Agence Nationale des Fréquences

GUIDE TECHNIQUE

MODELISATION DES SITES RADIOELECTRIQUES

ET DES PERIMETRES DE SECURITE

POUR LE PUBLIC

Document de référence :

ANFR/DR 17- 4

Version 4

Octobre 2014

Objectifs du présent guide

Pourquoi établir un guide ?

L'exploitant d'un réseau de radiocommunication veille à ce que le niveau d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements des réseaux de radiocommunications et par les installations radioélectriques qu'il exploite soit inférieur aux valeurs limites réglementaires.

Ce guide informatif établit des règles pratiques d'installation des sites radioélectriques visant notamment à délimiter les périmètres de sécurité autour des stations radioélectriques à l'extérieur desquels le niveau d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les installations radioélectriques est inférieur aux valeurs limites.

A qui s'adresse le guide ?

Il est mis à disposition des exploitants de réseaux de radiocommunications mais également des gestionnaires d'immeubles, des collectivités, des associations de consommateurs et de protection de l'environnement, des professionnels dans une démarche de construction ou d'installation, et plus largement de toute personne concernée par un équipement ou une installation radioélectrique.

A quoi correspond un périmètre de sécurité typique ?

Le périmètre de sécurité d'une antenne relais de téléphonie mobile de type macro s'étend dans la plupart des cas de 4 à 10 mètres en face de l'antenne, jusqu'à 3,5 mètres sur ses côtés et jusqu'à 50 cm en dessous, en fonction de ses caractéristiques (puissance, technologies supportées).

Pour les petites cellules de type micro installées généralement en intérieur, les distances de sécurité sont de l'ordre de quelques dizaines de centimètres autour des antennes.

Enfin, certaines antennes ne nécessitent pas de périmètres de sécurité du fait de leur faible puissance comme les petites cellules de type pico ou femto ou encore les antennes des réseaux locaux de type Wifi par exemple.

La description des périmètres de sécurité des autres émetteurs (émetteurs de radiodiffusion FM et de télévision, émetteurs des réseaux mobiles professionnels PMR, émetteurs des boucles locales radio et émetteurs des réseaux locaux RLAN) figure dans le corps du guide.

Table des Matières

1 INTRODUCTION 4

2 CONTEXTE 5

1.1 RESTRICTIONS DE BASE ET NIVEAUX DE REFERENCE 5
1.2 CONTEXTE NORMATIF 7
1.3 ELEMENTS DE BASE POUR LA DETERMINATION DES PERIMETRES DE SECURITE 8

3 PERIMETRES DE SECURITE ET REGLES RADIOELECTRIQUES D'INSTALLATION POUR LES STATIONS DE BASE DE RADIOTELEPHONIE MOBILE. 10

2.1 GENERALITES 10
2.2 MACRO-CELLULE SUR POINT HAUT 12
2.3 MACRO-CELLULE SUR TERRASSE OU EN FAÇADE 13
2.4 PETITES CELLULES 17
2.5 PICO-CELLULE ET FEMTO-CELLULE – INTERIEUR D'UN BATIMENT 22
2.6 INSTALLATION DE PLUSIEURS ANTENNES SUR UN MEME SITE (ACCESSIBLE AU PUBLIC) 23

4 PERIMETRES DE SECURITE ET REGLES RADIOELECTRIQUES D'INSTALLATION POUR LES EMETTEURS DE RADIODIFFUSION FM ET DE TELEVISION. 23

4.1 GENERALITES 23
4.2 MODELISATION DES NIVEAUX DE CHAMPS ET DES PERIMETRES DE SECURITE POUR LES EMETTEURS DE RADIODIFFUSION FM 25
4.3 MODELISATION DES NIVEAUX DE CHAMPS ET DES PERIMETRES DE SECURITE POUR LES EMETTEURS DE RADIODIFFUSION DE TELEVISION 29

5 PERIMETRES DE SECURITE ET REGLES RADIOELECTRIQUES D'INSTALLATION POUR LES SYSTEMES DE RADIOCOMMUNICATIONS PROFESSIONNELLES PMR A 400 MHZ. 30

5.1 GENERALITES 30
5.2 RESEAUX PRIVES (RESEAUX D'ENTREPRISES, COMMUNAUTES URBAINES…). 30
5.3 RESEAUX ETENDUS A PUISSANCE LIMITEE 31
5.4 RESEAUX ETENDUS DE CAPACITE MODULABLE (TYPE RESEAUX DE SECURITE) 32

6 PERIMETRES DE SECURITE ET REGLES RADIOELECTRIQUES D'INSTALLATION POUR LES SYSTEMES DE BOUCLE LOCALE RADIO (BLR) A LARGE BANDE A 3,5 GHZ TELS QUE WIMAX. 37

6.1 GENERALITES 37
6.2 ANTENNES DE STATIONS CENTRALES 38
6.3 ANTENNES POUR TERMINAUX ABONNES DE TYPE FIXE 40

7 PERIMETRES DE SECURITE ET REGLES RADIOELECTRIQUES D'INSTALLATION POUR LES SYSTEMES UTILISES DANS LES RESEAUX LOCAUX (RLAN) TELS QUE LE WIFI 41

7.1 GENERALITES 41
7.2 CARACTERISTIQUES DES RESEAUX LOCAUX A 2,45 GHZ 41
7.3 CARACTERISTIQUES DES RESEAUX LOCAUX A 5 GHZ 42

8 FUTURES EVOLUTIONS. 44

ANNEXE 1 : CIRCULAIRE DGS/7D UHC/QC/ D4E/ ET DIGITIP DU 16 OCTOBRE 2001 45

ANNEXE 2 : METHODOLOGIE POUR L'EVALUATION DES DISTANCES DE SECURITE 49

1 Introduction

Conformément au décret n°2002-775 du 3 mai 2002, l'exploitant d'un réseau de radiocommunication veille à ce que le niveau d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements des réseaux de radiocommunications et par les installations radioélectriques qu'il exploite soit inférieur aux valeurs limites réglementaires.

Dès 2001, la circulaire interministérielle du 16 octobre (cf. Annexe 1) fournit aux gestionnaires d'immeubles et aux opérateurs de téléphonie des règles simples pour l'implantation des stations de base de radiotéléphonie mobile qui permettent notamment de respecter les limites d'exposition du public. Ces règles simples visent ainsi à définir des périmètres de sécurité à l'extérieur desquels le niveau d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les installations radioélectriques est inférieur aux valeurs limites définies par la recommandation européenne du 12 juillet 1999 qui ont été transcrites en droit français dans le décret n°2002-775 du 3 mai 2002.

Les évolutions constantes des réseaux de radiocommunications ont amené l'Agence nationale des fréquences à publier des mises à jour de ces règles pratiques d'installation des sites radioélectriques dans le document de référence DR 17 intitulé « Modélisation des sites radioélectriques et des périmètres de sécurité pour le public ».

Ce document de référence ANFR/DR 17 est donc un guide technique informatif établissant des règles pratiques d'installation des sites radioélectriques visant notamment à délimiter les périmètres de sécurité autour des stations radioélectriques. Ces règles pratiques ne sont en aucun cas réglementaires et ce sont bien les valeurs limites réglementaires définies dans le décret n°2002-775 du 3 mai 2002 qu'il importe de respecter.

Différents types d'installation sont traités dans ce guide :

- les stations de base de radiotéléphonie mobile en tenant compte des différentes bandes de fréquences utilisées pour les technologies 2G, 3G et 4G : bandes 800, 900, 1 800, 2 100 et 2 600 MHz,
- les émetteurs de radiodiffusion FM et TV,
- les émetteurs de radiocommunications professionnelles PMR à 400 MHz,
- les systèmes de boucle locale radio à large bande à 3,5 GHz tels que le Wimax,
- les émetteurs des réseaux locaux RLAN tels que le Wifi.

Les principaux changements par rapport à la version précédente sont :

- pour la téléphonie mobile :
  - la prise en compte de la 4G (technologie LTE) avec l'introduction des bandes 800 MHz et 2 600 MHz,
  - la mise à jour de la géométrie des périmètres de sécurité pour les antennes des macro-cellules (formes triangulaire et trapézoïdale),
  - la mise à jour de la méthodologie d'estimation de périmètres de sécurité pour les antennes micro-cellules,
- pour la radiodiffusion terrestre :
  - la suppression de la partie télévision mobile portable (TMP) qui n'est pas déployée sur le terrain,
  - la suppression de la partie télévision analogique, qui n'est plus déployée sur le terrain.

2 Contexte

1.1 Restrictions de base et niveaux de référence

Sur la base des évaluations de risque publiées à ce jour au plan international, tant sous l'égide de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) que de la Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non Ionisants (ICNIRP), le Conseil de l'Union européenne a publié le 12 juillet 1999 une recommandation concernant la limitation de l'exposition du public à l'ensemble des champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz).

Ces valeurs limites ont été transposées en droit interne par le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques pris pour l'application de l'article L. 34-9-1 du code des postes et des communications électroniques (CPCE).
Il existe deux types de limites :

- les « restrictions de base » - Le décret définit les niveaux d'exposition admissibles pour le public. Ces niveaux d'exposition sont appelés " les restrictions de base ". Pour la gamme de fréquences de 10 MHz à 10 GHz, ces restrictions sont constituées par la valeur limite du débit d'absorption spécifique (DAS), qui s'exprime en DAS corps entier (watts par kilogramme pour le corps entier) et DAS local (watts par kilogramme pour 10 g de tissu contigu). Cette valeur est fixée dans le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 à 0,08 W/kg pour le DAS corps entier et 2 W/kg pour le DAS local (tête et tronc),
- les « niveaux de référence » - Le décret définit des niveaux de référence plus facilement accessibles à la mesure, dont le respect garantit celui des restrictions de base précitées. Ces niveaux ont été déduits des restrictions de base en supposant un couplage maximal avec l'individu (par exemple, champ uniforme de la tête au pied). Les grandeurs associées à ces niveaux représentent bien l'exposition quand l'antenne d'émission est suffisamment éloignée. Ils ont tendance à surestimer l'exposition lorsque les antennes d'émission sont à proximité immédiate de l'individu. En champ proche, il est recommandé de revenir aux restrictions de base (cf. par exemple CEI 62232, EN 50383).

Les niveaux de référence retenus pour l'exposition du public sont définis dans le décret n°2002-775 du 3 mai 2002 :

Fréquence f	Intensité du champ électrique	Intensité du champ magnétique	Densité de puissance
10-400 MHz	28 V/m	0,073 A/m	2 W/m^2
400-2000 MHz	$1,375*f^{1/2}$ V/m	$0,0037*f^{1/2}$ A/m	$f/200$ W/m^2
2-300 GHz	61 V/m	0,16 A/m	10 W/m^2

Table 1 : Niveaux de référence pour l'exposition du public définis dans le décret n°2002-775

Nous avons alors, pour les fréquences actuellement utilisées par les systèmes abordés dans ce guide :

Fréquence	Type de système	Intensité du champ électrique	Intensité du champ magnétique	Densité de puissance
87,5-108 MHz	Radiodiffusion FM	28 V/m	0,073 A/m	2 W/m^2
174-233 MHz	Radiodiffusion RNT	28 V/m	0,073 A/m	2 W/m^2
380-470 MHz	Systèmes de radiocommunications professionnels PMR	28 - 29 V/m	0,073 - 0,08 A/m	2 – 2,3 W/m^2
470-790 MHz	Radiodiffusion TV numérique bandes IV et V	29 - 39 V/m	0,08 - 0,1 A/m	2,3 – 4,0 W/m^2
800 MHz	Téléphonie mobile bande 800	39 V/m	0,1 A/m	4,0 W/m^2
900 MHz	Téléphonie mobile bande 900	41 V/m	0,1 A/m	4,5 W/m^2
1 800 MHz	Téléphonie mobile bande 1 800	58 V/m	0,15 A/m	9 W/m^2
2 100 MHz	Téléphonie mobile bande 2 100	61 V/m	0,16 A/m	10 W/m^2
2 450 MHz	Réseaux locaux (RLAN) à 2,45 GHz tels que le Wifi	61 V/m	0,16 A/m	10 W/m^2
2 600 MHz	Téléphonie mobile bande 2600	61 V/m	0,16 A/m	10 W/m^2
3 500 MHz	Systèmes de Boucle Locale Radio à large bande (type Wimax)	61 V/m	0,16 A/m	10 W/m^2
5 150 MHz	Réseaux locaux (RLAN) à 5 GHz tels que le Wifi	61 V/m	0,16 A/m	10 W/m^2

Table 2 : Niveaux de référence pour l'exposition du public des systèmes abordés dans ce guide

1.2 Contexte normatif

Dans le cadre de la directive 1999/5/CE (équipements hertziens et équipements terminaux de télécommunications) et de la directive 73/23/CEE (équipements basse tension), la Commission Européenne a chargé les organismes de normalisation européens de préparer et d'adopter des normes harmonisées concernant les émissions de champs électromagnétiques de 0 à 300 GHz. Le présent guide a été rédigé sur la base des normes harmonisées publiées au Journal Officiel de l'Union Européenne (Communication de la Commission C 297/1 du 12.10.2013). En cas de nécessité, il est possible de consulter les mises à jour de ces normes harmonisées dont la liste est disponible sur le site :
http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/documents/harmonised-standards-legislation/list-references/index_en.htm

Les normes harmonisées comprennent en particulier :

- la norme EN 50385 de mise sur le marché : « Norme de produit pour démontrer la conformité des stations de base radio et des stations terminales fixes pour les communications sans fil, par rapport aux restrictions de base ou aux niveaux de référence relatifs à l'exposition du public aux champs électromagnétiques (110 MHz - 40 GHz) »
- la norme de mesure associée EN 50383 (« Norme de base pour le calcul et la mesure des champs électromagnétiques et SAR associés à l'exposition des personnes provenant des stations de base radio et des stations terminales fixes pour les systèmes de télécommunication sans fil (110 MHz - 40 GHz) »).
- la norme EN 50401 (« Norme de base pour le calcul et la mesure des champs électromagnétiques et SAR associés à l'exposition des personnes provenant des stations de base radio et des stations terminales fixes pour les systèmes de télécommunication sans fil (110 MHz - 40 GHz) »).
- la norme de mesure associée EN 50400 (mise en service des équipements fixes de transmission radio dans la bande 110 MHz – 40 GHz) définissant des méthodes pour déterminer la zone d'accessibilité au public.
- la norme EN 50371 (« Norme générique pour démontrer la conformité des appareils électriques et électroniques de faible puissance aux restrictions de base concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques (10 MHz - 300 GHz) – Public ») qui stipule que la mesure de DAS n'est pas requise pour les terminaux de puissance transmise inférieure à 20 mW.

