

## Banc de test GSM

Les activités proposées ont pour but de caractériser un mobile GSM et de détecter d'éventuels dysfonctionnements.

Le **testeur Rohde et Schwarz CTS55** permet de :

- tester les fonctions de base du mobile GSM : synchronisation du mobile sur la base, établissement et coupure d'une com, changement de canal (handover) dans la bande GSM ou entre GSM et DCS
- d'effectuer des mesures en émission et en réception : puissance émise, qualité de la modulation et du timing, sensibilité du récepteur avec mesure des différentes erreurs (BER, RBER, FER)

L'**analyseur de spectre** permet de vérifier conformité du spectre d'émission par rapport à la norme GSM.

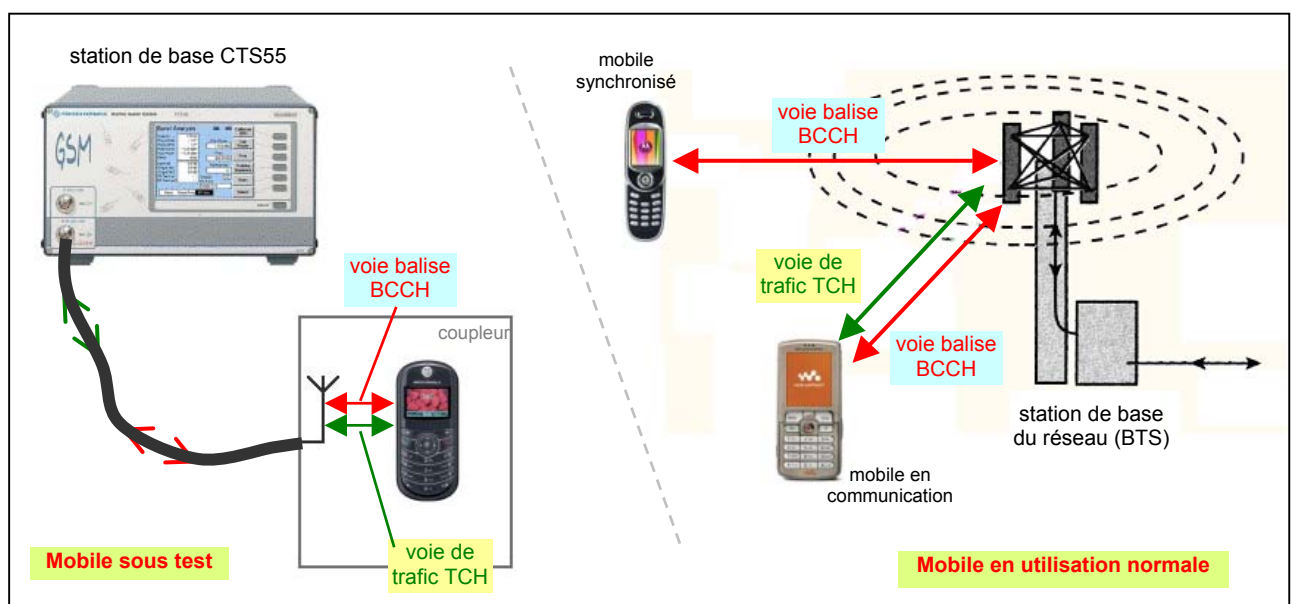


L'antenne du CTS55 est placée dans l'enceinte blindée, sous le mobile GSM.. Les pertes entre le mobile et l'antenne de l'enceinte ont été mémorisées dans le CTS55 qui en tient compte pour l'affichage des résultats.

Le testeur CTS55 est une mini-station de base (BTS Base Transceiver Station) dont on peut choisir les canaux pour la voie balise (BCCH Broadcast Control Channel) et le canal de trafic (TCH Traffic Channel) qui transporte la voix.

⇒ hors communication téléphonique, le mobile est relié en permanence à la base par la voie balise, on dit que **le mobile est synchronisé** (ou : en veille / attaché / avec localisation à jour) :

- la base émet en continu des informations sur son canal **BCH** (Broadcast Channel) appelé aussi **voie balise**
- le mobile échange sur cette voie des signaux de contrôle (réception/demande d'appel, qualité de la liaison...)
- à sa mise en route, le mobile scrute la bande GSM et cherche le signal BCH le plus fort pour s'y raccorder



⇒ en communication, le mobile échange avec la base des signaux de parole et de contrôle sur le canal **TCH** ( Traffic Channel) appelé aussi **voie de trafic** (fréquences différentes)

## A- Mesures préliminaires :

Au départ, aucun mobile n'est installé dans le coupleur d'antenne, le testeur CTS est éteint.

### Activité 1 : Spectre de la bande GSM Rx

Equiper l'analyseur de spectre Tektronix d'une antenne et visualiser la bande GSM descendante (935 à 960 MHz). Mesurer la fréquence et le niveau de la station de base Orange de la cellule où se trouve le lycée (moitié basse de la bande GSM). Même question pour SFR. Quels sont les canaux correspondants ?

**Remarque :** la structure interne d'un mobile GSM est rappelée en **Annexe A**. La correspondance entre canaux et fréquences utilisées par le GSM est donnée en **Annexe B**

### Activité 2 : Efficacité du blindage de l'enceinte

Pour que le mobile reconnaisse le CTS55 comme sa station de base, il faut que le niveau du signal reçu du testeur dépasse celui des balises des opérateurs habituels (SFR, Orange, Bouygues...). Il convient donc de protéger le mobile des signaux environnants : c'est le **rôle de l'enceinte blindée**.

Relier l'analyseur de spectre Tektronix à l'antenne installée dans le coupleur et relever le niveau de la voie balise Orange la plus puissante.

Fermer le couvercle et observer l'évolution du signal reçu. Relever le nouveau niveau de la voie balise Orange et en déduire une estimation de l'efficacité du blindage apportée par le coupleur d'antenne.

**Remarque :** R+S annonce une efficacité du blindage supérieure à 50, soit 34 dB

### Activité 3 : Voie balise du CTS55

Aucun mobile n'est installé pour le moment dans le coupleur.

On allume le testeur CTS55 avec le paramétrage suivant :

- choisir **Type réseau > GSM**
- se mettre en **Mode test > Manuel** puis Start : le CTS55 émet sa voie balise et affiche **Test mobile / attendre**

Par la touche Config, introduire les paramètres suivants :

- canal de contrôle (voie balise) **canal 20**      canal de trafic **canal 60**
- niveau d'émission de la base : **-60 dBm**      niveau d'émission du mobile : **PCL = 5 (puissance max)**
- coupleur : **On**

Le testeur, en attente d'un mobile, émet en continu sur la voie balise un signal au standard GSM.

- relever le spectre de la voie balise du CTS
- dessiner le gabarit GSM sur le spectre relevé et vérifier qu'il est respecté
- mesurer la bande occupée à -10 et -20 dB et la comparer à la largeur du canal (200 kHz)
- modifier le niveau d'émission, puis le canal, et observer l'évolution du spectre

### Activité 4 : Synchronisation du mobile avec le testeur (appelée aussi : mise à jour de la localisation)

On installe maintenant le mobile à tester **éteint** dans le coupleur d'antenne en vue de le raccorder au CTS :

- mettre le mobile sous tension, fermer le couvercle du coupleur et attendre que la synchronisation se fasse
- en quelques secondes, le mobile se synchronise et le CTS affiche **Test mobile / mis à jou.**

Relever les numéros IMSI (identification de l'utilisateur), IMEI (identification du portable), le type de mobile (GSM900 ou bi-bande) et la classe de puissance du mobile en GSM et DCS.

