

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles Région Bruxelles-Capitale



Préparé pour:

GSMA Europe
4e étage- Côté Parc
Chaussée d'Etterbeek 180
B-1040 Bruxelles
Belgique

Date: 29 Août 2011

Préparé par:

AMEC Earth & Environmental GmbH

Numéro de projet:

57841000NL

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

SOMMAIRE

Vu les incertitudes scientifiques encore actuellement en cours, on comprend mieux la préoccupation récurrente concernant l'exposition du public aux champs électromagnétiques de fréquence radio.

Des nombreuses limites d'exposition sont proposées par le corps scientifique sur la scène nationale et internationale. Certains gouvernements ont accepté ces propositions et leur ont donnés un statut legal. Cependant, d'autres institutions et gouvernements ont fixé des limites d'exposition bien plus basses. En 2007, le Parlement de la Région de Bruxelles-Capitale a adopté un décret obligeant les opérateurs de réseau mobile de se conformer à des limites d'exposition plus faibles pour les endroits accessibles au public.

Une étude sur l'impact de la nouvelle législation, se basant sur des entretiens avec plusieurs opérateurs de réseaux mobiles dans la Région de Bruxelles-Capitale, a été réalisée. La planification et la modification du réseau est un processus redondant et les premières mesures d'adaptation ont été prises récemment, en se concentrant sur les stations de base macro-cellulaire. Les plus petites de ces dernières n'ont pas encore été abordées (Juin 2011). Par conséquence, l'expérience concernant les impacts de la nouvelle législation est encore préliminaire et limitée.

Diverses mesures peuvent être prises pour réduire en pratique l'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les stations de base du réseau. Cela inclut le changement de configuration physique des sites, en particulier les antennes (hauteur de l'antenne au dessus du sol, direction horizontale et verticale), le partage du réseau et la réduction de puissance de transmission. La dernière option conduira inévitablement à l'installation de nouvelles stations de base, provoquant une consommation d'électricité supplémentaire et les gaz à effets de serre (GES) y étant associés. L'installation de nouvelles stations de base implique d'importants efforts de planification et de demande d'autorisation, ainsi que des investissements supplémentaires, ce qui explique le choix plus réticent de l'opérateur envers cette alternative.

En résumé, les trois opérateurs prévoient approximativement que 400 nouvelles stations de base devront être ajoutées aux 1000 existantes déjà en Région de Bruxelles-Capitale. Environ 10% des sites macrocellulaires auront besoin de modifications techniques et de mises à niveau. Cela implique une augmentation de près de 40% de la consommation de l'électricité y étant associée, ce qui équivaut à 4,100 MWh par an ou encore à un millier de tonnes supplémentaires de CO₂ relâché dans l'atmosphère annuellement.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Bien que ces chiffres ne semblent pas élevés, l'Union Européenne (UE) attire notre attention sur le fait que cela équivaldrait aux émissions annuelles de CO₂ d'une centrale au gaz de 250 MW.

Par ailleurs, ils ne prennent uniquement en compte que les émissions de CO₂ directement induites par la consommation d'électricité supplémentaire. Les aspects de l'étude d'incidence environnementales inclut la production et l'installation de l'équipement nécessaire ainsi que sa maintenance et le recyclage ou l'élimination en fin de vie. Les études respectives à ce propos sont rares, mais suggèrent que les émissions indirectes de GES pourraient à terme s'avérer du même ordre de grandeur que celles liées à l'augmentation de consommation énergétique.

COPYRIGHT

© This Report has the copyright of AMEC Earth & Environmental GmbH. Any unauthorised reproduction or usage by any person other than the addressee is strictly prohibited.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

TABLE DES MATIERES

Page No

1.	INTRODUCTION	2
1.1.	Approche	5
1.2.	Structure	6
2.	INTRODUCTION A LA NOUVELLE LEGISLATION EMF.....	6
3.	INTRODUCTION AU RESEAU DE COMMUNICATION.....	8
3.1.	Structure simplifiée du réseau de communication	8
3.2.	Types de stations de base et usages types	9
3.3.	Configuration type d'une station de base (site macrocellulaire) et consommation d'électricité.....	11
3.4.	Bande de fréquences.....	13
3.5.	Les technologies de communication mobile	14
4.	APERÇU DES ENTRETIENS AVEC LES OPERATEURS DE RESEAU.....	16
4.1.	Collecte de données	16
4.2.	Qualité des données obtenues	16
4.3.	Méthodologie générique de la planification de changement.....	17
4.4.	Panel de mesures.....	18
5.	METHODOLOGIE POUR L'EVALUATION DES DONNEES, HYPOTHESES ET LIMITATIONS	22
5.1.	Méthodes de calcul	22
5.2.	Hypothèses.....	24
5.3.	Limitations	24
6.	RESULTATS ET DEBATS: IMPACTS SUR LA DEMANDE D'ENERGIE ET EMISSIONS DES GAZ A EFFET DE SERRE	25
7.	AUTRES CONSIDERATIONS.....	27
7.1.	Discussion qualitative des aspects du cycle de vie	27
7.2.	Impacts de la consommation d'énergie potentielle d'un quatrième opérateur de réseau	28
8.	CONCLUSIONS	29

ANNEXES

NOTES

ABREVIATIONS

APERÇU SOMMAIRE DE LA MISE OEUVRE PAR LES ETATS MEMBRES DES MESURES CONCERNANT LES NIVEAUX DE REFERENCE SELON LES RECOMMANDATIONS DU CONSEIL 1999/519/EC

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

1. INTRODUCTION

Bien que le nombre d'abonnements au téléphone portable stagne dans de nombreux pays industrialisés au cours des dernières années, un meilleur accès aux réseaux et une capacité croissante de transférer des volumes de données de plus en plus grands continuent d'alimenter les besoins de la société de consommation. Vie privée et professionnelle impliquent d'avantage l'échange de communication et d'information nécessitant des téléphones portables, des smart phones, des ordinateurs portables avec connexion internet, ou encore d'autres appareils similaires.

La demande croissante d'information a entraîné, et continue de stimuler la poursuite du développement de la technologie mobile et ses infrastructures. Nous pouvons constater cela par le nombre de sites d'antennes élevés en ville, mais également en zones rurales.

Alors que les bénéfices de l'amélioration des capacités de communication sont évidents, il fait aussi état d'impacts négatifs, en particulier en ce qui concerne l'exposition humaine aux champs électromagnétiques de radiofréquences (CEM-RF). Cette question est soulevée depuis près de plus de 50 ans, couvrant une large gamme de fréquences, modulations et niveaux de puissance pour déterminer si les CEM-RF peuvent avoir des effets néfastes sur la santé. La Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non-Ionisants (ICNIRP), un organisme scientifique indépendant, révisé continuellement les recherches scientifiques effectuées dans le monde entier sur les effets sanitaires associés à l'exposition aux CEM-RF. Dans son examen de 2009, l'ICNIRP a conclu entre autres que¹:

- Les mécanismes par lesquels l'exposition aux RF réchauffe les tissus biologiques sont bien connus et l'effet le plus marquant et permanent de l'exposition aux RF est celle du réchauffement des tissus biologiques...";
- "Les inquiétudes récentes portent plus sur l'exposition à la plus faible gamme de rayonnement RF, caractéristique de la téléphonie mobile. Alors qu'il est en principe impossible de réfuter l'existence éventuelle d'interactions non-thermiques, la plausibilité des différents mécanismes non-thermiques qui ont été proposées est très faible";
- "Concernant les effets liés au cancer, les études récentes in-vitro et animales relatives à la génotoxicité et cancérogénicité s'entendent et indiquent que des effets sont peu probables au débit d'absorption spécifique (SAR) de 4 W/kg";
- "Nous pouvons constater quelques preuves de petits changements dans la physiologie du cerveau, notamment sur l'électroencéphalographie spontanée (EEG), ainsi que d'autres preuves un peu plus variables cette fois, des changements actifs durant le sommeil, du débit sanguin cérébral régional, et de l'EEG, qui peut également être la conséquence d'une fonction limitée";

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

- “Les résultats des études épidémiologiques actuelles ne donnent aucune preuve cohérente ou convaincante d’une relation causale entre l’exposition aux RF et les effets nocifs sur la santé. D’autre part, ces études ont trop de lacunes, et permettent donc pas d’exclure une relation causale”;
- L’ensemble des études actuelles publiées démontre un risque, mais celui-ci est peu élevé quant à l’apparition dans les 10 ans de tumeur cérébrale ou de tumeur d’une autre nature. “....Malgré ces lacunes méthodologiques, (.....) les données disponibles ne suggèrent pas une relation causale entre l’usage du téléphone portable et les tumeurs à croissance rapide”. “En ce qui concerne les tumeurs à croissance lente (....) la période d’observation actuelle est encore trop courte pour permettre une conclusion.”

L’Organisation Mondiale de la Santé (OMS) présente des informations similaires dans sa fiche d’information No. 304 sur les réseaux mobiles sans fil. En juin 2011, l’Agence Internationale de Recherche sur le Cancer (CIRC), un sous-organisme de l’OMS, a classé les champs électromagnétiques de radiofréquence comme cancérogène possible (classe 2B), une catégorie utilisée lorsqu’une relation causale est considérée comme crédible, mais quand nous ne pouvons pas exclure chance, partialité ou confusion avec confiance raisonnable.^{ii,iii,iv}

Basé sur l’évaluation des études biologiques, médicales et épidémiologiques, l’ICNIRP a établi des restrictions de base sur l’exposition aux CEM. Ces dernières sont fixées dans les “Directives de limitations de temps d’exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques”^v. La protection contre les effets néfastes sur la santé exige que ces restrictions de base ne soient pas dépassées. En ce qui concerne l’échelle de fréquence pour les réseaux, la quantité physique utilisée pour spécifier les restrictions de base concernant l’exposition aux CEM est mesurée par le taux d’absorption spécifique (SAR). Le SAR est une valeur dosimétrique et ne peut être directement mesuré dans les applications de terrain.

En comparaison avec les valeurs de mesures des quantités physiques, l’ICNIRP a converti les niveaux du SAR à des niveaux de référence en utilisant des hypothèses, des mesures informatiques et techniques prudentes. La conformité avec tous les niveaux de référence donnés dans les directives de l’ICNIRP assure le respect des restrictions de base. Si les valeurs de mesure sont plus élevées que celles de référence, il ne s’ensuit pas nécessairement que les restrictions de base ont été dépassées. Les niveaux de référence sont exprimés en intensité de champs électriques, de champs magnétiques, en densité de flux magnétiques ou densité de puissance, selon laquelle la quantité physique est considérée comme la cause des impacts biologiques. Cependant, ces quantités physiques peuvent être facilement converties l’une l’autre.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Les niveaux de référence de l'ICNIRP concernant l'exposition au public en général aux échelles de fréquence provoquée par les réseaux sont affichés dans le tableau ci-dessous¹.

Gamme de fréquence	Champs électrique [V/m]	Equivalent densité de puissance d'ondes planes [W/m ²]
10 – 400 MHz	28	2
400 – 2000 MHz	$1.375 \cdot f^{1/2}$	$f / 200$
2 – 300 GHz	61	10

f représente la fréquence comme indiqué dans la gamme de fréquence

L'Organisation Mondiale de la Santé ainsi que le Conseil Européen recommande l'adoption des limites de l'ICNIRP concernant l'exposition du public^{vi}.

