

Rapport réalisé pour Bruxelles Environnement

AVANT-PROJET D'ORDONNANCE MODIFIANT L'ORDONNANCE DU 01/03/2007 RELATIVE À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT CONTRE LES ÉVENTUELS EFFETS NOCIFS ET NUISANCES PROVOQUÉS PAR LES RADIATIONS NON IONISANTES

Rapport sur les incidences environnementales

RÉFÉRENCE ATTRIBUÉE AU DOSSIER : C1328

28 AVRIL 2022

Personne de contact :

Pierre-Yves ANCION
Directeur d'études
Tél. +32 (0)2 738 78 73
py.ancion@stratec.be





Table des matières

1. CONTEXTE ET APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE	8
1.1. CONTEXTE	
1.2. CADRE LÉGAL	8
1.3. DESCRIPTION DE LA MÉTHODOLOGIE	9
1.4. AUTEUR DU RAPPORT	10
2. OBJECTIFS, CONTENU ET ARTICULATION AVEC D'AUTRES PLANS	
2.1 AVANT DOODOS: LES ONDES DANS LES TÉLÉCOMMUNICATIONS	11
2.1. AVANT-PROPOS: LES ONDES DANS LES TÉLÉCOMMUNICATIONS	11
2.1.2. Les ondes électromagnétiques	11
2.1.3. Les ondes radio	11 12
2.1.4. Émission, immission et exposition	13
2.1.5. La propagation des ondes	13
2.2. Présentation de L'AVANT-PROJET D'ORDONNANCE	15
2.2.1. Historique et cadre législatif et réglementaire existant en RBC	15
2.2.2. Contenu de l'avant-projet d'Ordonnance.	16
2.3. OBJECTIFS ET CONSÉQUENCES DE L'AVANT-PROJET D'ORDONNANCE	19
2.3.1. Objectifs de l'avant-projet d'Ordonnance	19
2.3.2. Conséquence de l'avant-projet d'Ordonnance	20
2.4. ACTEURS CONCERNÉS	23
2.4.1. Opérateurs	
2.4.2. Opérateurs broadcast	23
2.4.3. Bruxelles Environnement	
2.4.4. Urban.brussels	24
2.4.5. Gouvernement de la Région Bruxelles-Capitale 2.4.6. Comité d'experts des radiations non ionisantes	25
2.4.7. Communes	25 25
2.4.7. Communes	25 25
2.5.1. Cadre législatif et répartition des compétences liées à la téléphonie mobile	25 25
2.5.2. Situer la norme Bruxelloise	20 27
3. ÉTAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT ET SON EVOLUTION PROBABLE SI L'AVANT	
	-PROJEI
D'ORDONNANCE N'EST PAS MIS EN ŒUVRE	29
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES	29
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES	29 29
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet	29 29 33
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT	29 33 33
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante	29 33 33 33
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet	29 33 33 33
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES	29 33 33 34 35
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante	29 33 33 34 35
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet	29 33 33 34 35 35
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE	29 33 33 34 35 35 36 36
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante	29 33 33 34 35 35 36 36 36
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet	29 33 33 33 35 35 36 36 36 36
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.5. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE	29 33 33 33 35 35 36 36 36 37 37
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.5. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE 3.5.1. Situation existante	29 33 33 33 35 35 36 36 36 37 37
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.5. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE 3.5.1. Situation existante 3.5.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet	29 33 33 35 35 36 36 36 37 37 37
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.5. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE 3.5.1. Situation existante 3.5.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.6. SANTÉ HUMAINE	29 33 33 34 35 36 36 36 37 37 37 38 39
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.5. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE 3.5.1. Situation existante 3.5.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.6. SANTÉ HUMAINE 3.6.1. Situation existante 3.6.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet	29 33 33 33 35 35 36 36 37 37 37 38 39 41
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.5. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE 3.5.1. Situation existante 3.5.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.6. SANTÉ HUMAINE 3.6.1. Situation existante 3.6.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet	29 33 33 33 35 35 36 36 37 37 37 38 39 41
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.5. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE 3.5.1. Situation existante 3.5.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.6.1. Situation existante 3.6.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.7. FAUNE ET FLORE 3.7.1. Situation existante	29 33 33 33 35 35 36 36 37 37 37 38 39 41 41 41
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.5. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE 3.5.1. Situation existante 3.5.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.6. SANTÉ HUMAINE 3.6.1. Situation existante 3.6.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.7. FAUNE ET FLORE 3.7.1. Situation existante 3.7.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet	29 33 33 33 35 35 36 36 37 37 37 38 39 41 41 41 44
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.5. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE 3.5.1. Situation existante 3.5.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.6. SANTÉ HUMAINE 3.6.1. Situation existante 3.6.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.7. FAUNE ET FLORE 3.7.1. Situation existante 3.7.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.8. AUTRES THÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES	29 33 33 33 35 35 36 36 37 37 38 39 41 41 44 45
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.5. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE 3.5.1. Situation existante 3.5.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.6. SANTÉ HUMAINE 3.6.1. Situation existante 3.6.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.7. FAUNE ET FLORE 3.7.1. Situation existante 3.7.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet	29 33 33 33 35 35 36 36 37 37 38 39 41 41 44 45
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.5. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE 3.5.1. Situation existante 3.5.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.6. SANTÉ HUMAINE 3.6.1. Situation existante 3.6.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.7. FAUNE ET FLORE 3.7.1. Situation existante 3.7.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.8. AUTRES THÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES 3.9. SYNTHÈSE ET HIERARCHISATION DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX	29 29 33 33 33 34 35 35 36 36 36 37 37 37 37 41 41 44 44 45 46
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.5. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE 3.5.1. Situation existante 3.5.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.6. SANTÉ HUMAINE 3.6.1. Situation existante 3.6.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.7. FAUNE ET FLORE 3.7.1. Situation existante 3.7.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.8. AUTRES THÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES 3.9. SYNTHÈSE ET HIERARCHISATION DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX	29 29 33 33 33 34 35 35 36 36 37 37 37 37 38 39 41 41 41 44 45 45 VES 47
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.5. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE 3.5.1. Situation existante 3.5.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.6. SANTÉ HUMAINE 3.6.1. Situation existante 3.6.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.7. FAUNE ET FLORE 3.7.1. Situation existante 3.7.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.8. AUTRES THÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES 3.9. SYNTHÈSE ET HIERARCHISATION DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX 4. ANALYSE DES INCIDENCES DE L'AVANT-PROJET D'ORDONNANCE ET DES ALTERNATI	29 29 33 33 33 34 35 35 36 36 37 37 37 37 38 39 41 41 41 44 45 45 46 VES 47
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.5. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE 3.5.1. Situation existante 3.5.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.6. SANTÉ HUMAINE 3.6.1. Situation existante 3.6.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.7. FAUNE ET FLORE 3.7.1. Situation existante 3.7.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.8. AUTRES THÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES 3.9. SYNTHÈSE ET HIERARCHISATION DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX 4. ANALYSE DES INCIDENCES DE L'AVANT-PROJET D'ORDONNANCE ET DES ALTERNATI 4.1. MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE ET DESCRIPTION DES ALTERNATIVES 4.2. ELÉMENTS DE L'AVANT-PROJET ANALYSÉS	29 29 33 33 33 34 35 35 36 36 37 37 37 38 39 41 41 44 44 45 45 46 VES 47
3.1. NIVEAUX D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES ET NOMBRE D'ANTENNES 3.1.1. Situation existante 3.1.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.2. ENERGIE ET CLIMAT 3.2.1. Situation existante 3.2.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.3. DÉCHETS ET GESTION DES RESSOUCES 3.3.1. Situation existante 3.3.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.4. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE 3.4.1. Situation existante 3.4.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.5. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE 3.5.1. Situation existante 3.5.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.6. SANTÉ HUMAINE 3.6.1. Situation existante 3.6.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.7. FAUNE ET FLORE 3.7.1. Situation existante 3.7.2. Pertinence dans le cadre de l'avant-projet 3.8. AUTRES THÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES 3.9. SYNTHÈSE ET HIERARCHISATION DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX 4. ANALYSE DES INCIDENCES DE L'AVANT-PROJET D'ORDONNANCE ET DES ALTERNATI	29 33 33 33 35 35 36 36 37 37 38 39 41 41 41 44 45 45 46 VES 47 48 50

