Exposition aux ondes radiofréquences: quelles évolutions?

Journée scientifique RNI de la SFRP

Montpellier
Mardi, 2 octobre 2018

Emmanuelle Conil
Département Exposition du public aux champs électromagnétiques
emmanuelle.conil@anfr.fr

ANFR
AGENCE NATIONALE DES FRÉQUENCES

ANFR et exposition du public aux ondes

L'ANFR est un expert technique de l'État. Elle doit :

Pas de compétence sanitaire (ANSES*)

Installations radioélectriques

1 Veiller au respect des valeurs limites réglementaires

Terminaux

2 Tenir à jour le protocole de mesures

3 Gérer le dispositif national de mesure des champs

4 Contrôler la conformité des terminaux mis sur le marché (DAS)

5 Maîtriser l'exposition et améliorer l'information et la concertation

**Anses : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail*

Sommaire

1. Les évolutions récentes
   - pour les terminaux
   - pour les stations radioélectriques
2. Les évolutions futures
   - la 5G
   - côté terminal
   - coté stations des base
3. Perspectives

Sommaire

1. Les évolutions récentes
   - pour les terminaux
   - pour les stations radioélectriques
2. Les évolutions futures
   - la 5G
   - côté terminal
   - coté stations des base
3. Perspectives

Que contrôle l'ANFR en terme de DAS?

L'ANFR contrôle la conformité des terminaux radioélectriques mis sur le marché

Outre des contrôles administratifs, l'ANFR contrôle le DAS

3 types de DAS local :

DAS local corps

DAS tête

DAS tronc

DAS membres

Quelles sont les valeurs limites?

2 W/kg

2 W/kg

4 W/kg

Que contrôle l'ANFR en terme de DAS?

L'ANFR contrôle la conformité des terminaux radioélectriques mis sur le marché

Outre des contrôles administratifs, l'ANFR contrôle le DAS

3 types de DAS local :

Réglementation française (arrêté 8 octobre 2003)

DAS tête → 2 W/kg

DAS tronc → 2 W/kg

DAS membres → 4 W/kg

Quelles sont les valeurs limites?

Que contrôle l'ANFR en terme de DAS?

L'ANFR contrôle la conformité des terminaux radioélectriques mis sur le marché

Outre des contrôles administratifs, l'ANFR contrôle le DAS

3 types de DAS local :

Réglementation française: projet d'arrêté 2018

DAS tête	DAS tronc	DAS membres
2 W/kg	2 W/kg	4 W/kg

Quelles sont les valeurs limites?

Les contrôles de DAS de l'ANFR

- Exclusivement sur le DAS tête entre 2008 et 2011

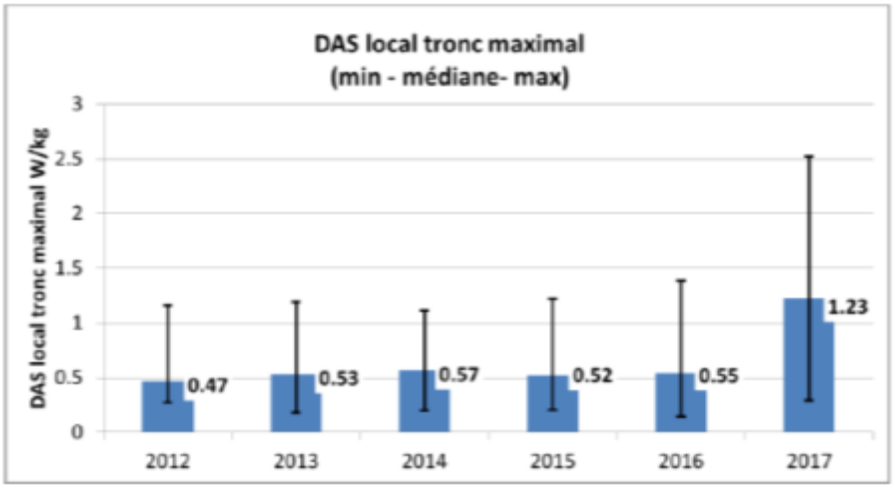
- A partir de 2012, mesure de DAS tronc
  - À la distance prévue par le constructeur (0-25 mm jusqu'en avril 2016) pour rechercher des non-conformités
  - Au contact et à 5 mm, comme mesures d'étude pour préparer la directive RED