La norme internationale CEI 62232 fournit également des méthodes de détermination des champs de fréquences radioélectriques (RF) et du débit d'absorption spécifique (DAS) au voisinage des stations de base de radiocommunication.

Note : la nouvelle directive 2014/53/EU RED qui remplace la directive 1999/5/CE entrera en application au plus tard le 13 juin 2016.

1.3 Eléments de base pour la détermination des périmètres de sécurité

Dans ce guide, les périmètres de sécurité sont définis comme les zones à l'intérieur desquelles les valeurs limites d'exposition sont dépassées ou susceptibles d'être dépassées.

Un périmètre de sécurité peut donc être défini en se basant soit sur le respect des niveaux de références soit sur le respect des restrictions de base. Les niveaux de référence étant conservatifs vis à vis des restrictions de base, les périmètres de sécurité définis à partir des niveaux de référence englobent les périmètres de sécurité définis à partir des restrictions de base.

- Périmètre de sécurité basé sur les niveaux de référence :
  Il s'agit de déterminer les niveaux de champ électriques émis par l'antenne.
  Le champ électrique est le plus souvent calculé au moyen de la formule (1) donnée ci-dessous applicable pour les champs lointains en supposant une propagation en espace libre.

  $E^2 = 30*P*G/d^2$ (1)

  avec E : valeur du champ électrique (en V/m),
  P : puissance injectée à l'antenne (en W),
  G : gain d'antenne par rapport à l'isotrope,
  d : distance entre l'antenne d'émission et le point considéré (en m).

  Note : le règlement des radiocommunications définit la p.i.r.e., puissance isotrope rayonnée équivalente (PIRE), comme le produit de la puissance fournie à l'antenne par son gain dans une direction donnée par rapport à une antenne isotrope (PIRE = P*G). La formule (1) s'écrit alors $E^2=30*PIRE/d^2$.

  Cette méthode s'applique lorsque le point où le champ calculé est situé à une certaine distance de l'antenne d'émission. Des méthodes plus précises peuvent être employées prenant en compte la géométrie de l'antenne pour des distances intermédiaires. Ces méthodes nécessitent des validations plus complexes et permettent d'obtenir des distances de sécurité plus faibles et plus précises.
  Cependant pour de nombreuses configurations, les dimensions du périmètre de sécurité sont peu contraignantes dans la mesure où il n'est pas nécessaire de le matérialiser par un balisage (comme par exemple dans le cas d'une antenne installée sur un pylône). La formule (1) en espace libre bien que surestimant le niveau de champ réel permet alors de définir simplement et rapidement un périmètre de sécurité.

- Périmètre de sécurité basé sur les restrictions de base :
  Il s'agit de déterminer les niveaux de débit d'absorption spécifique induit par l'antenne. Le DAS peut être évalué soit par la mesure conformément à la norme CENELEC EN 50383 soit par la simulation conformément à la norme CEI 62232.
  De telles méthodes sont particulièrement bien appropriées pour déterminer les niveaux d'exposition des personnes aux champs électromagnétiques au voisinage de l'antenne émettrice, c'est-à-dire lorsque l'exposition est localisée. De plus dans le cas des petites cellules, les puissances mises en jeu étant faibles, la surestimation des périmètres de sécurités obtenus par conformité aux niveaux de références les rendent souvent inadaptés à leur implantation. La solution alternative consiste donc à évaluer le DAS pour déterminer le périmètre de sécurité.

Dans la suite du guide, les périmètres de sécurité sont calculés pour les configurations typiques pour les différents services.

Pour la téléphonie mobile, la puissance transmise typique maximale en entrée d'antenne par service est de 40 W pour les macro-cellules et de 2 W pour les micro-cellules.

Il est important de noter que dans le cas d'antennes dont le périmètre de sécurité est hors de portée du public, le périmètre de sécurité ne sera pas physiquement matérialisé comme par exemple dans le cas d'une installation sur un pylône.

Enfin, les antennes dont la puissance transmise est inférieure à 20 mW sont conformes de facto aux restrictions de base et ne nécessitent donc pas de périmètre de sécurité conformément à la norme CENELEC EN 50371.

3 Périmètres de sécurité et règles radioélectriques d'installation pour les stations de base de radiotéléphonie mobile.

2.1 Généralités

Dans ce chapitre sont décrits les caractéristiques des principaux types de stations de base actuellement implantées et les périmètres de sécurité à l'intérieur desquels les niveaux de référence sont dépassés ou susceptibles d'être dépassés.
Dans la mesure où ces périmètres ont été établis pour les stations de base actuellement utilisées et pour les configurations les plus fréquemment rencontrées sur les réseaux mobiles, ils devront être adaptés au cas par cas par les opérateurs, en fonction des possibles évolutions du matériel utilisé et de l'éventuelle complexité de la configuration de l'installation (cohabitation de plusieurs antennes notamment).

Dans la version précédente du guide, ce chapitre s'intéressait aux bandes 900, 1800 et 2 100 MHz. Dans cette version les nouvelles bandes 800 MHz et 2 600 MHz sont prises en compte.

Par ailleurs, les réseaux de radiocommunication sont appelés à évoluer au cours des prochaines années, avec l'apparition ou le développement de nouvelles normes, correspondant a priori à des fréquences différentes et donc à des niveaux de référence différents. Les cas de stations multi-bandes (bi-bandes, tri-bandes et quadri-bandes) permettant d'offrir plusieurs services. Si nécessaire, ce guide sera modifié ou complété ultérieurement afin d'intégrer les règles techniques applicables à d'autres systèmes ou normes.

Deux catégories de cellules sont considérées pour étudier les périmètres de sécurité dans ce guide : les macro-cellules et les petites cellules.

Par rapport aux macro-cellules, les petites cellules sont généralement utilisées pour améliorer la couverture et les performances du réseau dans les zones très localisées où le trafic peut être très important à certaines périodes de la journée. Elles sont constituées d'une petite station de base dont le volume est typiquement inférieur à 10 litres, la taille est généralement inférieure à 60 cm et dont la puissance transmise est inférieure à 6,3 W (38 dBm) par porteuse en entrée de connecteur d'antenne[1]. Leur zone de couverture est de l'ordre de quelques dizaines à quelques centaines de mètres. Ces petites cellules sont généralement installées sur des lampadaires, des pylônes, du mobilier urbain, à proximité des transports en communs (métros, arrêts de bus) ou sur des façades, voire à l'intérieur d'un bâtiment.

Les petites cellules sont réparties en trois sous-catégories : les micro-cellules, les pico-cellules et les femto-cellules. Dans ce guide, la puissance injectée à l'antenne considérée par bande de fréquences est le critère utilisé pour déterminer cette classification :

- Micro-cellule : 250 mW < puissance transmise par porteuse en entrée de connecteur d'antenne ≤ 6,3 W ;
- Pico-cellule : 100 mW < puissance injectée à l'antenne ≤ 250 mW ;
- Femto-cellule : puissance injectée à l'antenne ≤ 100 mW. En pratique, les cellules domestiques de type femto correspondant à un usage à l'intérieur d'un bâtiment couplées à un accès internet, opèrent à une puissance maximale inférieure à 20 mW qui garantit une conformité de facto.

[1] 3GPP TS 36.104 (LTE) TS 37.104 (LTE, UMTS) et TS 25.104 (UMTS)

Les types d’antennes rencontrées se subdivisent en deux grandes catégories : les antennes panneau, directionnelles, et les antennes fouet, omnidirectionnelles.

Les termes mono-bande, bi-bandes, tri-bandes, quadri-bandes et dissymétriques sont employés dans ce guide pour qualifier les antennes suivantes :

- une antenne est mono-bande lorsqu'elle émet et reçoit sur une seule bande de fréquences (ex : à 800 ou 900 ou 1 800 ou 2 100 ou 2 600 MHz)
- une antenne est bi-bandes lorsqu'elle émet et reçoit sur deux bandes de fréquences différentes (ex : à 900 et 1 800 MHz, ou à 900 et 2 100 MHz, ou à 1 800 et 2 100 MHz)
- une antenne est tri-bandes lorsqu'elle émet et reçoit sur trois bandes de fréquences différentes (ex : à 900 et 1 800 et 2 100 MHz)
- une antenne est quadri-bandes lorsqu'elle émet et reçoit sur quatre bandes de fréquences différentes (ex : à 900, 1 800, 2 100 et 2 600 MHz)
- dans le cadre de la co-localisation d'antennes, deux antennes installées à proximité l'une de l'autre et ayant le même azimut sont considérées dissymétriques lorsque le nombre ou leur(s) bande(s) de fréquences de fonctionnement sont différentes (ex : mono-bande/bi-bandes, mono-bande/tri-bandes ou bi-bandes/tri-bandes)

Dans le cas des antennes multi-bandes, il conviendra de sommer les contributions des différentes fréquences afin de vérifier la conformité aux limites. Les niveaux de référence en terme de champ électrique (E en V/m) varient en fonction des fréquences émises. A **800 MHz** la limite est de **39 V/m,** à **900 MHz** de **41 V/m**, à **1 800 MHz** de **58 V/m** et au-delà de **2 GHz** de **61 V/m**. La réglementation spécifie comment sommer les contributions à des fréquences différentes à partir de la formule suivante :

$$\sum_{1MHz}^{300GHz} \left(\frac{E_i}{E_{i\,\mathrm{lim}\,ite}} \right)^2 \leq 1$$

C’est à partir de cette inéquation que les périmètres de sécurité sont évalués par rapport aux niveaux de référence.

2.2 Macro-cellule sur point haut

La station de base est située sur un emplacement isolé et sur un point haut comme les pylônes. Ces antennes sont en général inaccessibles au public, à l'exception de certains professionnels, et le périmètre ne peut être matérialisé. En conséquence, les opérateurs devront afficher les informations requises (présence d'antenne et numéro d'appel téléphonique de l'opérateur) au point d'accès (échelle, porte..) dès lors qu'il est situé en dehors de la zone identifiée dans le tableau 3 et illustrée sur la figure 1 dans le cas d'antennes bi-bandes et tri-bandes.