4.3.3. Paysages urbains et patrimoine	61
4.3.4. Aspects économiques et sociaux	63
4.3.5. Santé humaine	67
4.3.6. Faune et Flore	73
4.4. SYNTHÈSE ET CROISEMENT DES INCIDENCES	78
5. POINTS DE VIGILANCE ET MESURES DE SUIVI	83
6. CONCLUSION	86
7. BIBLIOGRAPHIE	87

Liste des figures

Figure 1 : Spectre électromagnétique (Source : Wikipédia)
Street View)
Liste des tableaux
Tableau 1 : Estimation du nombre de nouveaux sites macro et micro nécessaires au déploiement de la 5G selon les normes d'immission actuelles et projetées (source : Bruxelles Environnement, 2021 (g)).
Tableau 2 : Fréquences attribuées pour la téléphonie mobile par l'IBPT en Région bruxelloise (Source : Bruxelles-Environnement)

LEXIQUE

Antenne : dispositif global accueillant des émetteurs afin d'assurer l'émission et la réception des signaux de téléphonie mobile sur une certaine superficie.

Antenne macro-cellule : antenne directionnelle, généralement installée sur une structure porteuse relativement haute (mâts, façades, toitures, etc.) et assurant la couverture sur une superficie de plusieurs centaines de mètres carrés. Un site d'émission accueille plusieurs antennes macro afin d'assurer la couverture à 360°.

Antenne micro-cellule : Antenne directionnelle ou omnidirectionnelle, assurant la couverture sur une superficie plus réduite mais à forte densité d'usage.

Bruxelles Environnement: Administration de l'environnement et de l'énergie en Région de Bruxelles-Capitale. Ses domaines d'activités comprennent, entre autres, l'octroi des permis d'environnement liés à l'installation des antennes et de faire respecter la norme d'exposition aux ondes¹.

Cancérogène: Facteur provoquant, aggravant ou favorisant l'apparition d'un cancer.

Champ: En physique, un champ est la valeur d'une grandeur (vectorielle) physique définie en tout point et à tout instant. Elle est décrite par une fonction de l'espace et du temps.

Champ électrique : Grandeur vectorielle E liée à la présence de charges électriques. S'exprime en volt par mètre (V/m).

Champ magnétique: Grandeur vectorielle H, résultant du déplacement de charges électriques. S'exprime en ampères par mètre (A/m).

Cœur de réseau : Le point de concentration et de distribution des informations.

Connexion de *backhaul* : Connexion entre les stations de base et le réseau central mobile.

Densité surfacique de puissance : Expression d'un flux de puissance se répartissant sur une surface donnée. S'exprime en watt par mètre carré (W/m²).

Effet immunologique : Effet sur la capacité d'un organisme à résister à une cause de maladie.

