



Périmètres de sécurité 5G

Périmètres de sécurité

Les périmètres de sécurité permettent de garantir la conformité des installations vis-à-vis des valeurs limites de référence.

Antennes à faisceau fixe: puissance maximale théorique configurée, sans tenir compte des 6 minutes

Antennes à faisceaux variables : variabilité spatiale et temporelle accrue → en moyenne sur 6 minutes, l'antenne n'émet pas à puissance maximale dans tous les faisceaux

Possibilité de recourir à la puissance maximale réelle sur 6 minutes pour les périmètres de sécurité

Implémentation dans le DR 17-6

2.3 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 électrique 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.

$$E^2 = 30 \cdot P \cdot G / d^2 \quad (1)$$

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 (en dBi),
d : distance entre l'antenne d'émission et le point considéré (en m).

Note : le règlement des radiocommunications définit la 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 $E^2 = 30 \cdot \text{PIRE} / d^2$.

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) valable en espace libre bien que surestimant le niveau de champ réel permet de définir simplement et rapidement un périmètre de sécurité. L'utilisation de la puissance maximale injectée à l'antenne permet un calcul simple mais ne tient pas compte de la variabilité de puissance de l'antenne sur 6 minutes.

L'utilisation d'antennes à faisceaux orientables augmente la variabilité temporelle et spatiale des signaux. Ne pas prendre en compte la variabilité sur 6 minutes peut devenir une contrainte bloquante dans le cas de ces antennes.

La prise en compte d'une puissance maximale moyenne sur 6 minutes pour déterminer les périmètres de sécurité est possible dans la mesure où l'exploitant est en capacité de surveiller et contrôler que la puissance moyenne sur 6 minutes ne dépasse jamais dans la pratique la puissance utilisée pour définir les périmètres de sécurité.

L'utilisation de la **puissance maximale injectée** à l'antenne permet un calcul simple mais ne tient pas compte de la variabilité de puissance de l'antenne sur 6 minutes.

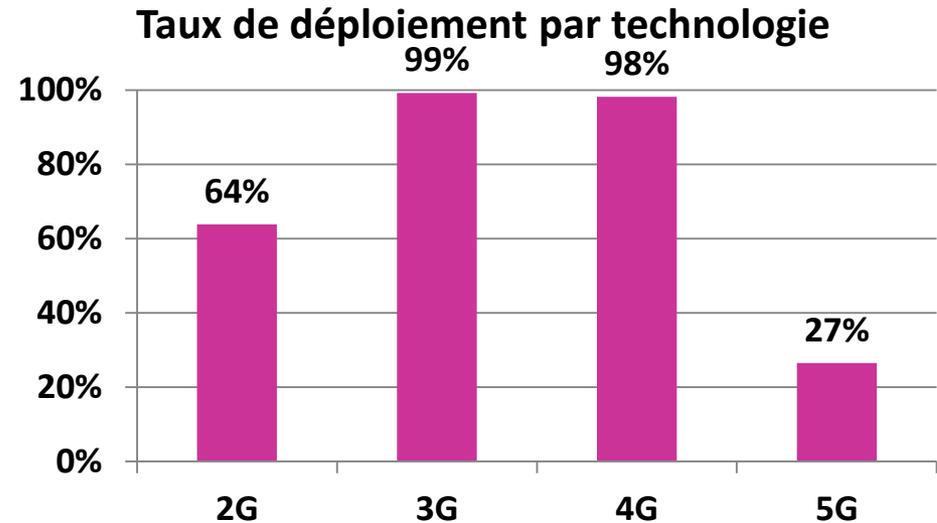
L'utilisation d'antennes à faisceaux orientables augmente la variabilité temporelle et spatiale des signaux. Ne pas prendre en compte la variabilité sur 6 minutes peut devenir **une contrainte bloquante** dans le cas des antennes.

