

**Diminution de l'exposition aux ondes
électromagnétiques émises par les antennes relais
de téléphonie mobile**

**RAPPORT DE SYNTHESE DES
EXPERIMENTATIONS DU COPIC**

31 juillet 2013

SYNTHESE DU VOLET EXPOSITION DU COPIC

Le cadre des expérimentations

A la suite de la **table-ronde sur les radiofréquences**, organisée par le ministère de la santé, avec le concours du ministère du développement durable et du secrétariat d'État chargé de la prospective et du développement de l'économie numérique, **un comité opérationnel (COMOP)** a été installé en **juillet 2009** et a travaillé sous la présidence du député François Brottes jusqu'en août 2011. Ce comité a pris le nom de **COPIC** en octobre 2011 et a poursuivi ses travaux jusqu'en **juillet 2013**, sous la présidence de la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie et de l'Agence Nationale des Fréquences (ANFR).

Associant une trentaine de parties prenantes nationales (associations, fabricants de matériels, opérateurs de téléphonie mobile, experts, associations d'élus locaux et services de l'État), ce comité avait notamment pour mission d'étudier la **faisabilité d'un abaissement de l'exposition aux ondes électromagnétiques émises par les antennes relais de téléphonie mobile** tout en maintenant la couverture et la qualité de service.

Durant quatre années il a mobilisé **un niveau d'expertise scientifique et technique conséquent**, ainsi que **seize communes pilotes** illustrant la **diversité des typologies d'environnement** :

Typologies	Rural relief faible	Rural zone montagneuse	Périurbain peu dense	Urbain moderne dense	Centre ville ancien dense	Haute densité
Villes	Couffoueux Grand-Champ	Kruth Lavelanet	Brest Métropole Océane Chassieu Thiers	Grenoble La Rochelle Saint-Denis de la Réunion	Cannes Paris 14 ^{ème} Paris 15 ^{ème} Plaine-Commune Saint-Mandé	Courbevoie

Le comité a cherché à éclairer les débats sur l'exposition aux ondes radio par des **résultats fiables, obtenus de façon rigoureuse et consensuelle**. Les résultats obtenus apportent de nombreux enseignements en matière d'exposition.

Les modélisations révèlent un niveau globalement faible de l'exposition du public aux ondes émises par les antennes relais

Un **état des lieux initial** a d'abord été réalisé, en 2010 ou 2011 selon les zones d'expérimentation, afin de servir de référence pour la suite des travaux. Il a consisté à **modéliser et à mesurer l'exposition, la couverture et la qualité de service**. Cet état des lieux inclut les réseaux 2G (deuxième génération de téléphonie mobile) et 3G (troisième génération) de Bouygues Télécom, Orange et SFR. Il n'inclut ni le réseau 3G de Free Mobile qui a été ouvert au public début 2012, ni les réseaux 4G (quatrième génération) qui ont été ouverts au public fin 2012.

Concernant l'exposition aux ondes émises par les antennes-relais, la modélisation a calculé un niveau d'exposition sur **plusieurs centaines de millions de points**, sur toutes les façades des bâtiments et toutes les surfaces au sol. L'exposition modélisée est une exposition théorique et maximisée qui fait l'hypothèse que tous les émetteurs fonctionnent en même temps à puissance maximale.

Cet état des lieux a montré que sur ces seize zones d'expérimentation, **environ 90% des niveaux d'exposition modélisés sont inférieurs à 0,7 V/m et 99% à 2,7 V/m** alors que les valeurs limites réglementaires sont comprises entre 40 V/m et 61 V/m pour les fréquences utilisées par la téléphonie mobile. Les principaux résultats sont synthétisés dans le tableau suivant :

	50% (médiane)	90%	99%	99.9%	100% (Max)	Nombre de points de calcul
Rural relief faible	0,03 V/m	0,2 V/m	0,5 V/m	0,8 V/m	5,1 V/m	135 671 318
Rural zone montagneuse	0,1 V/m	0,7 V/m	2,2 V/m	4,0 V/m	6,5 V/m	64 689 859
Périurbain peu dense	0,1 V/m	0,4 V/m	1,2 V/m	2,0 V/m	6,5 V/m	67 359 580
Urbain moderne dense	0,2 V/m	2,4 V/m	3,0 V/m	3,4 V/m	27,7 V/m	38 061 243
Centre ville ancien dense	0,2 V/m	1,0 V/m	2,3 V/m	4,0 V/m	30,5 V/m	17 128 230
Haute densité	0,2 V/m	1,0 V/m	2,4 V/m	4,3 V/m	15,4 V/m	3 972 820
Total	0,1 V/m	0,7 V/m	2,7 V/m	3,5 V/m	30,5 V/m	326 883 050

Le tableau se lit de la manière suivante : par exemple, 99% des niveaux d'exposition dans les villes correspondant à l'environnement « Périurbain peu dense » sont inférieurs à 1,2 V/m.

Les enseignements tirés des mesures de l'exposition

Dans chacune des seize zones d'expérimentation, différents types de mesures ont été effectués en une dizaine de points identifiés à partir des modélisations comme les plus exposés aux antennes-relais par rapport au reste de leur zone. Ces points géographiquement isolés, dits « Points Plus Exposés » (PPE), sont caractérisés par une **exposition sensiblement plus élevée que la moyenne de la zone**.

