

Estimations et modélisations des niveaux de champs électromagnétiques

dans le cadre d'une démarche
d'information et de concertation

entre les **opérateurs
de téléphonie mobile,
les collectivités
et la population**



Novembre 2011

Estimations et modélisations des niveaux de champs électromagnétiques dans le cadre d'une démarche d'information et de concertation entre les opérateurs de téléphonie mobile, les collectivités et la population

1. CONTEXTE, DEMANDES DES COLLECTIVITÉS ET POINT DE VUE DES OPÉRATEURS :

1.1 Les estimations dans le cadre du guide Afom – AMF

” En décembre 2007, l'Association françaises des opérateurs mobiles et l'Association des maires de France ont signé un Guide des relations entre opérateurs et communes, mise à jour du Guide des bonnes pratiques entre maires et opérateurs signé en 2004, qui prend acte d'un certain nombre d'engagements mutuels pour le bon déroulement de l'implantation d'une antenne relais.

” Les opérateurs se sont engagés à fournir, pour tout projet d'implantation, un dossier d'information aux collectivités locales, qui comprend notamment la liste des crèches, établissements scolaires et établissements de soin situés à moins de 100 mètres de l'antenne relais en projet et pour chacun de ces établissements, l'estimation du niveau maximum de champ reçu en provenance de cette antenne, en volt par mètre et sous la forme d'un pourcentage par rapport à la limite réglementaire en vigueur. Ces éléments sont ceux qui sont fournis par les opérateurs à l'Agence nationale des fréquences dans le cadre de la procédure réglementaire de demande d'autorisation d'implantation (procédure COMSIS).

” Il est prévu également que le maire, s'il le souhaite, puisse demander à l'opérateur une estimation du niveau du champ électromagné-

tique maximum de l'antenne relais projetée en certains lieux.

1.2 Les demandes des collectivités pilotes dans le cadre du comop « expérimentations »

” Suite à la table-ronde sur les radiofréquences également appelée « Grenelle des ondes », un comité opérationnel présidé par le député François Brottes rassemblant l'ensemble des parties prenantes a été chargé de mettre en place :

- une étude sur la diminution de l'exposition aux antennes relais de téléphonie mobile
- des expérimentations de nouvelles procédures d'information et de concertation lors de l'implantation d'une antenne relais de téléphonie mobile.

” Le comité a sélectionné neuf collectivités pilotes pour réaliser les expérimentations sur l'information et la concertation. Ces communes ont été réunies et auditionnées. Une majorité d'entre elles ont vivement exprimé le souhait d'expérimenter des estimations de niveaux de champs induits par l'implantation d'une future antenne, voire même des simulations globales de niveaux de champs induites par plusieurs antennes à l'échelle d'un quartier, bien que ce dernier point n'était pas prévu dans les outils proposés par le groupe de travail « concertation » du Comop.

” Plus précisément, la ville de Bayonne souhaite des « réalisations d'estimations avant les implantations ». La ville de Tours considère que pour résoudre les situations de blocage et vaincre les inquiétudes, des « simulations de propagation des ondes pour évaluer le taux probable généré par le relais » avant implantation sont nécessaires. La ville indique aussi que pour elle il s'agit d'un outil indispensable à la décision finale. Pour la ville d'Amiens, « les estimations réalisées avant installation sont particulièrement importantes pour permettre une

bonne concertation préalable ». L'ensemble des collectivités pilotes a formulé la conclusion suivante : « Les simulations avant installation sont possibles techniquement, relativement fiables et pas forcément lourdes à mettre en place (y compris lorsque le bâti doit être intégré). Elles constituent un outil intéressant pour la concertation préalable. »¹

” Lors des auditions, certaines collectivités ont relevé des pratiques hétérogènes entre opérateurs sur l'estimation de niveaux de champs et un niveau de précision plus ou moins important. Amiens a souligné un refus de réaliser l'estimation au-delà de 100 mètres des établissements sensibles et le refus de réaliser ces estimations pour des établissements non sensibles.

