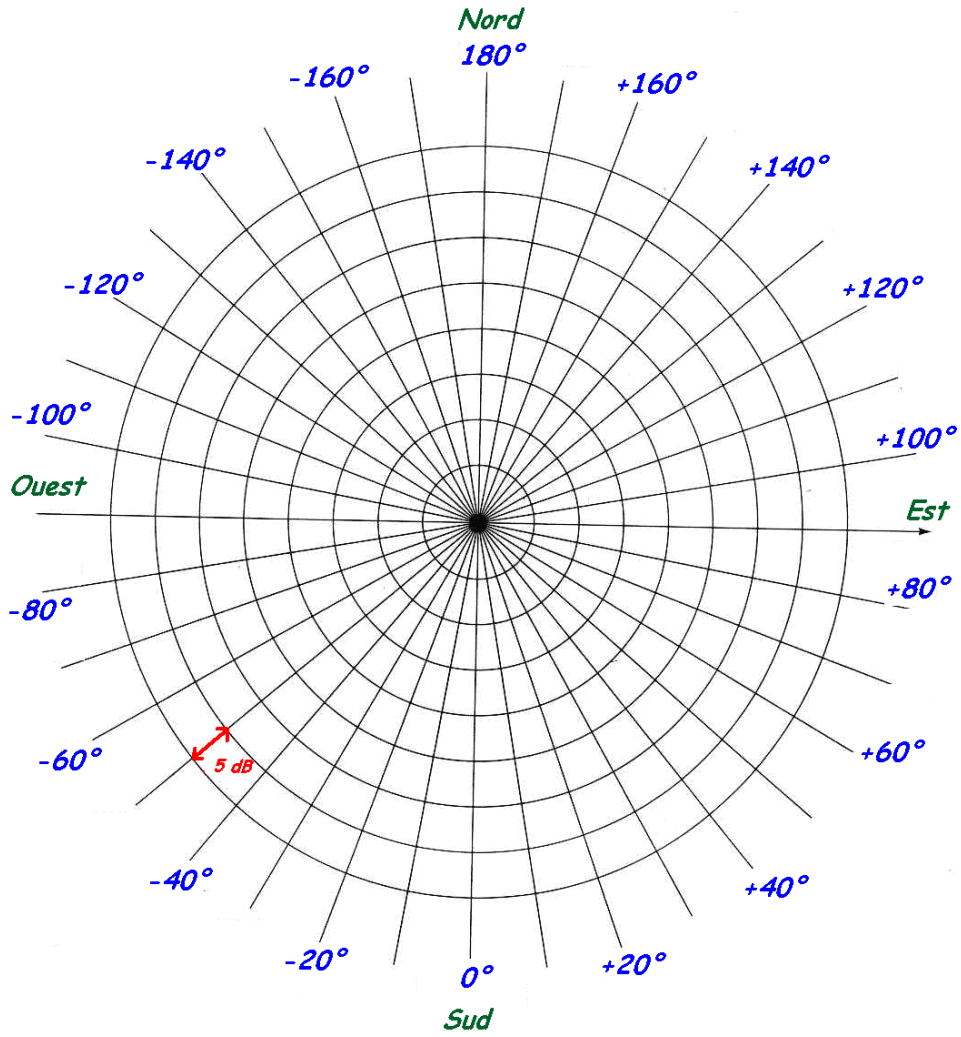
Ouest	$\theta$	0	-15	-30	-45	-60	-75	-90	-105	-120	-135	-150	-165	-180		
	P															

Orientation optimale de l'antenne :  $\theta_0 =$  .....

Variations de niveau reçu entre la meilleure et la moins bonne des orientations :  $\Delta P =$  ..... dB



Niveau reçu en fonction de l'orientation de l'antenne :



L'angle  $\theta_0$  correspond à peu près à la direction de l'émetteur :  oui  non

Commentaires : .....

.....

**Activité 3 : caractéristiques du signal reçu**

Mesures effectuées dans le canal n° .....

canal	21	24	27	31	33	37	39	52	53	54	56
pays	F	F	F	CH	D	F	D	D	F	F	CH
fréquence (MHz)	474	498	522	554	570	602	618	722	730	738	770
P (dBμV)											
C/N (dB)											
CBER											
VBER											
MER (dB)											
qualité*											

\* E = excellente si VBER < 10<sup>-6</sup>

\* B = bonne si VBER < 2.10<sup>-4</sup>

\* M = mauvaise si VBER > 10<sup>-3</sup>

Le multiplex le mieux reçu est dans le canal n° ..... avec un VBER = .....

Le multiplex le moins bien reçu est dans le canal n° ..... avec un VBER = .....

**Activité 4 : constellation de la modulation 64-QAM**

Mesures effectuées dans le canal n° .....

⇒ Constellation (bonne réception) : > voir courbe n° ..... canal n° ..... MER = .....

⇒ Constellation (mauvaise réception) : > voir courbe n° ..... canal n° ..... MER = .....

Commentaires : .....  
 .....

**Activité 5 : influence de la descente d'antenne**

Mesures effectuées dans le canal n° .....

	P	C/N	CBER	VBER	MER
sans descente d'antenne					
avec descente d'antenne					

Atténuation introduite par la descente d'antenne : A = .....

Commentaires (le câble 17VATC a 17dB de pertes /100m à 800 MHz) : .....  
 .....

**Activité 6 : utilisation d'un préamplificateur d'antenne**

Mesures effectuées dans le canal n° .....

	P	C/N	CBER	VBER	MER
préampli coté antenne					
préampli côté récepteur					

- niveau du signal mesuré avec descente et sans préamplificateur:  $P_1 = \dots\dots\dots$  dB $\mu$ V (activité 5)
- niveau du signal mesuré avec descente et avec préamplificateur:  $P_2 = \dots\dots\dots$  dB $\mu$ V
- gain du préamplificateur dans le canal :  $G_0 = \dots\dots\dots$  dB

Le signal reçu est meilleur si le préamplificateur d'antenne est placé :

- près de l'antenne       après la descente d'antenne       cela n'a pas d'importance

En pratique, le blindage de la descente d'antenne n'est pas parfait, ce qui fait qu'elle capte un certain nombre de parasites. Le rapport C/N est meilleur si le préamplificateur est placé près de l'antenne.

Explication : .....

.....

**Activité 7 : bilan de l'installation Yagi + préamplificateur d'antenne**

canal	21	24	27	31	33	37	39	52	53	54	56
pays	F	F	F	CH	D	F	D	D	F	F	CH
fréquence (MHz)	474	498	522	554	570	602	618	722	730	738	770
P (dB $\mu$ V)											
C/N (dB)											
CBER											
VBER											
MER (dB)											
qualité*											

\* E = excellente si VBER < 10<sup>-6</sup>      \* B = bonne si VBER < 2.10<sup>-4</sup>      \* M = mauvaise si VBER > 10<sup>-3</sup>

Le multiplex le mieux reçu est dans le canal n° ..... avec un VBER = .....

Le multiplex le moins bien reçu est dans le canal n° ..... avec un VBER = .....

Commentaires : .....

.....