Émetteur: dipôle produisant une onde électromagnétique à une fréquence donnée permettant de transmettre des informations vers les utilisateurs de téléphonie mobile. Chaque émetteur assure la transmission des ondes associées à une technologie donnée (2G, 3G, 4G).

Équipementier : Fabricant d'équipements (électriques, électroniques, etc.) dans un domaine.

Étude épidémiologique : Etude visant à évaluer la distribution des maladies et des facteurs qui y contribuent sur les populations humaines.

Fracture numérique : Notion qui décrit l'inégalité d'accès aux technologies de l'information et de la communication, leur utilisation et leur impact.

Fréquence : Nombre d'oscillations d'un phénomène périodique par unité de temps. S'exprime en Hertz (Hz).

Gliome : Regroupement d'un ensemble de tumeurs cérébrales.

¹ Bruxelles Environnement, 2021(b)

Immission : Incidence d'un rayonnement électromagnétique en un endroit donné de l'environnement suite à sa propagation.

Longueur d'onde : Périodicité spatiale (distance entre deux maximas) des oscillations d'un phénomène périodique. S'exprime en mètre (m).

Onde électromagnétique : Onde résultante de la vibration couplée d'un champ électrique et d'un champ magnétique variable dans le temps, se propageant dans l'air et le vide, capable de transporter de l'information.

Opérateur: Toute personne morale titulaire du droit d'émettre, ainsi que les sociétés liées ou associées au sens du Code des sociétés, et plus généralement, toute personne exploitant une antenne, à l'exclusion des opérateurs broadcast.

Opérateurs broadcast: Opérateur de réseau visé à l'article 1.3-1, 33° du décret de la communauté française du 4 février 2021 relatif aux services de médias audiovisuels et aux services de partage de vidéos ou à l'article 2,22°, du décret flamand du 27 mars 2009 relatif à la radiodiffusion et à la télévision. Ils comprennent toute entreprise qui fournit un réseau de communications électroniques ou des ressources associées nécessaires à la transmission auprès du public de services de médias audiovisuels.

Radiofréquence : Spectre de fréquence des ondes électromagnétiques située entre 100 kHz et 300 GHz.

Rayonnement non ionisant : Rayonnement électromagnétique dont l'énergie est insuffisante pour ioniser (arrachement d'un ou plusieurs électrons) des atomes ou des molécules.

Recupel: Asbl en Belgique qui collecte et traite les appareils électro usagés et les ampoules.

Site d'émission : lieu géographique où sont installées une ou plusieurs antennes.

Urban.brussels (anciennement Bruxelles Urbanisme et Patrimoine) : Administration qui a pour objectif principal de soutenir le développement territorial de la Région de manière durable.

Vertébrés : Regroupement d'animaux diversifiés possédant un squelette interne dont une colonne vertébrale (contrairement aux invertébrés qui en sont dépourvus).

Zones accessibles au public à l'extérieur : Les lieux situés à l'extérieur ou apparentés accessibles au public, en particulier les jardins, intérieurs d'îlots, zones de parc, les cours de récréation et les balcons, les terrasses couvertes ou non de bâtiments, les boxes garages, les cabanes, les jardins d'hiver, les serres et autres vérandas similaires.

Zones accessibles au public à l'intérieur : Les locaux d'un bâtiment dans lesquels des personnes peuvent ou pourront séjourner régulièrement, en particulier les locaux d'habitation, hôtels, écoles, crèches, hôpitaux, homes pour personnes âgées et bâtiments dévolus à la pratique régulière de sport ou de jeux.

ACRONYMES

1G	Première génération		
2G	Deuxième génération		
3 G	Troisième génération		
4 G	Quatrième génération		
5 G	Cinquième génération		
CEM-RF	Champ électromagnétique radiofréquence		
COMEX	Comité d'experts		
DAS	Densité d'absorption spécifique		
DEEE	Déchets électrique et électronique		
EEG	Électroencéphalogramme		
EHS	Hypersensibilité électromagnétique		
EM	Électromagnétique		
FDD	Frequency Division Duplex		
GES	Gaz à effet de serre		
Ghz	Gigahertz, 10 ⁹ hertz		
GSM	Globale System for Mobile		
Gtep	Milliards de tonnes équivalent pétrole		
GWh	Gigawatt-heure, 109 Wh		
IBPT	Institut belge des services postaux et des télécommunications		
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection		
LTE	Long Tem Evolution		
MHz	Mégahertz, 10 ⁶ hertz		
OMS	Organisation Mondiale de la Santé		
ONG	Organisation Non Gouvernementale		
PWh	Petawatt-heure, 10 ¹⁵ Wh		
RBC	Région Bruxelles-Capitale		
RF	Radiofréquence		
RIE	Rapport d'incidences Environnementales		
SMS	Shot Message System		
TDD	Time Division Duplex		
Wh	Watt-heure		

1. CONTEXTE ET APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

1.1. Contexte

Le 1^{er} téléphone portable fait son apparition dans les années 70 ainsi que la première génération (1G) de réseaux mobiles qui fonctionne selon un système de communication analogique et qui présente de nombreux défauts (qualité de communication et sécurisation médiocre, coût élevé). Dans les années 80, la deuxième génération (2G) lui succède, elle fonctionne selon un système de communication numérique qui permet des appels mobiles de meilleure qualité ainsi que l'envoi de Short Message System (SMS) qui font leur apparition à cette époque. Plus tard, la génération 2.5 offre la possibilité de se connecter sur internet, de façon limitée. Ce n'est qu'à partir des années 2000 que l'utilisation d'internet se déploie véritablement avec les 'smartphones', leurs applications et réseaux sociaux, rendus possibles grâce au développement de la troisième génération (3G) qui coexiste alors avec la 2G. Dans les années 2010, la quatrième génération (4G) s'additionne petit à petit à la 3G sans pour autant complètement la remplacer. La 4G est depuis le standard dans les grandes agglomérations².