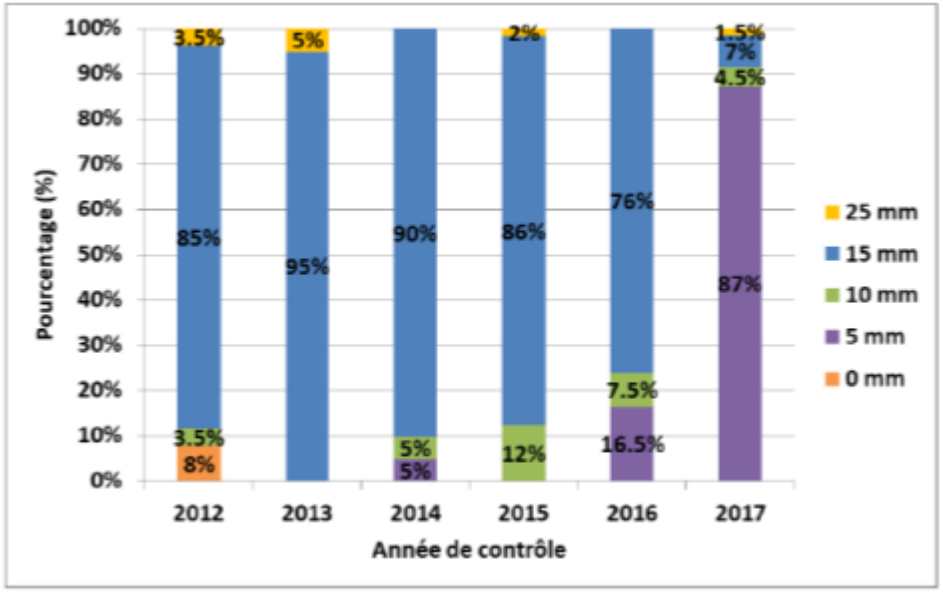
- 5 avril 2016 : décision de la Commission européenne, en réponse à une demande de la France pour un encadrement plus strict de la méthode de mesure du DAS tronc. Tous les appareils dont le dossier de certification est postérieur au 25 avril 2016 sont désormais évalués pour le DAS tronc à une distance qui ne peut dépasser 5 mm.

- Publication de l'ensemble des mesures mandatées par l'ANFR depuis 2012 en open data le 1er juin 2017

- Publication semestrielle des résultats de mesures de l'ANFR (data.anfr.fr)

Résultats de la surveillance du marché des téléphone en 2017 : DAS tronc





Effet de l'évolution de la réglementation de 2016, sur la distance de mesure et donc sur les valeurs de DAS mesurées

7 cas de non conformités détectés en 2017

Mise en demeure par l'ANFR du responsable de la mise sur le marché de prendre les dispositions nécessaires pour mettre en conformité les produits

2 retraits du marché avec rappels des produits

5 mises à jour des systèmes pour mise en conformité

Sommaire

1. Les évolutions récentes
   - pour les terminaux
   - pour les stations radioélectriques
2. Les évolutions futures
   - la 5G
   - côté terminal
   - coté stations des base
3. Perspectives

Les règles d'émission radioélectrique de l'ANFR

3 catégories d'antennes, en fonction de leur PIRE :

P < 1 W	1 W < P < 5 W	P > 5 W
Libre	Déclaration ANFR	Autorisation ANFR

Déclaration :

Processus d'information, enregistrement qui n'appelle pas de réponse

Autorisation :

Soumission des projets pour approbation à l'ensemble des membres de la COMSIS avant avis ou accord de l'ANFR

Petites antennes: de quoi parle-t-on?

Déploiement intérieur :

Initié il y a plusieurs années, ce sont les « femto » ou les « picos » pour les particuliers ou pour les entreprises. Déploiement typique dans les lieux publics (centres commerciaux, gares ou aéroports) ou des bureaux.

Puissance typique < 250 mW ; PIRE typique < 2 W

Déploiement extérieur :

Peu utilisé aujourd'hui mais solution d'avenir pour faire face à la croissance du trafic.
Déploiements envisagés sur le mobilier urbain (abribus, lampadaires, panneaux publicitaires)

Puissance typique: quelques watts ; PIRE typique 10 à 25 W

L'exposition des petites antennes

Spécificité des petites antennes :

- **Nombre d'antennes potentiellement plus élevé que celui des macros**
- **Proximité des utilisateurs**
- **Puissance d'émission plus faible que les macros**

Antenne lointaine, émission plus forte du téléphone

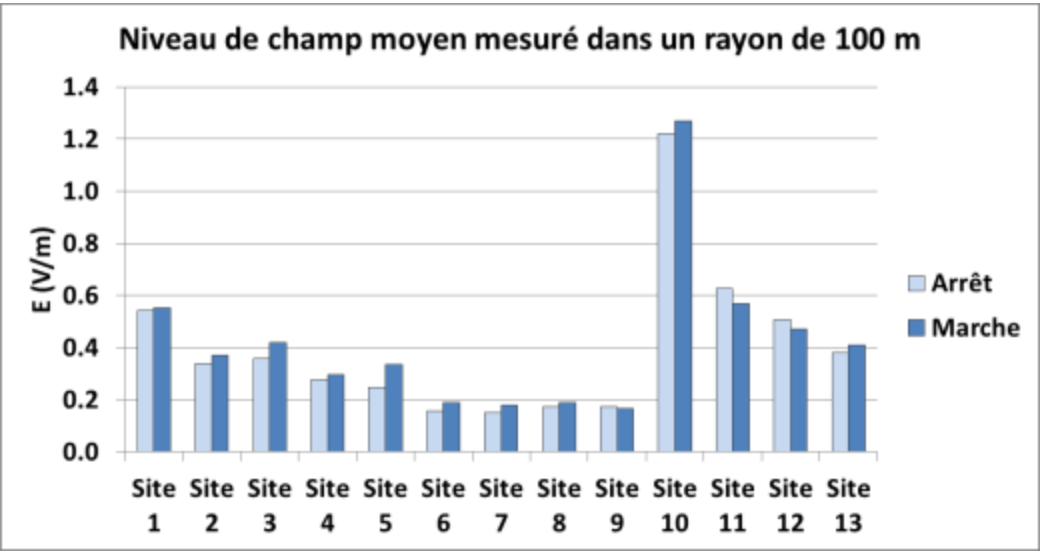
Antenne proche, émission plus faible du téléphone