Des sondages récents ont démontré que les niveaux d'exposition aux RF des stations de base émettrice-réceptrice (BTS)² pouvaient varier de 0.002% à 2% par rapport à ceux des directives internationales, selon plusieurs facteurs comme la proximité de l'antenne et le milieu environnant. Les limitations pour les individus exposés aux CEM de par leur profession (exposition professionnelle) sont généralement plus élevées.

Dans l'UE, 18 Etats-Membres ont adopté les recommandations du Conseil de l'Europe et les niveaux de référence de l'ICNIRP's^{vii,3}. Six pays ont décidé d'implémenter des limites d'exposition CEM-RF plus faibles par rapport à l'échelle de fréquence couverte par les directives de l'ICNIRP, et trois autres ont implémenté des limites d'exposition CEM-RF inférieures pour une partie de la gamme de fréquence. Cependant, la situation semble différente pour les restrictions de base. Un aperçu plus complet est fourni dans l'annexe de ce rapport.

¹ Pour une meilleure comparaison avec le Décret de Bruxelles-Capitale, les valeurs pour les gammes de fréquence inférieures sont également données. Pour la même raison, la référence est seulement exprimée comme la force du champs électrique et la densité de puissance équivalente plane.

² Station de base émettrice (BTS) - dans le but d'une meilleure lisibilité, le reste de cette étude fera référence au terme 'station de base' ou aux termes "site macrocellulaire", "site microcellulaire", "site picocellulaire" ou "site femtocellulaire" pour les types spécifiques de stations de base.

³ Le Danemark suit également les recommandations de l'ICNIRP, mais n'a pas mis en oeuvre toutes les mesures juridiquement contraignantes pour protéger le public contre l'exposition aux champs électromagnétiques.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

En 2007, le gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale a adopté une ordonnance^{viii} définissant les limites d'exposition aux RF-EMF entre 0.01 and 0.05 W/m² pour les fréquences se situant entre 400 MHz and 2 GHz et limiter l'exposition aux champs composés de différentes fréquences. Ces limites sont nettement inférieures à celles d'autres pays et se situent en dessous des limites proposées par l'OMS et l'ICNIRP par un facteur de 200.

Les préoccupations concernant les dangers potentiels sur la santé sont compréhensibles. Cependant, les impacts éventuels ne doivent pas être considérés isolément et les solutions potentielles doivent être mises en balance par rapport aux conséquences et impacts dans d'autres domaines. Cela est d'autant plus valable vu les incertitudes scientifiques entourant les effets des RF-CEM sur la santé humaine. Il y a de nombreux sujets sociétaux et environnementaux actuellement à l'ordre du jour et le changement climatique en est un des plus importants.

La science du changement climatique a généré une prise de conscience commune dans la plupart des sociétés scientifiques. Il est aussi largement admis que le changement climatique changera radicalement l'environnement et donc par répercussion les sociétés du monde entier. La mesure la plus adéquate pour combattre les changements climatiques est de réduire les émissions de GES. Le plus important GES est le dioxyde de carbone (CO₂) et les moyens les plus appropriés pour atteindre les réductions d'émissions sont l'économie et l'amélioration de performance énergétique.

En diminuant les limites RF-EMF, il faudra plus de stations de base pour assurer une couverture similaire et une qualité de service équivalente. Cela sera accompagné par une augmentation de la consommation d'électricité du réseau dans son ensemble. Les opérateurs du réseau en sont bien conscients. La plupart des pays de l'UE ont plusieurs opérateurs avec des tailles et des couvertures de réseau variées. Le moyen principal de concurrence, mis à part le prix, réside dans la qualité du réseau, ce qui explique que la taille et la distribution exactes de la capacité des opérateurs de réseau est un secret commercial bien gardé. En plus, les impacts du développement technique rendent également difficile la possibilité d'obtenir une caractérisation détaillée de l'impact environnemental du réseau.

Cette étude vise à fournir une première évaluation des variations de consommation d'énergie et des émissions de GES (en particulier le dioxyde de carbone) résultant de la nouvelle loi pour aider à équilibrer les différents aspects liés à la réduction des limites d'exposition RF-EMF.

1.1. Approche

L'information servant de base à cette étude a été établie par la collecte et l'évaluation des informations des différentes sources, incluant internet et des publications dans des revues spécialisées. En novembre 2010, une première série de face-à-face avec les trois opérateurs du réseau a eu lieu pour identifier les caractéristiques de leurs installations de réseau dans la région de Bruxelles-Capitale à l'époque, avant que des mesures d'adaptation ne soient prises.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Une deuxième et troisième série d'entretien ont eu lieu en Janvier et Mars 2011 pour enquêter sur la planification révisée du réseau et pour quantifier les changements nécessaires qui auraient besoin d'être réalisés afin d'être conforme avec les nouvelles limites CEM-RF. Une dernière série d'entretiens téléphoniques a eu lieu en Juin 2011 pour récupérer des informations sur les expériences lors de la mise en oeuvre des modifications. Les informations obtenues pendant ces discussions ont été utilisées pour calculer les variations de consommation d'électricité causées par l'exploitation des réseaux, ainsi que les émissions des GES y étant associées.

1.2. Structure

Ce rapport est organisé comme suit:

- La section 2 donne une brève introduction au décret 2007-1164;
- La section 3 présente une vue globale de la manière dont sont organisés les réseaux et opérateurs. Cela devrait aider le lecteur à acquérir une compréhension de base des techniques des réseaux;
- La section 4 fournit un aperçu des entretiens menés avec les opérateurs du réseau;
- La section 5 décrit brièvement comment l'information recueillie a été évaluée et la consommation d'électricité et émissions de CO₂ ont été calculées;
- La section 6 fournit les estimations quant aux changements dans la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ emissions;
- La section 7 adresse les aspects qui ne pourront être discutés en détail et aurait besoin de plus de recherches.

2. INTRODUCTION A LA NOUVELLE LEGISLATION EMF

Le 1er mars 2007, le Ministère de la Région de Bruxelles Capitale publiait un décret concernant la protection de l'environnement contre les effets nocifs des rayonnements non-ionisants à long terme. Le décret fixe les limites d'exposition CEM-RF exprimées en densité de puissance pour n'importe quel lieu accessible au public. Ces limites sont organisées de différentes façons pour trois gammes de fréquences distinctes. Pour la partie supérieure et inférieure de la bande de fréquence réglementée, des valeurs limites ont été fixées. Pour la gamme dans le milieu de la bande de fréquence réglementée, une valeur limite a été définie selon la fréquence du champ électromagnétique. Lorsque seules les fréquences simples sont transmises, les valeurs limites détaillées sont les suivantes:

- 0.01 W/m² pour des fréquences entre 100 kHz et 400 MHz
- Le ratio de fréquence en MHz et le nombre constant 40,000 exprimé en W/m² pour les gammes de fréquences entre 400 MHz et 2 GHz, et

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

- 0.05 W/m² pour les fréquences comprises entre 2 GHz et 300 GHz.

Donc, la limite de champ électromagnétique pour 400 MHz, 900 MHz et 1.8 GHz est respectivement de 0.01 W/m², 0.0225 W/m² et 0.045 W/m².

Là où il existe plusieurs champs de fréquence variée, la mesure pour laquelle des seuils sont utilisés pour chacune des fréquences est calculée comme le ratio entre la densité de puissance réelle et la valeur limite applicable. La somme de ces ratios pour toute gamme de fréquences ne peut en aucun cas être dépassée. Ceci est exprimé par la formule suivante:

$$\sum_{100kHz}^{300GHz} \frac{S_i}{S_{ri}} \leq 1$$

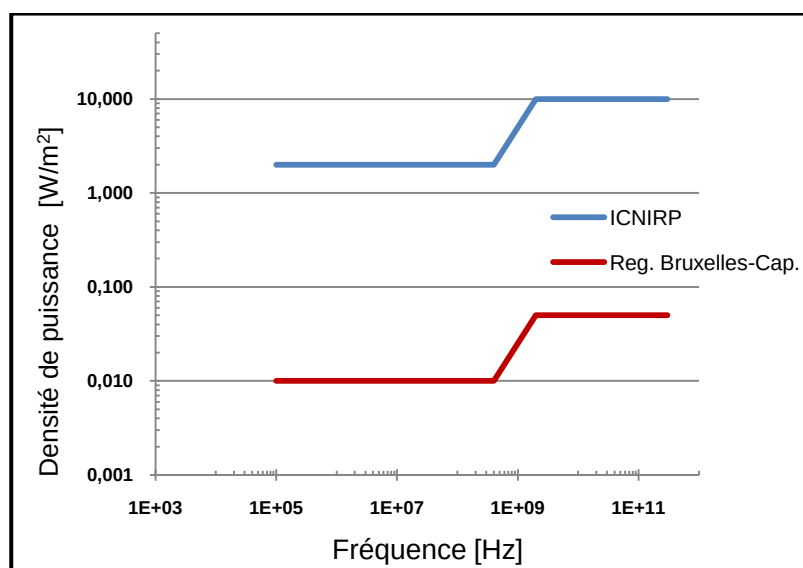
Où:

S est la densité de pouvoir du champ électromagnétique pour une fréquence i comprise entre 100 KHz to 300 GHz, et

Sr est la valeur-limite CEM pour fréquence respective i comme identifié dans les points ci-dessus.

Figure 1 donne une comparaison de la limite d'exposition CEM RF de Bruxelles-Capitale avec les niveaux de référence des lignes directives de l'ICNIRP.

Figure 1 Comparaison de la limite d'exposition CEM RF de Bruxelles-Capitale avec les niveaux de référence d' ICNIRP (400 MHz – 300 GHz)



Note: Les limites d'exposition à Bruxelles sont plus basses d'un facteur de 200 comparées aux niveaux de référence de l'ICNIRP

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Le décret exclut de manière explicite les RF-CEM provenant des appareils sans fil du réseau local (LAN) gérés par des particuliers ainsi que la technologie DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) des systèmes téléphoniques ainsi que les champs de RF-CEM non-pulsées liés à la radio et à la télévision. Ce qui explique que l'accent est mis principalement sur les réseaux mobiles, relais radio et installations radar.

En outre, selon le décret du gouvernement bruxellois du 30 octobre 2009, 25% de la norme précitée a été allouée à chaque opérateur. En plus de cela, le décret oblige les opérateurs à demander une licence environnementale pour chaque installation de l'antenne, démontrant que la norme de 25% est respectée. Les fichiers de licence de l'environnement sont gérés par l'Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement (IBGE)^{ix}.

3. INTRODUCTION AU RESEAU DE COMMUNICATION

3.1. Structure simplifiée du réseau de communication

Chaque fois qu'un téléphone mobile est utilisé, ce dispositif va échanger des données avec une station de base qui est l'interface finale avec le téléphone mobile individuel. La station de base transmet les appels téléphoniques à ce qu'on appelle le contrôleur de station de base (CSB), qui va lui-même rassembler les signaux de plusieurs stations de base et les envoyer au centre de services de commutation mobile (MSCs). Les MSCs fournissent toute l'administration de n'importe quel appel entrant ou sortant. À partir des MSCs, un appel vers un autre téléphone mobile est transmis par la même voie (MSC – CSB – station de base) pour le destinataire de l'appel. Les MSC fournissent également l'interface avec le réseau fixe. Ce schéma s'applique aussi aux connexions internet mobiles et aux autres transferts de données dans les réseaux mobiles publics.