	Macro-cellule – Zone rural Antenne sur pylône ou point haut			
	monobande **800, 900, 1 800, 2 100 ou 2 600 MHz**	**bi-bande** **900 - 1 800, 900 - 2 100, ou 1 800 - 2 100 MHz**	**tri-bande** **900 -1 800-2 100, 900 -1 800-2 600, 900 -2 100-2 600, 800 -2 100-2 600, 800 -1 800-2 100, ou 800-1 800-2 600 MHz**	**quadri-bande** **900-1 800-2 100-2 600, ou 800-1 800-2 100-2 600 MHz**
Autour de l'antenne / dans le plan horizontal	4 m	7 m	8,5 m	9.5 m
Au-dessous de l'antenne	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m
Au-dessus de l'antenne	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m

Table 3 : périmètres de sécurité pour des antennes monobandes, bi-bandes, tri-bandes ou quadri-bandes de macro-cellule sur pylône ou point haut en zone rural

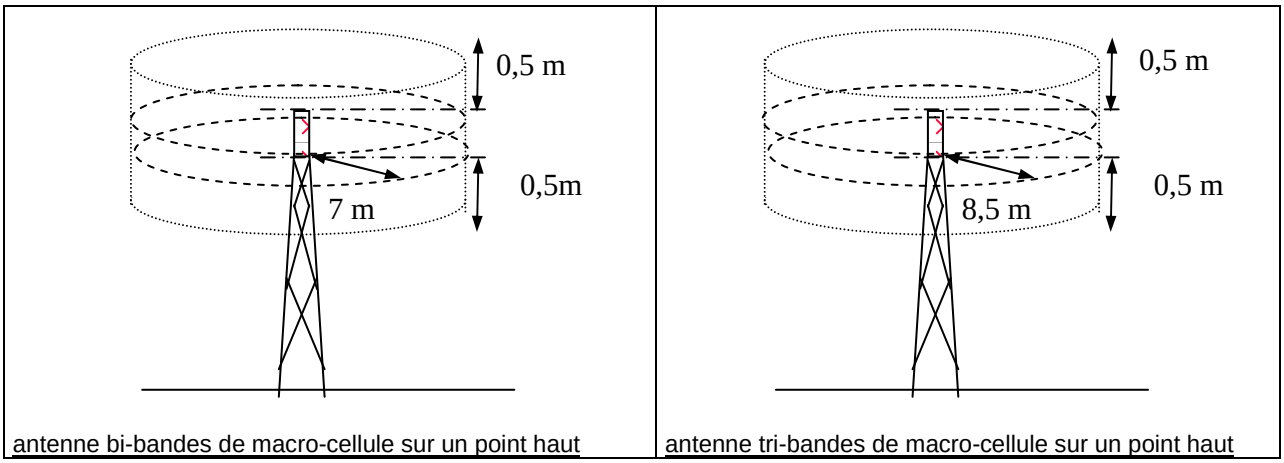


Figure 1 : Illustration des périmètres de sécurité pour des antennes macro-cellules bi-bandes ou tri-bandes sur pylône ou point haut

2.3 Macro-cellule sur terrasse ou en façade

2.3.1 Distances de sécurité pour les antennes macro-cellules installées sur terrasse ou en façade

La station de base est le plus fréquemment installée sur les toitures des immeubles, soit directement sur une terrasse, soit en bordure de terrasse, soit en haut d'un mât métallique. La station de base de macro-cellule peut être également installée en façade d'immeuble. Dans les deux cas, le problème de l'accès par le public à la zone proche de l'antenne peut se poser pour certaines configurations. Un périmètre devra alors être matérialisé.

Sur la base de la méthodologie décrite en section 1.3, les distances avant, arrière, sur les côtés de l'antenne permettent de construire un périmètre de sécurité de la station de base sur la base des niveaux de référence. Afin que ce dernier puisse être déployé opérationnellement tout en respectant les niveaux de référence, la forme du périmètre de sécurité pourra s'approcher de celle du diagramme de rayonnement de l'antenne de la station comme proposé par la figure 2 ci-dessous :

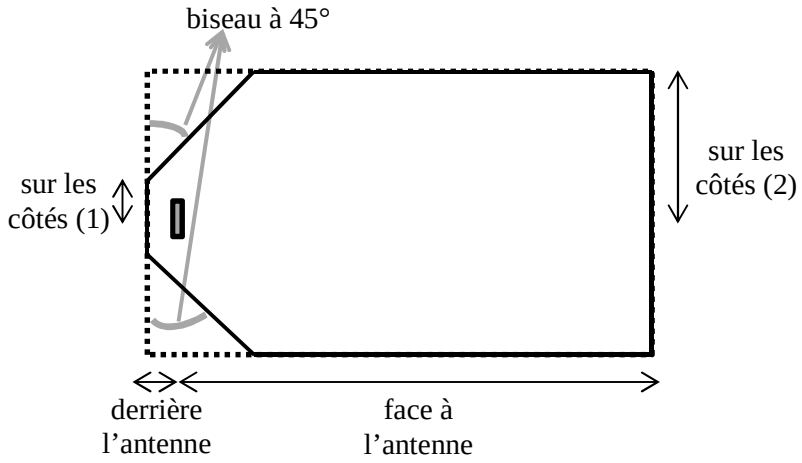


Figure 2 : Exemple de forme du périmètre de sécurité pour les antennes macro-cellules

Ce périmètre est bien adapté à plusieurs configurations d'antennes (mono-bande, multi-bandes). Selon les configurations, la distance sur les côtés notée 1 sur la figure 2 qui détermine la taille du biseau pourra varier entre une distance nulle (biseau maximal, forme triangulaire) et une distance égale à la distance notée 2 (biseau nul, forme rectangulaire).

Le tableau suivant présente les différents périmètres dans le cas d'antennes monobande et multi-bandes et la figure 3 illustre le cas de l'antenne quadri-bande.

	Macro-cellule en zone urbaine sur terrasse				
	monobande **800 900 1800 2100 2600 MHz**	**bi-bande** **800/900 - 1800, 900 - 2100, 2100-2600 MHz**	**tri-bande** **1800-2100-2600 MHz**	**tri-bande** **800/900-2100-2600 800/900-1800-2100 MHz**	**quadri-bande** **800/900-1800-2100-2600 MHz**
Face à l'antenne	4 m	7 m	7,5 m	8,5 m	9,5 m
Sur les côtés (1)	0 m	0 m	0 m	0 m	0,75 m
Sur les côtés (2)	1,5 m	2,3 m	2,7 m	3 m	3,5 m
Derrière l'antenne	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m
Au-dessous de l'antenne	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m
Au-dessus de l'antenne	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m

Table 4 : Périmètres de sécurité pour des antennes monobandes, bi-bandes, tri-bandes ou quadri-bandes de macro-cellule sur terrasse

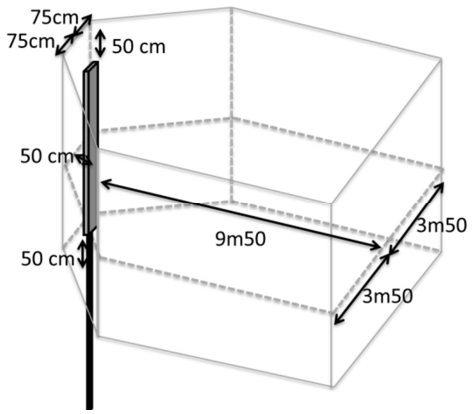


Figure 3 : antenne panneau quadri-bande 800-900/1800/2100/2600 de macro-cellule sur terrasse

Il est rappelé que dans le cas d'une antenne installée en terrasse, un équipement situé à une hauteur du sol au-delà de 2,5 mètres (2 mètres plus 50 cm) est considéré comme installé avec un périmètre de sécurité hors de portée du public. Le balisage du périmètre de sécurité n'est pas nécessaire.

Dans le cas d'une antenne installée en façade, étant donnée l'atténuation due à une paroi courante d'immeuble, la distance derrière l'antenne pourra être réduite et l'antenne accolée à la façade. Cela permettra également, dans un souci d'intégration, de minimiser l'impact visuel. Il conviendra d'éloigner l'antenne des fenêtres ou balcons de la façade suivant les règles définies dans la section suivante 2.3.2.

2.3.2 Règles particulières d'installation des antennes en façade et application pour les antennes panneau en macro-cellule.

L'installation d'antennes en façade à proximité d'ouverture (balcons et fenêtres) nécessite la définition de règles particulières afin de veiller au respect des limites d'exposition.

Ces règles s'appliquent à toutes les antennes macros en tenant compte de leurs spécificités de rayonnement omni (fouet) ou directionnelle (panneau), et de leurs fréquences de fonctionnement (800, 900, 1 800, 2 100, 2 600 MHz).

Dans les cas particuliers d'un balcon, d'une fenêtre ou d'une façon générale lorsqu'un individu se trouve à proximité d'une antenne émettrice en façade, il convient d'ajouter à la distance de conformité calculée précédemment une marge permettant d'éviter tout franchissement du périmètre de sécurité même si l'on tend le bras ou que l'on se penche vers l'antenne. La marge permettant de prendre en compte le bras tendu sur le côté est de 0,5 m (cas d'une fenêtre) et celle permettant de prendre en compte le bras tendu plus une flexion du corps sur le côté est de 1 m (cas d'un balcon avec garde-corps).

Les marges sont indiquées en bleu sur les figures 4 et 5 et définies dans la table 5. Les règles d'installation sont résumées dans les tables 6 et 7 ci-dessous.

Ces distances prennent aussi en compte le cas où l'antenne et l'ouverture ne se trouvent pas tout à fait dans le même plan (i.e. antenne en retrait ou en avant par rapport à l'ouverture).

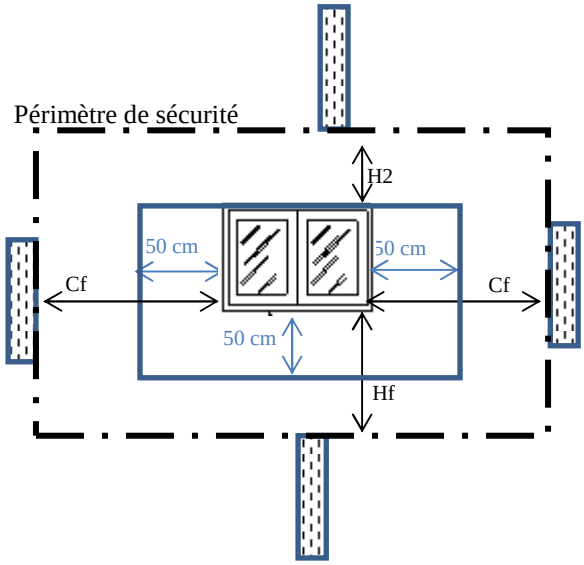


Figure 4 : Règles d'installation à proximité d'une fenêtre

Distances de sécurité	
Cf	Latérale par rapport à la fenêtre
Cb	Latérale par rapport au balcon
H b	Entre le haut de l'antenne et le bas du balcon (sous le balcon)
H f	Entre le haut de l'antenne et le bas de la fenêtre (sous la fenêtre)
H 2	Entre le bas de l'antenne et le haut de la fenêtre (au-dessus de la fenêtre)
H 3	Hauteur à respecter depuis le revêtement du balcon

Table 5 : Nomenclature des distances de sécurité pour des installations en façade

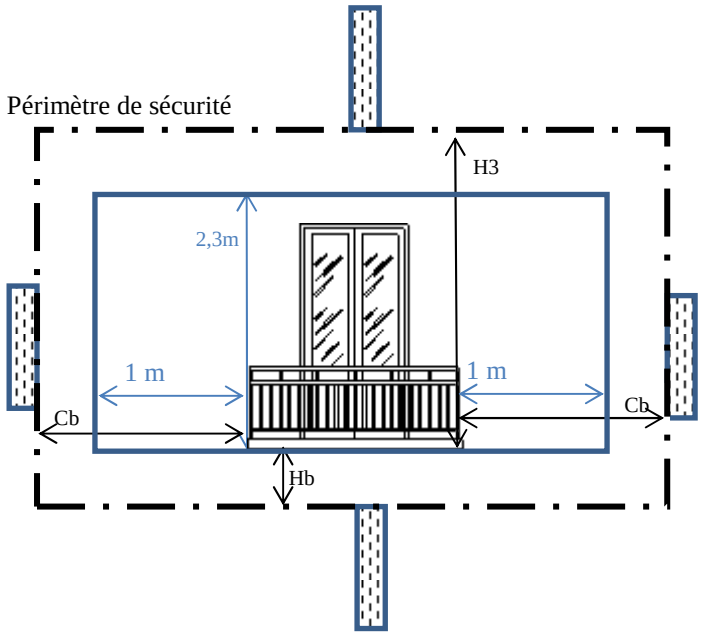


Figure 5 : Règles d'installation à proximité d'un balcon

Compte tenu des valeurs données en 2.3.1 et des marges, les périmètres sont les suivants :

- **Cas fenêtre :**

	Antenne panneau mono-bande et bi-bandes en macro-cellule (800, 900, 1800, 2100 et 2600 MHz)	Antenne panneau tri-bandes en macro-cellule (800, 900, 1800, 2100 et 2600 MHz)	Antenne panneau quadri-bandes en macro-cellule (800, 900, 1800, 2100 et 2600 MHz)
Hf	1 m	1 m	1 m
H2	0,5 m	0,5 m	0,5 m
Cf	1 m	1 m	1,25 m

Table 6 : Règles d'installation pour des antennes de macro-cellule en façade sur fenêtre

- **Cas balcon :**

	Antenne panneau mono-bande et bi-bandes en macro-cellule (800, 900, 1 800, 2 100 et 2 600 MHz)	Antenne panneau tri-bandes en macro-cellule (800, 900, 1 800, 2 100 et 2 600 MHz)	Antenne panneau quadri-bandes en macro-cellule (800, 900, 1 800, 2 100 et 2 600 MHz)
Hb	0,5 m	0,5 m	0,5 m
H3	2,8 m	2,8 m	2,8 m
Cb	1,5 m	1,5 m	1,75 m

Table 7 : Règles d'installation pour des antennes de macro-cellule en façade sur balcon

2.4 Petites cellules

2.4.1 Distances de sécurité pour les antennes drapeau ou panneau en façade pour les micro-cellules.

Les périmètres de sécurité établis suivant la conformité aux niveaux de référence surestiment les périmètres de sécurité obtenus suivant la conformité aux restrictions de base. Or dans le cas des petites cellules, les puissances mises en jeu étant faibles, la surestimation des périmètres de sécurités obtenus par conformité aux niveaux de références les rendent souvent inadaptés à leur implantation. La solution alternative consiste à évaluer le DAS soit par la mesure conformément à la norme CENELEC EN 50383 ou CEI 62232 soit par la simulation conformément à la norme CEI 62232 (cf. annexe 2 du guide).