” Les collectivités de Lille Métropole et de Tours ont manifesté un intérêt pour aller plus loin que l'estimation de niveaux de champs induits par l'implantation d'une future antenne réalisée par les opérateurs. Elles souhaitent faire l'acquisition et manier elles-mêmes un outil de simulation globale de l'exposition aux ondes émises par plusieurs antennes relais à l'échelle d'un quartier.

” En réponse à l'intérêt pour ces outils, les opérateurs ont accepté de travailler avec l'ANFR et le MEDDTL pour faire connaître leurs pratiques en matière d'estimations des niveaux de champs maximums générés par une nouvelle antenne relais, dans l'objectif d'aboutir :

- à une définition de l'«estimation » (versus simulation etc.)
- à une description des avantages, inconvénients et limites des différentes pratiques
- à un ou plusieurs dispositifs d'estimation qui pourrai(en)t faire partie des outils à expérimenter,

¹ Extraits du compte-rendu écrit de la réunion entre collectivités pilotes, rédigé par les collectivités pilotes

à la demande des maires, dans le cadre du COMOP.

1.3 Point de vue des opérateurs :

” Lors des réunions organisées en mai 2011 par l'ANFR et le MEDDTL avec les opérateurs, les opérateurs ont souligné les points suivants, en amont de la description des outils existants chez les opérateurs :

« Les estimations de l'exposition recouvrent différents outils. Avant de décrire ces outils, il importe de préciser leur finalité, c'est-à-dire à quoi ils servent.

« L'estimation de l'exposition qui sera générée par une nouvelle antenne-relais sert, pour les opérateurs et selon les circonstances, à informer et à rassurer le maire et les riverains sur la future exposition dans des situations de blocage, à se conformer à la procédure COMSIS ou à débloquer la réalisation d'un projet.

« Le seul référentiel auquel les résultats des estimations qui seraient effectuées dans le cadre de l'expérimentation COMOP pourraient être comparés est la réglementation concernant l'exposition du public aux ondes radio.

« Les opérateurs préfèrent, de loin, la réalisation de mesures à la réalisation d'estimations parce que les mesures sont plus précises, plus fiables et permettent d'apprécier l'exposition à toutes les sources d'émetteurs de la zone. Les mesures sont, de plus, opposables car réalisées par des organismes accrédités COFRAC, contrairement aux estimations.

« Un opérateur accompagne d'un avertissement les résultats de ses estimations de l'exposition : le résultat n'est pas contractuel et ne peut, en aucune façon, se substituer aux valeurs mesurées par un organisme accrédité COFRAC.

« Il est difficile d'expliquer ce qu'est une estimation ainsi que ses limites auprès de la population. Il apparaît que ces estimations, si elles doivent être testées, soient délivrées à la commune

en annexe du dossier d'information plutôt que directement dans le dossier d'information. Elles nécessitent, si présentées à la population, des explications assez complexes ».



Remarque : toutes les solutions d'estimation de l'exposition qui sont décrites ci-après indiquent des niveaux de champ en façade à l'extérieur des bâtiments.

» Elles sont incapables de calculer une estimation de l'exposition à l'intérieur des bâtiments.

2 RECENSEMENT ET DESCRIPTION DES OUTILS EXISTANTS

» Suite à la consultation des opérateurs de téléphonie mobile et de scientifiques spécialistes du sujet, différentes approches ou outils d'estimations ou de simulations ont pu être déterminés.

2.1 Outils d'estimation du niveau du champ électromagnétique maximum de l'antenne relais projetée en certains lieux (majorant, calcul de propagation en espace libre)

Description de ce type d'outils :

Des programmes de calcul qui reposent sur les lois de propagation en espace libre² et les données techniques de l'antenne (puissance, diagramme de rayonnement) ont été développés par chacun des opérateurs. Ces abaques ou programmes d'usage interne au sein de chacun des opérateurs offrent plus ou