Objectif : caractériser les conséquences du déploiement de petites antennes sur l'exposition du couple antenne/terminal, créée par les antennes relais (macro et small cell) et par les terminaux.

Déploiements pilotes de petites antennes 4G en France

Caractéristique	Pilote 1	Pilote 2	Pilote 3
Ville	Annecy	Montreuil	Le Kremlin Bicêtre
Densité de population	1 900 hab/km²	12 000 hab/km²	16 600 hab/km²
Nombre de sites	4	5	4
Bande de fréquences 4G	2600 MHz	1800 MHz 2600 MHz	1800 MHz
Type d'antennes	Directive	Directive	Directive et omnidirectionnelle
Hauteurs d'installation	3 m	3 m ou 5 m	3 m ou 5 m
Dates	Janvier-Février 2017	Juillet-Août 2017	Décembre 2017- Avril 2018

Exposition environnementale

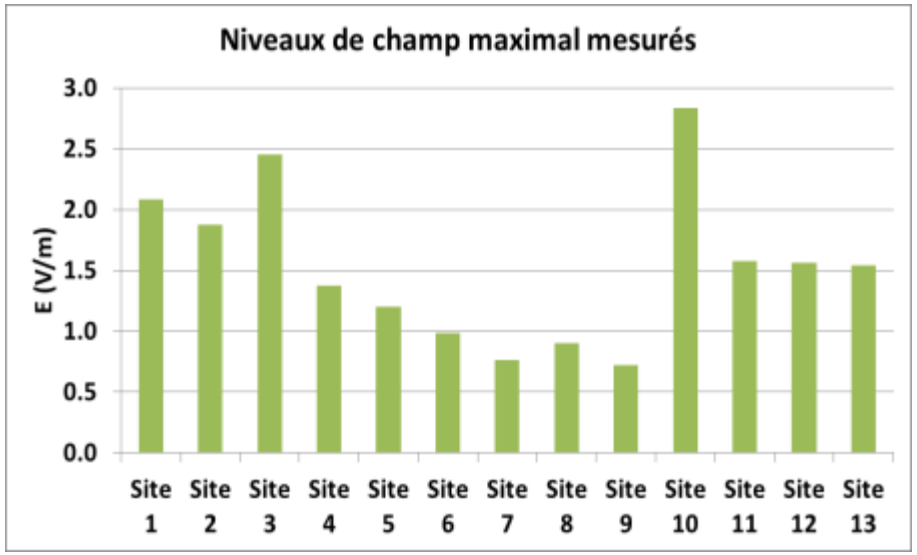


Dans la zone de couverture de la petite antenne (environ 100 m autour de chaque site), le niveau de champ moyen mesuré à la sonde large bande n'est pas impacté par la mise en service des petites antennes

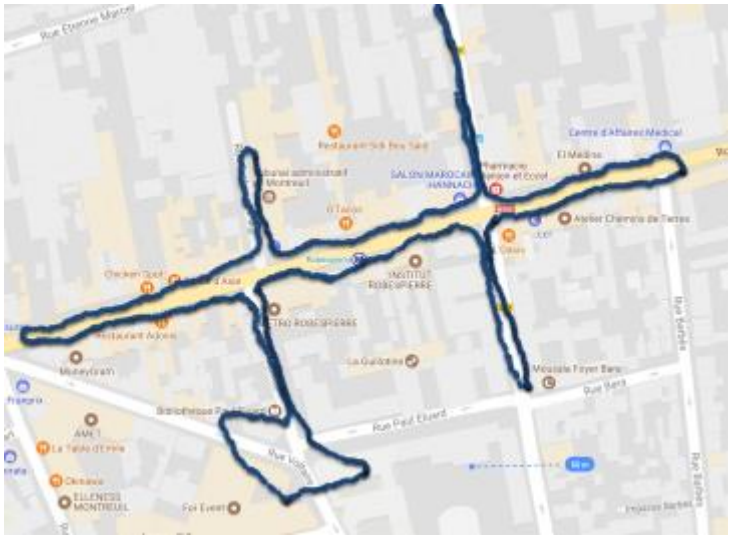
A proximité immédiate des sites, les niveaux de champ maximaux varient entre 0,7 et 3 V/m.