### Activité 5 : Test de réception et d'émission des SMS

Choisir la touche **Emission de mess.** : le testeur envoie alors au mobile un SMS contenant toutes les lettres et chiffres. Conclure quant à la qualité de la transmission du message.

Tester de même la fonction d'envoi de SMS du mobile en composant un SMS sur le mobile et en l'envoyant vers le testeur qui va l'afficher.

## B- Test du mobile en émission :

Pour toutes les mesures qui suivent (sauf cas particulier), le mobile doit être non seulement **synchronisé** mais également **en communication** avec sa base.

### Activité 6 : Etablissement/coupure d'une communication

Pour établir la communication, on peut, au choix :

- lancer un appel depuis le mobile en composant un numéro quelconque
- appuyer sur **Appel du mobile** depuis le testeur

Dès que la communication est établie, le CTS55 affiche l'écran **Com. établie**

Dans les paramètres affichés, certains le sont-ils en rouge (hors spécifications) ? Le mobile est-il compatible avec l'algorithme de codage de la voix amélioré (EFR) ? le codage à demi-débit (HR) ?

Vérifier sur le spectre de la bande descendante l'apparition de l'émission du CTS sur le canal 60, et sur la bande montante l'émission du mobile sur le canal correspondant.

Appuyer sur **Coupure com** et vérifier que la coupure de la communication se fait convenablement.

### Activité 7 : Puissance émise par le mobile

Lire **Annexe C** : signal émis par un mobile GSM

Avec la touche **Niveau Contrôle** entrer différentes consignes de puissance d'émission PCL, relever la puissance émise mesurée par le testeur et conclure quant à la précision du contrôle de la puissance émise par le mobile.

**Norme 3GPP** : les puissances d'émission correspondant à une commande PCL donnée figurent en **Annexe D**, avec les tolérances acceptables.

### Activité 8 : Vérification du profil de puissance

Sélectionner la **Mesure > Rampe** puis **Démarrage mesure** et visualiser le profil de puissance sur l'écran **Rampe puiss.**

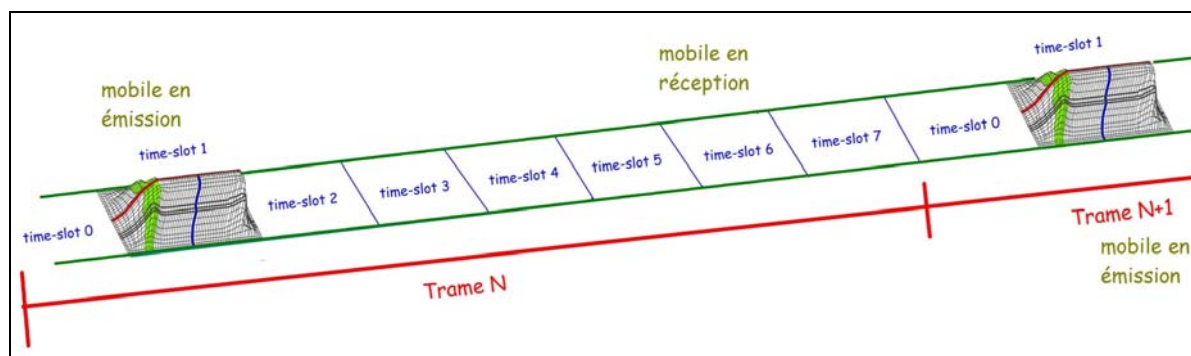
Ce profil respecte-t-il le gabarit ? Zoomer sur la montée et la descente. Le niveau émis est-il constant durant la salve ? (c'est une caractéristique de la modulation GMSK).

Avec la touche **Puissance** faire varier le niveau d'émission du mobile et vérifier que la rampe reste dans le gabarit.

**Norme 3GPP** : le gabarit de puissance pour un burst normal est donné en **Annexe E**.

### Activité 9 : Vérification du timing

Le mobile en communication émet durant un time-slot de la trame, et reçoit le signal de la base durant un autre time-slot :



Mesurer l'erreur de position temporelle de la salve. Conclure.

**Norme 3GPP** : l'erreur sur la position temporelle d'une salve doit être inférieure à  $\pm 2$  bits.

**Activité 10 :** Mesure de l'erreur de fréquence/phase du mobile

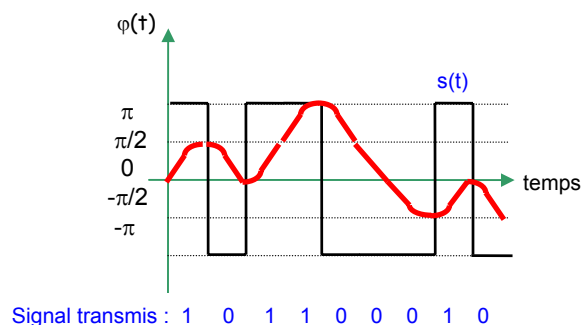
La mesure de ces deux erreurs nous renseigne sur la qualité de la modulation.

Le mobile GSM émet une porteuse modulée FM :

$$e(t) = E \cos[\omega_0 t + \varphi(t)]$$

La phase instantanée  $\varphi(t)$  de la porteuse :

augmente de  $\pi/2$  lors de la transmission d'un « 1 »  
diminue de  $\pi/2$  lors de la transmission d'un « 0 »



La production de cette porteuse modulée dans le mobile GSM n'est jamais idéale :

- erreur  $\delta f_0$  sur la fréquence  $f_0$  dues à une dérive du TCXO 13 MHz ou à un défaut du circuit synthétiseur
- erreur  $\delta\varphi(t)$  sur la phase due à des déphasages indésirables introduits au niveau du DSP ( filtre gaussien, intégrateur...), du modulateur, des filtres, de l'amplificateur de puissance et du commutateur d'antenne

Sélectionner la [Mesure > Phase/freq](#) puis [Démarrage mesure](#) et sur l'écran [Phase/fréquence](#) visualiser la courbe d'erreur de phase

Relever les valeurs des erreurs de phase crête et efficace sur une salve, ainsi que l'erreur de fréquence . Ces valeurs sont-elles dans les spécifications du GSM ?

**Norme 3GPP :** l'erreur en fréquence maximale acceptable est de  $\pm 90$  Hz pour le GSM et  $\pm 180$  Hz pour le DCS. L'erreur de phase crête ne doit jamais dépasser  $20^\circ$  crête et doit rester inférieure à  $5^\circ$  RMS.

**Activité 11 :** Spectre dû à la modulation

Relever le spectre d'émission du mobile pour un canal donné. L'émission étant pulsée, le spectre est plus difficile à relever.

Dessiner le gabarit GSM sur le relevé spectre d'émission du mobile et vérifier qu'il est respecté.

**Norme 3GPP :** le gabarit du spectre à respecter est en [Annexe F](#)

## C- Test du mobile en réception :

**Activité 12 :** Etude des mesures effectuées par le mobile (RxLevel et RxQual)

Lire **Annexe G** : taux d'erreurs dans une transmission

Sélectionner la [Mesure > BER](#) puis [Démarrage mesure](#) , puis éventuellement [Cont.](#) , pour aller sur l'écran **BER continu**

Pour différents niveaux d'émission du testeur :

- relever les valeurs du niveau reçu RxLevel (mesuré par le mobile) et comparer au niveau reçu calculé par le testeur (Signal BS). La mesure du niveau reçu faite par le mobile est-elle précise ?
- relever les valeur du RxQual et tracer la courbe donnant RxQual en fonction du niveau reçu. Comment évolue cette grandeur si le signal reçu devient très faible ?