² utilisation directe de la formule de calcul du champ en champ lointain et en espace libre ($E^2=30 \cdot P \cdot G/d^2$, avec E : valeur du champ électrique, en V/m ; P : puissance injectée à l'antenne, en Watt ; G : gain dans la direction considérée, d : distance entre l'émetteur et le point considéré, en m

moins de souplesse dans le choix du point de calcul (dans l'axe principal de rayonnement de l'antenne ou « n'importe où » dans l'espace), et dans la restitution des résultats (niveau d'exposition en un point, ou sur un axe, voire même sur un plan horizontal ou vertical). Ils permettent de calculer une estimation de l'exposition maximale reçue en différents points de l'espace due à la contribution d'une nouvelle antenne, ceci sans prendre en compte l'environnement radioélectrique global. Pour l'antenne considérée, cette estimation est plus ou moins majorante pour plusieurs raisons, notamment du fait que la base du calcul est la propagation en espace libre : le bâti, le relief, les obstacles de façon générale, et donc les phénomènes de transmission partielle à travers un masque (végétation...), de réflexion, de réfraction, de diffraction ne sont pas pris en compte. Ces logiciels intègrent des bases de données sur les antennes et sur leurs caractéristiques techniques, avec quelques différences entre opérateurs (saisie d'un type d'antenne donné, saisie directe d'une classe de caractéristique d'antennes, etc). Le rendu est chiffré (niveau de champ en un point) voire graphique (niveau de champ sur un plan vertical ou horizontal), mais, à nouveau, sans prise en compte du bâti.

Précision de l'outil :

Ces outils donnent une assez bonne estimation du niveau de champ dû à l'antenne projetée au niveau du premier obstacle rencontré (première façade impactée, à vue directe). Lorsqu'il y a un effet de masque en raison d'obstacles, le résultat apporté par ce type d'outil est très majorant, puisque les obstacles sont ignorés : dans ce cas, les données communiquées par les opérateurs constituent donc un majorant plus ou moins élevé de la contribution de l'an-

Recommandations de l'ANFR et du MEDDTL pour l'expérimentation COMOP :



Estimation du champ en quelques points : Ce type d'outil paraît bien adapté dans le cadre du dialogue commune – opérateurs ou de l'information du public avec, dans ce cas, une explication associée (cf. plus haut, la complexité de l'explication de ce qu'est une estimation et de ses limites), lorsque la commune souhaite disposer d'une estimation de la contribution de l'antenne projetée en quelques points. Il est simple d'utilisation (pas de nécessité de connaissance précise des données d'environnement relatives au bâti), mais, en contre partie, adapté uniquement à des estimations en quelques points et à vue directe de l'antenne.

tenne à cet endroit (niveau qui ne sera a priori jamais atteint).

” Il peut être utile, pour aider la commune à poser une question pertinente, de fournir si demandé quelques informations complémentaires à la commune, soit générales, soit spécifiques concernant l'antenne :

- Informations générales complémentaires : la réponse est adaptée seulement sur les points « proches » de l'antenne, en façade de bâtiment et à vue directe, ceux là même où une nouvelle antenne est susceptible de conduire à un niveau d'exposition plus élevé que les niveaux existants auparavant. En effet, par exemple, demander quel est le niveau de la contribution d'un projet d'antenne au niveau de sol en un point hors de sa vue directe n'est pas vraiment pertinente, car la contribution d'une nouvelle antenne dans cette configuration sera toujours d'un niveau extrêmement faible, et ne changera pas significativement le niveau existant auparavant en

ce point. Des informations génériques de cette nature sur les niveaux d'exposition à attendre dans l'environnement d'une nouvelle antenne, quelle que soit l'antenne, et l'effet des masques, pourraient permettre aux communes de choisir avec un plus grand discernement les points pour lesquelles elle demande une estimation ; la fourniture de telles données génériques par les opérateurs pourrait être expérimentée dans le cadre du COMOP ;

- Informations spécifiques complémentaires : la connaissance spécifique des niveaux de champ générés en espace libre par l'antenne en projet (par exemple sur un plan vertical et un plan horizontal passant par l'axe principal d'émission, hors de toute prise en compte du bâti), permettrait également de « guider » la commune dans le choix des points pour lesquels elle souhaiterait connaître une estimation du niveau du champ dû à la nouvelle antenne ; la fourniture par les opérateurs de données spécifiques de cette nature pour une antenne pourrait également être expérimentée dans le cadre du COMOP.