Désormais, la cinquième génération (5G) se déploie peu à peu. Celle-ci a pour but principal d'améliorer davantage l'efficacité du transfert de données.

Le 1^{er} mars 2007, une Ordonnance relative à la protection de l'environnement contre les éventuels effets nocifs et nuisances provoquées par les radiations non ionisantes fixe notamment une norme d'immission environnementale pour les rayonnements non ionisants, présentant une fréquence comprise entre 0,1 MHz et 300 GHz, à 0,024 W/m². Cette norme correspond³ à 3 V/m pour la fréquence de référence de 900 MHz. Elle est entrée en vigueur le 14 mars 2009. En avril 2014, afin de cadrer le développement de la 4G, cette Ordonnance a fait l'objet d'une modification portant la norme d'immission à 0,096 W/m², soit 6 V/m pour une fréquence de 900 MHz. Cette modification est entrée en vigueur le 10 mai 2014. C'est dans le cadre du déploiement de la 5G au sein de la Région de Bruxelles-Capitale que s'inscrit l'avant-projet d'Ordonnance modifiant l'Ordonnance du 01/03/2007 faisant l'objet du présent rapport sur les incidences environnementales (RIE).

1.2. Cadre légal

La Directive européenne 2001/42/CE impose que les plans et programmes susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement soient soumis à une évaluation environnementale afin d'assurer un niveau élevé de protection de l'environnement et de contribuer à l'intégration de considérations environnementales dans l'élaboration et l'adoption des plans et programmes. Cette Directive a été transposée dans la législation bruxelloise par l'Ordonnance du 18 mars 2004 relative à l'évaluation des incidences de certains plans sur l'environnement.

L'Ordonnance précise que lorsqu'un plan est susceptible d'avoir des incidences notables sur l'environnement, un rapport sur les incidences environnementales identifie, décrit et évalue les

² Mertens, 2018

³ Compte tenu du fait que l'absorption et la profondeur à laquelle les ondes pénètrent dans le corps varient selon leur fréquence, une fréquence de référence, de 900 MHz, est utilisée afin de comparer les ondes sur une base commune.

incidences notables probables de la mise en œuvre du plan, ainsi que les solutions de substitution raisonnables tenant compte des objectifs et du champ d'application géographique du plan.

Lorsque le plan est susceptible d'avoir des incidences socio-économiques, celles-ci sont examinées dans le rapport sur les incidences environnementales au titre d'incidences notables probables de la mise en œuvre du plan.

L'évaluation environnementale est effectuée pendant l'élaboration du plan ou du programme et avant qu'il ne soit adopté ou soumis à la procédure législative ou réglementaire.

Bien que l'avant-projet d'Ordonnance ne constitue ni un plan ni un programme à proprement parler, il présente un effet planologique dès lors qu'il impacte la façon dont la 5G sera déployée au sein de la Région. Il fait donc l'objet d'un Rapport d'Incidences Environnementales (RIE). L'objectif de ce RIE est d'identifier les impacts positifs et négatifs potentiels et, le cas échéant, d'engager les actions correctrices appropriées. De manière plus générale, il s'agit surtout de présenter l'avant-projet d'Ordonnance, ses objectifs ainsi que ses implications potentielles sur l'environnement au sens large du terme afin d'éclairer ainsi les acteurs et le public affectés ou susceptibles d'être affectés.

L'annexe 1 de l'Ordonnance du 18 mars 2004 précise le contenu du RIE :

- a) Un résumé du contenu, des objectifs principaux du plan ou programme et des liens avec d'autres plans et programmes pertinents ;
- b) Les aspects pertinents de la situation environnementale ainsi que son évolution probable si le plan/programme n'est pas mis en œuvre ;
- c) Les caractéristiques environnementales des zones susceptibles d'être touchées de manière notable ;
- d) Les problèmes environnementaux liés au plan/programme ;
- e) Les objectifs de la protection de l'environnement pertinents pour le plan ou le programme et la manière dont ces objectifs et les considérations environnementales ont été pris en considération au cours de son élaboration ;
- f) Les effets notables probables sur l'environnement ;
- g) Les mesures envisagées pour éviter, réduire et, dans la mesure du possible, compenser toute incidence négative notable de la mise en œuvre du plan ou du programme sur l'environnement ;
- h) Une présentation des alternatives possibles et de leur justification et une description de la méthode d'évaluation, y compris toute difficulté rencontrée (les déficiences techniques ou le manque de savoir-faire) lors de la collecte des informations requises;
- i) Une description des mesures de suivi envisagées :
- j) Un résumé non technique des informations visées aux points ci-dessus.

1.3. Description de la méthodologie

L'évaluation environnementale consiste en l'analyse des incidences sur l'environnement engendrées par l'avant-projet d'Ordonnance en comparaison à la situation existante. La méthodologie d'analyse peut être segmentée en 3 étapes distinctes :

A. L'analyse de l'état initial de l'environnement

Dans un premier temps, les bases de l'analyse sont fixées dans la description de l'état initial pour les principaux domaines de l'environnement influencés par l'avant-projet d'Ordonnance et leur évolution probable s'il n'est pas mis en œuvre. Les domaines concernés sont les niveaux d'ondes

électromagnétiques et le nombre d'antennes, l'énergie, les déchets, le paysage urbain et patrimoine, la situation socio-économique, la santé humaine et la faune et la flore.