La prise en compte d'une **puissance maximale moyenne sur 6 minutes** pour déterminer les périmètres de sécurité est possible dans la mesure où l'exploitant est en capacité **de garantir que la puissance moyenne sur 6 minutes ne dépasse jamais la puissance utilisée pour définir les périmètres de sécurité.**

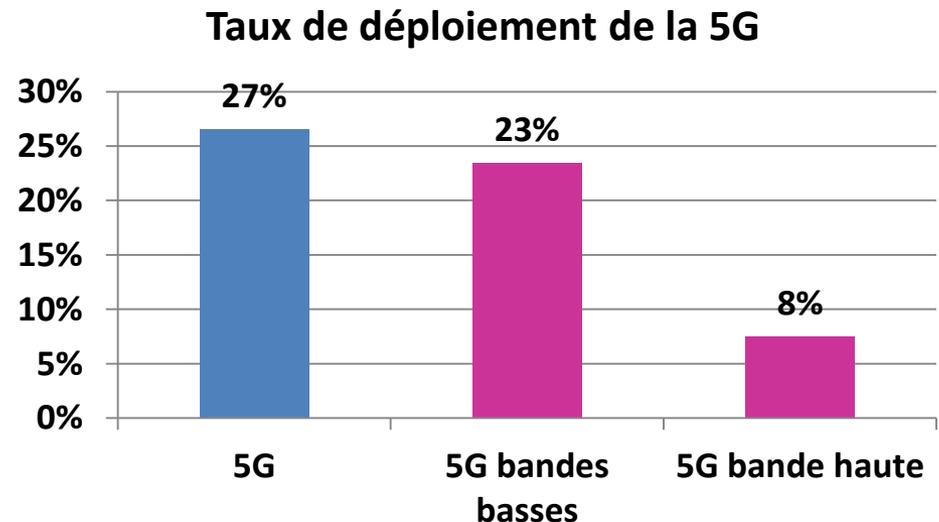
Le recours à une puissance maximale moyenne sur 6 minutes est possible pour tout type d'antenne et sera particulièrement intéressant pour les antennes actives à faisceaux orientables pour lesquelles la variabilité temporelle et spatiale des signaux augmente.

Déploiement de la 5G en France – Avril 2021

Un peu plus d'un quart des stations hébergent de la 5G



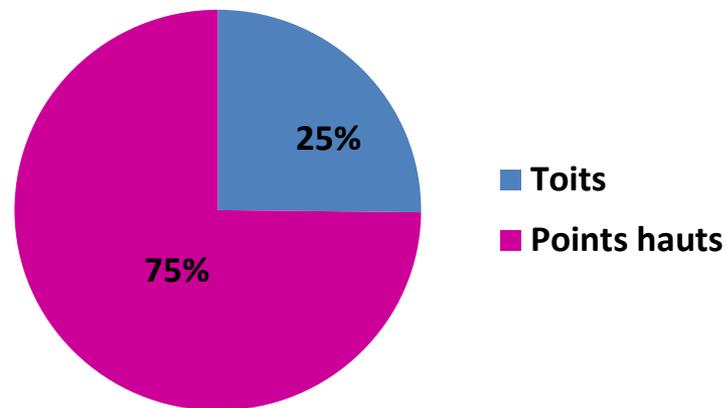
8% des stations sont équipées en 5G dans la nouvelle bande de fréquences 3500 MHz



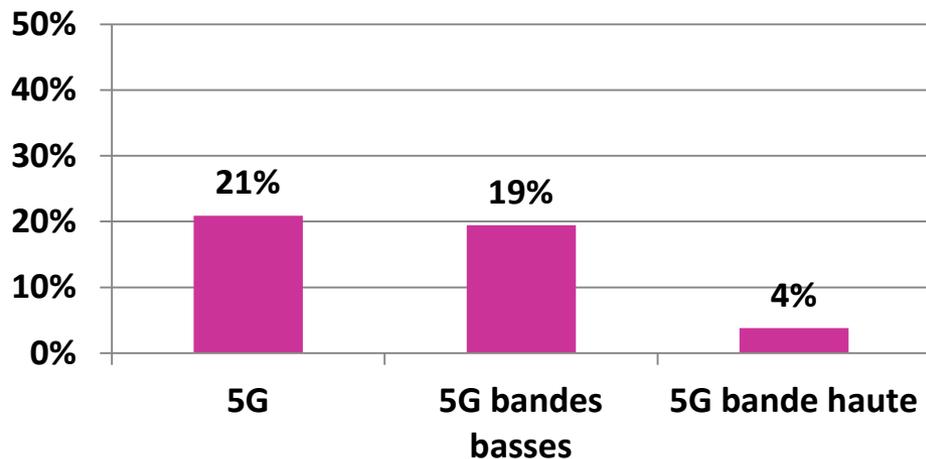
Points hauts vs toits– Avril 2021

$\frac{3}{4}$ des stations sont installées sur des points hauts (pylônes, tour, château d'eau....)