**Remarque** : en-dessous de  $-100$  dBm, diminuer le niveau par pas faibles (0,1dB) pour éviter une perte de « com ».

**Activité 13 :** Mesure du taux d'erreur et influence du niveau reçu

Lire **Annexe H** : taux d'erreurs sur le signal vocal

Sélectionner la [Mesure > BER](#) puis [Démarrage mesure](#) , puis éventuellement [Cont.](#) , pour aller sur l'écran **BER continu**

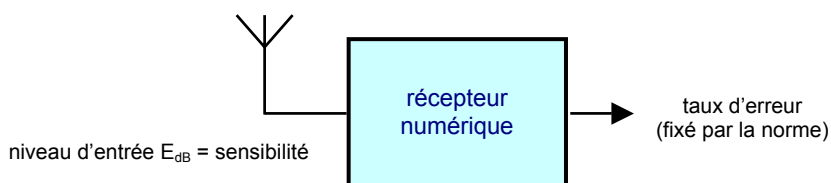
Pour différents niveaux d'émission du testeur, relever les valeurs du FER, du RBE Ib et du RBER II et tracer les courbes donnant l'évolution du FER et du RBERII en fonction du niveau reçu.

A partir de ces erreurs relevées, peut-on estimer l'efficacité de la protection du signal contre les erreurs ?

A partir de quelle valeur de niveau reçu ces erreurs augmentent-elle rapidement ? Pour quel niveau la communication est-elle interrompue ?

**Activité 14 :** Mesure de la sensibilité

La sensibilité d'un récepteur est le niveau du signal qu'il faut appliquer à son entrée pour obtenir à la sortie un taux d'erreurs donné.



Le testeur mesure la sensibilité en diminuant progressivement son niveau de sortie tout en surveillant le taux d'erreur : lorsque le taux d'erreurs limite est atteint, le niveau d'entrée est égal à la sensibilité du mobile.

Sélectionner la [Mesure > BER](#) puis [Démarrage mesure](#) puis [Sens. BER](#) pour aller sur l'écran **Sensibilité BER**

Observer comment le niveau d'émission du testeur diminue progressivement. Relever la mesure de la sensibilité pour le canal 60. Refaire une mesure pour le canal 10, puis 120, puis sur un canal de la bande DCS si le mobile le permet.

**Norme 3GPP** : la **sensibilité de référence** pour la transmission d'un signal vocal TCH/FS est de (p 34 du 3GPP) :

- **-104 dBm** pour la bande GSM
- **-102 dBm** pour la bande DCS

La **sensibilité mesurée** sur la base des taux d'erreurs limites imposés par la norme 3GPP doit être inférieure ou égale à la sensibilité de référence.

La sensibilité mesurée est-elle compatible avec la sensibilité standard d'un mobile GSM ?

**Remarque** : sur ce point, la norme GSM n'est pas un modèle de simplicité (voir 3GPP pages 41 à 49) ce qui explique que les critères utilisés varient parfois : **FER = 1%**, **RBER Ib = 0,4%** et **RBER II = 2,6%** pour le **CTS55** en standard.

## D- Test du transfert ou handover :

Le **handover intracellulaire** correspond à un changement de canal (fréquence, time-slot), nécessaire lorsque la liaison est perturbée :

- le mobile transmet en permanence à la station de base les valeurs mesurées de RXLevel et RXQual
- si la qualité de la liaison devient trop mauvaise, la base affecte un nouveau canal au mobile
- ce nouveau canal peut se trouver dans la même bande (GSM) ou une autre (DCS)

Après un transfert GSM>DCS, le mobile échange des données vocales sur 1800 MHz et peut

- continuer à exploiter en parallèle les informations de la voie balise en bande GSM : c'est le mode **Combiné**
- n'échanger des données que sur ce canal TCH à 1800 MHz : c'est le mode **Séparé**

**Remarque** : le mode Combiné sollicite fortement les synthétiseurs dont les temps de réponse deviennent critiques, ce mode de transfert est donc un test apprécié en production.

On rappelle que dans les paramétrages de base (voir A-3), le testeur a été configuré :

- en **Mode changement de cellule > Combiné** : c'est le transfert le plus difficile à réaliser
- en **Contrôle changement de cellule > Lent** : tous les signaux de contrôle émis par le mobile sont testés

**Activité 15 :** Changement de bande ou Handover (pour les mobiles bi-bande uniquement !)

Mettre le mobile en communication pour afficher l'écran **Com. établie**

Avec les touches **Chgmt sur 1800** et **Chgmt sur 900** déclencher des transferts de la bande GSM (canal 10) vers la bande DCS (canal 610) et inversement.

Le handover se fait-il convenablement ?

Modifier le niveau d'émission de la base et vérifier si le handover se fait toujours correctement.

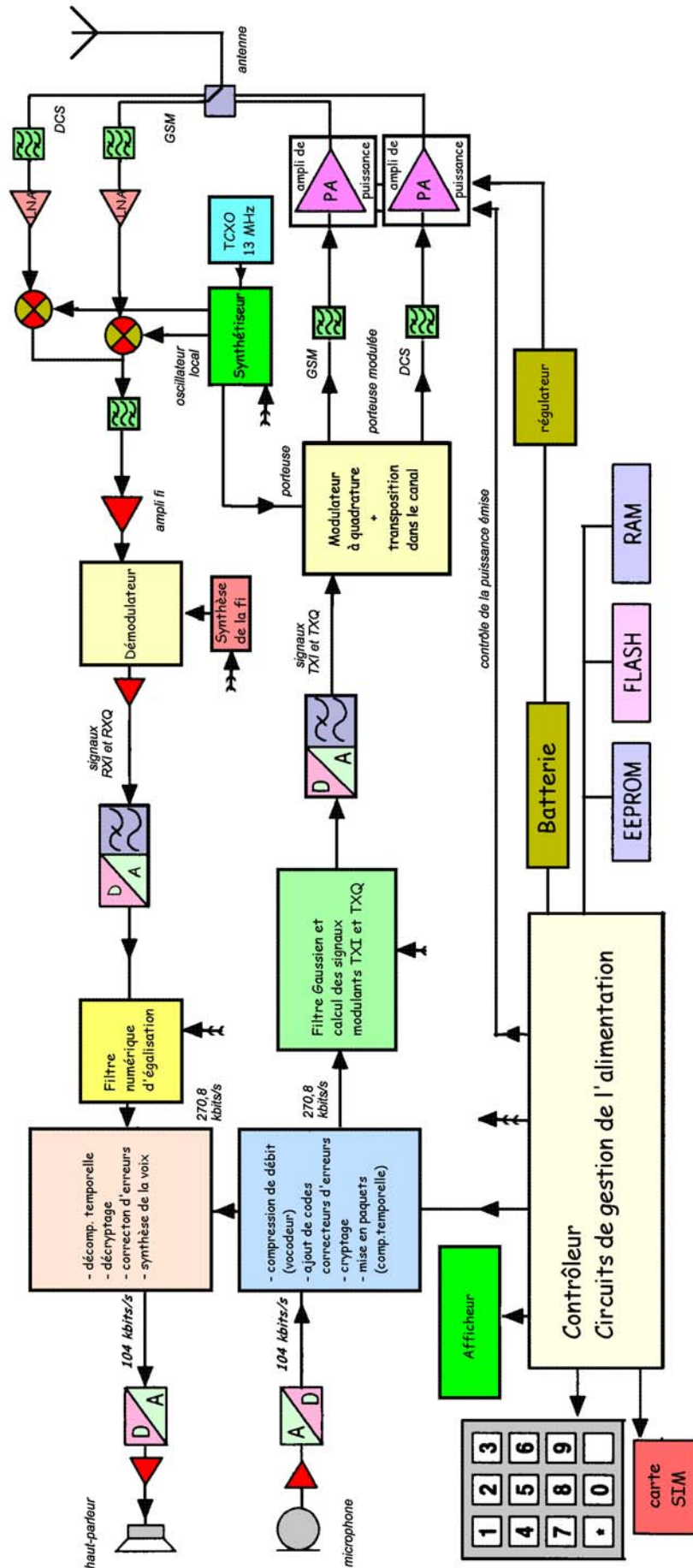
Pour information :