Dans cette partie, les enjeux de l'avant-projet d'Ordonnance sont également identifiés, permettant de déterminer les composantes de l'environnement les plus vulnérables, les principaux facteurs d'influence et les interactions entre les différents éléments.

B. L'analyse des incidences de l'avant-projet d'Ordonnance et des alternatives

La deuxième partie de l'analyse évalue les incidences de la modification de l'Ordonnance par rapport à son objectif premier, mais également en considérant les effets collatéraux, c'est-à-dire ceux induits de manière indirecte sur les autres domaines de l'environnement.

Les incidences de l'avant-projet d'Ordonnance sont analysées pour chaque thématique environnementale jugée pertinente dans le cadre du diagnostic. Pour chacune de ces thématiques, l'analyse est présentée sous la forme de fiches analytiques. Les effets positifs, certains ou potentiels, sont regroupés sous une rubrique « opportunités » tandis que les effets négatifs, certains ou potentiels, sont regroupés sous une rubrique « risques ».

Les fiches comprennent également l'analyse des alternatives à l'avant-projet d'Ordonnance en vue d'évaluer leurs éventuelles plus-values. Cette analyse détaille notamment les motifs pour lesquels les options contenues dans la modification de l'Ordonnance ont été retenues.

L'analyse se termine par une synthèse générale des incidences de l'avant-projet d'Ordonnance afin d'identifier les interactions entre les différents domaines environnementaux.

Sur la base de l'analyse des incidences, des mesures permettant d'éviter ou de réduire les incidences potentiellement négatives que pourrait engendrer l'avant-projet sont identifiées pour chacune des incidences négatives.

A noter que l'analyse des incidences est réalisée au regard des limites de portée de l'avant-projet d'Ordonnance en vertu du principe de proportionnalité et de la répartition des compétences entre l'Union Européenne, l'Etat Fédéral et les entités fédérées.

Ensuite, compte tenu de l'existence d'une importante la littérature scientifique sur le sujet des incidences potentielles des ondes sur la faune, la flore et la santé des êtres humains, une analyse exhaustive de ceux-ci n'est pas possible. L'analyse des incidences repose dès lors essentiellement sur les travaux préalables réalisés par Bruxelles Environnement et les comités d'experts.

C. L'identification des points de vigilance et des mesures de suivi

Des mesures de suivi du plan permettant de vérifier les incidences tout au long de sa mise en œuvre (tableau de bord) sont ensuite identifiées.

Finalement, les limites et difficultés rencontrées lors du RIE sont présentées.

1.4. Auteur du rapport

Bruxelles Environnement a confié la réalisation de cette étude au bureau d'études :

Siège social :

STRATEC S.A. Avenue Adolphe Lacomblé 69-71 boîte 8 Bruxelles 1030

Tél.: +32 2 738.78.73

E-mail: stratec@stratec.be - http://www.stratec.be



2. OBJECTIFS, CONTENU ET ARTICULATION AVEC D'AUTRES PLANS

2.1. Avant-propos : les ondes dans les télécommunications

Ce chapitre propose d'exposer les principaux concepts théoriques et techniques nécessaires à la compréhension de l'avant-projet d'Ordonnance et de ses incidences.

2.1.1. DÉFINITION D'UNE ONDE

Les ondes représentent un ensemble de phénomènes variés et de nature physique parfois très différente. Peu importe sa nature, une onde peut être définie comme la propagation d'une perturbation dans l'espace, transportant de l'énergie, sans transporter de matière durablement. Les exemples en sont nombreux : les ondes sonores qui se propagent via le déplacement temporaire des molécules d'air, les ondes sismiques qui constituent les vibrations engendrées par un séisme, ou tout simplement la formation de vagues à la surface de l'eau.

En les illustrant comme une série de vagues, on peut définir certains caractères communs à toutes les ondes :

- La longueur d'onde (λ) qui correspond à la longueur entre deux crêtes ou deux creux de la vague. Elle se mesure en mètres (m);
- La fréquence (f) qui correspond au nombre de crêtes ou de creux passant en un certain point en un temps donné. Elle se mesure en Hertz (Hz);
- La vitesse (v) de propagation de l'onde se mesurant en mètre par seconde (m/s) ;

Il est important de noter qu'à vitesse constante⁴, la fréquence et la longueur d'onde sont directement liées. Dans ce contexte, plus la fréquence d'une onde est élevée, plus sa longueur d'onde est courte et inversement.

2.1.2. LES ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Les ondes dites électromagnétiques sont une catégorie d'ondes se déplaçant à la vitesse de la lumière pouvant se propager dans différents milieux, notamment l'air ou le vide. Elles sont généralement produites par des charges électriques en mouvement et sont également susceptibles d'affecter les charges électriques environnantes. Selon leur longueur d'onde et leur fréquence, elles possèdent une portée plus ou moins importante et transfèrent une quantité d'énergie différente. Elles sont susceptibles d'affecter de manière plus ou moins conséquente un corps, une molécule ou un atome. Les micro-ondes permettent ainsi de réchauffer de la nourriture en induisant des vibrations aux molécules d'eau qui y sont présentes. La figure ci-dessous illustre le spectre électromagnétique, c'est-à-dire les différents types d'ondes, caractérisées par des fréquences et/ou longueurs d'onde différentes.

⁴ La vitesse d'une onde est définie par v = f * λ . Dans le cas des ondes électromagnétiques, v est égal à la vitesse de la lumière qui est constante.