En contraste avec la communication entre les téléphones mobiles et les stations de base, l'information et les transferts de données entre les stations de base, les CSB et les MSCs sont basés sur la technologie de relais radio ou téléphone fixe. Ainsi, ces modules ne sont pas pertinents en ce qui concerne l'exposition du public aux RF-CEM.

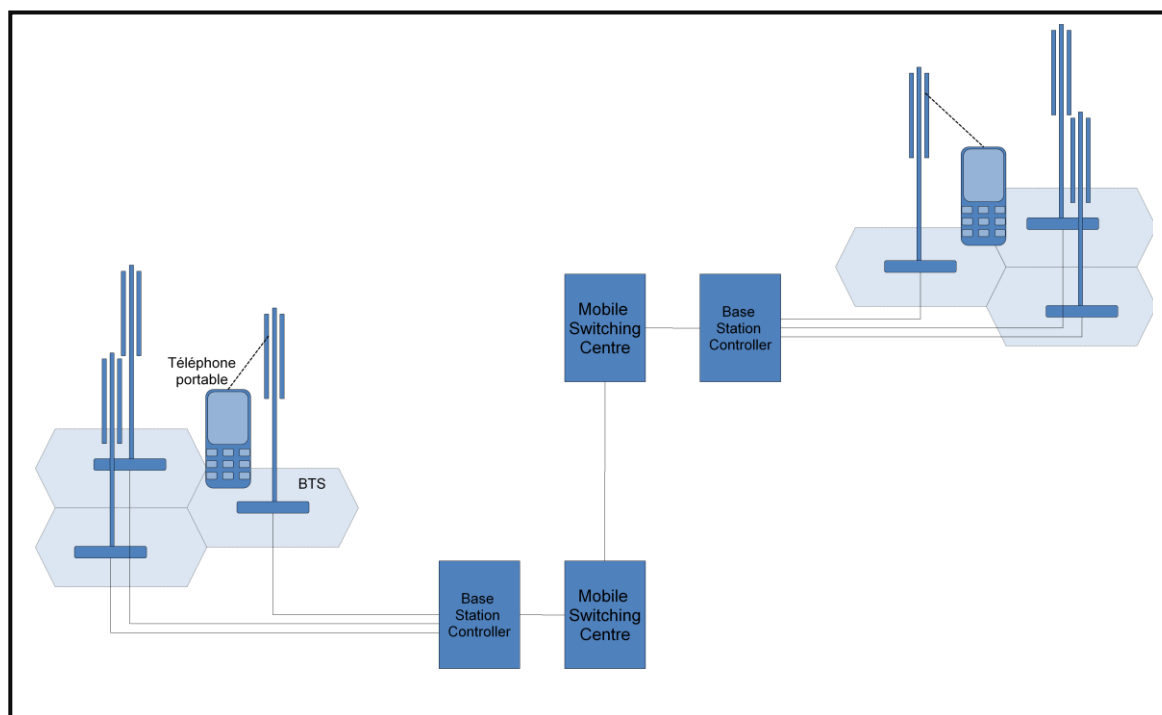
La Figure 2 illustre la structure principale des réseaux mobiles.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles

GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Figure 2 Structure simplifiée d'un réseau cellulaire^x



3.2. Types de stations de base et usages types

Un réseau mobile est géographiquement structuré en cellules avec une station de base dans le cœur de chacune des cellules. Les stations de base avec une puissance d'émission relativement élevée, les sites macrocellulaires, sont utilisés pour établir la couverture du réseau principal. Des brèches, également causées par les caractéristiques topographiques et les infrastructures construites, sont ensuite fermées à l'aide de stations de base avec une puissance de transmission plus faible, dites microcellulaires et des sites picocellulaires.

Ils sont également utilisés pour couvrir les hotspots de l'utilisation des téléphones mobiles, comme les bâtiments publics, les gares, les quartiers commerciaux, etc... Cependant, les sites macrocellulaires peuvent être considérés comme l'épine dorsale des réseaux, et la plupart des opérateurs ont installé bien plus de sites macrocellulaires que pico ou microcellulaires.

Les sites femtocellulaires et les répéteurs sont finalement utilisés pour assurer une couverture réseau à une plus petite échelle, par exemple à l'intérieur des bâtiments. Ils ne sont pas reliés à des réseaux grâce à des CSB, mais se connectent via l'internet. Les sites femtocellulaires n'ont pas encore été commercialisés en Belgique. Les répéteurs ne communiquent pas directement avec les CSB, mais reçoivent des signaux de stations de base et des téléphones mobiles, et les transmettent ensuite à un niveau de puissance plus élevée.

Le Table 1 fournit une brève caractérisation des différents types de stations de base, tandis que la Figure 3 illustre l'interaction de sites macrocellulaires, microcellulaires, picocellulaires et femtocellulaires dans la zone de couverture.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Table 1 **Caractérisation des différents types de stations de base** ^{xi}

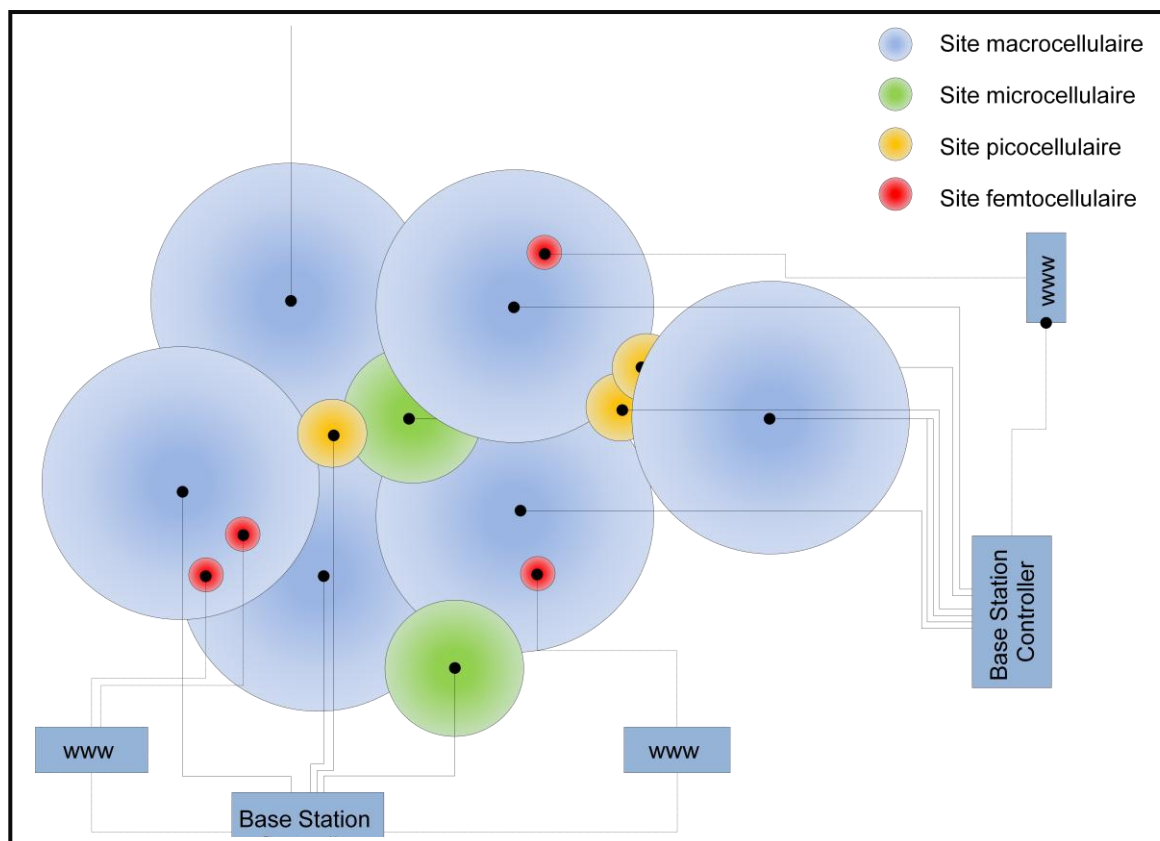
Type de BTS	Pouvoir de transmission	Echelle	Usage type
Sites macrocellulaires	60 to 80 W	< 8 km	• Fournissent la couverture principale • Installés sur des pylônes ou sur le toit des bâtiments
Sites microcellulaires	1 to 10 W	À moins d'une centaine de mètres jusqu'à 2 km	• Comblent en majorité les vides • Construits en zone urbaine
Sites picocellulaires	< 1 W	< 200 m	• Surmontent les barrières comme les murs, etc. • A l'intérieur des bâtiments, emplacements de parking, etc.
Sites femtocellulaires	0.02 to 0.1 W	De 30 à 50 m	• A l'intérieur des bâtiments pour surmonter les murs en béton et étages
Répéteurs	variable	variable	• Étend légèrement la zone où la possibilité d'installer des équipements de station de base est restreinte • Couvrent les zones d'ombres

Il est important de mentionner que dans le passé, de nombreux opérateurs de réseau ont essayé d'accomplir la couverture du réseau principal ou basé purement sur l'utilisation de sites macrocellulaires.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Figure 3 Schéma de l'interaction entre les sites macrocellulaires, microcellulaires, picocellulaires et femtocellulaires



3.3. Configuration type d'une station de base (site macrocellulaire) et consommation d'électricité.

Une station de base-type est formée de différents modules individuels. Nous pouvons les regrouper en trois catégories:

- Equipement de transmission, incluant l'antenne et l'amplificateur de puissance pour les signaux en provenance et de par l'antenne;
- Les données et l'équipement de traitement du signal, dont l'émetteur-récepteur, le duplexeur, le récepteur en bande de base et éventuellement un combineur;
- Les équipements de gestion de contrôle et de système y compris les systèmes d'extension d'alarme et la fonction de contrôle.

La consommation électrique de l'équipement de transmission dépend fortement de la puissance de transmission alors que celle du traitement du signal, le contrôle et la gestion des équipements du système dépend plutôt du trafic de données et du profil d'utilisation de la station de base. D'autres facteurs influençant la consommation électrique:

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

- Conception de l'équipement;
- Fréquence (les fréquences plus basses se propagent plus loin);
- Climat (affecte la charge de refroidissement nécessaire);
- Population et la densité de clientèle (affecte l'utilisation du téléphone et des feux de circulation).

Par conséquent, la consommation d'électricité de toute la station de base peut être caractérisée par une charge de base, pratiquement indépendante de la puissance d'émission et par une partie relativement subalterne, dépendant de la puissance d'émission choisie. Il est important que le système ne soit jamais arrêté et consomme de l'électricité 24h/24 indépendamment du fait que le trafic de données a lieu ou non. Le besoin de refroidissement influe fortement sur la puissance de l'entrée d'une station de base, qui peut, dans le cas d'un site macrocellulaire, atteindre voire dépasser 3 kW. Les évolutions actuelles, en particulier l'utilisation de composants plus résistants à la chaleur, permettent de réduire et même d'éviter le besoin de refroidissement.

Certains opérateurs de réseau inscrivent dans leur politique environnementale que les équipements de stations de base nouvellement achetés, soit pour remplacer des vieux équipements, soit pour leur première installation, doivent être capable de fonctionner sans refroidissement et sans qu'un nouvel équipement de refroidissement ne soit installé. En faisant cela, ils contribuent à la réduction de GES au-delà des options économiquement attractives.