Le **handover intercellulaire** correspond à un changement de cellule lié à un déplacement du mobile :

- le mobile communique à sa base les canaux RF utilisés pour le BCCH par les cellules voisines de sa liste ainsi que les niveaux mesurés
- dès qu'une nouvelle balise est mieux reçue que la balise actuelle, la base envisage un handover
- un handover intercellulaire change à la fois le canal Voix TCH et la balise BCCH
- parce que les différentes cellules ne sont pas synchronisées entre elles, il y a imprécision sur le timing
- le mobile commence donc par envoyer vers la nouvelle base des salves raccourcies
- ainsi il évite d'empiéter sur les time-slots voisins, l'ajustement du timing se fait progressivement

**Remarque** : la procédure est complexe, et **le handover intercellulaire ne peut pas être testé par le CTS55.**

Annexe A : schéma fonctionnel du mobile GSM





## Annexe B : fréquences d'émission et de réception

### Plage de fréquence EGSM :

- transmission sur la voie montante (mobile vers base) : 880 à 915 MHz
- transmission sur la voie descendante (base vers mobile) : 925 à 960 MHz
- écart entre la voie montante et descendante : 45 MHz
- 174 canaux espacés de 200 kHz

EGSM				
	numéro de canal	nombre de canaux	fréquence en MHz	fréquences limites
Rx	$0 \leq n \leq 124$	125 canaux	$f_{RX} = 935 + 0,2.n$	935 à 959,8 MHz
	$975 \leq n \leq 1023$	49 canaux	$f_{RX} = 935 + 0,2.(n-1024)$	925,2 à 934,8 MHz
Tx	$0 \leq n \leq 124$	125 canaux	$f_{TX} = 890 + 0,2.n$	890 à 914,8 MHz
	$975 \leq n \leq 1023$	49 canaux	$f_{TX} = 890 + 0,2.(n-1024)$	880,2 à 889,8 MHz

Rx : réception    Tx : émission

### Plage de fréquence DCS :

- transmission sur la voie montante (mobile vers base) : 1710 à 1785 MHz
- transmission sur la voie descendante (base vers mobile) : 1805 à 1880 MHz
- écart entre la voie montante et descendante : 95 MHz
- 374 canaux espacés de 200 kHz

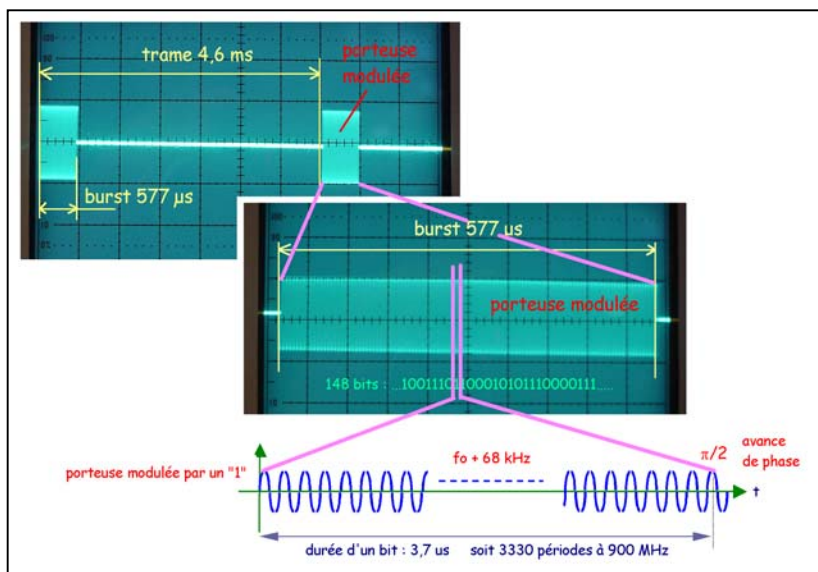
DCS				
	numéro de canal	nombre de canaux	fréquence en MHz	fréquences limites
Rx	$512 \leq n \leq 885$	374 canaux	$f_{RX} = 1805,2 + 0,2.(n-512)$	1805,2 à 1879,8 MHz
Tx	$512 \leq n \leq 885$	374 canaux	$f_{TX} = 1710,2 + 0,2.(n-512)$	1710,2 à 1784,8 MHz

Rx : réception    Tx : émission



## Annexe C : signal émis par le mobile GSM

Le signal émis par un mobile GSM est caractérisé par son **oscillogramme** qui montre que l'émission se fait en FM, à niveau constant, mais de manière discontinue, selon un timing bien défini :

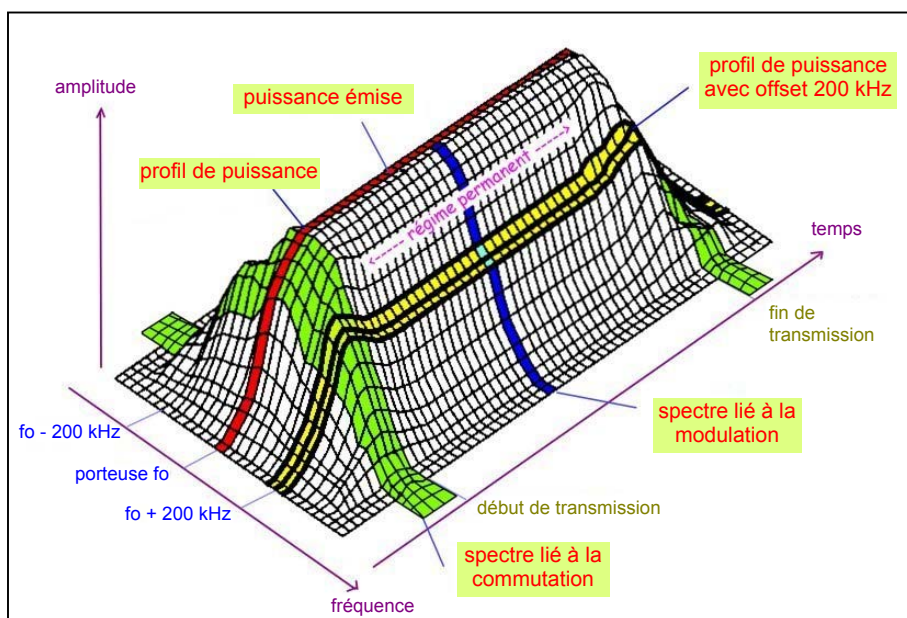


### Caractéristiques de l'émission :

temps divisé en trames de 4,6 ms  
 trame divisée en 8 time-slots de 577 μs  
 le mobile émet durant 1 time-slot  
 en 577 μs il émet une salve de 148 bits

Le signal émis peut aussi être caractérisé par son **diagramme spectre-temps**, qui montre que :

- l'émission s'établit et s'arrête progressivement, selon un profil précis (en rouge)
- le spectre n'est pas le même pendant l'émission (en bleu) et durant les phases transitoires (en vert)



Le contrôle de la puissance émise est indispensable pour 2 raisons :