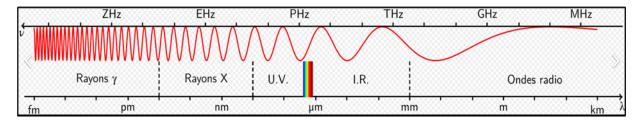


Figure 1 : Spectre électromagnétique (Source : Wikipédia)

Les ondes électromagnétiques se caractérisent en fait par la variation de deux champs différents :

- Un champ électrique (E). L'origine de ce champ nait de la présence de charges électriques. L'intensité de ce champ diminue à mesure que l'on s'éloigne des charges électriques en présence. Cette intensité se mesure en volts par mètre (V/m) ou en newton par coulomb (N/C).
- Un champ magnétique (H). Ce dernier résulte du déplacement des charges électriques, autrement dit, du passage d'un courant. Son intensité, qui diminue également à mesure que l'on s'éloigne de la source, se mesure en ampères par mètre (A/m).

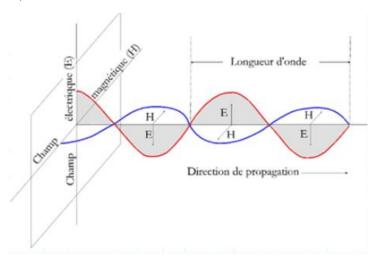


Figure 2 : Représentation d'une onde électromagnétique (Source : https://www.cea.fr/)

L'intensité du champ électromagnétique (résultant de la combinaison du champ électrique et magnétique) peut être exprimée en densité surfacique de puissance (DSP) qui se mesure en W/m². La DSP est proportionnelle au produit du champ électrique et du champ magnétique.

o
$$DSP = E * H = \frac{E^2}{377} = 377 * H^2$$

ou
o $E = \sqrt{377 * DSP}$

2.1.3. LES ONDES RADIO

Les télécommunications modernes sont basées sur certains types d'ondes électromagnétiques qui, bien qu'invisibles, et généralement non perceptibles dans l'espace, transportent de l'énergie. Il s'agit d'ondes non ionisantes, c'est-à-dire qu'elles sont incapables d'affecter la structure des cellules. Sur la Figure 1, il s'agit des ondes radio, caractérisées par des longueurs d'onde allant du mm à plusieurs km, et des fréquences comprises entre 100 kHz et 300 GHz. Elles sont particulièrement utiles dans cadre des

télécommunications, car elles se caractérisent par une portée importante, permettant de transmettre de l'énergie, et par conséquent de l'information, sur de grandes distances.

Depuis le milieu du 20ème siècle et le développement des télécommunications modernes, ces ondes sont de plus en plus présentes dans notre environnement. Cette augmentation s'accompagne d'une exposition croissante de la population à celles-ci. Bien qu'étudiés en profondeur par de multiples organismes scientifiques depuis leur apparition dans notre environnement, les effets sur le long terme des ondes radio sur les organismes vivants présentent encore de nombreuses incertitudes. C'est notamment pour cette raison que des normes existent pour limiter l'intensité du champ électromagnétique à laquelle est soumise la population.

2.1.4. ÉMISSION, IMMISSION ET EXPOSITION

Afin de caractériser l'exposition d'une population à un rayonnement non ionisant, il convient de préciser différents facteurs :

- L'émission exprime la puissance d'émission d'une source une antenne et est exprimée en watt (W);
- L'immission correspond à l'incidence du rayonnement en un endroit donné de l'environnent suite à sa propagation. Elle peut être exprimée par le champ électrique, qui s'exprime en volt par mètre (V/m), ou en DSP qui s'exprime en watt par mètre carré (W/m²). C'est bien l'immission qui est visée lorsque des normes sanitaires sont établies afin de limiter à une grandeur maximale le rayonnement incident en tout lieu d'un territoire. Il s'agit de rappeler ici que la relation entre la DSP (W/m²) et le champ électrique E (V/m) n'est pas linéaire. Ainsi, un doublement de la puissance d'émission (W) d'une antenne implique une augmentation d'un facteur 2 de la DSP, mais n'implique qu'une multiplication d'un facteur √2 du champ électrique. Si la puissance d'émission est multipliée par 2, la valeur de l'immission exprimée en W/m² est bien doublée, mais pas sa valeur exprimée en V/m. Dans le cadre où les normes sont énoncées à l'aide de la DSP mais aussi du champ électrique, ceci est important à noter.
- L'exposition correspond également à l'incidence du rayonnement en un endroit donné, mais s'applique au cas où un organisme est présent et donc exposé à ce rayonnement incident.

2.1.5. LA PROPAGATION DES ONDES

La densité surfacique de puissance de l'onde est proportionnelle à l'inverse du carré de la distance à la source, pour autant que l'onde ne rencontre pas d'obstacle. Le champ électrique, lui décroit comme illustré dans la figure ci-dessous.

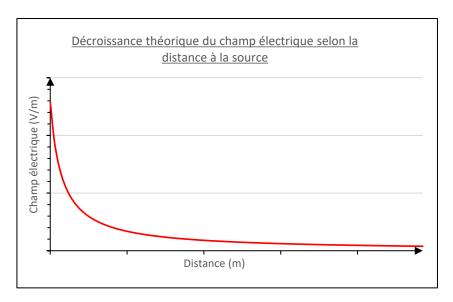


Figure 3 : Décroissance théorique du champ électrique selon la distance à la source.

Ce profil permet de souligner que les valeurs élevées de champ électrique sont présentes à proximité des antennes (hotspot) et dans la direction principale du rayonnement mais qu'elles décroissent rapidement avec la distance.

Dans la réalité, les antennes émettent de manière directionnelle (généralement dans un champ de 120° dans le plan horizontal) grâce à des réflecteurs qui génèrent un profil plus complexe de propagation qui se présente généralement sous forme de différents lobes comme illustré dans la figure suivante.