Les mesures effectuées sur les lieux les plus exposés ont montré que, dans environ 20% des cas, les antennes relais ne sont pas la source principale d'exposition. Les autres sources sont notamment : bases de téléphone sans fil DECT, émetteurs radio FM ou téléphones portables à proximité, boîtiers multiservices Wifi....

Par ailleurs, si les mesures au point le plus exposé de l'habitation sont deux à trois fois supérieures à l'exposition moyenne dans les autres pièces de cette même habitation, soulignant ainsi une **forte variabilité spatiale de l'exposition**, on constate **pour la téléphonie mobile une faible variation de l'exposition liée au trafic**. En effet, avec les technologies actuellement déployées et les usages actuels, le niveau réel mesuré dans la journée conformément à la méthodologie de cette étude, et ceci quelle que soit l'heure, est en général proche de celui que l'on constaterait en faisant des mesures en continu moyennées sur six minutes. L'amplitude des variations dans la journée est en général faible, inférieure à 30%.

Des possibilités de traitements des points localement plus exposés existent

Les travaux mettent en évidence des possibilités de traitement des PPE.

128 PPE ont été identifiés lors de l'état des lieux dont le niveau d'exposition varie entre des valeurs inférieures à 0,3 V/m et jusqu'à 10 V/m après extrapolation à puissance maximale des émetteurs. Parmi ces points, sept ont été sélectionnés, parce que les niveaux mesurés y étaient parmi les plus élevés, en vue de simuler des modifications d'ingénierie (tilt, azimut, hauteur) ou d'emplacement, de nature à réduire leur exposition. Trois de ces PPE (un par opérateur) ont par la suite fait l'objet de mesures complémentaires et un d'entre eux a été effectivement traité. Les autres PPE n'ont pas été traités car leur niveau d'exposition ne justifiait pas une intervention de ce type.

Les simulations de **modifications d'ingénierie ou d'emplacement** montrent **qu'une réduction de l'exposition est possible sans dégradation significative de la couverture**. Il convient d'être particulièrement vigilant lors de ce type de traitements afin de ne pas entraîner une **redistribution de l'exposition trop importante sur d'autres points situés à proximité** du PPE.

Ces traitements constituent l'un des volets de la réduction de l'exposition, celle-ci pouvant être également abordée par le biais d'une réduction globale de la puissance des antennes.

Les conséquences sur la couverture et la qualité de service d'un abaissement global de l'exposition

Ainsi, des **simulations numériques visant à réduire l'exposition sur l'ensemble de la zone d'expérimentation ont été menées sur les réseaux 2G et 3G**.

Ces simulations réalisées à puissance maximale des émetteurs et confortées par des expérimentations terrain, ont montré qu'un abaissement de l'exposition en façade et au sol à **0,6 V/m**, s'accompagnerait d'une **forte détérioration de la couverture du réseau, en particulier à l'intérieur des bâtiments** (pertes en moyenne de 82 % de la couverture intérieure à Paris 14^{ème}, de 44 % à Grenoble et de 37 % à Grand-Champ) et donc de la qualité du service de téléphonie mobile.

Des **valeurs cibles d'exposition plus élevées** ont été testées (1V/m sur Paris 14^{ème} et 1,5 V/m sur Plaine Commune) faisant apparaître une **dégradation moindre de la couverture à l'intérieur des bâtiments** (pertes de 60 à 80% à Paris 14^{ème} et pertes de 30 à 40% à Plaine-Commune).

Une nécessaire augmentation du nombre d'antennes pour concilier faible exposition et couverture satisfaisante

Pour compléter ces résultats, des **simulations de reconfiguration du réseau d'antennes** ont été menées sur sept villes illustrant les différentes typologies observées en France. Elles ont consisté à évaluer le nombre de sites d'implantation d'antennes qu'il serait nécessaire d'ajouter afin de restaurer la couverture initiale tout en maintenant un niveau d'exposition inférieur à 0,6 V/m en façade et au sol. La conclusion est que **le nombre de sites devrait être multiplié par un facteur au minimum égal à trois**.

Les hypothèses sur lesquelles s'appuient les reconfigurations invitent à considérer le nombre d'antennes à ajouter comme un minimum puisque les calculs ne prennent pas en compte un certain nombre de paramètres (volume de communications, dégradation de la qualité de service, écoulement du trafic, accessibilité aux sites).

Le déploiement de la 4G (LTE) devrait s'accompagner d'une augmentation de l'exposition du public

Les réseaux de téléphonie mobile déployés étant 2G et 3G au début des études, la 4G a été prise en compte lors d'une dernière étape en 2012, en engageant des travaux de **simulation de l'impact du déploiement d'antennes 4G (LTE) théoriques sur l'exposition du public**.

Les simulations dans sept villes illustrant les différentes typologies ont permis de confirmer que l'ajout d'émetteurs 4G crée une augmentation de l'exposition. En effet, en considérant des émetteurs 4G théoriques avec des hypothèses de déploiement en principe majorantes, on obtiendrait sur l'ensemble de ces villes, une **augmentation moyenne de l'exposition en façade et au sol de 50 % environ**. A titre d'exemple, au sol sur la zone d'expérimentation de Paris 14^{ème}, l'exposition moyenne passerait de 0,6 V/m à 0,9 V/m environ.