- en phase d'émission, la puissance moyenne est régulée à une valeur juste suffisante par la station de base (commande PCL Power Control Level) pour une liaison de bonne qualité et une consommation minimale
- en début et fin d'émission, la forme de la montée et de la descente de la puissance est contrôlée par le circuit de gestion du mobile, pour un encombrement spectral minimal

## Annexe D : puissance émise par un mobile en fonction de la commande PCL

Power class	GSM 400 & GSM 900 & GSM 850 Nominal Maximum output power	DCS 1 800 Nominal Maximum output power	PCS 1 900 Nominal Maximum output power	Tolerance (dB) for conditions	
				normal	extreme
1	-----	<b>1 W (30 dBm)</b>	1 W (30 dBm)	±2	±2,5
2	8 W (39 dBm)	0,25 W (24 dBm)	0,25 W (24 dBm)	±2	±2,5
3	5 W (37 dBm)	4 W (36 dBm)	2 W (33 dBm)	±2	±2,5
4	<b>2 W (33 dBm)</b>			±2	±2,5
5	0,8 W (29 dBm)			±2	±2,5

en surligné : mobiles standards

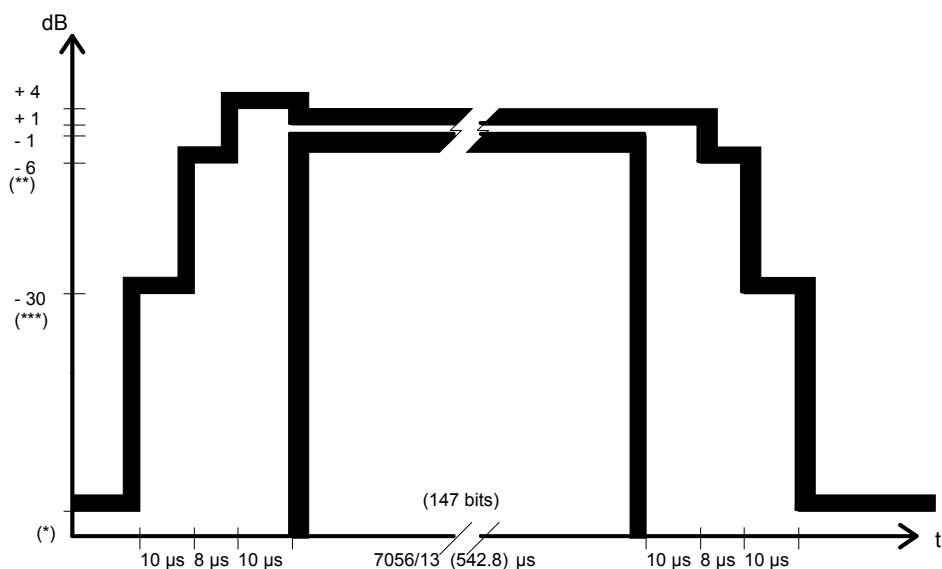
## GSM 900

Power control level	Nominal Output power (dBm)	Tolerance (dB) for conditions	
		normal	extreme
0-2	39	±2	±2,5
3	37	±3	±4
4	35	±3	±4
5	33	±3	±4
6	31	±3	±4
7	29	±3	±4
8	27	±3	±4
9	25	±3	±4
10	23	±3	±4
11	21	±3	±4
12	19	±3	±4
13	17	±3	±4
14	15	±3	±4
15	13	±3	±4
16	11	±5	±6
17	9	±5	±6
18	7	±5	±6
19-31	5	±5	±6

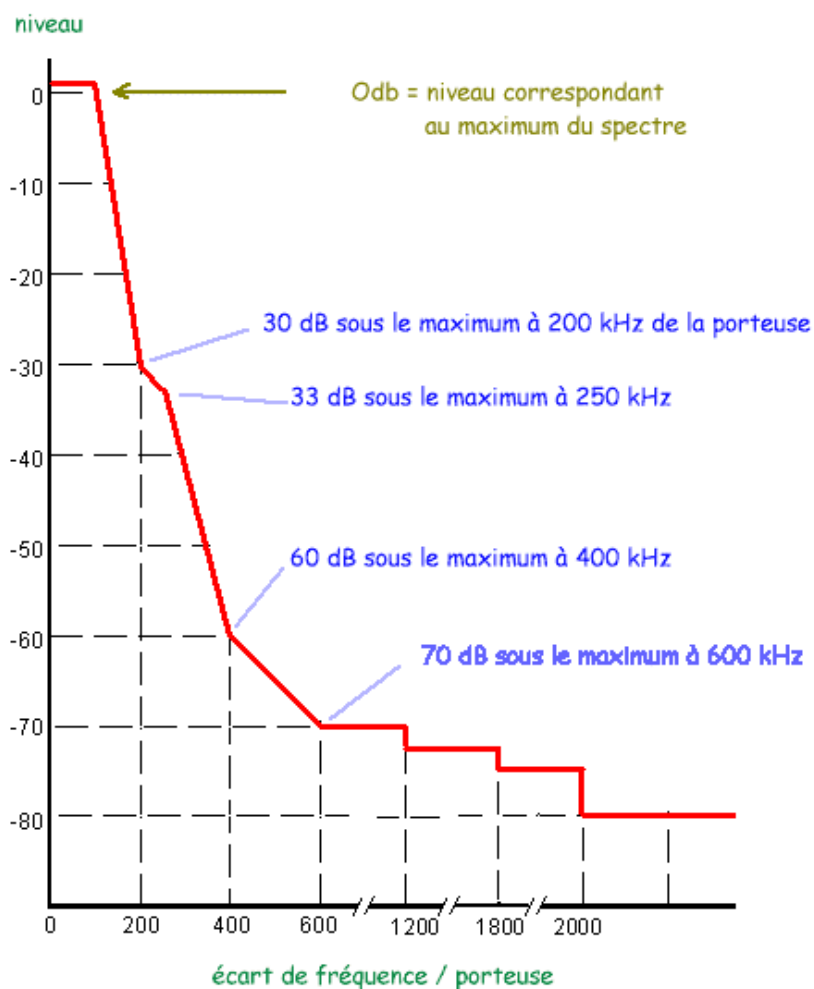
## DCS 1 800

Power control level	Nominal Output power (dBm)	Tolerance (dB) for conditions	
		normal	extreme
29	36	±2	±2,5
30	34	±3	±4
31	32	±3	±4
0	30	±3	±4
1	28	±3	±4
2	26	±3	±4
3	24	±3	±4
4	22	±3	±4
5	20	±3	±4
6	18	±3	±4
7	16	±3	±4
8	14	±3	±4
9	12	±4	±5
10	10	±4	±5
11	8	±4	±5
12	6	±4	±5
13	4	±4	±5
14	2	±5	±6
15-28	0	±5	±6

Annexe E : gabarit de puissance pour un burst normal



Annexe F : gabarit du spectre du signal modulé GMSK



Le spectre de la porteuse modulée, de part et d'autre de la fréquence centrale, doit rester en-dessous du gabarit donné par la courbe rouge.