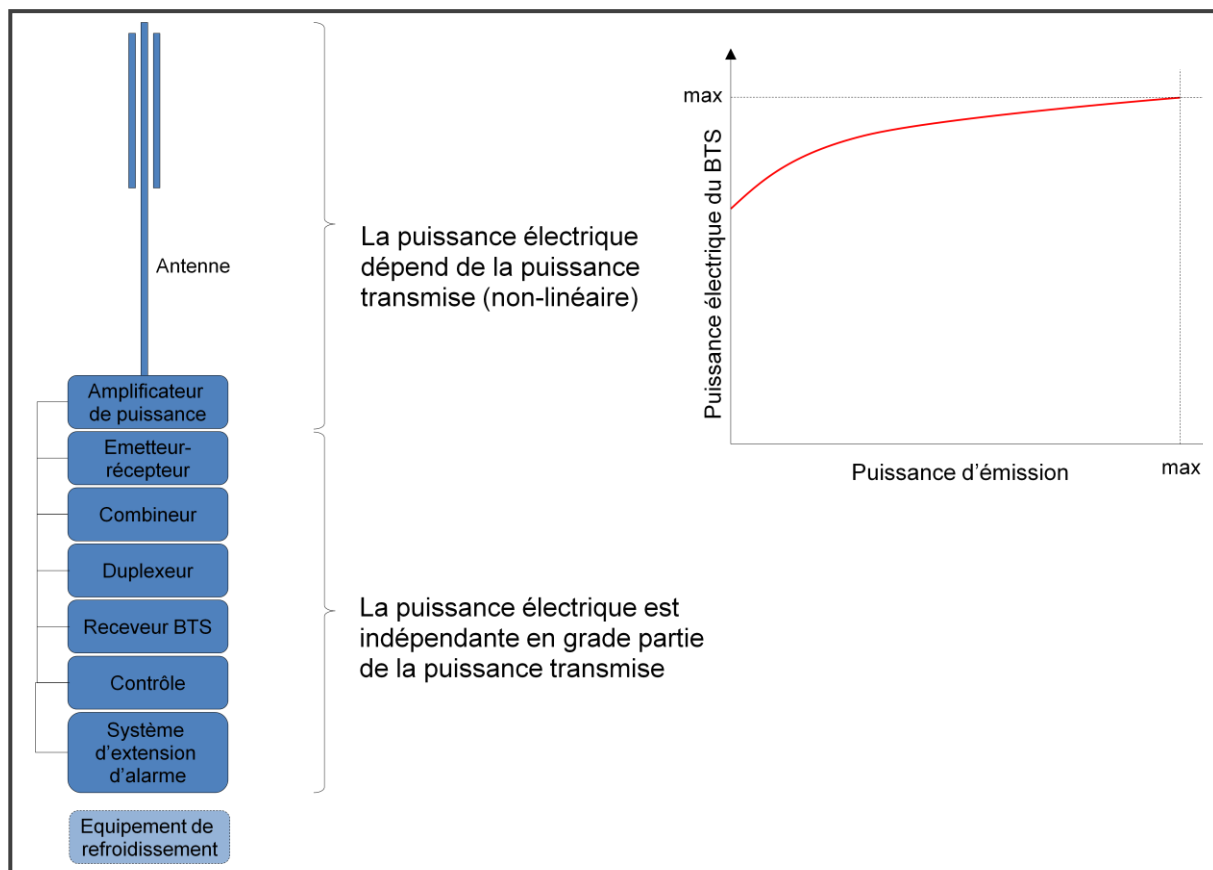
Les types de configuration et le profil de consommation d'électricité d'une station de base sont illustrés dans la Figure 4.

Dans un futur proche, les nouveaux progrès technologiques pourront permettre des réductions supplémentaires de consommation d'électricité dans les équipements. Néanmoins, avec l'augmentation de la demande d'utilisation de données mobiles et partout par les clients, il est possible que les gains d'efficacité ne soient masqués par la croissance du trafic, à moins qu'il ne devienne possible d'envoyer des données à des niveaux supérieurs d'efficacité du signal.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Figure 4 Configuration type d'une station de base



3.4. Bande de fréquences

Le terme "spectre radioélectrique" désigne une gamme de fréquences électromagnétiques, utilisées à des fins de transmission radio. Les fréquences inférieures à 30 kHz sont utilisées à des fins très spécialisées, comme la communication avec les sous-marins. Celles comprises entre 30 kHz and 300 MHz sont par exemple utilisées pour une longue, moyenne et courte diffusion en modulation de fréquence (FM) pour les radios et télévision. Celles comprises entre 300 MHz et 3 GHz sont utilisées pour les communications mobiles (entre autres les téléphones portables), mais aussi pour la technologie Bluetooth, sans fil LAN, gps, télévision et fours à micro-ondes. Les fréquences supérieures, jusqu'à 30 GHz, sont plus utilisées pour des applications sans fil LAN, des systèmes de radars ou encore des communications par satellite. Toutes ces fréquences sont encore bien en-dessous des fréquences du rayonnement infrarouge (de 300GHz à 400 THz) et de la lumière visible (de 400 à 790 THz). Les rayons X et cosmiques ont encore des fréquences plus élevées.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Vu la variété relativement grande d'applications explicitée ci-dessus, nous pouvons comprendre le vif intérêt de l'utilisation du spectre radioélectrique à des fins civiles, gouvernementales, militaires ou commerciales. Par ailleurs, les fréquences utilisées pour les différentes applications par les divers utilisateurs doivent être strictement séparées pour éviter les interférences mutuelles. Par conséquent, l'utilisation des RF est régie et réglementée de manière stricte, en particulier pour les pays industrialisés.

En Europe, les gammes de fréquences entre 870.4 et 960.0 MHz (bande de fréquence des 900 MHz), entre 1710 et 1880 MHz (celle des 800 MHz) et entre 2110 et 2200 Hz (celle des 2.1 GHz) sont réservées aux communications par téléphone portable. Elles ont été divisées en canaux de fréquence alloués aux différents opérateurs de réseaux mobiles par les régulateurs nationaux. L'utilisation de ces canaux est généralement limitée par l'autorité d'administration des réseaux (Belgisch Instituut voor postdiensten en telecommunicatie – BIPT) pour des technologies spécifiques (voir Section 3.5). Il est évident qu'avec l'usage de ces bandes de fréquences dans les technologies existantes en matière de communication mobile et de l'information, ainsi que le trafic de données, les nouvelles technologies émergentes et la demande croissante pour un transfert rapide de données vont déclencher la demande de bande de fréquences supplémentaires. Le BIPT a donc annoncé qu'il mettra aux enchères les licences pour l'utilisation des fréquences dans la bande de 2.6 GHz (de 2500 à 2690 MHz) et 3.5 GHz (gamme à déterminer) dans un futur proche.

Le principe que la diffraction des ondes à haute fréquence est plus petite que celle à basse fréquence est applicable dans tout le spectre des fréquences radioélectriques (et même au-delà). En ce qui concerne les réseaux, cela signifie que l'exploitation des bandes de fréquences plus élevées nécessite plus de lignes de vue pour parvenir à une couverture réseau. Ainsi, la bande des 900 MHz est généralement la bande de fonctionnement préférentiel dans la construction de couverture et dans les zones de faible densité de population.

3.5. Les technologies de communication mobile

3.5.1. 2G

Le "2G" désigne une seconde génération de technologie de téléphone mobile et marque la transition de l'analogique au numérique des réseaux de téléphonie mobile. Il a été lancé sur le marché en 1991 et le système standard mondial de communications mobiles (GSM) a fourni les spécifications techniques. En Europe, les réseaux 2G sont exploités dans la bande des 900 MHz et 1800 MHz. La norme GSM fonctionne sur deux fréquences différentes avec des canaux variés: une fréquence pour des liens de communication montants (du téléphone mobile vers la station de base) et une deuxième fréquence pour des liens de communication descendants (de la station de base vers le téléphone mobile). Les ressources de transfert de données pour l'ensemble des liaisons montantes et descendantes sont égales et reflètent la quantité d'informations échangées dans les deux sens pendant un appel téléphonique type.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

La norme GSM permet des débits de transfert de données jusqu'à 14.4 kbit/s et est donc utilisée presque exclusivement pour des applications de téléphonie, internet et multimédia, ce qui nécessite des débits de transfert de données significativement plus élevés.

Les modifications de la norme 2G comme High-Speed Circuit-Switched Data (HSCSD), General Packet Radio Service (GPRS) et Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE) ont marqué la transition vers une technologie encore plus puissante, celle du 3G et une augmentation du débit de transfert de données par un facteur de 26 (EDGE: 384 kbit/s).

3.5.2. Le 3G

Le "3G" représente la troisième génération de télécommunication et entre dans la famille des normes permettant un débit de transfert de données plus élevé que le 2G. En plus de la communication par téléphone mobile, le 3G facilite un grand nombre de services supplémentaires, comme la télévision mobile, la vidéo à la demande, les vidéos conférences, les services de location et bien d'autres. En général, les smartphones utilisent la technologie 3G. La norme utilisée en Europe est Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) basée sur la technologie based Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA). L'UMTS inclut deux différents modes de communication. Le mode Frequency Division Duplex (FDD) réalise les liaisons de communications montantes et descendantes sur différentes fréquences, comme le fait la norme GSM, et permet des débits de transfert de données jusqu'à 384 kbit/s. L'allocation des taux des capacités de transfert de données est similaire à celle de la 2G, c'est-à-dire qu'elle est identique du point de vue des communications montantes et descendantes. En Europe, l'UMTS-FDD utilise les bandes de fréquences des 900 MHz, 1800 MHz et 2.1 GHz et utilisera également celle des 3.6 GHz dans le futur. Dans le mode Time Division Duplex (TDD), les communications montantes et descendantes utilisent la même bande de fréquence, mais à des moments différents. Cela permet à l'opérateur du réseau d'allouer ses ressources de transfert de données avec plus de souplesse entre l'amont et l'aval des communications, qui prend en compte que, pendant l'utilisation des services mobiles, le dispositif mobile envoie généralement une petite quantité de données (comme des appels téléphoniques et des demandes d'information sur internet), tandis que des fichiers de séquences vidéo, musiques et internet reçus excèdent facilement le volume de données transmises par un ordre de grandeur. La TDD permet un débit de transfert de données jusqu'à 2Mbit/s. L'UMTS-TDD n'est pas encore opérationnel en Europe.

3.5.3. Le NGMN ou 4G

Le "NGMN" prévaut pour Next Generation Mobile Networks, qui est définie comme la 4ème génération de norme de télécommunication. Cette norme nécessite un débit de transfert de données descendantes jusqu'à 100 Mbit/s pour des applications à mouvement rapide (comme les appareils mobiles utilisés dans les cars ou les trains) et jusqu'à 1 Gbit/s pour des applications lentes ou stationnaires.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Une caractéristique principale du NGMN est l'allocation adaptable de la fréquence utilisée. Cela signifie que l'utilisateur ne recevra pas une capacité de transfert de données fixes mais seulement la capacité qu'il a besoin à un certain moment. La norme Long Term Evolution (LTE) est la base pour les services 4G déployés en Suède et prévu pour plusieurs pays européens. Le LTE fournit des débits de données élevés (jusqu'à 326 Mb/s de liaison descendantes et 86 Mb/s pour les montantes), à faible latence (10 ms) et a amélioré l'efficacité spectrale.

4. APERÇU DES ENTRETIENS AVEC LES OPERATEURS DE RESEAU

4.1. Collecte de données

Les entretiens avec les trois opérateurs de réseau actuels à Bruxelles ont été menés entre Novembre 2010 et Juin 2010. Les différents opérateurs de réseau actuels à Bruxelles sont:

- Proximus/Belgacom;
- Mobistar;
- KPN/Base.