Ces niveaux sont bien en dessous des valeurs réglementaires.

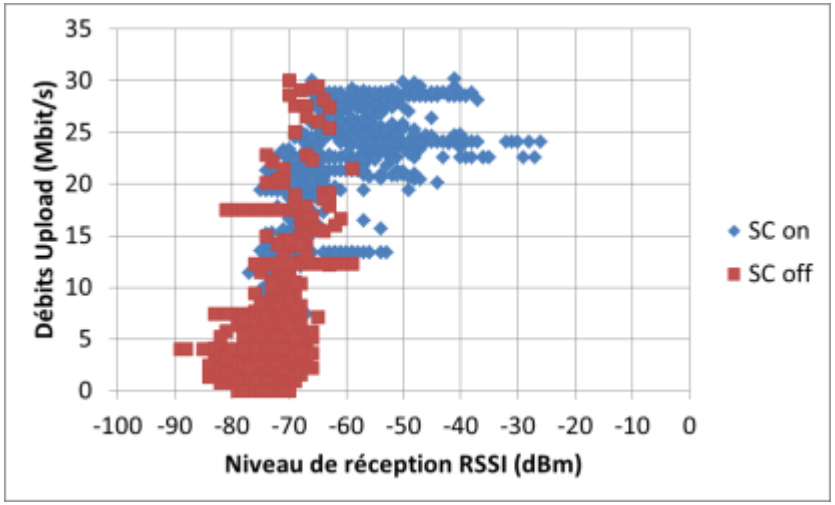
Ces niveaux sont comparables à ceux que les réseaux macro actuels peuvent localement induire.

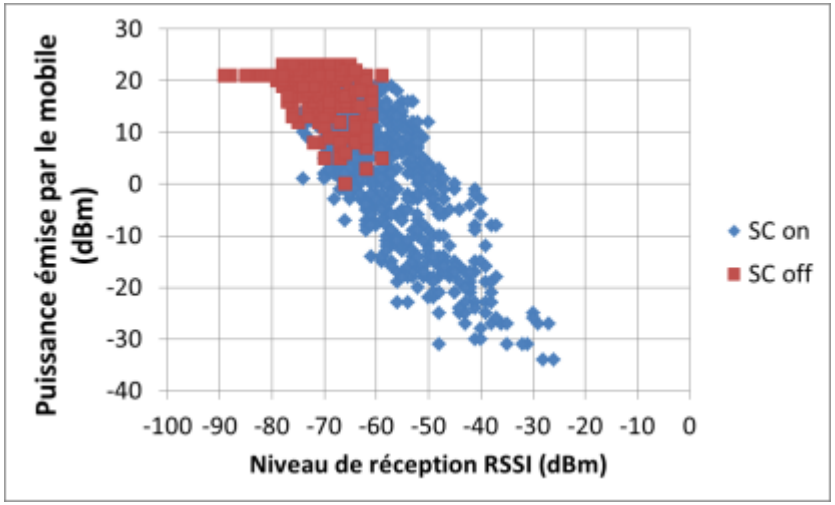


Point de vue mobile



- Parcours piétons réalisés quand les petites antennes sont en marche et quand elles sont éteintes
- Succession d'appels voix de 30 secondes et d'envois de fichier de 100 Mo
- Utilisation de mobile à trace pour enregistrer les échanges entre le mobile et le réseau





Quand les petites antennes sont allumées :

- **Niveaux de réception bien meilleurs - Débits upload bien meilleurs de 25 Mbits/s et 35 Mbits/s**
- **Puissance émise fortement réduite d'un facteur 2 à 5**

Bilan des déploiements pilotes pour l'ANFR

Exposition environementale dans une zone de 100 mètres autour des sites

- **Niveau moyen d'exposition peu affectée par la mise en service de la petite antenne**
- **Niveau maximal comparable aux niveaux que peuvent induire les réseaux macros actuels (entre 1 V/m et 3V/m)**

