

Dispositif de mise en œuvre des conclusions du rapport CCE relatif à la protection de la bande primaire de la radioastronomie 2690-2700 MHz vis-à-vis des émissions des systèmes du service mobile opérant dans la bande 2500-2690 MHz

Introduction

Ce dispositif vise à protéger le radiotélescope de l'observatoire de radioastronomie de Nançay de brouillages préjudiciables causés par les émissions non désirées des stations de base opérant dans la bande 2500-2690 MHz. Il pourra, le cas échéant, être amendée en fonction de l'expérience acquise lors de sa mise en œuvre et à l'issue d'une consultation des parties prenantes.

Le principe général est l'application d'un niveau maximal de rayonnement non désiré à respecter de façon pérenne au niveau du radiotélescope de Nançay dans la bande 2690-2700 MHz par chaque station de base LTE opérant dans la bande 2,6 GHz. Ce niveau maximal à ne pas dépasser est défini conformément aux caractéristiques du radiotélescope précisées dans le rapport de la CCE relatif à la coexistence entre les stations LTE opérant dans la bande 2500-2690 MHz et les stations du site de radioastronomie de Nançay dans les bandes 2655-2690 MHz et 2690-2700 MHz ; il dépend de la position des stations de base par rapport au radiotélescope compte-tenu du diagramme de rayonnement de celui-ci dans le plan horizontal.

A cet égard l'opérateur communiquera à l'agence, par courrier, le niveau maximum d'émissions non désirées dans la bande 2690-2700 MHz garanti par les constructeurs des équipements LTE 2,6 GHz qu'il prévoit de déployer. Les émissions non désirées, comprennent les émissions hors bande et les rayonnements non essentiels (spurious). Par défaut, les niveaux garantis sont définis dans la norme ETSI-TS-136.104.

Dans sa demande d'autorisation d'installation d'une station LTE 2,6 GHz, l'opérateur confirmera le respect du niveau maximal de rayonnement en indiquant dans son dossier COMSIS la mention «LTE 2600-RST : installation respectant les niveaux de champs au niveau du radiotélescope de Nançay comme défini par la CCE d'octobre 2013». En cas de doute, sur une installation, quant au respect du seuil à respecter au niveau du radiotélescope de Nançay, l'opérateur du réseau mobile évaluera, préalablement au dépôt de sa demande d'autorisation, le niveau de puissance rayonné par la station de base dans la bande 2690-2700 MHz au niveau du radiotélescope, en utilisant les outils de planification dont il dispose, incluant au besoin relief, sursol ou obstacles éventuels. Les modèles de propagation à utiliser sont laissés au choix de l'opérateur. L'opérateur devra être attentif dans l'utilisation éventuelle du sursol et des obstacles à la pérennité de l'atténuation apportée afin que le niveau de rayonnement demeure inférieur au niveau maximal autorisé et ce, sans limitation de durée.

Il renseignera, par ailleurs, dans le champ contrainte du dossier de demande, les données complémentaires de tilt global et de référence constructeur des antennes (idem procédure LTE 800). La valeur globale d'atténuation résultant de la mise en œuvre d'un éventuel filtrage complémentaire sera renseignée dans le champ contrainte du dossier ou dans un document annexe à la demande.

Dès lors, l'installation pourra être autorisée par l'agence, dans le cadre de la procédure COMSIS, dans le délai normal de quatre semaines. Afin d'optimiser la planification des réseaux mobiles et que cette procédure puisse être mise en œuvre, l'affectataire Recherche fournit aux opérateurs mobiles, dans les pages suivantes, les informations relatives à la station de radioastronomie de Nançay pertinentes pour la protection de l'observation dans la bande 2690-2700 MHz.

Caractéristiques du radiotélescope de Nançay

Les coordonnées du site de radioastronomie inscrites au fichier international des fréquences sont 02°12'00" E et 47°23'00" N (d m s)

Le radiotélescope décimétrique de Nançay est positionné aux coordonnées 02°11'52"E et 47°22'17"N. Il est relativement unique en son genre puisqu'il fait partie à la fois des sept structures mondiales de classe 100 m tout en ne présentant pas de configuration parabolique.

Sa configuration particulière à base de deux miroirs, face à face, distant de plus de 100m (l'un fixe et l'autre mobile) lui confère des lobes latéraux et arrières particuliers et relativement difficiles à caractériser. La hauteur de rotation des miroirs est estimée à 21 m (dans l'axe Nord-Sud) qui est considérée comme hauteur moyenne de l'antenne.

Conformément aux hypothèses considérée dans l'étude CCE (cf Rapport CCE *sur la coexistence en bande adjacente et en co-canal entre les stations LTE opérant dans la bande 2500-2690 MHz et les stations du site de radioastronomie de Nançay dans les bandes 2655-2690 MHz et 2690-2700 MHz*), le diagramme de rayonnement théorique de l'antenne du radiotélescope est donné dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Tableau indicatif des gains théoriques (En champ lointain) estimatifs du radiotélescope décimétrique pour des émetteurs terrestres