Les personnes interviewées comprennent les représentants des fonctions des Relations Publiques, les personnes de contact de la GSMA, ainsi que les ingénieurs réseau, radio et de site. L'accent a été mis sur l'obtention de données qui ont permis de calculer les changements de consommation d'énergie encourues en raison du décret.

Les données obtenues consistent en:

- Une estimation des changements du réseau et des stations de base à réaliser (modification de la situation existante, addition ou nouvelle installation);
- Une estimation de la consommation d'électricité actuelle par station de base et le total respectif dans toutes les stations de base de la région de Bruxelles Capitale;
- Une estimation du changement de la consommation d'électricité par station de base et le total respectif dans toutes les stations de base de la région de Bruxelles Capitale;

Environ trois à quatre entrevues ont été menées par opérateur.

4.2. Qualité des données obtenues

En raison de la nature du problème, les opérateurs sont tous très incertains quant aux mesures exactes à prendre, compte tenu du:

- respect du décret;

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

- l'obligation de maintenir les services offerts à leurs clients (couverture et capacité).

Comme il est impossible de mesurer chaque emplacement individuel en conformité avec les normes, le gouvernement bruxellois vérifie les sites en utilisant des logiciels de simulation qui calculent, en se basant sur un modèle théorique de la situation, ce que sera l'exposition aux RF-CEM pour une installation spécifique de l'antenne. Comme il est recommandé un test réel, et qu'aucune simulation ne peut avoir de précision suffisante pour prédire les niveaux d'exposition réels, les opérateurs sont conscients qu'ils devront adapter leurs installations d'antenne de manière itérative. La qualité des données obtenues est donc limitée à première vue aux estimations et opinions présents avant le déploiement réel de tout changement dans le réseau d'antennes. Les opérateurs étaient réticents à confirmer la précision des données pour la situation finale.

Les données obtenues pour les trois opérateurs ne diffèrent pas trop fortement, ce qui laisse supposer que soit les données représentent les changements réels à attendre de l'introduction du décret, soit les trois opérateurs font la même erreur systématiquement.

4.3. Méthodologie générique de la planification de changement

Bien que les approches spécifiques des opérateurs aient varié, un certain terrain d'entente a été identifié. Toutes les approches font usage de plusieurs éléments complémentaires:

4.3.1. Planification prospective

En utilisant à la fois les mesures in-situ et les résultats du logiciel de simulation, les points de non-conformité d'exposition aux RF-CEM peuvent être identifiés (ceci est également utilisé pour valider l'exactitude du logiciel de simulation). Des mesures d'adaptation peuvent être proposées et des effets simulés pour déterminer leurs impacts (voir section 4.4 pour le panel des mesures d'adaptation possibles). La planification peut être mise en place pour mettre en oeuvre tout ou partie des mesures d'adaptation. Les mesures semblent répondre à la conformité du décret ainsi que les niveaux de services à la clientèle.

4.3.2. Réglage rétrospectif

Encore une fois, les points de non-conformité ou les niveaux de services inférieurs ont été identifiés en prenant des mesures après la mise en oeuvre des mesures d'adaptation proposées. Les modifications ad hoc peuvent être tentées (essais et erreurs), soit en visant une zone avec un problème spécifique, soit de manière plus globale pour une zone plus complexe.

4.3.3. Approche pratique

Les trois opérateurs ont montré plusieurs niveaux de plans à appliquer au problème. Cependant, chaque opérateur avait un niveau différent de dépendance vis-à-vis de la planification du projet. Alors qu'un opérateur a calculé la couverture de toute la région de Bruxelles et en a fait des plans détaillés, avec prudence pour ne pas oublier un seul point de couverture, un autre a planifié de façon minimaliste les façons de réduire la puissance en

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

cas de besoin et prend ensuite des mesures d'adaptation basées sur les plaintes des clients pour récupérer des niveaux de service seulement lorsque cela est nécessaire.

4.4. Panel de mesures

Réduire l'exposition aux RF-CEM peut évidemment être réalisé en réduisant le pouvoir transmis à l'antenne mais ce n'est pas l'unique option possible. Le décret ne vise que les densités de puissance dans les lieux accessibles au public. Aucune limite n'est fixée pour les autres lieux, tels que l'exposition au-dessus de la tête des gens, entre les bâtiments, (par opposition à l'intérieur des bâtiments ou sur les balcons), etc.

Les opérateurs peuvent donc choisir, si c'est possible, de rediriger le faisceau principal de l'espace de non-régulation. D'autres options incluent le partage des installations avec les autres opérateurs ainsi que la réduction de puissance, et ensuite l'installation des antennes supplémentaires pour combler les vides provenant de la réduction de la transmission de pouvoir.

4.4.1. Optimisation de la configuration physique

Les changements de configuration physiques modifient les endroits où un CEM a été envoyé. Trois paramètres peuvent être modifiés:

- La hauteur de l'antenne au-dessus du sol
- Le changement horizontal direction (azimut)
- Le changement vertical de direction (inclinaison)

4.4.1.1. Le changement de hauteur de l'antenne au-dessus du sol

Il est important de savoir que la couverture ne réside pas uniquement à l'intérieur du faisceau principal, mais s'étend bien au-delà. Il est préférable que le faisceau principal s'étende dans un espace libre de telle sorte que la gamme de couverture soit maximisée. Par exemple, si un faisceau est orienté directement vers un bâtiment, l'énergie est dispersée et atténuée par la construction et est en grande partie gaspillée. Si le faisceau est pointé à côté du bâtiment, la couverture sera plus uniforme et ira plus loin, ce qui causera une exposition moindre des personnes à l'intérieur du bâtiment aux RF-CEM.

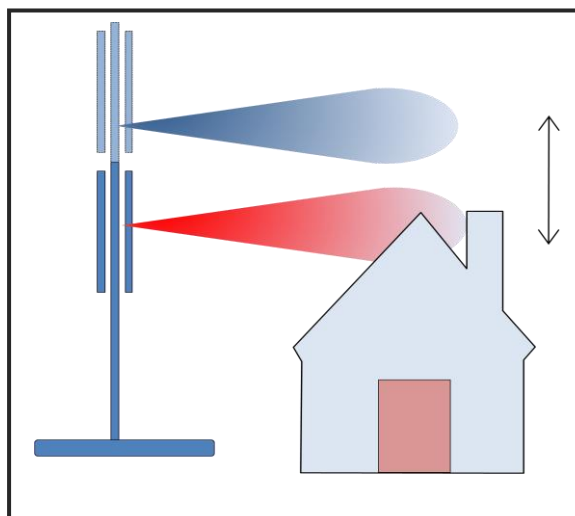
Les figures 5, 6 et 7 illustrent les trois changements physiques importants.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles

GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Figure 5 Changement de hauteur au-dessus du sol.

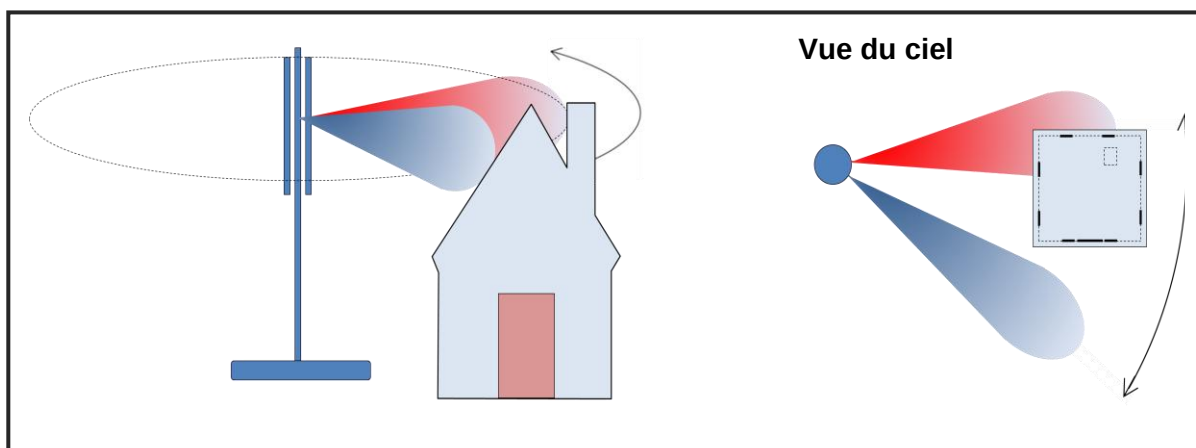


Changer la hauteur permet au CEM d'être éloigné de certains lieux publics, ainsi que une meilleure gamme pour les antennes concernées. C'est en fait l'une des meilleures options pour les opérateurs à condition que les interférences avec les cellules voisines puissent être gérées. Ce système n'a pas été appliqué plus tôt dans différents endroits car les règlements de construction et les limitations ne le permettaient pas. On pourrait penser que désormais, comme le gouvernement bruxellois a fixé les limites d'exposition RF-CEM, les mesures en seraient facilitées, mais malheureusement, les permis de construction sont déterminés par une administration indépendante avec peu de coopération dans de nombreux endroits.

4.4.1.2. Variation de l'azimut

Comme la variation en hauteur, celle de l'azimut est utile pour déplacer le faisceau principal en dehors des lieux de population. Il n'a pas de limitations physiques ou morales aux changements d'azimut.

Figure 6 Effets de la variation du point de vue de l'azimuth



Rapport

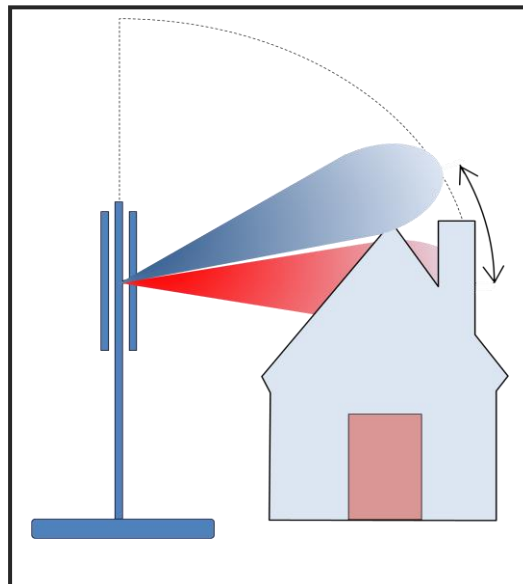
Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Ceci peut être appliqué dans les cas où un faisceau peut-être dirigé directement vers le bas d'une rue au lieu des bâtiments.

4.4.1.3. Variation d'inclinaison

Encore une fois, cette variation est utile lors du réglage de la ligne du faisceau pour éviter les lieux de population. Éviter de frapper le bâtiment en face de la position de l'antenne avec le faisceau est une bonne option afin de réduire la densité de puissance tout en conservant la plupart de la couverture et en l'améliorant même.

Figure 7 Effets de la variation du point de vue de l'inclinaison



Cependant, pour les trois modifications potentielles de configuration physique, les antennes sont généralement déjà accordées à la position optimale, donc les bénéfices que l'on pourrait en retirer sont assez restreints.

4.4.2. Le partage de réseau

À première vue, le partage de ressources tels que les lieux, bâtiments, fournitures d'électricité, et autres équipements pourraient sonner comme un moyen de réduire la densité de puissance des transmissions ou de la consommation de l'électricité dans son ensemble.