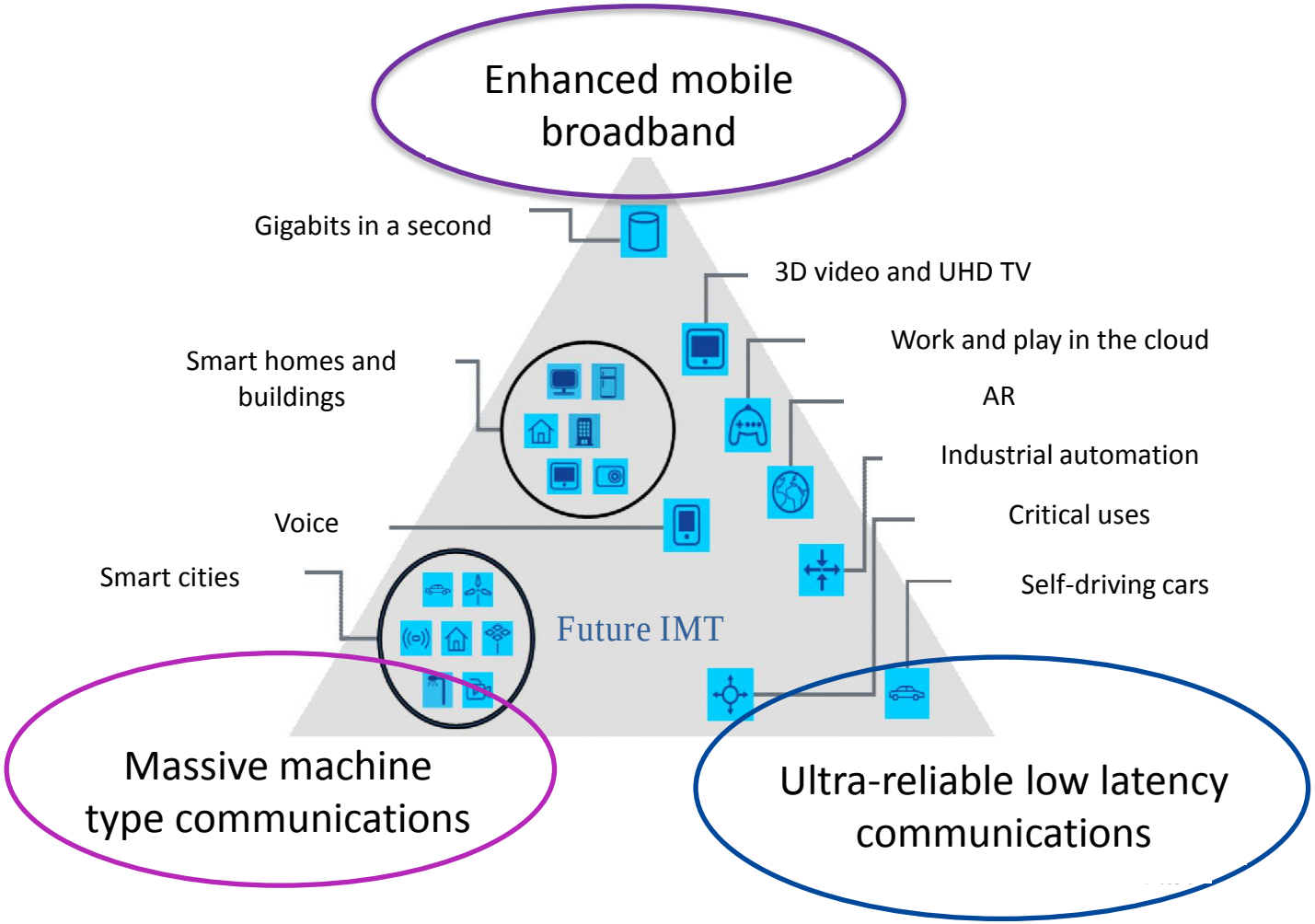
Exposition liée à l'utilisation du mobile

- **Réduite dans toute la zone de couverture de la petite antenne soit parce que la puissance émise par le mobile est fortement réduite soit parce que la durée d'exposition est réduite du fait d'un meilleur débit**

Sommaire

1. Les évolutions récentes
   - pour les terminaux
   - pour les stations radioélectriques
2. Les évolutions futures
   - la 5G
   - côté terminal
   - coté stations des base
3. Conclusions