Dans le cas des micro-cellules, les antennes de stations de base sont généralement installées sur la façade ou au plafond. Cela peut être des antennes fouets (omnidirectionnelles) ou des antennes panneau (directionnelles).

Antennes	Utilisation principale
Panneaux Cierge Drapeau	Intérieur ou extérieur
Plafonnier	Intérieur

Table 8 : Exemple d'antennes de micro-cellules

La puissance maximale à l'entrée des antennes par bande de fréquences est en général de 33 dBm (2 W), Lorsque toutes les bandes de fréquences sont en service, la puissance maximale en entrée d'antenne est donc de 40 dBm (10 W).

Les périmètres de sécurité pour les familles de station de base suivantes (tableau 9) ont été obtenus en utilisant les formules d'estimation du DAS local données par la norme CEI 62232.

Pour les antennes panneau ou drapeau, le périmètre de sécurité peut être défini comme un parallélépipède comme indiqué sur les figures ci-dessous.

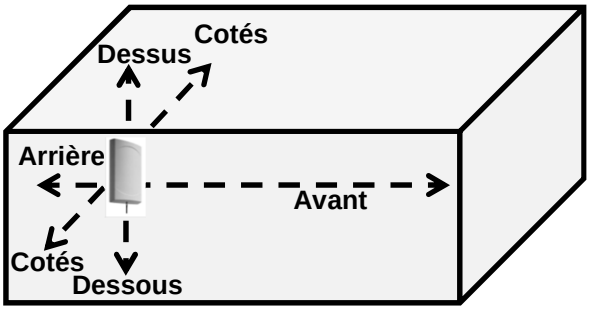


Figure 6 : Modélisation du périmètre de sécurité pour une antenne panneau

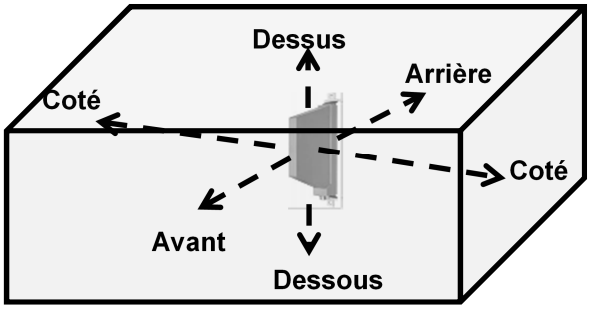


Figure 7 : Modélisation du périmètre de sécurité pour une antenne drapeau

La table 9 donne les dimensions des périmètres de sécurité pour les différents types de micro-cellules de types drapeau, panneau ou omnidirectionnel.
Pour les antennes omnidirectionnelles (sur le plan horizontal), la distance de sécurité sur les côtés correspond à la distance avant/arrière. Pour les antennes directives (panneau, drapeau), l'approximation champ lointain est appliquée pour évaluer la distance sur les côtés; l'enveloppe du périmètre de sécurité est calculée dans le plan horizontal.

Il est rappelé que le périmètre de sécurité n'a pas besoin d'être matérialisé s'il est nul ou si l'équipement est installé de façon à ce que ce périmètre soit hors de portée du public (abribus, lampadaires, façades, métro…). Par exemple une micro-cellule dont le périmètre de sécurité en dessous est de 25 cm, lorsqu'elle est installée au-delà de 2,25 mètres (2 mètres de hauteur d'homme plus 25 cm) au-dessus du sol, est considérée comme ayant son périmètre de sécurité hors de portée du public.

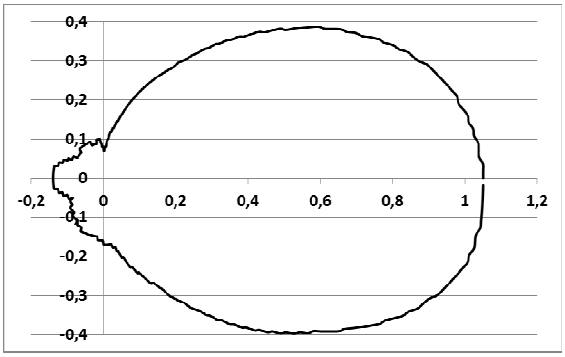
Caractéristiques station de base	Micro Drapeau/Panneau				Micro Omnidirectionnelle	
Fréquences supportées (MHz)	800/900/1800/2100/2600				800/900/1800 /2100/2600	
Ouverture à 3 dB (°)	Horizontal : 65/Vertical : 70				H : 360/V : 70	
Taille réseau d'antennes à l'intérieur du boitier (m)	0,25				0,15	
Gmax	7,5				2	1
Pe_{max} (dBm)	33		40		33	40
Distance de sécurité en dessous/dessus (m)	0,1		0,25		0,15	0,25
Distance de sécurité en arrière (m)	Drapeau 0,2	Panneau 0 (Cf. note)	Drapeau 0,35	Panneau 0 (Cf. note)	0,15	0,3
Distance de sécurité avant (m)	0,2	0,3	0,35	0,6	0,15	0,3
Distance de sécurité sur les côtés (m)	0,3	0,2	0,6	0,35	0,15	0,3

Table 9 : Périmètres de sécurité (axial, avant, arrière) calculé pour les antennes drapeau, panneau et omnidirectionnelles

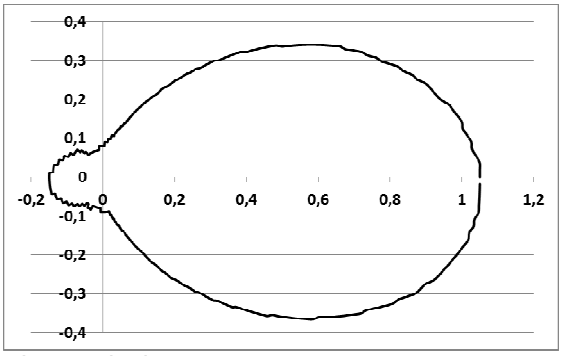
Note : L'origine des calculs est au centre de l'élément rayonnant. Compte tenu de l'épaisseur de l'antenne, la distance de sécurité à l'arrière est nulle.

2.4.2 Distances de sécurité pour les antennes Yagi pour les micro-cellules.

Dans la mesure où les formules d'estimation du DAS ne s'appliquent pas pour ce type d'antenne, l'approximation champ lointain, qui donne des résultats majorants, est utilisée. L'enveloppe du périmètre de sécurité est calculée dans le plan horizontal et dans le plan vertical (voir graphiques ci-dessous).



Plan horizontal



Plan vertical

Figure 8 : Enveloppe du périmètre de sécurité de l'antenne Yagi

Ce calcul permet d'estimer les distances de sécurité à l'avant (1,1 m), sur les côtés (0,4 m), à l'arrière (0,2m) et en dessous/dessus (0,4 m).

Sur la base de ces résultats, le périmètre de sécurité peut être défini comme un parallélépipède dont les dimensions sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Distance de sécurité			
Devant	**Derrière**	**Cotés**	**Dessus / dessous**
1,1 m	0,2 m	0,4 m	0,4 m

Tableau 10 : Périmètre de sécurité pour les antennes de type Yagi

2.4.3 Règles particulières d'installation des antennes en façade et application pour les antennes micro-cellules.

Les règles d'installation présentées en 2.4.2 pour les antennes en façade s'appliquent également au cas des antennes pour les micro-cellules.

Compte tenu des valeurs données en 2.4.2, les valeurs suivantes sont proposées :

- **Cas fenêtre :**

	Antenne omni en micro-cellule (800, 900, 1 800, 2 100 et 2 600 MHz)	**Antenne panneau en micro-cellule (800, 900, 1 800, 2 100 et 2 600 MHz)**
Hf (hauteur sous fenêtre)	0,75 m	0,75 m
H2 (hauteur au-dessus ouverture)	0,25 m	0,25 m
Cf (distance sur le côté)	0,8 m	0,85 m

Table 11 : Règles d'installation pour des antennes de micro-cellule en façade sur fenêtre

- **Cas balcon :**

	Antenne omni micro-cellule (800, 900, 1 800, 2 100 et 2 600 MHz)	Antenne panneau micro-cellule (800, 900, 1 800, 2 100 et 2 600 MHz)
Hb (hauteur sous balcon)	0,25 m	0,25 m
H3 (hauteur depuis le revêtement)	2,55 m	2,55 m
Cb (distance sur le côté)	1,3 m	1,35 m

Table 12 : Règles d'installation pour des antennes de micro-cellule en façade sur balcon

2.5 Pico-cellule et femto-cellule – intérieur d'un bâtiment

Les très faibles puissances de ce type d'équipement (≤ 250 mW) tendent à montrer qu'aucun périmètre de sécurité n'est nécessaire a priori concernant les antennes de type pico et femto vis à vis de la réglementation en vigueur, relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques.

D'après la norme CENELEC EN 50383, les restrictions de base corps entier sont vérifiées de facto car la puissance totale émise est inférieure à 1 watt.

Concernant les restrictions de base locales, les mesures suivant cette même norme devraient être réalisées au contact afin de vérifier si la conformité est assurée dans ces conditions ou si un périmètre de sécurité doit être pris en compte.

En pratique, les cellules domestiques de type femto correspondant à un usage à l'intérieur d'un bâtiment couplées à un accès internet, opèrent à une puissance maximale inférieure à 20 mW. Par conséquent, la conformité, au contact, des antennes de type femto est acquise sans mesure de DAS (réf. EN 50385, 50371).

Note :

Il incombe au responsable de la mise sur le marché communautaire de l'équipement (le fabricant, son mandataire ou l'importateur) de s'assurer que dans les conditions normales d'utilisation prescrites dans les documents d'accompagnement, les limites des restrictions de base sont bien respectées.

L'exploitant du réseau ou de l'installation pourra alors évaluer si les conditions d'utilisation prescrites nécessitent ou non la mise en place d'un périmètre de sécurité.

Dans le cas où cette installation est utilisée dans un cadre privé, l'utilisateur est responsable du respect des conditions normales d'utilisation prescrites dans les documents d'accompagnement permettant de garantir pour lui-même ou toute personne susceptible de se trouver à proximité de ce point d'accès, une exposition inférieure aux valeurs limites d'exposition. Toutefois, il est impératif pour ce type d'usage que le responsable de la mise sur le marché prenne en compte le fait que des prescriptions telles que les périmètres de sécurité peuvent difficilement être mises en œuvre dans un cadre privé.

2.6 Installation de plusieurs antennes sur un même site (accessible au public)

Dans le cas d'installation d'une antenne sur un site déjà utilisé par un autre opérateur, il faut distinguer 2 cas :

- **Installation sur différents étages d'un pylône :**

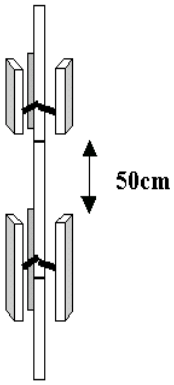


Figure 9 : Règles d'installation de plusieurs antennes sur un pylône

La distance minimale verticale entre les extrémités des deux jeux d'antennes est de 50 centimètres.

- **Installation sur une terrasse :**

Dans le cas d'antennes co-localisées, intra ou inter-opérateurs, chaque antenne influant sur celle située à proximité, le périmètre de sécurité dépend de la distance entre antennes ainsi que de leur orientation. Le périmètre de sécurité est maximisé dans le cas où les antennes sont colocalisées par superposition, i.e. lorsque la distance entre antennes est nulle. Par conséquent, lorsque deux antennes multi-bandes (de X et Y bandes) sont installées à proximité, leur périmètre résultant est maximisé par le périmètre de sécurité d'une antenne multibandes de X+Y bandes (on se réfèrera aux périmètres de sécurité établis pour les antennes multi-bandes) dans la section 2.3.1.

Par exemple, le périmètre de deux antennes bi-bandes colocalisées 900/1 800 MHz et 2 100/2 600 MHz est majoré par celui d'une antenne quadri-bande 900/1 800/2 100/2 600 MHz.

4 Périmètres de sécurité et règles radioélectriques d'installation pour les émetteurs de radiodiffusion FM et de télévision.

4.1 Généralités

Dans ce chapitre sont décrits les caractéristiques des principaux types d'émetteurs de radiodiffusion FM et de télévision actuellement implantés et les périmètres de sécurité à l'intérieur desquels les niveaux de référence sont dépassés ou susceptibles d'être dépassés.

Dans la mesure où ces périmètres ont été établis pour les émetteurs FM et de télévision actuellement utilisés et pour les configurations les plus fréquemment rencontrées, ils devront

être adaptés au cas par cas par les opérateurs, en fonction des possibles évolutions du matériel utilisé et de l'éventuelle complexité de la configuration de l'installation (cohabitation de plusieurs antennes notamment).