## Annexe G : taux d'erreurs dans la transmission

Dans une transmission numérique, la présence inévitable de bruit peut perturber la mise en forme du signal pour certains bits et dégrader le signal numérique en introduisant des erreurs :

- dans un récepteur analogique, la qualité du signal en sortie est mesurée par le **SINAD**
- dans un récepteur numérique, la qualité du signal en sortie est mesurée par un **taux d'erreur**



L'erreur la plus couramment utilisée est le **BER** (Bit Error Rate) qui est le rapport :

$$BER = \frac{\text{nombre de bits erronés}}{\text{nombre total de bits transmis}}$$

Pour tester la qualité de la liaison, le mobile mesure, sur la voie balise de la cellule et de 6 cellules voisines :

⇒ le **BER** et le convertit en signal de qualité **RxQual** selon le tableau suivant :

Correspondance RxQual <-> BER	
RxQual	plage de valeur de <b>BER</b>
0	BER < 0.2 %
1	0.2 % < BER < 0.4 %
2	0.4 % < BER < 0.8 %
3	0.8 % < BER < 1.6 %
4	1.6 % < BER < 3.2 %
5	3.2 % < BER < 6.4 %
6	6.4 % < BER < 12.8 %
7	12.8 % < BER

⇒ le niveau du signal reçu **RxLevel**, mesuré sur 64 niveaux, de 0 à 63 représentant les puissances de -110 à -48 dBm par pas de 1 dB.

Le mobile transmet à sa base, toutes les 0,5 s environ, les valeurs des paramètres RxLevel et RxQual mesurés.

Ces deux informations sont utilisées par la station de base pour décider :

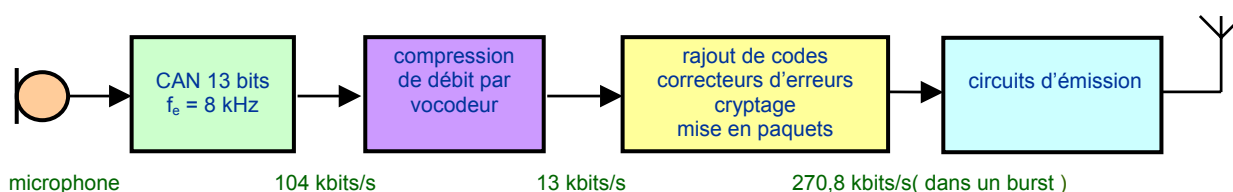
- d'un changement de canal (fréquence, time-slot) si celui-ci est trop perturbé
- d'un changement de cellule (handover) si l'utilisateur se déplace et s'approche de la limite de la cellule

**Remarque** : la mesure de RxQual se fait, sur les deux liaisons montante (par la base) et descendante (par le mobile), avant la correction des éventuelles erreurs.

**Norme 3GPP** : pour un signal reçu de niveau supérieur à -84dBm, le taux d'erreurs doit être inférieur à **BER = 10<sup>-4</sup>** en bande GSM et DCS (3GPP page 34).

## Annexe H : taux d'erreurs sur le signal vocal

Dans le GSM la voix est digitalisée et traitée sous forme numérique par le vocodeur pour diminuer la quantité de données à transmettre :



Les 260 bits produits par le vocodeur sont relatifs aux paramètres de la voix : coefficients du filtre numérique qui va reproduire la voix à la réception, signal d'excitation de ce filtre (voir Cours GSM)

Ils n'ont pas tous la même importance vis-à-vis de la qualité du signal vocal transmis et sont groupés en 3 classes :

- **classe Ia**, 50 bits très importants (coefficients du filtre) bien protégés contre les erreurs par un codage convolutionnel et des bits de vérification
- **classe Ib**, 132 bits, de moindre importance, peu protégés contre les erreurs de transmission
- **classe II**, 78 bits, peu importants, pas protégés contre les erreurs de transmission

Si le récepteur détecte une ou des erreur(s) dans les bits de classe Ia, le burst entier est déclaré « non valide » et le mobile demande à la base le renvoi du paquet (données de signalisation) ou fait une interpolation (données vocales).

Dans le GSM, on ne mesure donc pas un seul, mais **3 taux d'erreurs différents** pour le canal vocal :

- le **FER** (Frame Erasure Rate), taux de paquets rejetés à cause d'erreurs dans les bits de classe Ia :

$$FER = \frac{\text{nombre de paquets corrompus}}{\text{nombre total de paquets transmis}}$$

- le **RBER classe Ib**, taux d'erreurs dans les bits de classe Ib, calculé sur les paquets valides (Residual BER) :

$$RBER \text{ Class Ib} = \frac{\text{nombre de bits de classe Ib erronés}}{\text{nombre total de bits transmis}}$$

- le **RBER classe II**, taux d'erreurs dans les bits de classe II, calculé sur les paquets valides :

$$RBER \text{ Class II} = \frac{\text{nombre de bits de classe II erronés}}{\text{nombre total de bits transmis}}$$

Le RBER II est mesuré sur des données numériques non protégées, et correspond donc à la mesure du BER .

**Norme 3GPP** : la norme fixe les valeurs limites des erreurs FER, BER classe Ib, BER classe II en fonction de :

- la bande : GSM ou DCS
- du type de signal transmis : voix (TCH/FS ou TCH/EFS) ou signaux de service (FACCH, SDCCH, RACH ...)
- des conditions de propagation : zones rurales (RA : rural area), terrain vallonné (HT : hilly terrain), environnement urbain (TU : typical case for urban area)
- la vitesse de déplacement du mobile : mobile au repos (static), se déplaçant à X km/h (TU50 par exemple)
- de l'utilisation ou non du saut en fréquence dans la cellule

Pour un mobile dans les conditions de propagation les plus simples ( mobile statique, pas de saut en fréquence) la norme fixe les taux d'erreurs acceptables aux valeurs suivantes (3GPP page 41) :

$$FER < 0,1 \cdot \alpha \% \quad RBER \text{ Ib} < 0,4/\alpha \% \quad RBER \text{ II} < 2 \% \quad \text{avec } 1 < \alpha < 1,6$$

Par exemple, avec  $\alpha = 1$  , on ne pourra dépasser un FER = 0,1%, un RBER Ib = 0,4% et un RBER II = 2%

# Banc de test GSM : réponses

Rédacteur :

Binôme :

Date :

Mobile testé : .....

## Activité 1 : Spectre de la bande GSM Rx

Balise Orange de la cellule : fréquence  $f = \dots\dots\dots$  MHz canal : ..... niveau : ..... dBm

Balise SFR de la cellule : fréquence  $f = \dots\dots\dots$  MHz canal : ..... niveau : ..... dBm

## Activité 2 : Efficacité du blindage de l'enceinte

Balise Orange de la cellule : canal : ..... niveau enceinte blindée ouverte : ..... dBm

niveau enceinte blindée fermée : ..... dBm

Atténuation apportée par le coupleur d'antenne :  $A = \dots\dots\dots$  dB

## Activité 3 : Voie balise du CTS55

⇒ Spectre de la voie balise : > voir courbe n° ..... (centré sur l'écran, Span : 100 kHz/div)

Bande occupée : à -10 dB  $B_{-10dB} = \dots\dots\dots$  kHz à -20 dB  $B_{-20dB} = \dots\dots\dots$  kHz

Le spectre : tient dans le canal  déborde du canal

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

## Activité 4 : Synchronisation du mobile avec le testeur (appelée aussi : mise à jour de la localisation)

Numéro IMSI : ..... Numéro IMEI : .....

Classe de puissance du mobile en GSM : ..... en DCS : .....

Le mobile est bi-bande : oui  non

## Activité 5 : Test de réception et d'émission des SMS

Test de réception de SMS ok

Test d'émission de SMS ok

## Activité 6 : Etablissement/coupure d'une communication

Mobile en communication, paramètres hors spécifications : oui  non

Lesquels : .....