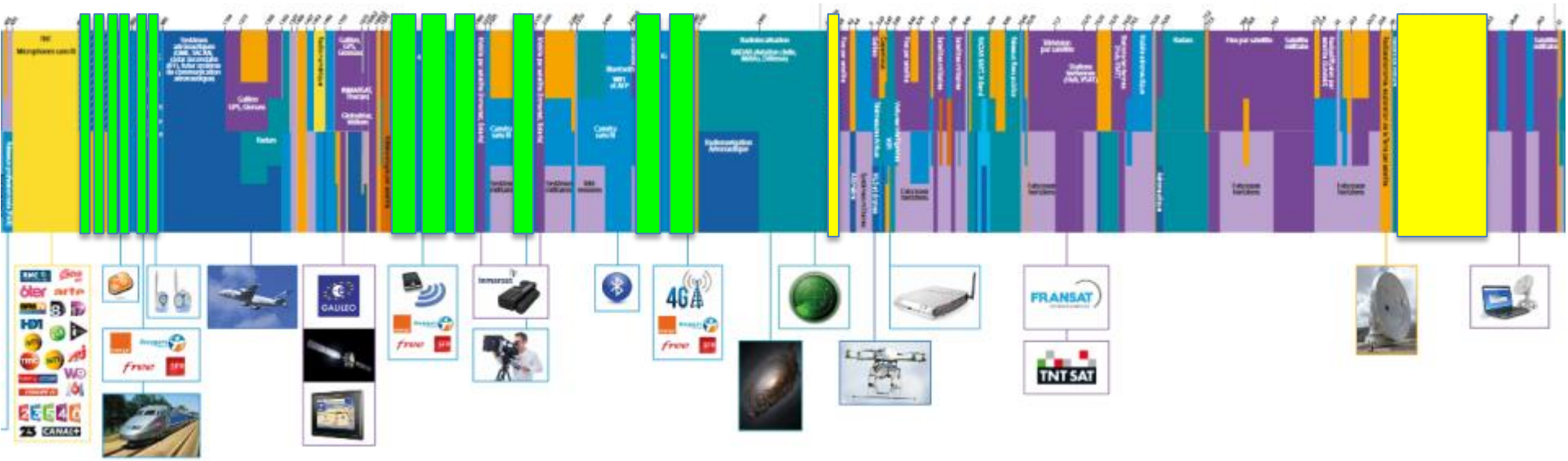
5G : des objectifs ambitieux



Ressources fréquentielles 5G

Bandes déjà attribuées 2G, 3G, 4G sont en-dessous 3 GHz

Les nouvelles attributions de la 5G seront dans la bandes cm et mm



- **Premières autorisations d'expérimentation par l'ARCEP en 2018**
- **Premiers déploiements avant 2020:** au moins une ville majeur par Etat Membre couverte en 5G
- **Première bande ciblée 3.4 – 3.8 GHz**
- **Bande haute pionière 26 GHz (la bande 28 GHz est réservée pour le satellite)**
- **Etudes dans des bandes plus hautes: 40.5 – 43.5 GHz, 66-71 GHz**

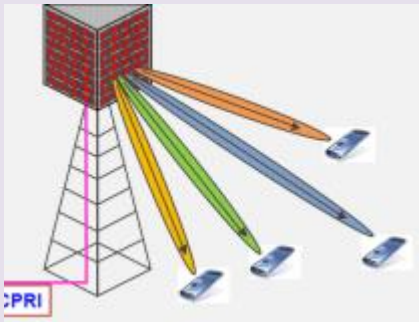
Les challenges de l'exposition aux ondes pour la 5G

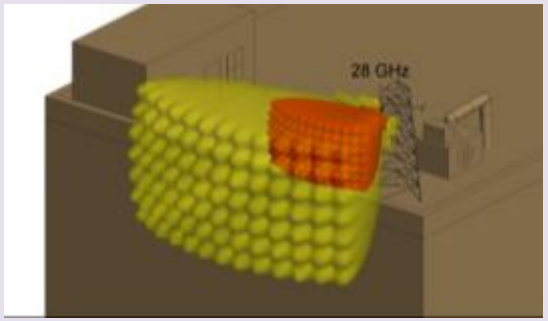
De nouvelles bandes de fréquences mm : les ondes ne se propagent plus dans le corps, l'exposition est superficielle et ne se quantifie plus en DAS (W/kg) mais en densité surfacique de puissance (W/m²).

Comment mesurer les densités surfaciques de puissance?
Comment évaluer la conformité des futurs équipements?

De nouvelles technologies et de nouvelles architectures de réseaux :

- **Massive MIMO : antennes très directives avec plusieurs faisceaux orientables, comment évaluer l'exposition moyenne maximale sur 6 minutes de façon réaliste?**





- **Mode TDD : comment distinguer les voix montantes et descendantes?**

- **Petites antennes : plus nombreuses, moins puissantes et plus proches des utilisateurs, quel est l'impact sur l'exposition global?**

Sommaire

1. Les évolutions récentes
   - pour les terminaux
   - pour les stations radioélectriques
2. Les évolutions futures
   - la 5G
   - côté terminal
   - coté stations des base
3. Conclusions

Conformité des futurs terminaux

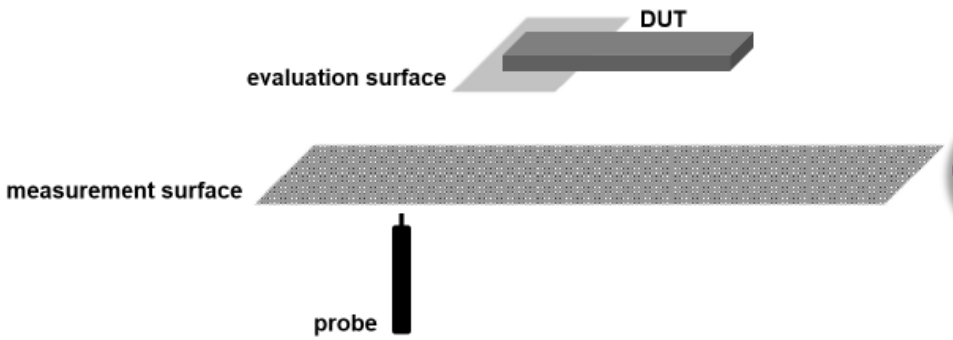
ICNIRP 1998

— entre 100 kHz et 10 GHz, des restrictions de base concernant le DAS sont prévues pour prévenir un stress thermique généralisé du corps et un échauffement localisé excessif des tissus. Dans la gamme de fréquences comprises entre 100 kHz et 10 MHz, des restrictions sont prévues concernant à la fois la densité de courants et le DAS;

— entre 10 GHz et 300 GHz, des restrictions de base concernant la densité de puissance sont prévues pour prévenir un échauffement des tissus à la surface du corps ou à proximité de cette surface.