2.2 Outils d'estimation et de visualisation du niveau du champ électromagnétique maximum de l'antenne relais projetée en certains lieux (calcul de propagation en espace libre) dans l'environnement proche d'une antenne relais

Description de ce type d'outils :

Chaque opérateur dispose de logiciels permettant de donner une estimation du niveau de champ au niveau des façades ou du sol dans l'environnement immédiat d'une antenne, avec une description du bâti éventuellement réalisée à partir d'outils « propriétaires » (nécessité d'une description du bâti spécifique pour chaque logiciel). Les possibilités de calcul de ces outils limitent en règle générale la validité des résultats aux points à vue directe, même si des méthodes empiriques peuvent parfois permettre

de présenter également un niveau des champs des zones masquées (par exemple, un facteur d'atténuation forfaitaire peut être attribué à un bâtiment), mais avec une précision illusoire dès lors qu'on n'est pas en vue directe.

Les opérateurs indiquent utiliser rarement ce type d'outils (environ 1% des sites mis en service), qui nécessitent notamment un modèle de terrain et de bâti, et qu'ils le font lorsqu'une commune souhaite obtenir une représentation en trois dimensions³ des niveaux de champ résultants de l'antenne relais au niveau de plusieurs façades environnantes l'antenne (à vue directe) et au sol et lorsqu'ils estiment que cette représentation pourra débloquer leur projet.

Une telle approche permet de présenter les niveaux de l'exposition due à l'antenne sur les façades à proximité de l'antenne ou au sol, à vue directe de l'antenne, donnant ainsi une information pertinente sur la contribution de cette future antenne dans l'environnement proche et à vue directe, c'est-à-dire l'environnement pour lequel sa contribution à l'exposition est à considérer. Elle permet notamment d'identifier le ou les points d'exposition maximum, en les situant dans un contexte général.

L'intégration des données de bâti (emplacement, forme) dans un modèle en trois dimensions⁴ permet une présentation des résultats plus communicante car plus visuelle, même si ces données ne sont pas prises en compte par l'outil dans son calcul : les bâtiments sont uniquement « visualisés », pour identifier les façades à vue directe de l'antenne, mais n'interviennent pas dans les calculs de propagation des ondes.

Cet outil nécessite la connaissance des données d'environnement du bâti, même si elles ne sont pas utilisées pour les calculs de simulation. Un

travail d'une certaine importance est donc pré-requis. Ce travail ne paraît pas nécessairement justifié, sauf si ces données sont préexistantes, d'une part, et peuvent être réutilisées à cet effet d'autre part pour les rendre compatibles avec les logiciels utilisés par les opérateurs.

Précision de l'outil :

L'outil donne, comme le précédent, une assez bonne estimation du niveau de champ lorsqu'il s'agit de la première façade impactée (vue directe, sans obstacles). Lorsqu'il y a un effet de masque en raison d'obstacles, les niveaux indiqués sont fortement majorants.

Recommandations de l'ANFR et du MEDDTL pour l'expérimentation COMOP :

Dans le cadre de l'expérimentation, un opérateur pourra réaliser, si une commune le demande, une estimation de l'exposition liée à un projet d'antenne, avec le logiciel dont il dispose, à partir, le cas échéant, des données de terrain et de bâti préexistantes fournies par la commune. La commune pourra ainsi visualiser le niveau d'exposition en façade des habitations des riverains du projet, dû à la contribution de la nouvelle antenne relais, pour les façades en vue directe de cette antenne. Si des habitants ne sont pas en vue directe de l'antenne, la contribution de l'antenne à leur exposition sera dans tous les cas relativement faible par rapport à l'exposition ambiante.