Les configurations présentées dans ce guide pour la radiodiffusion de télévision sont représentatives des émetteurs sur point haut. Ces configurations conduisent à générer des valeurs de champs radioélectriques au sol très inférieures aux niveaux de référence.

Pour les applications de radiodiffusion non couvertes dans ce guide, des évaluations seront réalisées au cas par cas.

4.2 Modélisation des niveaux de champs et des périmètres de sécurité pour les émetteurs de radiodiffusion FM

A partir des configurations rencontrées dans la pratique, trois classes représentatives ont été identifiées pour les émetteurs de radiodiffusion FM :

- Emetteurs FM forte puissance de 10 kW,
- Emetteurs FM forte puissance de 2 kW,
- Emetteurs FM sur terrasse

3.2.1 Exemple d'émission FM de 10 kW sur une seule face

La hauteur d'antenne correspond à l'élément situé le plus bas.

FM de 10 kW sur une seule face						
Hauteur antenne		**10 m**	**20 m**	**40 m**	**80 m**	**160 m**
Nombre d'étages	**Champ**	**Distance de protection à 1,5 m du sol**				
1	28 V/m	40 m	NA	NA	NA	NA
2	28 V/m	Cf. note	NA	NA	NA	NA
4	28 V/m	Cf. note		NA	NA	NA

Table 13 : Niveaux de champ pour des antennes FM de 10 kW.

Note : Compte tenu des dimensions des structures correspondantes, de telles antennes ne sont pas utilisées à ces hauteurs.

NA : Limite de champ non atteinte.

3.2.2 Exemple d'émission FM de 2 kW sur une seule face

La hauteur d'antenne correspond à l'élément situé le plus bas.

FM de 2 kW sur une seule face						
Hauteur antenne		**10 m**	**20 m**	**40 m**	**80 m**	**160 m**
Nbre d'étages	**Champ**	**Distance de protection à 1,5 m du sol**				
1	28 V/m	15 m	NA	NA	NA	NA
2	28 V/m	Cf. note	NA	NA	NA	NA
4	28 V/m	Cf. note			NA	NA

Table 14 : Niveaux de champ pour des antennes FM de 2 kW.

Note : Compte tenu des dimensions des structures correspondantes, de telles antennes ne sont pas utilisées à ces hauteurs.

NA : Limite de champ non atteinte

3.2.3 Résultats pour émetteur FM plus faible puissance sur terrasse

En complément des émetteurs FM de puissance élevée traités ci-dessus, on peut trouver des émetteurs de plus faible puissance installés sur terrasse.

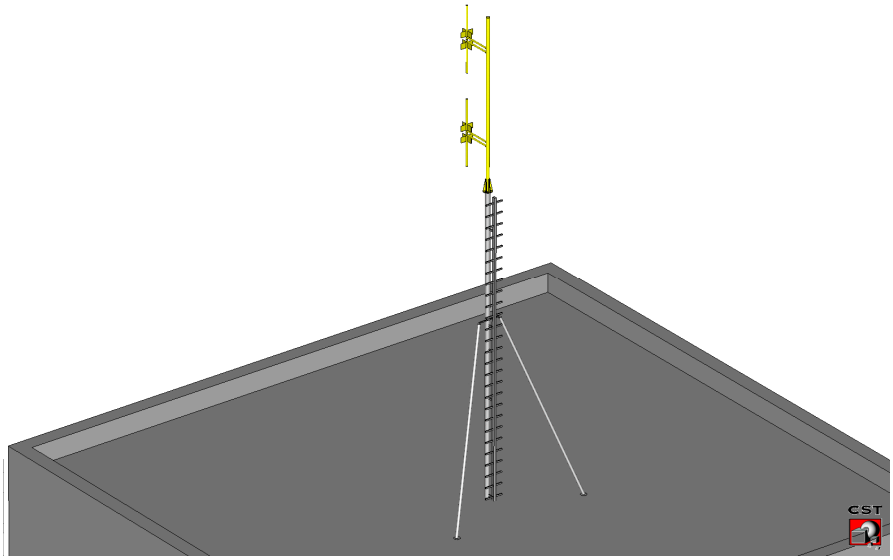


Figure 10 : antenne de radiodiffusion FM sur terrasse

Configuration pour les émetteurs FM de plus faible puissance sur terrasse :

Deux configurations typiques ont été identifiées :

- La hauteur moyenne se trouve à **3 m** du sol (terrasse) et l'émetteur fournit une puissance de **10 W** à travers un câble dont la perte est estimée à 1 dB.
- La hauteur moyenne se trouve à **5 m** du sol (terrasse) et l'émetteur fournit une puissance de **250 W** à travers un câble dont la perte est estimée à 1 dB. Dans ce cas, deux antennes sont considérées : un dipôle et une antenne elliptique.

Pour les deux configurations identifiées, les résultats sont les suivants :

- Emetteur 10 W situé à 3 m du sol (terrasse) : champ simulé à 1,5 m au-dessus du sol < 10V/m quelle que soit la distance dans l'axe principal.
- Emetteur 250 W situé à 5 m du sol (terrasse) :
  - Cas dipôle FM : champ simulé à 1,5 m au-dessus du sol dans l'axe principal < 20 V/m quelle que soit la distance, < 10 V/m pour distance supérieure à 15 m
  - Cas antenne elliptique : champ simulé à 1,5 m au-dessus du sol dans l'axe principal < 28 V/m (valeur limite) pour une distance supérieure à 2m, < 10 V/m pour distance supérieure à 7 m.

3.2.4 Périmètres de sécurité pour les émetteurs FM

A partir des configurations les plus fréquemment rencontrées en radiodiffusion FM, on peut toutefois établir des périmètres de sécurité en fonction de la puissance de l'émetteur.
Pour chacune des classes de puissance, les règles sont exprimées sous la forme de hauteur minimale d'antenne et, le cas échéant, de distance de sécurité au sol par rapport au pied du pylône. Les hauteurs proposées sont déterminées à partir du bas de l'antenne.

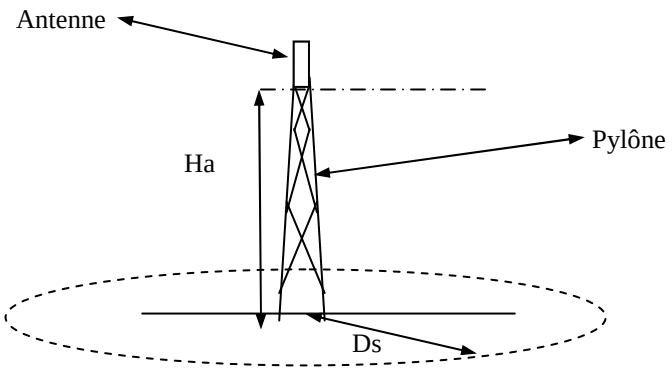


Figure 11 : antenne de radiodiffusion FM sur pylône

Puissance de l'émetteur (P)	Hauteur de l'antenne dans le pylône (Ha)	Distance au sol minimale (Ds)
P ≤ 10 W	Ha ≥ 2 m	pas de contrainte
10 W < P ≤ 250 W	Ha ≥ 3 m	Ds = 2 m
250 W < P ≤ 2 kW	Ha ≥ 20 m	pas de contrainte
250 W < P ≤ 2 kW	10 ≤ Ha < 20 m	Ds = 15 m
2 kW < P ≤ 10 kW	Ha ≥ 20m	pas de contrainte
2 kW < P ≤ 10 kW	10 ≤ Ha < 20 m	Ds = 40 m

Table 15 : Périmètres de sécurité pour les émetteurs de radiodiffusion FM

4.3 Modélisation des niveaux de champs et des périmètres de sécurité pour les émetteurs de radiodiffusion de télévision

Dans cette section, on s'attache à analyser les niveaux de champs au sol pour une émission de télévision dans la bande 470 MHz à 790 MHz.

Les antennes élémentaires sont de type panneau 4 dipôles à polarisation horizontale (ou équivalent).

Le tableau ci-dessous présente les niveaux de champs calculés, pour des gammes de configurations types représentatives du réseau de télévision numérique terrestre en UHF. Une configuration type est obtenue en associant la puissance cumulée des émetteurs pour un maximum de multiplex, l'arrangement antennaire et la hauteur moyenne d'antenne (HMA).

Puissance de l'émetteur (P)	Nombre d'étages	Hauteur moyenne d'antenne (HMA)	Niveau du champ électrique à 1 m/sol (V/m)
≤ 1W	1 à 2	HMA ≥ 10 m	< 1,5
1 W < P ≤ 10 W	1 à 2	HMA ≥ 20 m	< 1,5
10 W < P ≤ 100 W	1 à 2	HMA ≥ 40 m	< 2
100 W < P ≤ 1 kW	4 à 12	HMA ≥ 190 m	< 1,5
1 kW < P ≤ 6 kW	12	HMA ≥ 190 m	< 2

Table 16 : Niveaux de champ pour des antennes représentatives du réseau TNT UHF

Dans tous ces cas, le niveau de référence en champ est loin d'être atteint au sol et l'établissement de périmètres de sécurité n'y est pas nécessaire.

5 Périmètres de sécurité et règles radioélectriques d'installation pour les systèmes de radiocommunications professionnelles PMR à 400 MHz.

5.1 Généralités

Ce chapitre décrit les caractéristiques des principaux types d'émetteurs PMR (*Professional Mobile Radio*) actuellement implantés en France dans les bandes de fréquence comprises entre 380 et 470 MHz et les périmètres de sécurité à l'intérieur desquels les niveaux de référence sont dépassés ou susceptibles d'être dépassés.

Dans la mesure où ces périmètres ont été établis pour les émetteurs de PMR actuellement utilisés et pour les configurations les plus fréquemment rencontrées, ils devront être adaptés au cas par cas par les opérateurs, en fonction des possibles évolutions du matériel utilisé et de l'éventuelle complexité de la configuration de l'installation (cohabitation de plusieurs antennes notamment).

Les stations PMR présentent une large variété tant en terme de caractéristiques (fréquence, puissance, technologie) qu'en terme de déploiement et d'applications. Ce chapitre s'applique principalement pour les stations PMR à modulation numérique fonctionnant dans les bandes prévues à cet effet entre 380 et 470 MHz.

Pour les configurations de PMR qui ne sont pas abordées dans ce chapitre (en particulier utilisant une technologie analogique ou opérant à des fréquences différentes), la détermination des périmètres de sécurité devra être faite au cas par cas, de même que pour les réseaux atypiques (sites d'antennes co-localisées, sites à 17 voies et plus, choix des aériens et de l'ingénierie du site).

A partir des configurations les plus fréquemment rencontrées à ce jour, trois cas ont été définis pour lesquels des périmètres de sécurité sont illustrés dans ce guide :

- cas 1 : « Réseaux privés » (réseaux d'entreprises, communautés urbaines…) ;
- cas 2 : « Réseaux étendus » à puissance limitée ;
- cas 3 : « Réseaux étendus » de capacité modulable (type réseaux de sécurité).

Pour tous les autres cas, une détermination des périmètres de sécurité (par calcul ou par mesure sur site) devra être faite en prenant en compte les spécificités du site.

5.2 Réseaux privés (réseaux d'entreprises, communautés urbaines…).

Ce cas correspond aux systèmes dont la puissance injectée à l'antenne est limitée de façon à respecter le critère PIRE maximale ≤ 10 W quel que soit le type d'antenne. Ces réseaux sont des réseaux à couverture limitée, la puissance limitée permet la réaffectation des fréquences sur des zones localisées. Pour ce type de réseaux, on trouve généralement des antennes de type omnidirectionnelles.

L'application de la formule de champ lointain donnée par l'équation (1) de la section 1.3 donne un périmètre de sécurité de 60 cm autour de l'antenne.

On note que l'utilisation de cette formule majore la taille du périmètre requis.
L'antenne étant ici omnidirectionnelle, la distance définie face à l'antenne est valable sur toute la périphérie de l'antenne.

Emetteur PMR de réseaux dits « privés » à 400 MHz (PIRE maximale ≤ 10 W).	
Face à l'antenne	0,6 m
Sur les cotés	0,6 m
Derrière l'antenne	0,6 m

Table 17 : Périmètre de sécurité autour d'un émetteur PMR de réseaux dits privés

5.3 Réseaux étendus à puissance limitée

Ce cas correspond à des sites 8 voies pour lesquels la puissance injectée à l'antenne est limitée à 32 W (4 W par voie). Considérant que les antennes peuvent être installées à proximité des stations de base émettrices, les pertes dans les câbles sont négligées. Le tableau ci-dessous donne le périmètre de sécurité correspondant au cas d'une antenne sectorielle de gain 14 dBi alimentée par une puissance de 32 W.