Evaluation de la densité de puissance surfacique

- **En espace libre (plus de fantôme, plus de liquide)**
- **En champ proche, par l'évaluation de E et/ou H (en amplitude et en phase) avec le cas**
- **En champ lointain, par l'évaluation de E ou H en amplitude**



IEC JWG 11 et 12 travaillent à la rédaction de normes pour spécifier la méthodologie de mesure et de calcul de la densité de puissance

Sommaire

1. Les évolutions récentes
   - pour les terminaux
   - pour les stations radioélectriques
2. Les évolutions futures
   - la 5G
   - côté terminal
   - coté stations des base
3. Conclusions

Approche actuelle

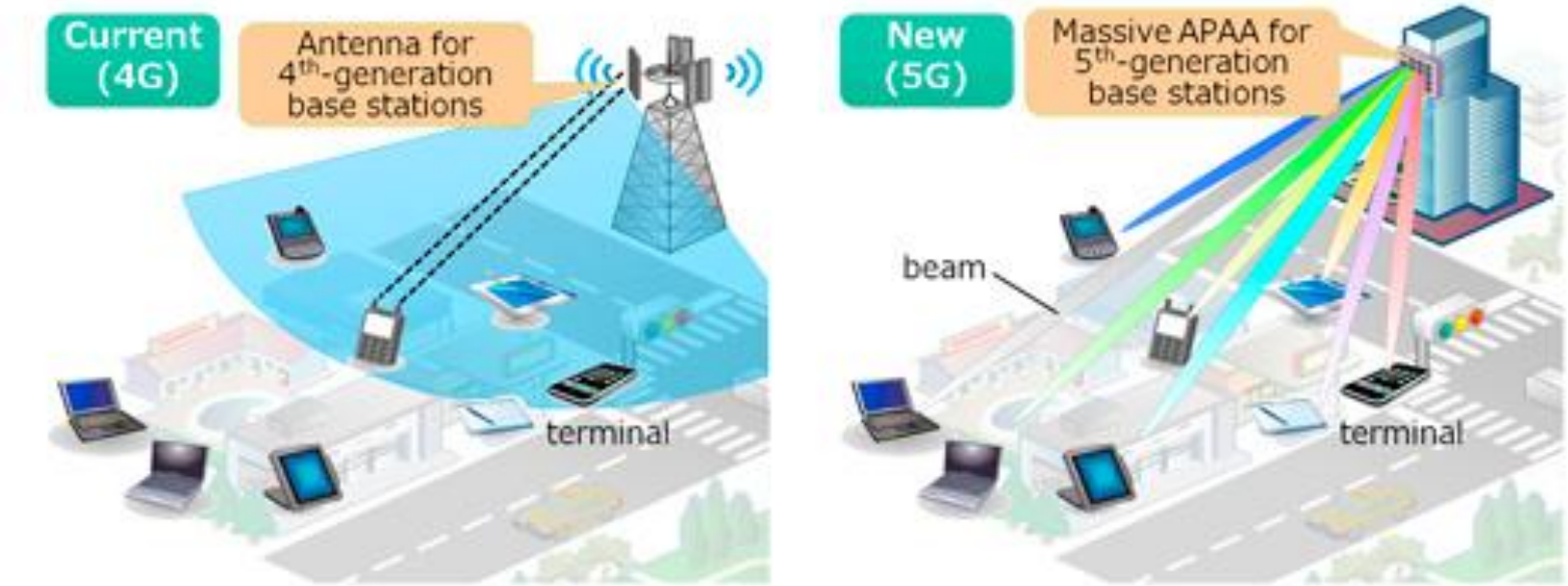
- Puissance instantanée maximale théorique considérée pour le calcul des périmètres de sécurité (60 W par bande de fréquences par exemple dans le guide ANFR DR 17-5) ou pour l'extrapolation des mesures sur site

- En pratique, fonctionnement d'un réseau nécessite une puissance réelle < puissance maximale pour éviter les problèmes de congestion

- Exposition du public : valeurs limites moyennées sur 6 minutes entre 100 kHz et 6 GHz

- Considérer la puissance instantanée maximale théorique est très conservatif

Massive-MIMO beamforming



Variabilité spatiale et temporelle beaucoup plus grande en 5G

Approche statistique IEC TR 62669

- Objectif: déterminer la puissance moyenne sur 6 minutes maximale réelle émise par les stations radioélectriques

- Moyen: obtenir les fonctions de distribution cumulative (CDF) des puissances moyennes sur 6 minutes réellement émises par les stations de bases
    - sur des stations en service à l'aide de compteurs installés dans les réseaux
    - par la simulation numérique

- Finalité: utiliser la puissance moyenne maximale réelle pour le calcul et la mesure