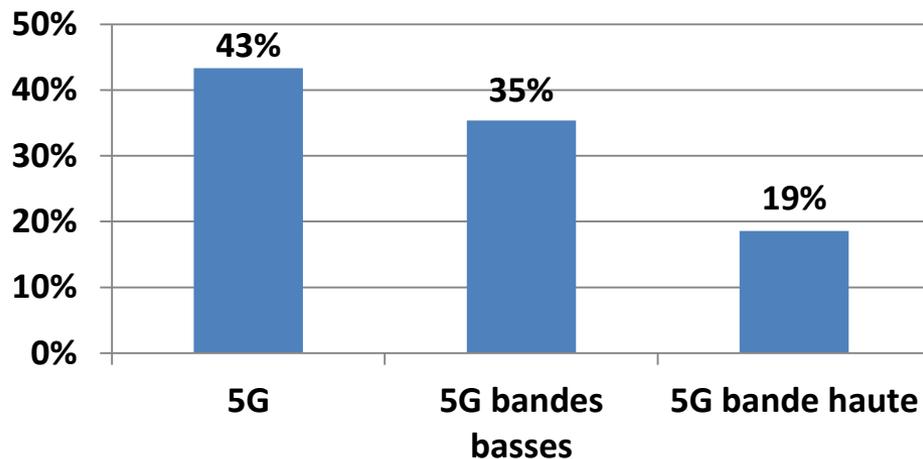
$\frac{1}{4}$ des stations sont installées sur des toits



Déploiement sur les points hauts

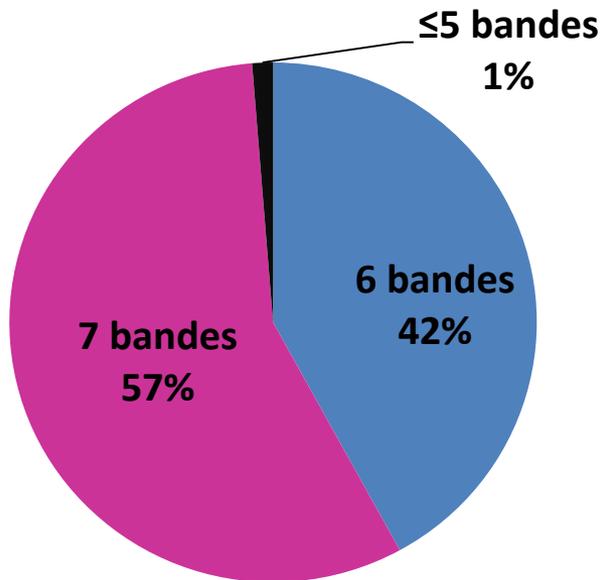


Déploiement sur les toits



Stations émettant de la 5G bande haute

La très grande majorité de ces stations (99%) émettent sur 6 ou 7 bandes.



Fréquence	Techno
TM 700	4G
TM 800	4G
TM 900	2G ou 3G
TM 1800	2G ou 4G
TM 2100	3G ou 4G
TM 2600	4G
TM 3600	5G

Configuration traitée

Dans les 6 bandes basses (TM 700, TM 800, TM 900, TM 1800, TM 2100, TM 2600) :