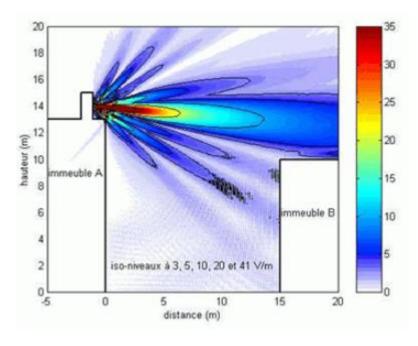


Figure 4 : Schéma de propagation des ondes radio depuis une antenne (Source : https://www.astel.be/,

Bruxelles Environnement)

Les antennes macro assurent la couverture à large échelle. Elles sont placées en hauteur et émettent les ondes dans une direction proche de l'horizontale⁵. Les lieux situés en dessous des antennes sont ainsi assez peu exposés au rayonnement. La figure illustre aussi, comme expliqué précédemment, que l'intensité du champ électrique décroit rapidement lorsque l'on s'éloigne de l'antenne.

En outre, la plupart des matériaux constituent des obstacles à la propagation du rayonnement électromagnétique. Ceci implique que le rayonnement d'une antenne proche, mais située à l'extérieur (sur un toit, une façade, etc.) n'a qu'un impact limité sur l'exposition de la population à l'intérieur de bâtiments. Soulignons également que plus la fréquence d'une onde est élevée, plus facilement elle est absorbée et moins elle est susceptible de pénétrer en profondeur dans un matériau.

Compte tenu de ces éléments, on peut considérer une antenne comme un hotspot, dont le voisinage extérieur proche est soumis à un champ électrique relativement important, en particulier dans la direction d'émission principale. Ensuite, à mesure que la distance à l'antenne augmente, l'intensité de ce champ diminue rapidement.

2.2. Présentation de l'avant-projet d'Ordonnance

2.2.1. HISTORIQUE ET CADRE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE EXISTANT EN RBC

Le 1^{er} mars 2007, une Ordonnance relative à la protection de l'environnement contre les éventuels effets nocifs et nuisances provoquées par les radiations non ionisantes fixe notamment une norme d'immission environnementale pour les rayonnements non ionisants, dont la fréquence est comprise entre 0,1 MHz et 300 GHz, à 0,024 W/m². Compte tenu du fait que l'absorption et la profondeur à laquelle les ondes pénètrent dans le corps varient selon leur fréquence, une fréquence de référence, de 900 MHz, est utilisée afin de comparer les ondes sur une base commune. La norme de 0,024 W/m² correspond à 3 V/m pour une fréquence de 900 MHz. Les ondes d'origine naturelle, ainsi que les ondes émises par les appareils utilisés par les particuliers et par le broadcast⁶, ne sont pas comprises dans le champ d'application de cette norme. Il est important de noter que cette norme est dite cumulative, c'est-à-dire que tous les émetteurs doivent se partager les 3 V/m. Les dispositions ordonnantielles prévoient enfin des procédures spécifiques dans le cadre des demandes de permis d'environnement relatives aux antennes. L'Ordonnance est entrée en vigueur le 14 mars 2009.

Le 3 avril 2014, cette Ordonnance du 1^{er} mars 2007 a été modifiée, et la norme d'immission a été portée à 0,096 W/m², soit 6V/m pour une fréquence de 900 MHz. La norme a été adaptée afin de tenir compte des évolutions technologiques tout en maintenant une protection de l'environnement. À l'époque, cette adaptation a notamment permis le développement d'une offre en téléphonie mobile LTE⁷ dans la Région

⁵ En général à 5-10° de l'horizontal, c'est ce qu'on appelle le TILT électrique ou mécanique. Afin de créer ces antennes directionnelles, qui émettent dans une direction privilégiée, une série de dipôles sont disposés les uns au-dessus des autres. C'est en jouant avec les interférences créées par ces derniers qu'on obtient le lobe principal proche de l'horizontal, ainsi que des lobes secondaires dans d'autres directions.

⁶ Les radiations émises en vue de transmettre des programmes de radiodiffusion aux fréquences autorisées par l'Institut Belge des Postes et Télécommunications :

⁻ pour la fréquence modulée, dans la bande FM;

⁻ pour la modulation d'amplitude ou autre dans les bandes des ondes longues, moyennes et courtes ;

⁻ pour les fréquences autorisées du DAB (digital audio broadcasting);

⁻ pour les fréquences autorisées du DVB (digital video broadcasting/télévision numérique terrestre).

⁷ Le norme LTE (Long Term Evolution) permet le développement d'un « très haut débit mobile », plus communément appelée la 4G.

bruxelloise. Comme souligné par l'IBPT, malgré cette adaptation, la norme bruxelloise reste 4 fois plus contraignante que la norme flamande⁸, et près de 2 fois plus contraignante que la norme wallonne⁹. L'Ordonnance a également instauré un comité d'experts (comex) sur les radiations non ionisantes chargé d'évaluer sa mise en œuvre au regard des évolutions des technologies et des connaissances scientifiques, des impératifs économiques et de santé publique. Ce comité a d'ores et déjà publié des rapports en 2016, 2018, 2019, 2020. Enfin, cette Ordonnance modificative de 2014 modifiait l'Ordonnance du 5 juin 1997 relative aux permis d'environnement en créant une nouvelle classe d'installations pour les permis d'environnement relatifs aux antennes GSM (classe ID) soumise à un régime procédural simplifié. L'Ordonnance du 1^{er} mars 2007 modifiée est entrée en vigueur le 10 mai 2014.