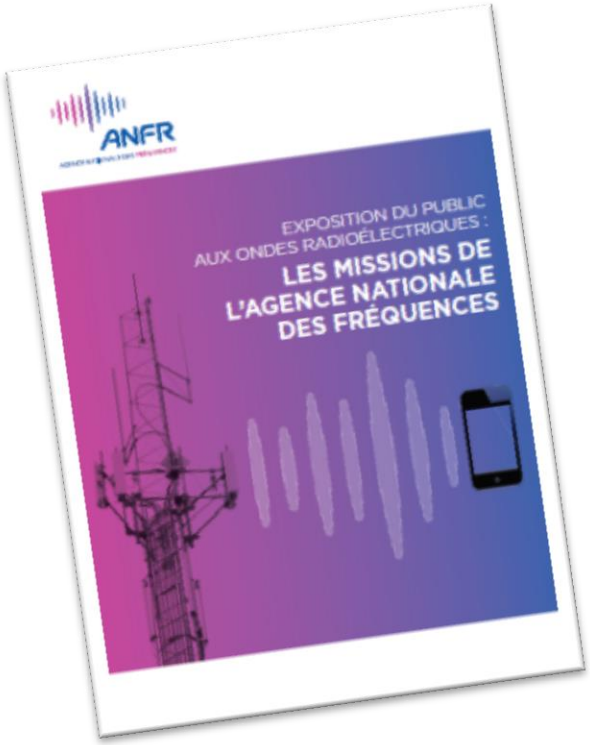
Sommaire

1. Les évolutions récentes
   - pour les terminaux
   - pour les stations radioélectriques
2. Les évolutions futures
   - la 5G
   - côté terminal
   - coté stations des base
3. Perspectives

Perspectives

- Au niveau international
  - Rédaction des normes de méthodologie de mesures et de calcul (stations de base et terminaux) dans les groupes de normalisation
  - Finalisation des recommandations ICNIRP 2018

- Au niveau national
  - Mise à jour du protocole de mesure sur site
  - Mise à jour du guide des périmètres de sécurité autour des antennes
  - Mise à jour des lignes directrices nationales
  - Mise à jour des contrôles des terminaux



Merci

Emmanuelle Conil
Département Exposition du public
aux champs électromagnétiques
emmanuelle.conil@anfr.fr

Résultats de la surveillance du marché des téléphone en 2017 : DAS tête

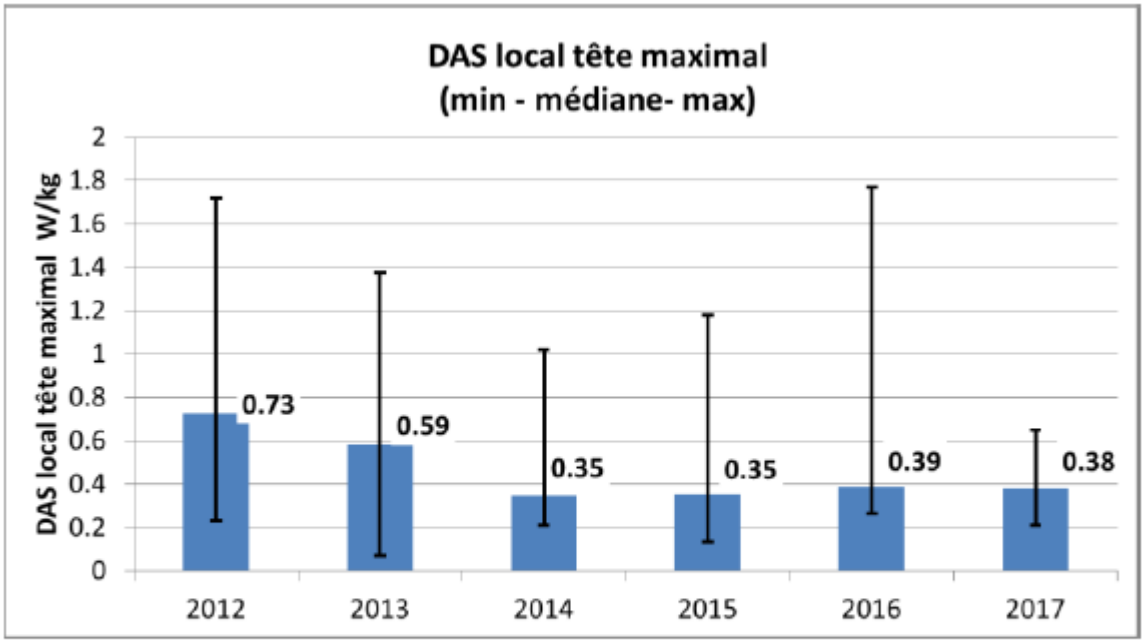


Figure 4 : valeurs médianes, maximales et minimales du DAS tête des téléphones mobiles contrôlés par l'ANFR

Extrait du bilan des mesures de DAS des téléphones prélevés en 2017
https://www.anfr.fr/controle-des-frequences/exposition-du-public-aux-ondes/le-das/les-resultats-des-mesures-de-das/