- 60 W par bande
- 18 dBi de gain maximal
- Antenne à faisceau fixe

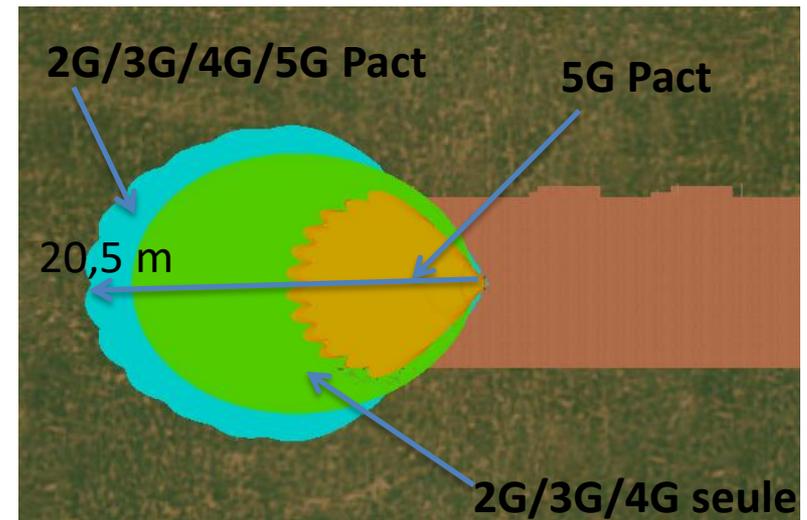
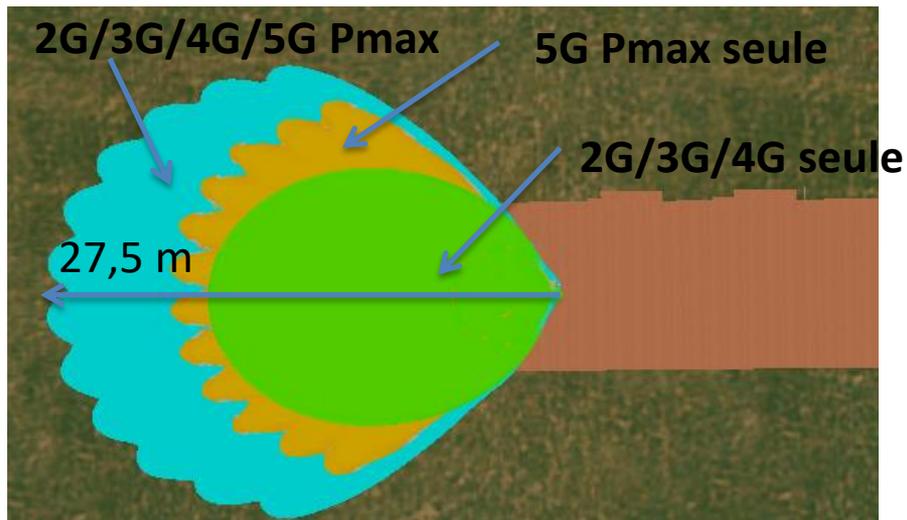
Dans la bande TM 3600

- 200 W de puissance maximale configurée
- 24,8 dBi de gain maximal
- 24 faisceaux possibles (12 avec un tilt de 3° et 12 avec un tilt de 8°)
- Facteur de réduction liée au ratio TDD -1,25 dB (75% de Pmax)
- Facteur de réduction liée à la moyenne sur 6 minutes - 6dB (25%)
- Exemple de la configuration verticale



7 bandes – configuration verticale

Configuration	Face	Côté
2G/3G/4G seule	17,5 m	6,5m
5G Pmax seule	20 m	10 m
2G/3G/4G/5G Pmax	27,5 m	12 m
Avec un facteur de réduction de 6 dB pour la 5G		
5G Pact seul	10 m	5 m
2G/3G/4G/5G Pact	20,5 m	8,5 m