³ ou « deux plus une dimensions » par le biais de coupe horizontale à différentes hauteurs, notamment si le bâti n'existe pas en trois dimensions

⁴ ou « deux plus une dimensions », cf. note précédente

2.3 Outils de simulation de l'exposition à plusieurs antennes relais à l'échelle d'un quartier

Description de ce type d'outils :

Ces outils ne sont pas utilisés par les opérateurs et visent à simuler les niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques générés par l'exposition de plusieurs antennes relais, dans un modèle en trois dimensions qui reconstitue un quartier ou une commune. La propagation du champ électromagnétique, depuis l'émission des antennes relais jusqu'aux différents points récepteurs du modèle en trois dimensions, est calculée en prenant en compte l'impact des obstacles rencontrés sur le champ (phénomènes de réflexion, transmission, diffraction, réfraction...). Les rendus, principalement des cartes au sol, à différentes hauteurs, en façade ou d'extraits du modèle en trois dimensions, sont communicants.

Précision de l'outil :

Ces outils, même si des incertitudes sont nécessairement associées aux calculs comme l'ont montré, par exemple dans le cas de l'outil du CSTB utilisé dans la phase d'état des lieux, les travaux du COMOP, permettent de modéliser avec une certaine précision l'exposition, y compris pour les façades qui ne sont pas à vue directe des antennes.

De plus et indépendamment des incertitudes indiquées ci-dessus, la qualité des résultats est directement liée à la qualité des données d'entrée et notamment, la précision du modèle de bâti utilisé. Un renforcement du bâti, la présence de balcons voire même sur la façade un détail architectural ou sa constitution (béton, brique, bois, verre...) impactent les niveaux de champs reçus. Les calculs sont limités aux niveaux de champ à l'extérieur des bâtiments, en raison de l'impossibilité pratique à connaître précisément sur une

grande échelle les matériaux qui constituent les bâtiments et l'épaisseur des murs, la disposition des logements, etc.

Investissement financier et humain :

L'utilisation de ce type d'outil peut être justifiée du point de vue d'une grande ville qui dispose d'un SIG et souhaite connaître à partir de ce SIG les données relatives à son environnement (niveau d'exposition). Cependant, un outil de modélisation de l'exposition ne peut en aucune façon se substituer aux logiciels de planification qui sont utilisés par les opérateurs pour la modélisation de la couverture de leur réseau (brouillages inter cellules, etc.) et qui s'appuient sur d'autres types de modèle, même s'ils ont en commun les lois de la propagation.

Remarque

Une collectivité qui souhaiterait disposer d'informations globales sur l'exposition de sa population aux ondes émises par les antennes relais pourrait utiliser un tel outil uniquement si elle dispose de données SIG relativement complètes sur son territoire, ainsi que d'un service investi sur les SIG ; dans le cas contraire, la gestion d'un tel dispositif paraît très lourde pour une collectivité. Il faudrait, de plus, que la collectivité dispose de données très complètes sur les antennes, qui, pour certaines, sont confidentielles sur le plan commercial et vont au delà des données actuellement disponibles dans le cadre des dossiers COMSIS ou des dossiers d'information du guide AMF-AFOM [par exemple les diagrammes d'antenne].



Recommandations de l'ANFR et du MEDDTL pour l'expérimentation COMOP :



Une expérimentation pourrait être envisagée sur l'un des dix-sept quartiers sur lesquels cet investissement a été fait pour l'expérimentation sur la réduction de l'exposition. Elle consisterait, dans un premier temps, à présenter aux habitants les résultats de l'état des lieux – ce qui est prévu dans ces dix-sept quartiers – puis à leur montrer sur des exemples locaux l'impact sur l'exposition de telle ou telle antenne.

Conclusion

La présentation des différentes typologies d'outils d'estimation et de simulation vise à donner des clefs de compréhension aux communes pour le dialogue avec leur population et les opérateurs. La précision des résultats obtenus avec chaque type d'outils, l'investissement nécessaire pour la mise en œuvre de l'outil, le type de rendus obtenus sont des paramètres à prendre en compte pour mener une réflexion sur le sujet au sein d'une collectivité.