Emetteur PMR de réseaux dits « étendus » à puissance limitée (puissance de 32 W en entrée antenne) à 400 MHz	
Face à l'antenne	5,5 m
Sur les cotés	2,5 m
Derrière l'antenne	0,7 m
Au-dessous	1,5 m
Au-dessus	1,5 m

Table 18 : Périmètre de sécurité autour d'un émetteur PMR de réseaux dits « étendus » à puissance limitée

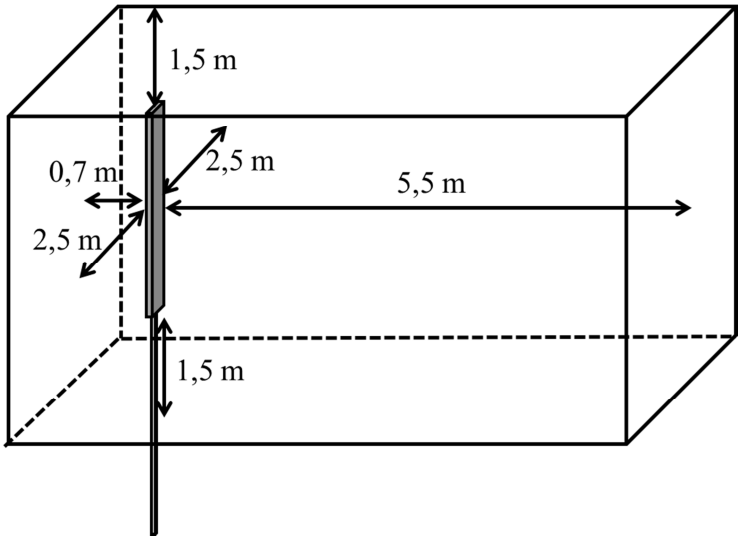


Figure 12 : Emetteur PMR de réseaux dits « étendus » à puissance limitée

5.4 Réseaux étendus de capacité modulable (type réseaux de sécurité)

Ce cas correspond à des sites dont la capacité varie de 2 à 16 voies pour lesquels les niveaux de puissance pour chaque voie en sortie de station de base peuvent être paramétrés selon 3 niveaux : niveaux 1 à 3 délivrant respectivement des puissances de 2,5 W (34 dBm), 6,3 W (38 dBm) et 15,8 W (42 dBm) par voie.
Sur ce genre de sites, les antennes sont généralement placées sur un emplacement isolé et sur un point haut. Les antennes étant éloignées des stations de bases, il est considéré des pertes dans les câbles de 2 dB entre la sortie de la station de base et les connecteurs d'entrée des antennes. Les périmètres définis ci-dessous ont été déduits de mesures effectuées en chambre anéchoïque sur deux types d'antennes : une antenne omnidirectionnelle de gain 7,5 dBi, une antenne type sectorielle (antenne panneau) à polarisations croisées (2 ports) de gain 15 dBi.

Les périmètres ont été calculés en faisant varier le nombre de voies et la puissance sur chaque voie (puissance en sortie de baie). Les distances en dessous, au-dessus et derrière l'antenne ont été majorées dans certains cas de façon à ne jamais être inférieures à 1 m.

5.4.1 Sites de 2 à 16 voies sur une antenne type omnidirectionnelle

Ce cas prend en compte une antenne avec 2 à 16 voies à puissance maximale (15,8 W par voie) sur une même antenne type omnidirectionnelle de gain max 7,5 dBi.
Le périmètre de sécurité maximum est délimité par les distances données dans le tableau ci-dessous. A noter que pour les sites 16 voies, un diviseur de puissance (pertes de 3 dB) est inséré entre la station de base et l'antenne.

Emetteur PMR de réseaux dits « étendus » 2 à 16 voies à puissance maximale avec antenne type omnidirectionnelle à 400 MHz.				
Nombre de Voies	**2 voies**	**4 voies**	**8 voies**	**16 voies**
Face à l'antenne	2 m	3 m	5,5 m	5,5 m
Au-dessous	1 m	1 m	1 m	1 m
Au-dessus	1 m	1 m	1 m	1 m

Table 19 : Périmètre de sécurité autour d'un émetteur PMR de réseaux dits « étendus » avec une antenne type omnidirectionnelle

L'antenne étant ici omnidirectionnelle, la distance définie face à l'antenne est valable sur toute la périphérie de l'antenne.

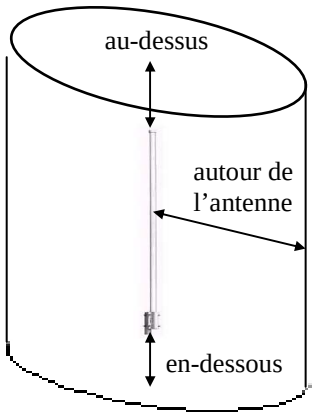


Figure 13 : Antenne omnidirectionnelle d'un émetteur PMR de réseaux dits « étendus »

5.4.2 Sites de 2 voies sur une antenne type sectorielle de gain max 15 dBi

Le périmètre de sécurité en fonction des niveaux de puissance par voie est délimité par les distances données dans le tableau ci-dessous.

Emetteur PMR de réseaux dits « étendus » 2 voies sur antenne type sectorielle (15 dBi) à 400 MHz					
Niveau de puissance par voie	**Face à l'antenne**	**Sur les cotés**	**Dessous**	**Dessus**	**Derrière l'antenne**
Niveau 1 = 2,5 W / voie (34 dBm/voie)	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Niveau 2 = 6,3 W / voie (38 dBm/voie)	2 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Niveau 3 = 15,8 W / voie (42 dBm/voie)	5 m	1 m	1 m	1 m	1 m

**Table 20 : Périmètre de sécurité autour d'un émetteur PMR de réseaux dits « étendus »
2 voies sur antenne sectorielle**

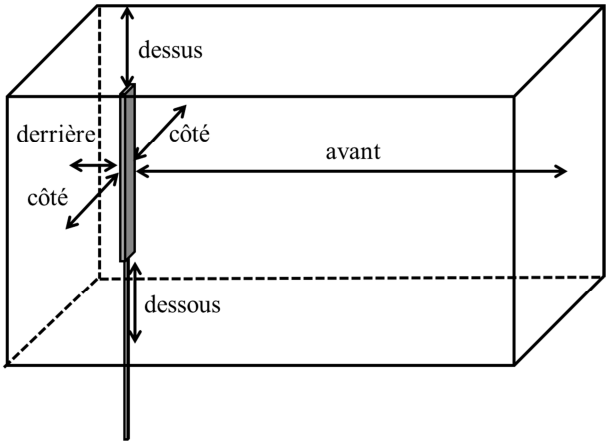


Figure 14 : Antenne sectorielle d'un émetteur PMR de réseaux dits « étendus »

5.4.3 Sites de 4 voies sur une antenne type sectorielle de gain maximal 15 dBi.

Le périmètre de sécurité en fonction des niveaux de puissance par voie est délimité par les distances données dans le tableau ci-dessous. A noter que ces distances sont valables quelle que soit la répartition des voies sur les ports d'antenne (4 voies sur 1 port ou 2 voies sur chaque port), l'antenne étant munie de deux ports d'antenne en polarisations croisées.

Emetteur PMR de réseaux dits « étendus » 4 voies sur antenne type sectorielle (15 dBi) à 400 MHz					
Niveau de puissance par voie	**Face à l'antenne**	**Sur les cotés**	**Dessous**	**Dessus**	**Derrière l'antenne**
Niveau 1 = 2,5 W / voie (34 dBm/voie)	1 ,8 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Niveau 2 = 6,3 W / voie (38 dBm/voie)	4,5 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Niveau 3 = 15,8 W / voie (42 dBm/voie)	6,5 m	1 m	1 m	1 m	1 m

**Table 21 : Périmètre de sécurité autour d'un émetteur PMR de réseaux dits « étendus »
4 voies sur antenne sectorielle**

5.4.4 Sites de 8 voies sur une antenne type sectorielle de gain maximal 15 dBi.

Le périmètre de sécurité en fonction des niveaux de puissance par voie est délimité par les distances données dans le tableau ci-dessous. A noter que ces distances sont valables quelle que soit la répartition des voies sur les ports d'antenne (8 voies sur 1 port ou 4 voies sur chaque port), l'antenne étant munie de deux ports d'antenne en polarisations croisées.

Emetteur PMR de réseaux dits « étendus » 8 voies sur antenne type sectorielle (15 dBi) à 400 MHz					
Niveau de puissance par voie	**Face à l'antenne**	**Sur les cotés**	**Dessous**	**Dessus**	**Derrière l'antenne**
Niveau 1 = 2,5 W / voie (34 dBm/voie)	3,8 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Niveau 2 = 6,3 W / voie (38 dBm/voie)	6 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Niveau 3 = 15,8 W / voie (42 dBm/voie)	9,5 m	2 m	2 m	2 m	1 m

**Table 22 : Périmètre de sécurité autour d'un émetteur PMR de réseaux dits « étendus »
8 voies sur antenne sectorielle**

5.4.5 Sites de 16 voies sur une antenne type sectorielle de gain maximal 15 dBi

Pour ces sites, deux possibilités s'offrent au niveau installation :

- 16 voies sur 1 port d'antenne en insérant un diviseur de puissance (pertes de 3 dB) entre la station de base et l'antenne.
- 16 voies réparties en 2 x 8 voies par port d'antenne, l'antenne étant munie de deux ports d'antenne en polarisations croisées.

Les périmètres de sécurité pour chacune des deux possibilités d'installation sont donnés dans les tableaux ci-dessous.

Emetteur PMR de réseaux dits « étendus » 16 voies sur 1 port d'antenne (avec diviseur de puissance à pertes 3 dB) Antenne type sectorielle (15 dBi) à 400 MHz.					
Niveau de puissance par voie	**Face à l'antenne**	**Sur les cotés**	**Dessous**	**Dessus**	**Derrière l'antenne**
Niveau 1 = 2,5 W / voie (34 dBm/voie)	3,8 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Niveau 2 = 6,3 W / voie (38 dBm/voie)	6 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Niveau 3 = 15,8 W / voie (42 dBm/voie)	9,5 m	2 m	2 m	2 m	1 m

**Table 23 : Périmètre de sécurité autour d'un émetteur PMR de réseaux dits « étendus »
16 voies sur 1 port d'une antenne sectorielle**

Emetteur PMR de réseaux dits « étendus » 16 voies réparties sur 2 ports d'antenne Antenne type sectorielle (15 dBi) à 400 MHz.					
Niveau de puissance par voie	**Face à l'antenne**	**Sur les cotés**	**Dessous**	**Dessus**	**Derrière l'antenne**
Niveau 1 = 2,5 W / voie (34 dBm/voie)	5,5 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Niveau 2 = 6,3 W / voie (38 dBm/voie)	8 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Niveau 3 = 15,8 W / voie (42 dBm/voie)	13 m	2,5 m	2,5 m	2,5 m	1 m

**Table 24 : Périmètre de sécurité autour d'un émetteur PMR de réseaux dits « étendus »
16 voies sur 2 ports d'une antenne sectorielle**

6 Périmètres de sécurité et règles radioélectriques d'installation pour les systèmes de boucle locale radio (BLR) à large bande à 3,5 GHz tels que Wimax.

6.1 Généralités

Dans ce chapitre sont décrits les caractéristiques des principaux types d'émetteurs utilisés par les systèmes de boucle locale radio à large bande tels que Wimax actuellement implantés en France dans les bandes de fréquence comprises entre 3 400 et 3 600 MHz et les périmètres de sécurité à l'intérieur desquels les niveaux de référence sont dépassés ou susceptibles d'être dépassés.

Dans la mesure où ces périmètres ont été établis pour les émetteurs de systèmes de boucle locale radio tels que Wimax actuellement utilisés et pour les configurations les plus fréquemment rencontrées, ils devront être adaptés au cas par cas par les opérateurs, en fonction des possibles évolutions du matériel utilisé et de l'éventuelle spécificité de la configuration de l'installation.

La puissance des stations n'excède pas quelques watts. Deux types d'émetteurs sont à considérer :

- les stations centrales qui sont en général installées sur des points hauts. On trouve alors deux catégories d'antenne : les antennes panneau, directionnelles et les antennes fouet, omnidirectionnelles ;
- les stations terminales de l'abonné. Parmi ces stations, on peut distinguer deux types : les stations fixes à antenne déportée fonctionnant principalement en extérieur, et les terminaux portatifs ou mobiles. Ce guide aborde uniquement les stations terminales fixes.