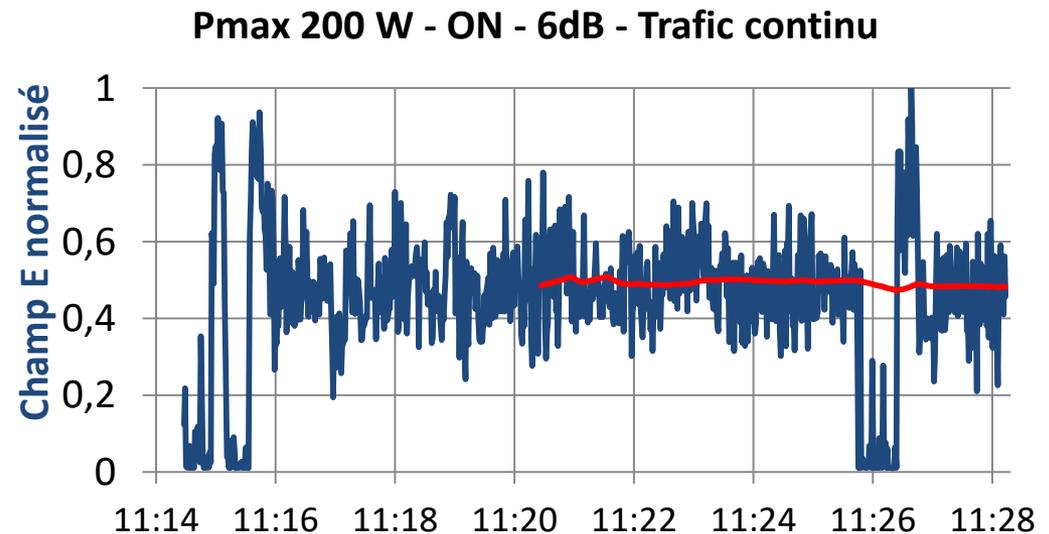
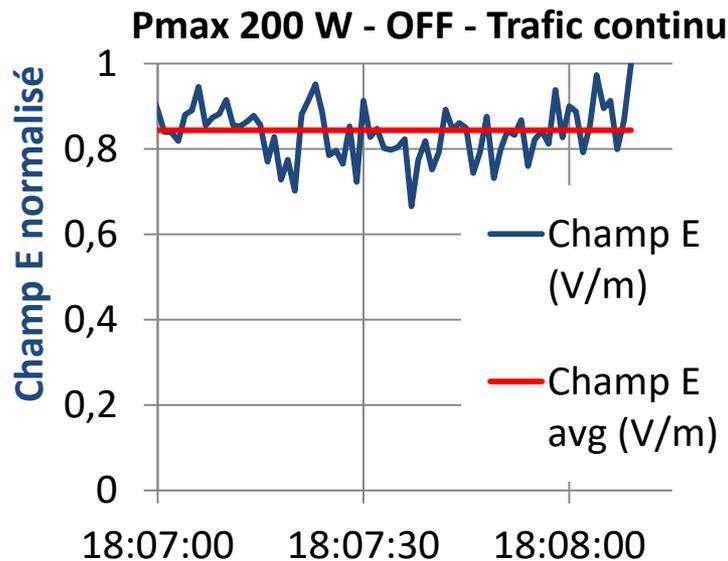


Mesure et contrôle de la puissance moyenne

Site Orange à Pau avec une antenne Huawei

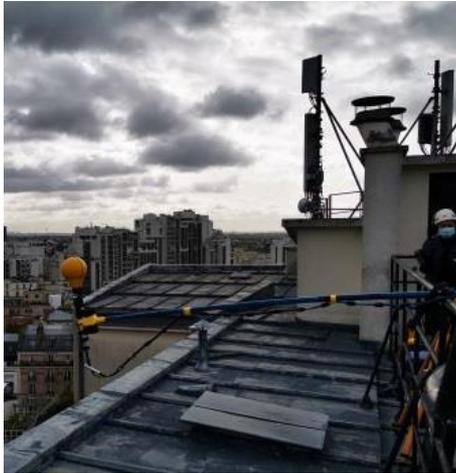


- Emission de l'antenne dans un seul faisceau à l'aide d'un mobile
- Trafic continu dans un faisceau
- Activation de la fonctionnalité de contrôle à -6dB