| Direction | Azimut | Type de gain donné | Hauteur antenne H (m) | Gain (dB) @ 2.6 GHz |
|-------------------------|------------------------|--|-----------------------|---------------------|
| Nord = ±10° | 350 - 10 | <ul style="list-style-type: none"> Focalisation dans le miroir sphérique après traversée du miroir plan Gain du télescope en champ lointain H correspond à l'axe du miroir plan | 22 | 11 |
| Nord = ±10° à ±20° | 340 - 350 et 10 - 20 | <ul style="list-style-type: none"> Zone de transition indéterminée Le gain global correspond a du gain diffus et du gain focalise du télescope en champ lointain. Par convention avec UIT-R RA.769, on prendra 0dB. H correspond à l'axe du miroir plan | 22 | 0 |
| Sud = 180°±30° | 150 - 210 | <ul style="list-style-type: none"> Gain du système focal après traversée du miroir sphérique H correspond au centre du miroir parabolique bas du système focal | 4 | 13.5 |
| Sud = 180±30° à 180±60° | 120 - 150 et 210 - 240 | <ul style="list-style-type: none"> Zone de transition indéterminée Le gain global correspond à du gain diffus et du gain focalisé du télescope en champ lointain. Par convention avec UIT-R RA.769, on prendra 0dB. H correspond à l'axe du miroir plan | 22 | 0 |
| Ouest = 270°±30° | 240 - 340 | <ul style="list-style-type: none"> Le gain correspond à la moitié du gain diffus du télescope en champ lointain H correspond à la hauteur moyenne du gain du télescope en champ lointain | 22 | -1.5 |



Agence Nationale des Fréquences

| | | | | |
|------------------|----------|--|----|------|
| Est = 90°±30° | 20 - 120 | <ul style="list-style-type: none"> Le gain correspond à la moitié du gain diffus du télescope en champ lointain H correspond à la hauteur moyenne du gain du télescope en champ lointain | 22 | -1.5 |
|------------------|----------|--|----|------|

La Recommandation **ITU-R RA. 769-2** définit les critères de protection à utiliser pour la Radioastronomie. Le tableau ci-dessous en est extrait :

Tableau 2 : Caractéristiques des récepteurs de radioastronomie

| Fréquence Centrale (MHz) | Largeur de bande (MHz) | Température de bruit minimale de l'antenne (K) | Température de bruit du récepteur (K) | Température ΔT (mK) | Densité Spectrale ΔP (dB(W/Hz)) | Puissance Reçue à l'entrée (dBW) | Puissance surfacique (dB(W/m ²)) |
|--------------------------|------------------------|--|---------------------------------------|-----------------------------|---|----------------------------------|--|
| 1665 | 10 | 12 | 10 | 0.16 | -267 | -207 | -181 |
| 2673 | 35 | 12 | 10 | 0.083 | -269 | -204 | -174 |
| 2695 | 10 | 12 | 10 | 0.16 | -267 | -207 | -177 |
| 4995 | 10 | 12 | 10 | 0.16 | -267 | -207 | -171 |

Note sur le tableau : la ligne grisée correspond aux valeurs de seuil de brouillage extrapolées des données dans la bande 1660-5000 MHz. Les seuils de puissance surfacique sont définis pour une station de réception omnidirectionnelle de 0dBi de gain. Les valeurs calculées le sont sur la base des équations 1 à 5 de la **Rec. ITU-R RA 769-2**.

La température réelle mesurée du système de réception de Nançay est de 35 K. Sur cette base, dans la bande 2690-2700 MHz ($\Delta T=0.25$), le seuil de sensibilité (ΔP) est calculé à partir de l'équation (4) de la Recommandation UIT-R RA.769-2 :

$$P_{reçu} = 0.1\Delta P\Delta f$$

Cette équation conduit à un niveau de sensibilité de -205dBW/10 MHz, soit encore -185dBm/MHz.

Le taux maximal de perte de données lié à un brouillage par un autre service de radio-communication dans la bande 2690-2700 MHz est de 2%, en considérant pour le calcul des blocs d'intégration de 2000s.

Niveaux maximum des émissions non désirées des stations de base émettant dans la bande 2620-2690 MHz

Les niveaux maximum de la puissance des émissions non désirées des stations de base dans la bande 2620-2690 MHz au niveau du radiotélescope de Nançay dont les coordonnées sont **02°11'52" E et 47°22'17" N (d m s)** sont donnés dans le tableau suivant. Ces niveaux doivent être respectés de façon pérenne, sans limitation dans la durée.

Tableau 3 : Tableau des puissances maximales des émissions non désirée des stations de bases au niveau du radiotélescope de Nançay dans la bande 2690-2700 MHz en fonction du positionnement des stations de bases par rapport au radiotélescope

| A | B | C | D |
|--------------------|----------------------|--|---|
| Direction | Azimut | Hauteur à laquelle le niveau de la colonne D doit être vérifié (m) | Puissance maximale des émissions non désirées dans la bande 2690-2700 MHz (dBW) |
| Nord = ±10° | 350 - 10 | 22 | -216 |
| Nord = ±10° à ±20° | 340 - 350 et 10 - 20 | 22 | -205 |



Agence Nationale des Fréquences

| | | | |
|--|---------------------------|----|--------|
| Sud = $180^{\circ} \pm 30^{\circ}$ | 150 - 210 | 4 | -218,5 |
| Sud = $180^{\circ} \pm 30^{\circ}$ à $180^{\circ} \pm 60^{\circ}$ | 120 - 150 et 210 - 240 | 22 | -205 |
| Ouest = $270^{\circ} \pm 30^{\circ}$ | 240 - 340 | 22 | -203,5 |
| Est = $90^{\circ} \pm 30^{\circ}$ | 20 - 120 | 22 | -203,5 |