- Mobile compatible avec l'algorithme de codage de la voix amélioré (EFR) : oui  non
- Mobile compatible avec le codage à demi-débit (HR) : oui  non
- Emission du CTS sur le canal 60 (bande descendante) : oui  non
- Emission du mobile sur le canal correspondant (bande montante) : oui  non
- La coupure de la communication se fait convenablement. : oui  non

**Activité 7 : Puissance émise par le mobile**

consigne de puissance PCL	puissance émise théorique	puissance mesurée par le testeur	écart	tolérance permise	test ok ? oui/non
18	7 dBm			± 5 dBm	
15	13 dBm			± 3 dBm	
12	19 dBm			± 3 dBm	
9	25 dBm			± 3 dBm	
7	29 dBm			± 3 dBm	
5	33 dBm			± 3 dBm	

Commentaire : .....

**Activité 8 : Vérification du profil de puissance**

- PCL = 5 : le profil de puissance respecte le gabarit : oui  non
- PCL = 15 : le profil de puissance respecte le gabarit : oui  non
- Pendant la salve, le niveau émis est constant : oui  non

**Activité 9 : Vérification du timing**

- ⇒ Pour une consigne de puissance PCL = 5 :  
l'erreur de position temporelle de la salve est de ..... bits elle est compatible avec la norme : oui  non
- ⇒ Pour une consigne de puissance PCL = 15 :  
l'erreur de position temporelle de la salve est de ..... bits elle est compatible avec la norme : oui  non

**Activité 10 : Mesure de l'erreur de fréquence/phase du mobile**

	moyenne sur un burst	maximale
erreur de fréquence		
erreur de phase crête		
erreur de phase RMS		

- L'erreur de fréquence satisfait aux spécifications du GSM : oui  non
- L'erreur de phase satisfait aux spécifications du GSM : oui  non

Commentaire : .....

**Activité 11 : Spectre dû à la modulation**

- ⇒ **Spectre d'émission du mobile** : > voir courbe n° ..... (centré sur l'écran, Span : 100 kHz/div)
- Le spectre d'émission du mobile respecte le gabarit de la norme GSM : oui  non

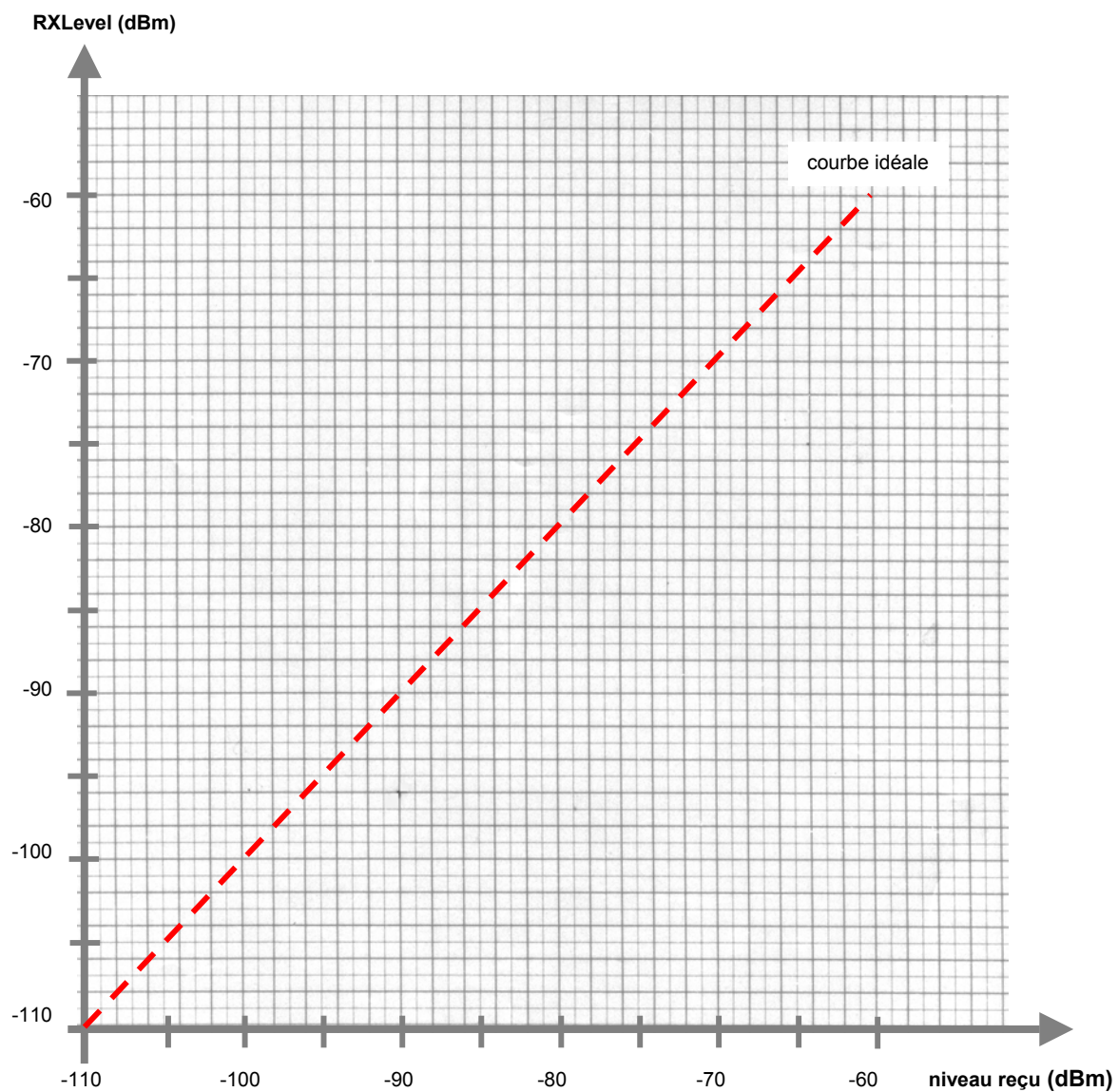


**Activité 12 : Etude du RxLevel et du RxQual**

Niveau $P_1$ reçu par le mobile (Signal BS)	Niveau $P_2$ mesuré par le mobile (RXLevel)	écart entre $P_1$ et $P_2$	RxQual mesuré par le mobile	BER correspondant au RxQual
- 60 dBm			0	<0,2%
- 70 dBm			0	<0,2%
- 80 dBm			0	<0,2%
- 90 dBm			0	<0,2%
- 100 dBm			0	<0,2%
			0	<0,2%
			1	0,2%<BER<0,4%
			2	0,4%<BER<0,8%
			3	0,8%<BER<1,6%
			4	1,6%<BER<3,2%
			5	3,2%<BER<6,4%
			6	6,4%<BER<12,8%
			7	>12,8%