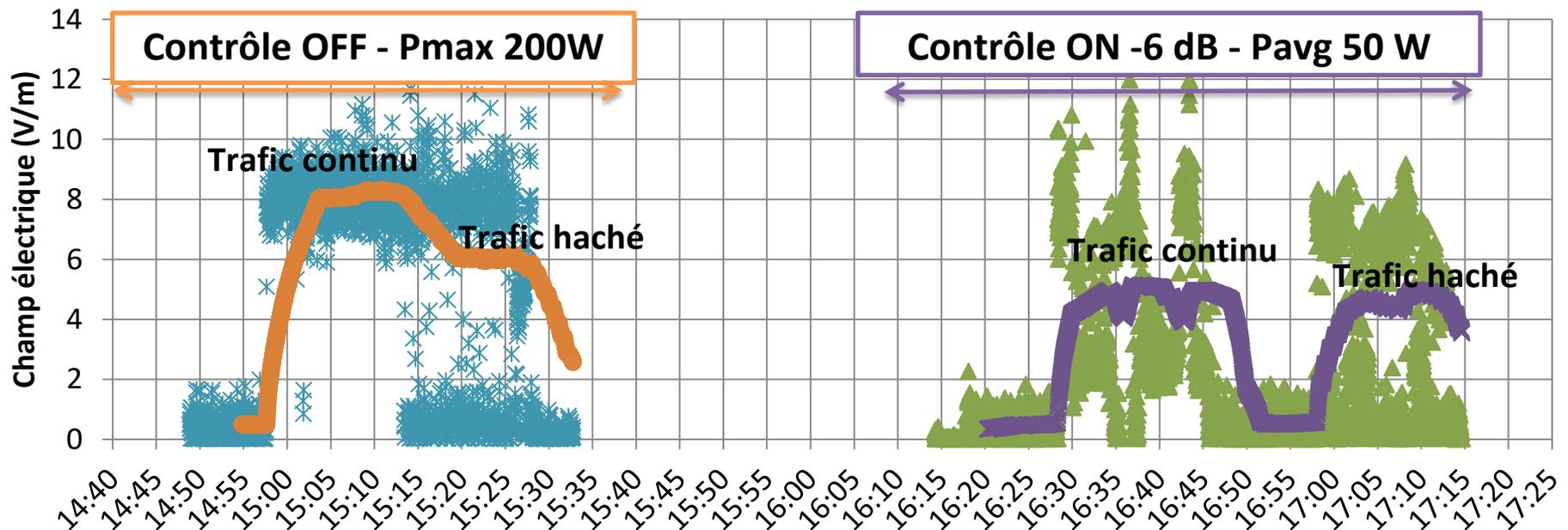


Mesure et contrôle de la puissance moyenne

Site Bouygues Telecom à Paris avec une antenne Ericsson



- Emission de l'antenne dans un seul faisceau à l'aide d'un mobile
- Trafic continu ou trafic haché (DL 1 Go + 15s pause)
- Activation de la fonctionnalité de contrôle à -6dB



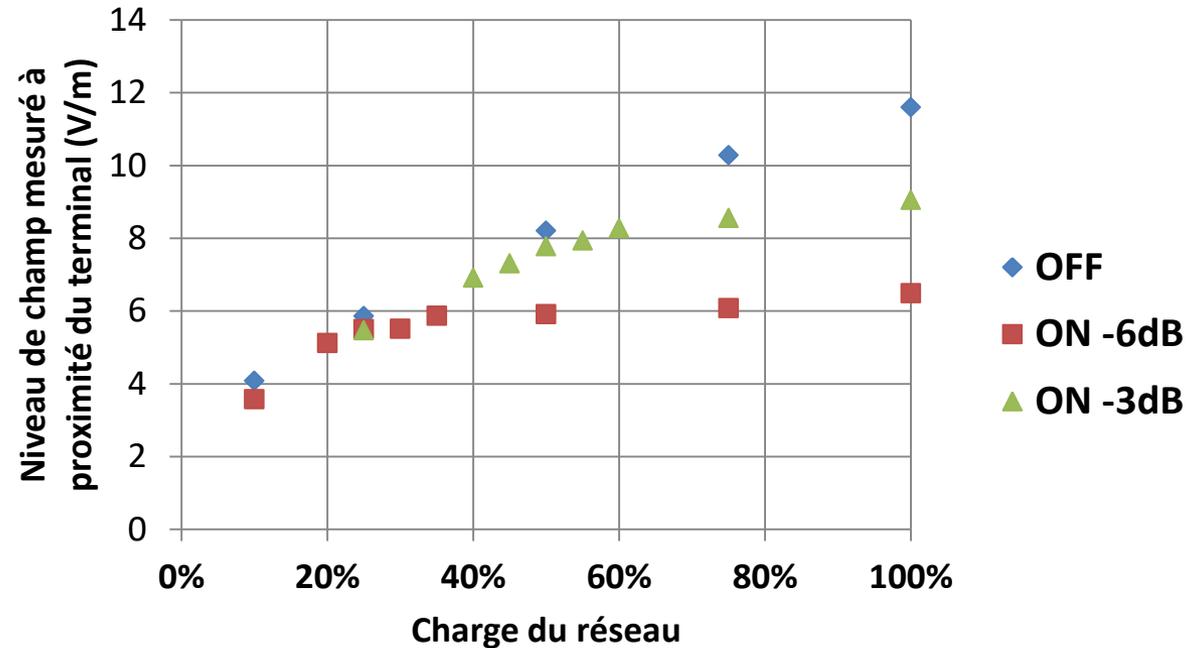
Mesure et contrôle de la puissance moyenne