6.2 Antennes de stations centrales

6.2.1 Antennes fouet

Il s'agit ici d'antennes omnidirectionnelles pour des petites zones de couvertures, avec une PIRE maximale de 46 dBm (10,5 dBi pour le gain d'antenne et 35,5 dBm pour la puissance injectée à l'antenne).
Le périmètre de sécurité est alors défini par les distances données ci-dessous :

Antenne fouet	
Autour de l'antenne, dans le plan horizontal	0,5 m
Au-dessous de l'antenne	0,5 m
Au-dessus de l'antenne	0,5 m

Table 25 : Périmètres de sécurité autour d'une antenne fouet type Wimax

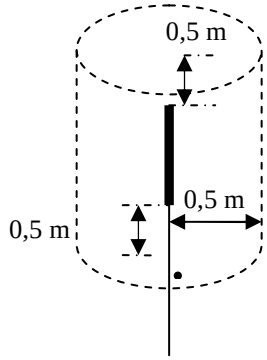


Figure 15 : Antenne fouet type Wimax

6.2.2 Antennes panneaux

Il s'agit dans cette partie d'antennes sectorielles fortement utilisées dans les systèmes « point à multipoint ». En pratique, une PIRE maximale de 58 dBm sera considérée comme représentative des configurations réelles, soit un gain d'antenne de 17 dBi, et une puissance injectée à l'antenne de 41 dBm.
Le périmètre de sécurité est alors donné par les distances mentionnées ci-dessous :

Antenne panneau	
Face à l'antenne	3,6 m
Sur le côté de l'antenne	1,5 m
Au-dessous de l'antenne	0,1 m
Au-dessus de l'antenne	0,1 m
Derrière l'antenne	0 m

Table 26 : Périmètres de sécurité autour d'une antenne panneau type Wimax

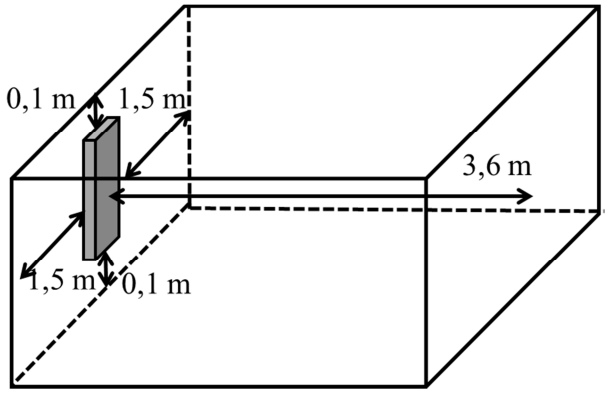


Figure 16 : Antenne Panneau type Wmax

6.3 Antennes pour terminaux abonnés de type fixe

Etant donnés les faibles niveaux de puissance émise et en raison de la proximité potentielle avec l'utilisateur, la vérification directe de la conformité aux restrictions de base est plus pertinente et techniquement plus justifiée que la vérification de la conformité aux niveaux de référence, afin de ne pas induire des périmètres de sécurité inadaptés. Il est donc nécessaire d'évaluer le DAS. La mesure est effectuée conformément à la norme européenne CENELEC EN 50383
D'après cette norme, les restrictions de base corps entier sont nécessairement vérifiées si la puissance totale émise est inférieure à 1 watt.

Concernant les restrictions de base locales, les mesures suivant cette même norme doivent être réalisées afin de vérifier si la conformité au contact est assurée ou si un périmètre de sécurité (en général de quelques centimètres) doit être pris en compte.

7 Périmètres de sécurité et règles radioélectriques d'installation pour les systèmes utilisés dans les réseaux locaux (RLAN) tels que le Wifi

7.1 Généralités

Ce chapitre décrit les caractéristiques des principaux types d'émetteurs utilisés dans les réseaux locaux RLAN à 2,45 GHz et à 5 GHz actuellement implantés en France tels que le Wifi.

Dans la mesure où les résultats de ce chapitre ont été établis pour les émetteurs des réseaux locaux RLAN actuellement utilisés et pour les configurations les plus fréquemment rencontrées, ils devront être adaptés au cas par cas par les opérateurs, en fonction des possibles évolutions du matériel utilisé et de l'éventuelle complexité de la configuration de l'installation.

Un réseau RLAN est en général constitué d'un point d'accès auquel peuvent se connecter des stations terminales. Ce guide ne traite que des points d'accès. Par conséquence, les stations terminales de l'abonné (en général intégrées dans les ordinateurs portables, les téléphones…) ne seront pas abordées.

Pour plus d'informations, un rapport a été mis en ligne par l'autorité de régulation des communications électroniques et des postes (ARCEP), intitulé : « Evaluation du niveau des champs électromagnétiques produits par les réseaux locaux radioélectriques RLAN ou WLAN (Wifi) / Etudes Supélec » (http://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/synth-etudesupelec-Wifi-dec06.pdf). Les mesures mentionnées dans ce rapport sont effectuées à 2,45 GHz.

7.2 Caractéristiques des réseaux locaux à 2,45 GHz

La réglementation radioélectrique (décisions 02-1009 et 03-908 de l'ARCEP) prévoit une PIRE maximale de 100 mW pour les équipements RLAN dans la bande considérée. Il est important de noter que la puissance de 100 mW (PIRE maximale) est la puissance isotrope rayonnée équivalente (efficace) pendant l'émission d'un paquet de données. Compte tenu de l'aspect non permanent de l'émission radioélectrique en Wifi, la puissance moyenne est toujours inférieure à la PIRE maximale autorisée.

La valeur du champ électromagnétique décroît rapidement lorsque la distance à l'antenne augmente, ce qui entraîne, au vu des faibles puissances en jeu, qu'au-delà de quelques mètres, la contribution d'un équipement RLAN à 2,45 GHz (utilisé dans les conditions nominales prescrites par le constructeur) devient négligeable en termes d'exposition.

Au-delà de quelques centimètres, les formules de champ lointain s'appliquent. La figure suivante est alors obtenue, confirmant cette décroissance rapide du champ.

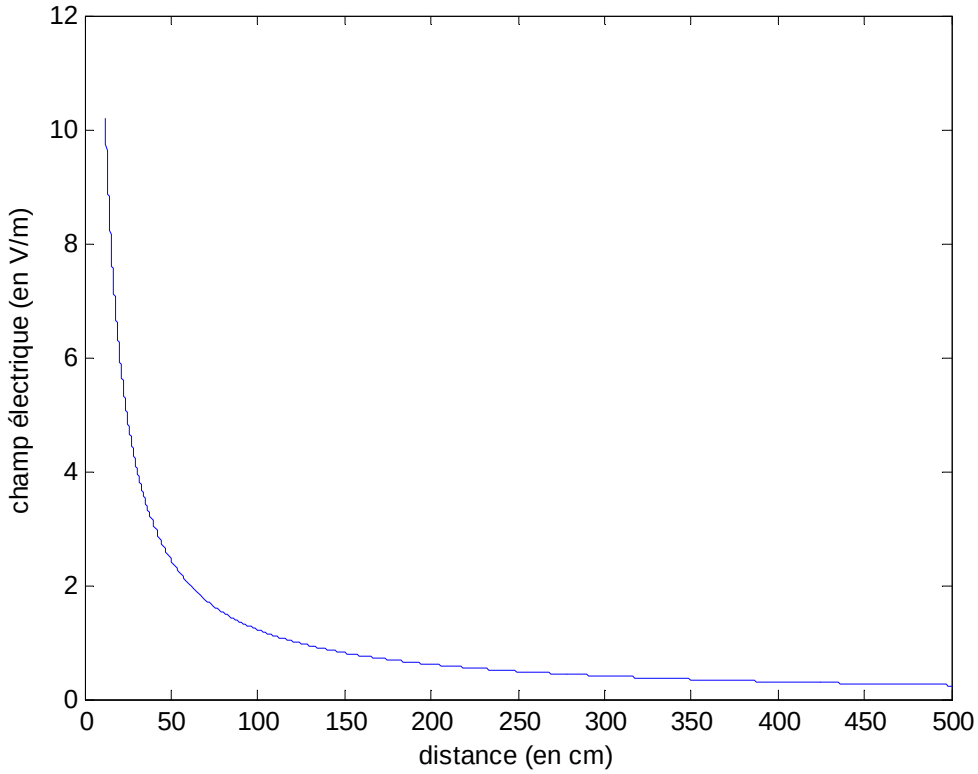


Figure 17 : Evolution théorique du champ électrique pour une PIRE maximale de 50 mW

La figure ci-dessus permet de dresser le constat suivant : au-delà de quelques mètres la contribution d'un équipement Wifi devient négligeable en termes d'exposition et il est très difficile de l'identifier.

7.3 Caractéristiques des réseaux locaux à 5 GHz

La réglementation radioélectrique (décisions 05-1080 et 05-1081 publiées par l'ARCEP) prévoit une PIRE maximale de :

- 200 mW dans la bande 5 150-5 350 MHz, uniquement pour une utilisation intérieure.
- 1 W dans la bande 5 470-5 725 MHz, pour une utilisation intérieure comme extérieure.

En règle générale, les points d'accès installés en intérieur utilisent une PIRE maximale inférieure à 200 mW. Les points d'accès avec une puissance supérieure sont plutôt destinés à des applications en extérieur.

Il est important de noter que la puissance mentionnée est la puissance isotrope rayonnée équivalente (efficace) pendant l'émission d'un paquet de données. Compte tenu de l'aspect non permanent de l'émission radioélectrique en Wifi, la puissance moyenne est toujours inférieure à la PIRE maximale autorisée.

7.4 Périmètres de sécurité

En raison de la proximité potentielle de l'équipement avec l'utilisateur, la vérification directe de la conformité aux restrictions de base est plus pertinente et techniquement plus justifiée que la vérification de la conformité aux niveaux de référence, afin de ne pas induire des

périmètres de sécurité inadaptés. Il est donc nécessaire d'évaluer le DAS. La mesure est effectuée conformément à la norme CENELEC EN 50383.

D'après cette norme, les restrictions de base corps entier sont nécessairement vérifiées si la puissance totale émise est inférieure à 1 watt.

Concernant les restrictions de base locales, les mesures suivant cette même norme devraient être réalisées au contact afin de vérifier si la conformité est assurée dans ces conditions ou si un périmètre de sécurité doit être pris en compte.

Dans la pratique, des mesures effectuées sur du matériel couramment utilisé ont montré des valeurs de DAS local ne dépassant pas 0,9 W/kg dans le pire cas (cas d'une antenne directionnelle pour une PIRE maximale de 1 W, mesure au contact), à comparer avec la valeur limite du DAS local de 2 W/kg pour la tête ou le tronc.
Les valeurs de DAS pour une PIRE maximale inférieure ou égale à 200 mW seront a fortiori plus faibles.

Ces résultats tendent à montrer qu'aucun périmètre de sécurité n'est nécessaire pour ces équipements.

8 Futures évolutions

Ce guide sera révisé et complété au fil de l'évolution des systèmes radioélectriques, des configurations d'installation et des normes d'évaluation associées ou par l'arrivée de nouveaux systèmes.

ANNEXE 1 : circulaire DGS/7D UHC/QC/ D4E/ et DIGITIP du 16 Octobre 2001

CIRCULAIRE

Circulaire du 16 octobre 2001 relative à l'implantation des antennes relais de radiotéléphonie mobile

NOR: MESP0123753C

Version consolidée au 16 juillet 2014

Paris, le 16 octobre 2001.

Le ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement, le ministre délégué à la santé, la secrétaire d'Etat au logement et le secrétaire d'Etat à l'industrie à Mesdames et Messieurs les préfets de région et de département

Le développement de la radiotéléphonie mobile vise à satisfaire une demande croissante de télécommunication. Il s'accompagne d'un important déploiement d'infrastructures qui sont parfois perçues par les riverains comme une source de risques pour leur santé et qui peuvent avoir une incidence sur l'environnement. Il convient de rechercher des solutions permettant d'assurer la protection de la santé de la population, tout en prenant en compte la protection de l'environnement et le maintien de la qualité du service rendu.

La présente circulaire rappelle les limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques, définies par la recommandation du Conseil de l'Union européenne en date du 12 juillet 1999, qui seront rendues d'application obligatoire aux termes des travaux réglementaires en cours. Elle fournit aux gestionnaires d'immeubles et aux opérateurs de téléphonie des règles simples pour l'implantation des stations de base de radiotéléphonie mobile qui permettent notamment de respecter ces limites d'exposition du public.

La présente circulaire rappelle également les réglementations permettant aux autorités de s'assurer d'une bonne prise en compte de l'environnement dans l'installation des équipements radiotéléphoniques.

Enfin, elle vous invite à élargir le champ et la composition des structures de concertation mises en place pour traiter des aspects environnementaux, afin de traiter également l'aspect sanitaire.

Afin de fournir des éléments de réponse aux nombreuses questions que soulève chez le public l'installation de ces antennes, nous vous demandons de diffuser largement cette circulaire aux professionnels et collectivités concernés (opérateurs de radiotéléphonie mobile, gestionnaires de patrimoine immobilier, contrôleurs techniques, collectivités locales, services de renseignement du public, services déconcentrés compétents).