Perte de la communication pour  $P_1 = \dots\dots\dots$  dBm

⇒ **Mesure du niveau reçu** : > voir courbe ci-dessous

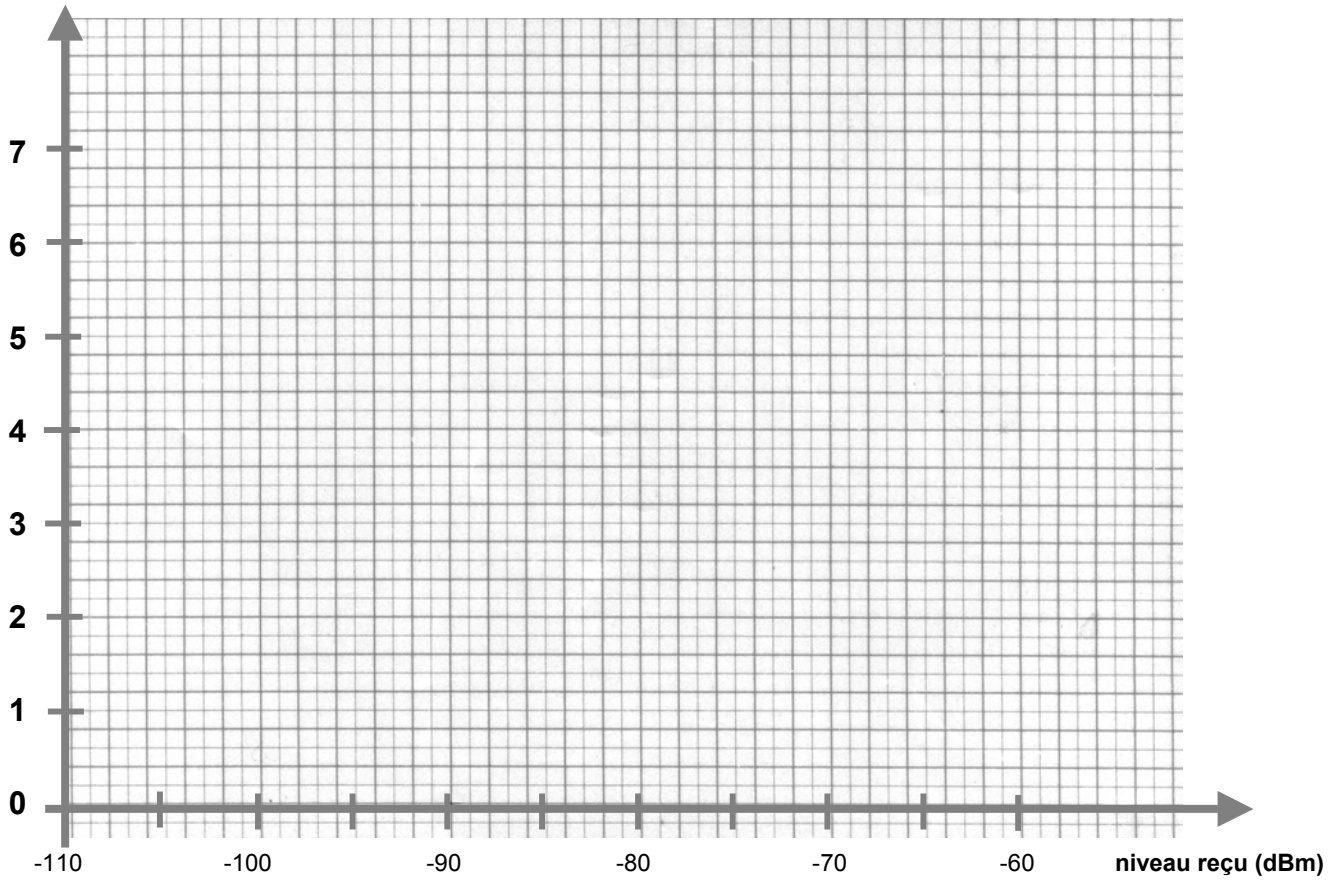


Q : La mesure du niveau reçu faite par le mobile est-elle précise ?

.....  
.....

⇒ **Qualité du signal reçu** : > voir courbe ci-dessous

**RXQual**



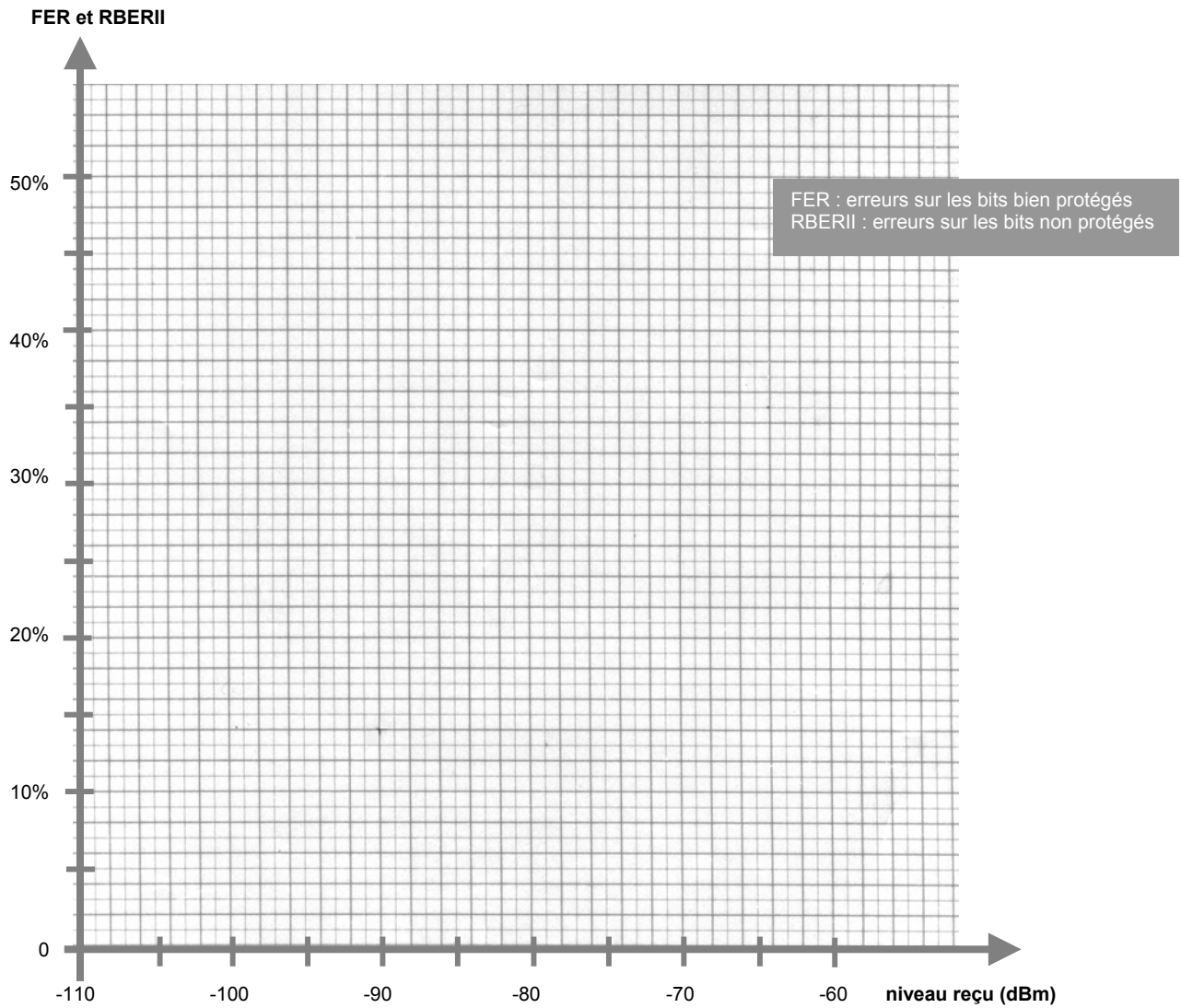
Q : Comment évolue le RXQual si le signal reçu devient très faible ? Pourquoi ?

.....  
.....

**Activité 13 :** Mesure du taux d'erreur et influence du niveau reçu

Niveau $P_1$ reçu par le mobile (Signal BS)	FER	RBE Ib	RBER II
- 60 dBm			
- 70 dBm			
- 80 dBm			
- 90 dBm			
- 100 dBm			

⇒ Influence du niveau reçu sur les taux d'erreur : > voir courbe ci-dessous



Q : Peut-on estimer l'efficacité de la protection du signal contre les erreurs ?? Pourquoi ?

.....

.....