Plateforme de test de Nokia Paris Saclay

NOKIA



- Emission de l'antenne dans un seul faisceau vers la sonde de mesure
- Charge du réseau programmable
- Activation de la fonctionnalité de contrôle à -3dB et -6dB



Les travaux de l'IEC 62232 Ed 3

Détermination de l'intensité de champ de radiofréquences, de la densité de puissance et du DAS à proximité des stations de base de radiocommunication dans le but d'évaluer l'exposition humaine



Nouveau: procédure d'évaluation basée sur l'approche de maximum réel

Constat: les réseaux ne sont pas construits pour que les stations de base émettent à puissance maximale sur de longue durée (6 minutes).

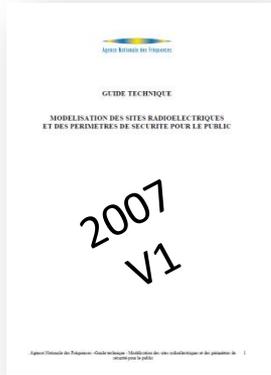
Avec les antennes à faisceaux orientables, la variabilité va augmenter.

Possibilité de recourir à la puissance maximale réelle sur 6 minutes pour les périmètres de sécurité « actual maximum approach » dans la norme IEC 62232

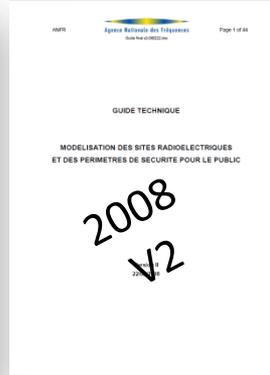
MAIS obligation de garantir que la puissance moyenne sur 6 minutes in situ ne dépasse jamais la puissance utilisée (« actual maximum) pour définir les périmètres de sécurité.

→ lignes directrices dans l'IEC 62232 pour valider ces outils indispensables à l'utilisation d'une puissance maximale moyenne pour déterminer les périmètres de sécurité

Mise à jour du guide ANFR DR 17



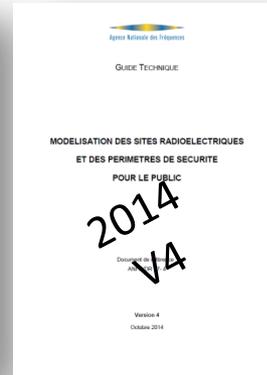
GSM 900,
GSM 1800 ,
UMTS 2100
FM , TV
BLR



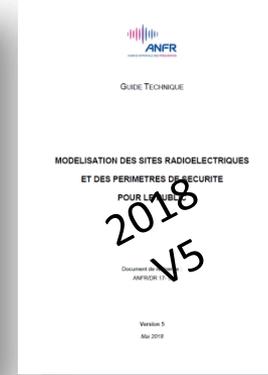
+ PMR
+ Wifi



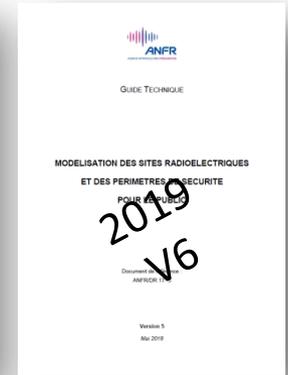
+ TMP



+ LTE 800
+ LTE 2600
- TMP



+ LTE 700



+ 5G 3600



+ configurations typiques 5G 3600
+ FH



Merci