1. Protection de la santé

Sur la base des évaluations de risque publiées à ce jour au plan international, aussi bien celle de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) que celle de la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP), le Conseil de l'Union européenne a publié le 12 juillet 1999 une recommandation concernant la limitation de l'exposition du public à l'ensemble des champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz). Les niveaux d'exposition aujourd'hui

constatés se situant très en dessous des limites européennes, l'hypothèse d'un risque pour la santé des populations riveraines des stations de base de radiotéléphonie mobile n'a pas été retenue par les groupes d'experts nationaux et internationaux (Royaume-Uni, France, OMS).
Cette recommandation définit des valeurs limites d'exposition, appelées « restrictions de base ». Vous noterez que ces restrictions de base sont cinquante fois plus faibles que les niveaux d'exposition capables de provoquer un échauffement significatif des tissus, seul effet avéré d'une exposition prolongée aux rayonnements électromagnétiques dans la gamme de fréquences considérée. Ce choix introduit un facteur de sécurité supplémentaire vis-à-vis d'éventuels effets non thermiques pour lesquels de nombreuses études et recherches sont toujours en cours. Pour des raisons pratiques liées aux méthodes de mesure, la recommandation définit également des niveaux de référence dont le respect garantit celui des restrictions de base précitées. Les restrictions de base et les niveaux de référence applicables aux installations de radiotéléphonie mobile sont présentés en annexe 1.
Sur la base des valeurs fixées par cette recommandation européenne, le Centre scientifique et technique du bâtiment a établi des règles pratiques d'installation des stations de base, visant notamment à délimiter les périmètres de sécurité autour des antennes relais. Ces règles sont présentées en annexe 1. Elles s'appliquent aux installations nouvelles sans délais et aux antennes existantes dans un délai maximum de 6 mois. Il sera possible de s'en affranchir lorsque la configuration particulière de la station de base fait obstacle à la mise en oeuvre des règles élémentaires proposées, sous réserve toutefois de toujours respecter la limite d'exposition du public mentionnée ci-avant. Dans ce cas, le dossier technique détaillé transmis à l'Agence nationale des fréquences (ANFR), dans le cadre de la procédure d'autorisation mentionnée ci-dessous, doit démontrer le respect de la valeur limite d'exposition du public.
Suite à la publication de l'ordonnance (1) du 25 juillet 2001 transposant notamment la directive 1999/5/CE (2), le cahier des charges des opérateurs relatif à l'établissement et à l'exploitation des réseaux de radiotéléphonie mobile va être modifié pour prendre en compte les dispositions relatives à la protection de la santé publique, en introduisant une référence aux valeurs limites d'exposition figurant dans la recommandation du 12 juillet 1999. Il appartiendra donc aux opérateurs et installateurs de prendre les dispositions nécessaires pour que ces niveaux soient respectés en tout lieu où le public est amené à séjourner. De plus, le respect de ces valeurs limites d'exposition sera vérifié par l'ANFR dans le cadre de la procédure d'autorisation des installations de radiotéléphonie mobile.
En application de cette ordonnance, nous vous informons que les valeurs limites d'exposition applicables aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication seront introduites prochainement, par décret, dans la réglementation nationale.

2. Protection de l'environnement

Le développement du réseau de téléphonie mobile a conduit à multiplier les équipements et, par là même, à aggraver leur impact sur l'environnement. Les opérations d'enfouissement des réseaux auxquelles on assiste depuis quelques années ne peuvent en effet pas être envisagées pour la radiotéléphonie mobile qui requiert un support vertical situé sur un point haut afin de donner aux antennes le dégagement nécessaire à la diffusion des ondes hertziennes. La difficulté d'insertion d'un relais dans l'environnement réside dans la nécessité de concilier pour chaque projet diverses données d'ordre technique, réglementaire et paysager.
Vous trouverez en annexe 2 le rappel des procédures et règles existantes pour une prise en compte effective des questions relatives à la protection de l'environnement

lors de l'installation des antennes de stations de base. Ces dispositions sont extraites du code de l'urbanisme et du code des postes et télécommunications.
Une charte nationale de recommandations environnementales entre l'Etat (3) et les opérateurs de radiotéléphonie mobile, du 12 juillet 1999, engage, d'une part, les opérateurs à orienter les choix d'implantation et de conception de leurs équipements dans le respect des contraintes environnementales liées à la qualité et à la fragilité des milieux naturels et, d'autre part, les services de l'Etat à fournir tous les éléments susceptibles de les aider à respecter cet engagement ; un guide méthodologique pour une meilleure insertion des équipements de radiotéléphonie dans le paysage a été édité afin d'orienter les choix d'implantation des équipements dans le respect des contraintes environnementales (4).

3. Mise en place de structures de concertation

Dans un contexte de forte expansion, l'absence de concertation sur la prise en compte de la protection de l'environnement a conduit parfois à des incohérences dans les choix d'implantation. Ce constat vous avait amené, conformément aux instructions contenues dans la circulaire du 31 juillet 1998, à créer des instances de concertation constituées de représentants des services déconcentrés de l'Etat, des collectivités locales, des services locaux de l'ANFR et des opérateurs de télécommunications concernés. Depuis, les inquiétudes du public vis-à-vis d'éventuels effets sanitaires des champs générés par les stations de base se sont accrues notamment en milieu urbain.
Aussi, afin de prendre en compte ces préoccupations, ces instances de concertation doivent être maintenues, mais leur domaine d'intervention et leur composition doivent être élargis au domaine sanitaire. Ainsi, elles devront traiter des questions suivantes :
1. Continuer à examiner les projets d'équipement et les confronter à la sensibilité des sites envisagés en vue d'une meilleure insertion dans l'environnement. Ces initiatives prises à l'échelon régional ou départemental présentent un double avantage : d'une part, établir le dialogue en amont avec les opérateurs pour favoriser une meilleure insertion des équipements dans le paysage et, d'autre part, faciliter l'instruction des dossiers. L'insertion des stations de base dans le paysage urbain constitue un axe de réflexion particulièrement sensible ;
2. Organiser l'information des collectivités locales afin de les aider à répondre aux questions du public notamment en ce qui concerne l'exposition aux champs électromagnétiques et de faciliter la gestion des éventuels conflits de voisinage provoqués par l'implantation des antennes.
Outre la DDASS, vous pourrez adjoindre à ces instances des représentants des associations ou organismes intéressés (riverains, parents d'élèves...) pour définir avec eux les actions d'information à mettre en place.
Vous noterez que l'ANFR, chargée d'assurer la coordination technique de l'implantation des stations radioélectriques, peut être à même de fournir, sur demande, les informations pertinentes aux services déconcentrés de l'Etat pour qu'ils aient connaissance des sites d'implantation.

4. Contrôle des obligations des opérateurs

Compte tenu des missions que la loi a confiées à l'Autorité de régulation des télécommunications (ART), vous pouvez saisir celle-ci de tout manquement aux obligations en matière de protection de l'environnement et de la santé prévues par le code des postes et télécommunications que vous pourriez constater de la part des opérateurs.
Dans le cas où des contrôles seraient réalisés à la demande des usagers ou des collectivités, pour vérifier le respect des limites d'exposition du public, vous demanderez aux organismes de contrôle technique de faire usage du protocole de

mesures et du formulaire de présentation des résultats définis par l'ANFR. Ces organismes de contrôle technique communiqueront le formulaire complété à l'ANFR afin de permettre la publication des résultats.
Vous trouverez sur le site Internet de l'ANFR (www.anfr.fr) toutes les informations complémentaires utiles relatives à ces organismes de contrôle technique.

*

* *

Vous voudrez bien nous signaler sous les présents timbres les difficultés que vous rencontrerez dans cette action.
(1) Ordonnance no 2001-670 du 25 juillet 2001 portant adaptation au droit communautaire du code de la propriété industrielle et du code des postes et télécommunications (Journal officiel de la République Française du 28 juillet 2001).
(2) Directive 1999/5/CE du 9 mars 1999 concernant les équipements hertziens et les équipements terminaux de télécommunication et la reconnaissance mutuelle de leur conformité.
(3) Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et ministère de la culture
(4) Ce guide, publié par le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, peut être demandé à la direction des études économiques et de l'évaluation environnementale (fax : 01-42-19-25-14).
Nota. - Les annexes seront publiées au Bulletin officiel du ministère de l'emploi et de la solidarité.

Le ministre délégué à la santé,
Pour le ministre et par délégation :
Le directeur général de la santé,
L. Abenhaim

Le ministre de l'aménagement du territoire
et de l'environnement,
Pour le ministre et par délégation :
Le directeur des études économiques
et de l'évaluation environnementale,
D. Bureau

La secrétaire d'Etat au logement,
Pour la secrétaire d'Etat et par délégation :
Le directeur général de l'urbanisme,
de l'habitat et de la construction,
F. Delarue

Le secrétaire d'Etat à l'industrie,
Pour le secrétaire d'Etat et par délégation :
La directrice générale de l'industrie,
des technologies de l'information
et des postes,
J. Seyvet

ANNEXE 2 : méthodologie pour l'évaluation des distances de sécurité

Les niveaux de référence sont fournis à des fins d'évaluation de l'exposition pour déterminer dans la pratique si les restrictions de base risquent d'être dépassées. Dans une situation d'exposition particulière, des valeurs mesurées ou calculées de ces grandeurs peuvent être comparées avec le niveau de référence approprié. Le respect du niveau de référence garantira le respect de la restriction de base correspondante. Si la valeur mesurée est supérieure au niveau de référence, il n'en découle pas nécessairement un dépassement de la restriction de base comme l'indique le décret n° 2002-775[2]. La conformité aux valeurs limites d'exposition doit être établie à partir des restrictions de base, c'est-à-dire le débit d'absorption spécifique (DAS) corps entier et DAS local dans la gamme de fréquence concernée. Cette évaluation du DAS ne peut pas être réalisée sur place. Elle est effectuée par calcul ou en laboratoire conformément aux normes internationales EN 50383 et CEI 62232 sur tous les types d'équipements concernés.

D'autre part, pour estimer les périmètres de sécurité, il convient d'utiliser la méthode applicable et la plus adaptée permettant d'obtenir le niveau d'exactitude exigé.

La norme CEI 62232 décrit à la fois des méthodes de mesure du DAS local en laboratoire et elle fournit également des formules pratiques d'estimation d'une borne supérieure du DAS[3] (corps entier et local). Il est donc possible d'estimer de manière simple un majorant des distances de sécurité en recourant à ces formules.

Pour appliquer les formules d'estimation d'un majorant du DAS, les caractéristiques suivantes de la station de base sont nécessaires :

- bande de fréquences de tous les émetteurs ;
- angles d'ouverture d'antenne à 3 dB sur les plans : azimutal (horizontal) et en élévation (vertical) ;
- longueur physique du réseau d'antenne pour chaque bande mesurée ;
- le gain maximal de l'antenne d'émission ;
- la puissance maximale en entrée du connecteur d'antenne.

Les restrictions de base, exprimées en W/kg, se composent d'une limite d'exposition pour le corps entier (0,08 W/kg) et d'une limite d'exposition locale (2 ou 4 W/kg pour toute masse de tissu de 10 g).

Applicabilité des formules : les formules d'estimation sont données pour les trois principales directions avant, arrière et axiale (dessus/dessous). Le tableau A.2 extrait de la norme CEI 62232 : 2011 résume l'applicabilité des formules d'estimation :

[2]« Le respect du niveau de référence garantira le respect de la restriction de base correspondante. Si la valeur mesurée est supérieure au niveau de référence, il n'en découle pas nécessairement un dépassement de la restriction de base. »

[3] Donnée en Annexe F.3 de la norme CEI 62232 :2011

Direction de validité	Types d'antennes	Valeur d'estimation fournie	Restrictions supplémentaires
Avant	Antennes directionnelles et omnidirectionnelles	Limite supérieure du DAS local	Distance de séparation entre fantôme[4] et antenne *d*, supérieure à 20 cm.
Arrière	Antennes directionnelles	Limite supérieure du DAS local	Non Applicable
Axiale	Antennes directionnelles et omnidirectionnelles	Limite supérieure du DAS local	Non Applicable

Tableau A.2 : Applicabilité des formules d'estimation du DAS local

Ce tableau appelle plusieurs commentaires :

- aucune formule d'estimation d'une borne supérieure du DAS local « sur les côtés » n'est disponible. Si l'absence de formule ne pose donc pas de problème pour les antennes omnidirectionnelles[5], il est nécessaire de recourir aux niveaux de référence pour calculer le périmètre de sécurité sur les côtés concernant les antennes directives ;
- lorsque les antennes associées sont omnidirectionnelles, les distances de séparation arrière, sur les côtés et avant coïncident et peuvent donc être estimées par la formule en direction avant ;
- la formule d'estimation de la distance de séparation avant n'étant valable que pour des distances supérieures à 20 cm, cette distance est implicitement un minorant pour la direction avant (les autres directions étant valables dans tous les cas) ;
- comme indiqué par la norme CEI 62232 « Les formules d'estimation du DAS fournissent une estimation prudente (niveau de confiance à 95 %) du DAS local et du DAS du corps entier ».

Pour la détermination des périmètres de sécurité via les formules d'estimation du DAS local, l'approximation maximisante suivante est considérée : le DAS local total est égal à la somme des DAS locaux dans chaque bande supportée par la station de base émettant dans la même zone.

[4] La moyenne spatiale du DAS maximal (la moyenne est en général calculée sur 1 g ou 10 g de tissu) peut être évaluée par mesures des champs électriques induits dans un modèle de corps humain (par exemple, fantôme plan) exposé à des champs électromagnétiques

[5] Car dans le plan horizontal, le périmètre de sécurité « sur les côtés » est identique au périmètre de sécurité à l'avant et à l'arrière du dipôle