Dans certains endroits, les opérateurs partagent déjà des installations comme les sites d'antennes. Cela est favorable du point de vue esthétique car cela réduit le nombre de sites d'antennes. La réduction de la consommation de l'électricité et des émissions de GES est cependant presque négligeable car le CEM est envoyé par canal de fréquence, dont chacun est affecté aux opérateurs.

Le partage du réseau est cependant impossible et n'est pas une mesure viable pour réduire le pouvoir de transmission de chaque opérateur.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

4.4.3. La réduction du pouvoir de transmission

Lorsque toutes les mesures physiques ont été épuisées et que l'exposition aux RF-CEM est encore trop élevée dans certains lieux, la seule possibilité de réduction réside en la diminution de la puissance de l'antenne transmettrice. Dans certains cas particuliers, il est possible que cela n'ait aucun impact sur la couverture et la capacité, mais dans la plupart des cas, la gamme cellulaires est réduite et la capacité faiblit (la gamme en général pour le 2G et la capacité pour le 3G). Cette réduction est cependant nécessaire afin de se conformer au décret.

Ce dernier ne force pas les opérateurs de réseau à compenser cette réduction, mais ceux-ci voudront contrer ces effets afin d'éviter la perte de la clientèle et la réduction de leurs services. Ils voudront donc dans tous les cas rajouter des sites d'antennes pour combler les vides de couverture. La figure 8 illustre schématiquement l'impact du décret sur la couverture du réseau et par conséquent l'ajout de nouvelles stations de base.

Les opérateurs détermineront quel type de sites peut être ajouté, et l'endroit idéal pour ceux-ci. Ils demanderont des permis de construire pour les nouveaux sites et vérifieront la mise en conformité du décret, ainsi que les tests réalisés pour les vides restants dans la couverture et les insuffisances de capacité. D'autres retards peuvent être causés quand des permis de construire sont refusés et qu'une nouvelle demande est nécessaire, jusqu'à ce qu'un lieu approprié soit trouvé et autorisé.

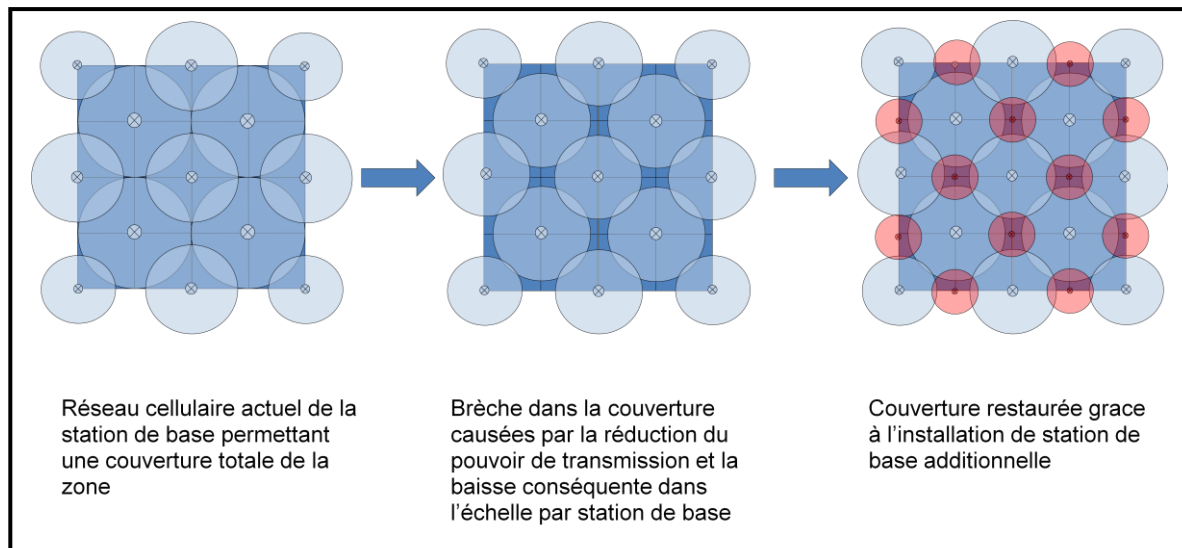
Les sites d'origine (macrocellulaires) qui composent les réseaux bruxellois des trois opérateurs n'avaient pas à répondre au nouveau décret, et ont été améliorés par certains types d'équipement par chacun des opérateurs. Le décret perturbe cette amélioration et pourrait générer des défaillances dans la couverture et dans la capacité, qui ne seront pas prises en charge par les sites déployés par les opérateurs.

L'importance de déployer des sites plus petits, y compris des sites microcellulaires et picocellulaires, va augmenter afin de combler les défaillances dans la couverture de manière plus efficace que celle obtenue par les sites macrocellulaires (par exemple les bâtiments). Les effets de ces changements de technologies apparaîtront plus clairement dans la deuxième itération des opérateurs, comme ils vont commencer à combler les vides les plus petits.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Figure 8 Présentation schématique des réductions des effets de la puissance de transmission



Les sites femtocellulaires n'ont pas été pris en considération comme ils ne sont pas utilisés en Belgique au moment où a été réalisé cette évaluation.

4.4.4. Remaniement des technologies et des fréquences sur les sites

Certains sites possèdent des technologies simples (comme le 2G), d'autres doubles (p.ex. le 2G et le 3G, ou 900 MHz et 1800 MHz 2G). Comme les limites d'exposition aux RF-CEM sont définies comme la composition de toutes les fréquences utilisées, il peut être avantageux dans certains cas de limiter quelques sites à une seule technologie/ bande de fréquence, et dans d'autres cas, de faire l'inverse et de la combiner. Comme les déploiements d'origines n'ont pas pris en compte les nouvelles limitations, un recalcul de la densité de puissance peut indiquer une cartographie différente des technologies et des bandes de fréquences des sites. Ce remaniement et les données fournies par les opérateurs ont développé un paramètre de "nombre de technologies par site" dans la section **Error! Reference source not found.**

5. METHODOLOGIE POUR L'EVALUATION DES DONNEES, HYPOTHESES ET LIMITATIONS

5.1. Méthodes de calcul

La méthode de calcul des émissions de GES de la consommation d'électricité a été réalisée selon le World Business Council for Sustainable Development's (WBCSD) et le World Resource Institute's Greenhouse Gas Protocol (GHG protocol).

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Les émissions de GES provoquées par la consommation électrique sont considérées comme des émissions indirectes car elles ne se produisent pas dans les installations même de l'opérateur et sont donc classées comme émissions de champ 2. Cependant, les limites des rapports dans cette étude diffèrent de celles du protocole des GES. Ce dernier aborde de façon générale les émissions de GES au sein d'une organisation et de ses opérations dans son ensemble. La restriction de cette étude sur les sites macrocellulaires dans la région de Bruxelles-Capitale signifie que seule une partie des activités des trois organisations différentes ont été prises en compte.

Les entretiens avec les opérateurs de réseau ont conduit à la première estimation du nombre de nouveaux sites macrocellulaires à ajouter ainsi que celui des sites à améliorer avec des antennes supplémentaires, en conséquence du décret. Les données sont spécifiques à chaque opérateur et ne peuvent être publiées pour des raisons de confidentialités. Les entretiens ont ainsi permis d'obtenir la moyenne de la consommation d'énergie pour les BTS existants et ceux prévus pour être mis à niveau.

En outre, les entretiens ont donné une moyenne des données d'entrée d'alimentation. Il s'est avéré que les opérateurs ont tendance à utiliser le même type de station de base, y compris la configuration technique, à travers leur réseau pour augmenter la compatibilité et faciliter le travail de maintenance. La méthode de calcul de la consommation électrique qui en résulte est simple – le nombre de stations de base est multiplié par la moyenne des entrées d'énergie et par la moyenne des heures de fonctionnement par année.

Le calcul des émissions de GES qui y sont associées a été restreint au CO₂, étant donné le fait que c'est l'émission la plus importante au vu de la production d'énergie. Cela a de nouveau été calculé en multipliant la consommation d'énergie annuelle par l'intensité de CO₂ pour la production d'énergie belge, grâce à un facteur de calcul de CO₂. Le facteur de calcul de CO₂ équivaut au ratio des émissions CO₂ causées par la production d'énergie belge en tonnes métriques par la quantité d'électricité produite en Belgique en megawatt heures (MWh). Les autres émissions causant des GES pendant la production d'équipements électroniques et pouvant jouer un rôle plus important ne sont pas pris en compte.⁴

Ensemble, les méthodes de calcul de la consommation d'électricité et des GES ont été menées: (i) pour le nombre approximatif de sites macrocellulaires à compter de la fin de 2010, et (ii) pour les chiffres projetés par les opérateurs dans le cas où une totale conformité avec le décret est atteinte.

Lorsque cela est possible, des changements dans la consommation d'électricité causés par la mise à niveau des stations de base existantes ont été pris en compte.

⁴ Tels que le méthane, l'oxyde d'azote, les hydrofluorocarbures, l'hexafluorure de soufre ou le trifluorure d'azote

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

5.2. Hypothèses

Les hypothèses prises en compte pour les méthodes de calcul sont les suivantes:

- Le facteur de calcul pour la Belgique s'élève à 249 g CO₂/kWh^{xii}
- La moyenne des entrées d'énergie pour une station de base macrocellulaire réside entre 900 W et 1,500 W, selon l'équipement utilisé par l'opérateur du réseau
- 8,760 heures de fonctionnement par an et pour chaque pièce d'équipement
- La réduction de la demande d'énergie pour chaque station de base due à la réduction de la consommation énergétique est négligible
- Le nombre présumé de technologies par site est de 1.5 (cf. Section 3.5)
- Les stations de base les plus petites (microcellulaires et picocellulaires) peuvent être négligées depuis :
 - Les réseaux existants sont basés principalement sur des sites macrocellulaires
 - Le pouvoir de transmission des sites microcellulaires et picocellulaires est plus faible et nécessite quelques modifications.
 - La plupart des sites microcellulaires et picocellulaires sont mis en place à la demande des clients (càd des coins d'ombre, ou encore des renforcements de la couverture) et ont moins de liens directs avec le décret.

5.3. Limitations

La portée de cette étude est limitée à la consommation électrique des stations de base supplémentaires, qui pourraient être installées en conséquence des limitations plus faibles pour les CEM. Les autres émissions de GES causées par la production et la maintenance de l'équipement ne sont pas inclus (émissions de cycle de vie [pour les aspects qualitatifs, voir la section 7.1]).

Au moment où les entretiens avec l'opérateur ont été menés, le processus de modification des sites microcellulaires et picocellulaires n'avait pas encore commencé. Comme les opérateurs ont basé leurs réseaux principalement sur les sites macrocellulaires, la contribution estimée pour les sites microcellulaires et picocellulaires est relativement faible. En plus, la planification et la modification des réseaux sont des processus itératifs et l'installation de nouveaux sites macrocellulaires peut engendrer la création de quelques petits sites superflus. Ces impacts ne pouvaient être étudiés.

La consommation d'énergie et les équipements supplémentaires nécessaires, autres que les stations de base ne sont également pas inclus. En prenant en compte le fait que les BSC et les MSC auront besoin de traiter les flux de données d'un plus grand nombre de stations de base dans le futur, il est probable que leur consommation d'énergie en sera aussi un peu augmentée; en même temps il ne peut pas être exclu que la capacité de certains BSC et MSC

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

peut être épuisée et que des équipements supplémentaires devront être installés. Ce qui causerait à nouveau des émissions de GES supplémentaires.

6. RESULTATS ET DEBATS: IMPACTS SUR LA DEMANDE D'ENERGIE ET EMISSIONS DES GAZ A EFFET DE SERRE

A la fin de 2010, le réseau bruxellois des trois opérateurs commerciaux existants se compose de près d'un millier de sites macrocellulaires. Certains sites de partage sont mis en place mais restent limités par l'espace physique et les installations comme l'alimentation.

Les réseaux de transmission sont très différents pour chaque opérateur, ce qui est normal étant donné que les opérateurs d'origine ont un réseau de transmission existant prêt à l'emploi. Les nouveaux arrivants sur le marché devront commencer par établir leur réseau, en favorisant les techniques micro-ondes sans fil et en louant des connections fixes à d'autres fournisseurs de télécommunication.

La consommation globale d'électricité liée à l'exploitation des sites macrocellulaires totalisent approximativement 10,100 MWh par an pour l'ensemble des trois opérateurs.

Les opérateurs sont confrontés à la nécessité d'augmenter le nombre de sites macrocellulaires de 30 à 55%. Cependant, ces estimations sont incertaines et vont jusqu'à 80% dans le pire des cas. Environ 10% des sites existants vont être modifiés et améliorés avec des équipements supplémentaires, ce qui va augmenter leur apport d'énergie d'environ 1kW. De plus, les sites microcellulaires et picocellulaires deviendront de plus en plus nécessaires pour combler les défaillances de couvertures, en particulier dans les immeubles, les centres commerciaux, les gares, etc.

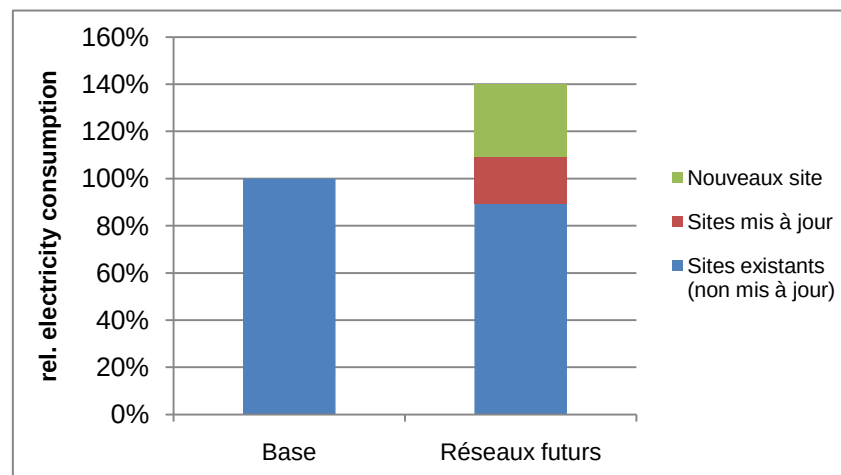
Il n'y a pas de données spécifiques disponibles montrant le lien entre ces nombres et les régions géographiques (profil du terrain, utilisation des terres), les caractéristiques des constructions (bâtiment haut ou bas) ou autres.

La corrélation entre le changement dans la consommation électrique et le nombre de sites ajoutés est presque linéaire, comme les opérateurs ont mentionné le même type d'équipement utilisés. La consommation d'électricité pour les réseaux modifiés sera probablement augmentée de quelques 14,200 MWh par an, ce qui est l'équivalent d'une augmentation de 40%. Il en résulte des coûts supplémentaires allant de 400,000 à 500,000 EUR^{xiii} pour l'ensemble des trois opérateurs, qui devront l'absorber dans leur frais ou tentant de le faire payer aux abonnés. La Figure 9 compare la consommation d'énergie des stations de base à la fin de 2010 et les prévisions pour celui-ci quand il sera en conformité avec les limites d'exposition aux CEM-RF plus faibles.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Figure 9: Comparaison de la consommation d'électricité des stations de base entre fin 2010 et après l'implantation de l'Ordonnance 2007-1164



Comparé au nombre d'abonnements, les nombres ci-dessus signifie que la station de base a consommé 7.8 kWh d'électricité par abonnement l'année avant la mise en oeuvre du nouveau décret. La valeur correspondante après la mise en oeuvre du décret est de 11.0 kWh par abonnement et par an.^{xiv} Ces nombres peuvent être applicables à d'autres grandes villes comme une première approximation en supposant que les autres facteurs comme la densité de population, la géographie physique, le développement de la structure sont comparable aux conditions existant à Bruxelles.

Les trois opérateurs utilisent de l'électricité verte. Ainsi, ils ne causent aucune émission de GES pour cette partie de leur activité aujourd'hui et demain. Mais l'électricité verte est assez rare et pourrait être mieux valorisée. Une augmentation de la demande n'engendre pas forcément une augmentation de production d'électricité et pourrait être couverte par une réaffectation d'un consommateur non-abonné à l'énergie verte mais au pouvoir conventionnel, ce qui cause indirectement une consommation d'électricité plus intensive en carbone.

Dans ce cas, on peut convertir l'augmentation de la consommation d'électricité (quelques 4,100 MWh) en émissions de GES grâce au facteur de calcul de CO₂ belge. Les émissions de GES dans la région de Bruxelles-Capitale pourraient augmenter d'un peu plus de 1000 tonnes de CO₂ dues aux modifications des réseaux des opérateurs. Ce qui équivaut annuellement aux émissions de CO₂ de 135 citoyens européens^{xv}.

Il est utile de signaler la relativement forte dépendance de l'énergie belge par rapport au nucléaire, ce qui induit un faible facteur CO₂. En comparaison à d'autres pays où les énergies fossiles jouent un rôle plus important dans la production d'électricité, cela indique que les émissions de CO₂ supplémentaires pourraient être considérablement plus élevées. Par exemple, pour la Pologne et la Grèce, le facteur de CO₂ est respectivement de 0,653 et de 0,731 tonnes de CO₂/MWh, comparés aux 0,249 tonnes de CO₂/MWh en Belgique^{xii}.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Donc les émissions supplémentaires de CO₂ en Pologne ou en Grèce seraient respectivement jusqu'à 2.6 et 3 fois plus élevées dans des conditions similaires.

Si un règlement similaire était mis en oeuvre en Europe et que les conditions rencontrées dans la région de Bruxelles-Capitale étaient applicables aux Etats Membres, la consommation d'énergie supplémentaire en résultant provoquerait une augmentation annuelle de 800 MW.^{xvi}

7. AUTRES CONSIDERATIONS

7.1. Discussion qualitative des aspects du cycle de vie

Jusqu'à présent, seuls les impacts du décret sur la consommation électrique et les GES pendant le fonctionnement de l'équipement ont été pris en compte. Nous pouvons voir plus loin, et aborder l'énergie et les GES émis pendant le fonctionnement des équipements, la maintenance, le traitement ultérieur et jusqu'à la fin de vie.

Les hydrofluorocarbures (HFC), le trifluorure d'azote (NF₃) et l'hexafluorure de soufre (SF₆) sont des substances courantes dans la production de semi-conducteurs et composants électroniques. Ce sont des émissions de GES très puissantes et qui dépassent la capacité de de CO₂ à capturer les rayons infrarouges d'un facteur de 23 000. Par conséquent, la production de n'importe quel équipement électronique peut causer des émissions relativement hautes de GES et les entrées d'énergie pour la transformation et la production de matières premières ne sont pas prises en compte dans cet argument. La production de poteaux d'antenne, leur fondation en béton et les abris pour l'équipement nécessitent également des entrées d'énergie et causent des émissions de GES, ainsi que les machines et les véhicules qui sont nécessaires pour monter et entretenir les installations.

Dans le but d'évaluer les impacts indirects, une approche de cycle de vie doit être adoptée pour quel équipement spécifique doit être installé et où il doit être installé. Les évaluations de cycle de vie (ACV) sont toujours compliquées car elles démarrent à partir des besoins en matériel et des intrants en énergie pour la production de chaque composant. Mais l'information disponible sur les intrants énergétiques, les émissions de GES en résultant, la production des équipements de technologie de communication et de l'information en général, ainsi que les équipements des réseaux comme les stations de base reste limitée. Une étude d'ACV publiée en 2008 a évalué un système de service de téléphonie mobile allant de la production des téléphones portables à l'exploitation de station de base jusqu'aux bureaux des opérateurs, l'entretien, les ventes et les activités marketing. L'étude réalisée par des experts a estimé les émissions annuelles nécessaires pour fournir les services mobiles se situant entre 24 et 29 kg par abonnement, selon la technologie utilisée. Mais les données, d'après la publication, ne permettent pas d'étendre les résultats à des pièces individuelles de l'équipement.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Néanmoins, des estimations très approximatives basées sur cette étude d'ACV et un certain nombre d'hypothèses ^{xvii} peuvent suggérer que la production et l'installation de sites macrocellulaires supplémentaires pourraient causer à terme une consommation d'énergie et des émissions de GES, dans le même ordre de grandeur que la consommation d'électricité et les émissions de GES y étant associées pendant la phase de fonctionnement de l'équipement. Cette estimation approximative est confirmée, pour certaines parties du cycle de vie, par des informations supplémentaires provenant des entretiens avec les opérateurs.

7.2. Impacts de la consommation d'énergie potentielle d'un quatrième opérateur de réseau

Récemment a eu lieu une vente aux enchères des fréquences GSM pour un quatrième opérateur. Le consortium Telnet-VOO était le seul candidat valide pour ces fréquences. L'impact d'un nouvel opérateur serait dépendant de sa stratégie de déploiement et d'offre de service. En jettant un oeil à la procédure de la vente, nous pouvons remarquer la présence de chaînes entre la gamme des 900 MHz et 1800 MHz, et donc probablement l'obligation d'utiliser ces derniers. La mesure, les services, la couverture et les autres technologies pouvant être utilisés par l'opérateur sont inconnus ainsi que ses intentions. Les représentants de ce consortium n'ont pas été interviewés, car ils n'étaient pas connus au départ de l'étude. Par ailleurs, Telnet ne détient pas de licence radio et n'est pas un membre à part entière de GSMA, bien qu'il soit un opérateur de réseau mobile virtuel à part entière (MVNO) utilisant le réseau radio de Mobistar.

Bien qu'il soit théoriquement possible pour le quatrième opérateur avec un ou plusieurs opérateurs existants et de partager certaines infrastructures, il est peut probable que ce la s'étende très loin, comme il représente un concurrent direct. Dans le cas où un quatrième opérateur doit installer son propre réseau, le nombre moyen de stations de base utilisé par les opérateurs actuels constitue une première estimation utile du nombre qui serait nécessaire pour le nouvel exploitant. Cependant, en tant que nouvel exploitant, l'opérateur serait en mesure de mieux optimiser la couverture et l'emplacement des stations de base, en supposant que l'obtention des permis ne constitue pas une contrainte. Calculer les changements énergétiques dus à la législation est compliqué compte tenu du nombre de variables telles que la stratégie du nouveau venu, la couverture souhaitée et le type d'équipement utilisé. Les conséquences globales de la législation en termes de changements de consommation d'énergie pour le quatrième opérateur ne diffèrent pas significativement des opérateurs existants mais peuvent être légèrement inférieures. L'hypothèse retenue par les opérateurs s'appliqueront également pour le nouvel opérateur, ce qui signifie que le nouvel opérateur devra installer à peu près 400 sites macrocellulaires au lieu de 300 en absence de décret. L'augmentation de la consommation d'électricité et les émissions de GES y étant associées sera à peu près 30 %, ce qui équivaut à 1,000 MWh et 250 tonnes CO₂ annuellement.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

8. CONCLUSIONS

L'industrie de la téléphonie mobile reconnaît que la réduction de consommation d'énergie et des émissions de GES est une tâche commune qui incombe à toute la société. Elle a accepté sa responsabilité ainsi que de contribuer d'un côté à cette tâche par la réduction de consommation d'énergie dans ses propres installations, et de l'autre de permettre des solutions économes en énergie pour d'autres industries et pour les consommateurs privés. Cet engagement est soutenu par les recommandations de la Commission Européenne, dans le volet intitulé "Mobilising Information and Communications Technologies to Facilitate the Transition to an Energy-efficient, Low-carbon Economy"^{xviii}. L'industrie de la téléphonie mobile prévoit de réduire ses émissions totales de GES de 40% en 2020 par rapport à 2009. Cette prévision couvre, et cela sous le contrôle des opérateurs, toutes les émissions provenant des sources d'énergie, y compris la consommation d'énergie provenant du réseau radio, de la construction et du transport.^{xix}

Le fonctionnement des stations de base est largement responsable de la consommation d'électricité des réseaux mobiles. Le décret de la Région de Bruxelles-Capitale 2007-1164 oblige les opérateurs d'installer de 30 à 55% de stations de base macrocellulaires en plus et à mettre à niveau 10% des stations de base existantes par rapport à la fin 2010, si un même niveau de service veut être maintenu.

Ces changements seront accompagnés d'une augmentation proportionnelle en consommation d'énergie pour cette partie du fonctionnement. Le décret contrebalance donc le plus grand potentiel des opérateurs pour une réduction de la consommation d'énergie et peut même causer une augmentation des émissions (par connexion et en valeur absolue). Les opérateurs concernés n'arriveront peut-être pas à atteindre l'engagement des industries de téléphonie. Ce dernier devrait être pris en compte lorsque les engagements des industries de téléphonie sont hors d'usage vis-à-vis des membres individuels du secteur de l'industrie.

Au cas où la politique et la société décideraient dans le futur que l'exposition aux CEM-RF devienne une priorité, et que des réglementations similaires devraient être mises en œuvre dans des régions plus vastes, cela va certainement influencer sur la capacité des opérateurs de réduire leur consommation énergétique dans leurs opérations et limiter leur contribution à la lutte contre les changements climatiques, en permettant aux autres des solutions efficaces en énergie.

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

NOTES DE FIN

- i ICNIRP - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (2009): Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz), <http://www.icnirp.org/documents/RFReview.pdf>, (last accessed: 19 June 2011)
- ii WHO – World Health Organization (2011): Electromagnetic fields and public health: mobile phones; Fact sheet N°193; June 2011, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/index.html> (dernier accès 11 août 2011).
- iii IARC - International Agency for Research on Cancer (2011): IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans; Press release N° 208, 31 May 2011, http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf, (dernier accès: 19 juin 2011)
- iv Robert Baan a, Yann Grosse a, Béatrice Lauby-Secretan et al (2011): Carcinogenicity of electromagnetic fields, The Lancet Oncology, Volume 12, Issue 7, Pages 624 – 626, [http://www.thelancet.com/journals/lanonc/article/PIIS1470-2045\(11\)70147-4/fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lanonc/article/PIIS1470-2045(11)70147-4/fulltext) (dernier accès : 5 juillet 2011).
- v ICNIRP (1998): Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying, Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, (up to 300 GHz), Health Physics April 1998, Volume 74, Number 4, also available at <http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf> (Dernier accès: 7 juillet 2011)
- vi European Council (1999): Council Recommendation (1999/519/EC) of 12 July 1999 on the limitation of the exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz- 300 GHz, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:199:0059:0070:EN:PDF> (dernier accès: 8 Juillet 2011)
- vii Voir : European Commission (2008): Report from the Commission on the Application of Council Recommendation of 12 July 1999 (1999/519/ec) on the Limitation of the Exposure of the General Public to Electromagnetic Fields (0 Hz to 300 GHz), COM (2008)532 final
- viii Parlement de la Région de Bruxelles-Capitale: Ordonnance 2007-1164: Ordonnance relative à la protection de l'environnement contre les éventuels effets nocifs et nuisances provoqués par les radiations non ionisantes, 1 March 2007, Moniteur Belge / Belgisch Staatsblad No. 13693; http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi/article_body.pl?language=fr&caller=summary&pub_date=2007-03-14&numac=2007031104 (dernier accès 17 juin 2011).
- ix Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement/Brussels Instituut voor Milieubeheer (BIM) <http://www.ibgebim.be/>
- x Voir: http://en.wikipedia.org/wiki/File:GSM_ArchitecturePL.svg (dernier accès : 22 juin 2011)
- xi Voir : ICNIRP (2009), modified using e.g. http://en.wikipedia.org/wiki/Pico_cell; http://en.wikipedia.org/wiki/femto_cell (dernier accès :10 juin 2011)
- xii IEA – International Energy Agency (2010): CO₂ emissions from fuel combustion – highlights, 2010 editions, <http://www.iea.org/co2highlights/CO2highlights.pdf>, page 107 (dernier accès : 23 mai 2011)

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles
GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

- xiii Energy prices were taken from Europe`s Energy Portal - Industrial Electricity Rates (web content), <http://www.energy.eu/#Industrial> (dernier accès :20 juin 2011)
- xiv En supposant que 1.3 million d'abonnés sont desservis dans la Région de Bruxelles Capitale en raison du nombre relativement important d'individus en ville.
- xv Les émissions de CO₂ de l'UE ont été prises sur 'the National Communication of the EU to the United Nations Convention on Climate Change', voir: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/national-emissions-reported-to-the-unfccc-and-to-the-eu-greenhouse-gas-monitoring-mechanism-5> (dernier accès : 21 juin 2011); le nombre de citoyen européen provient de Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/EU> (dernier accès : 21 juin 2011)
- xvi En supposant que la consommation énergétique et les GES supplémentaires peuvent être extrapolées en fonction du nombre d'habitants (région de Bruxelles-Capitale = 1,1 habitants, UE-27 501 millions d'habitants), la consommation d'électricité supplémentaire est de 1,8 TWH, ce qui représente approximativement la production d'énergie d'une centrale avec puissance thermique de 800 MW pendant un an.
- xvii Les hypothèses sont, entre autres: le nombre de citoyens à Bruxelles, le temps de vie estimé d'une infrastructure renforcée et électronique.
- xviii European Commission (C(2009) 7604 final): Commission Recommendation of 9.10.2009 on Mobilising Information and Communications Technologies to facilitate the transition to an energy-efficient, low-carbon economy, http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/docs/recommendation_d_vista.pdf (dernier accès: 8 juillet 2011).
- xix GSM Association (GSMA; 2009): Mobile`s Green Manifesto, http://www.gsmworld.com/our-work/mobile_planet/mobile_environment/green_manifesto.htm (dernier accès: 8 juillet 2011)

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles

GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Abbreviations

2G	Technologie de téléphone sans fil (seconde génération)
3G	Technologie de téléphone sans fil (troisième génération)
4G	Technologie de téléphone sans fil (seconde génération synonyme de NGMN)
ACV	Analyse de cycle de vie
BIM	Brussels Instituut voor Milieubeheer, synonyme IBGE
BIPT	Belgisch Instituut voor postdiensten en telecommunicatie
BSC	Base station controller
BTS	Base transceiver station
CEM	Champ électromagnétique
CEM-RF	Champ électromagnétique radio-fréquence
DECT	Digital enhanced cordless telecommunications
EDGE	Enhanced data rates for GSM evolution
EEG	Electroencephalographie
EUR	Euro (devise)
FDD	Frequency division duplex
FM	Frequency modulation
g CO ₂ /kWh	Gramme de dioxyde de carbone par kilowatt heure (facteur d'émission)
GES	Gaz à effet de serre
GHz	Gigahertz = un billion (10 ⁹) Hertz (fréquence)
GPRS	General packet radio service
GSM	Global System for Mobile Communications, au départ Groupe Spécial Mobile
GSMA	GSM Association
HFC	Hydrofluorocarbure
HSCSD	High-Speed Circuit-Switched Data
Hz	Hertz, 1 Hz = 1 oscillation par seconde (fréquence)
IARC	International Agency for Research on Cancer
IBGE	Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement, synonyme BIM
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
kbit/s	Kilobit par seconde = 1 millier de (10 ³) bit par seconde (vitesse de transfert ou de traitement des données)
kg	Kilogramme = un millier de grammes (10 ³)
kHz	Kilohertz = un millier de hertz' (10 ³) (fréquence)
kW	Kilowatt = un millier de watts (10 ³) (capacité)
LAN	Local area network
m	Mètre
Mbit/s	Megabit par seconde = un million (10 ⁶) bit par seconde (vitesse de transfert ou de traitement des données)
MHz	Megahertz = un million (10 ⁶) hertz' (fréquence)
MSC	Mobile network switching centre
MW	Megawatt = un million (10 ⁶) watts (capacité)
MWh	Megawatt heure = un million (10 ⁶) watt/heure (énergie)

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles

GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

NF ₃	Trifluorure d'azote
NGMN	Next generation mobile network, synonyme de 4G
OMS	Organisation mondiale de la santé
RF	Radio fréquence
RF CEM	Radio fréquence champ electromagnetique
SAR	Specific absorption rate
SF ₆	Hexafluorure de soufre
TDD	Time division Duplex
THz	Terahertz = un trillion (10 ¹²) hertz' (frequency)
UE	Union Européenne
UMTS	Universal mobile telecommunication system
V	Volt (tension électrique)
V/m	Volt par mètre (force de champ électrique)
W	Watt (capacité)
W/kg	Watt par kilogramme (taux d'absorption spécifique)
W/m ²	Watt par mètre carré (densité de puissance)
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WHO	World Health Organization

Rapport

Impact énergétique des limites d'exposition CEM-RF plus faibles

GSMA Europe - Région Bruxelles-Capitale

Exposé sommaire sur les mesures réalisés en EU relative au « Reference Levels of Council Recommendation 1999/519/EC »

Pays	Valeur de reference...		
	<i>plus severe que dans la recommandation</i>	<i>au niveau de la recommandation</i>	<i>moins severe que dans la recommandation</i>
Allemagne		X	
Autriche		X	
Belgique	X ^a		
Bulgarie	X		
Chypre		X	
Danemark		X ^{b)}	
Espagne		X	
Estonie		X	
Finlande		X	
France		X	
Grèce	X ^a		
Hollande	X ^a		
Hongrie		X	
Irlande		X	
Italie	X		
Lettonie		X	
Lithuanie	X		
Luxembourg	X		
Malte		X	
Poland	X		
Portugal		X	
Rép. tchèque		X	
Roumanie		X	
Royaumes Unis		X	
Slovaquie		X	
Slovénie	X		
Suède		X	

^{a)} Pas pour toute la gamme de fréquence

^{b)} Le Danemark applique les limitations de l'ICNIRP aux stations de base de façon volontaire. Comme il respecte les exigences de manière volontaire, celles-ci sont moins strictes que celles recommandées par le Conseil.

Adopté selon: la Commission Européenne, COM (2008) 532 final

AMEC Earth & Environmental GmbH

Kalfjeslaan 56
2623 AJ Delft
Netherlands