En avril 2021, une commission délibérative constituée de 45 citoyens (tirés au sort) et 15 parlementaires a été consacrée au déploiement de la 5G en Région Bruxelloise. A l'issue de celle-ci, 43 recommandations ont été formulées, parmi lesquelles une recommandation d'adopter une norme d'immission inférieure ou égale à 14,5 V/m et d'intégrer aux normes d'exposition électromagnétique les ondes TV et radio.

2.2.2. CONTENU DE L'AVANT-PROJET D'ORDONNANCE.

L'avant-projet d'Ordonnance, objet du présent du rapport sur les incidences environnementales, apporte des modifications à certaines réglementations en vigueur. Elle est une transposition partielle de la directive (UE) 2018/1972 du Parlement Européen et du Conseil du 11 décembre 2018 établissant le code des communications électroniques européen. Concrètement, cet avant-projet d'Ordonnance, composé de 14 articles et divisé en 5 chapitres, est structuré comme suit :

- Le chapitre 1er reprend la disposition introductive (Art 1.);
- Le chapitre 2 concerne les modifications de l'Ordonnance du 1er mars 2007 relative à la protection de l'environnement contre les éventuels effets nocifs et nuisances provoqués par les radiations non ionisantes (Art. 2 à 9);
- Le chapitre 3 concerne les modifications de l'Ordonnance du 5 juin 1997 relative aux permis d'environnement (Art 10.) ;
- Le chapitre 4 concerne les modifications à l'Ordonnance du 2 mai 2013 portant le code bruxellois de l'air, du climat et de la maitrise de l'énergie (Art 11.);
- Le chapitre 5 reprend enfin les dispositions modificatives, transitoires et l'entrée en vigueur du texte (Art 12 à 14).

L'avant-projet d'Ordonnance contient une série de modifications aux textes cités ci-dessus, en apportant de nouvelles définitions, en adaptant certaines normes, en abrogeant certaines parties ou en insérant de nouvelles. Les modifications substantielles apportées par l'avant-projet, jugées pertinentes dans le cadre d'un rapport sur les incidences environnementales, sont reprises ci-dessous.

Une première modification apportée par l'avant-projet et la plus impactante dans le cadre du présent rapport, concerne une nouvelle adaptation de la norme d'immission environnementale des rayonnements non ionisants (compris entre 0,1 MHz et 300 GHz). La norme existante, de 0,096 W/m², soit 6 V/m pour une fréquence de 900 MHz, applicable dans toutes les zones accessibles au public est

STRATEC | BRUXELLES ENVIRONNEMENT C1328 | RAPPORT SUR LES INCIDENCES ENVIRONNEMENTALES

⁸ Qui fixe un seuil cumulé à 20,6 V/m, chaque antenne peut contribuer à ce champ à hauteur de 3 V/m. Elle concerne les lieux de résidence, de travail et les terrains de jeux des écoles.

⁹ Qui fixe un seuil de 3 V/m par antenne (et non pour l'ensemble des antennes). Elle concerne les lieux « de séjour » (logements, bureaux, écoles, hôpitaux, terrains de sport) mais exclut l'extérieur (garages, balcons, terrasses, voiries et trottoirs).

adaptée avec une distinction entre les zones accessibles au public à l'intérieur, et les zones accessibles au public à l'extérieur. Pour ces zones, les nouvelles normes proposées sont :

- de 0,2243 W/m², soit 9,19 V/m, dans les espaces accessibles au public à l'intérieur
- de 0,5635 W/m², soit 14,57 V/m, dans les espaces accessibles au public à l'extérieur.

Il convient de noter que la norme pour les espaces extérieurs est également applicable pour les espaces intérieurs lorsque, dans ces dernières, les fenêtres ou portes donnant vers l'extérieur sont ouvertes.

Le champ d'application des nouvelles normes d'immission est également adapté. Jusqu'à présent, les radiations du broadcast, bien que soumises à l'Ordonnance, étaient exclues du champ d'application de la norme d'immission. Cela ne sera plus le cas dans le cadre de la présente modification. Cet élargissement du champ d'application s'accompagne néanmoins d'un régime d'exception. En effet, les antennes broadcast ne peuvent pas être modifiées aussi unilatéralement que les antennes non broadcast¹0. Dès lors, si les obligations imposées aux opérateurs ou toute autre mesure mise en œuvre par les opérateurs ne permettent pas de réduire suffisamment la densité de puissance des antennes concernées afin d'assurer le respect des normes ci-dessus, seuls les opérateurs non broadcast impliqués dans le dépassement sont tenus de respecter ensemble la norme actuelle de 6 V/m à 900 MHz¹¹¹. Aux puissances émises par les opérateurs non broadcast s'ajoutera celles des antennes broadcast. L'avant-projet d'Ordonnance cadre cette dérogation possible en prévoyant que ce régime d'exception :

- ne mène pas à dépasser les normes maximales prévues dans la Recommandation 1999/519/CE du Conseil du 12 juillet 1999, relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz), qui correspond à la norme de 41,2 V/m à 900 MHz recommandée par l'ICNIRP;
- ne concerne pas plus de 0,0065% des surfaces du sol et des enveloppes des bâtiments de la Région.

L'avant-projet propose que les dispositions de l'Ordonnance ne soient pas applicables lors d'une situation d'urgence, à savoir tout événement qui entraine, ou qui est susceptible d'entrainer des conséquences dommageables pour la vie sociale, [...], et qui nécessite la coordination des acteurs compétents, [...], afin de faire disparaitre la menace ou de limiter les conséquences néfastes de l'événement.

Le comité d'experts chargé d'évaluer la mise en œuvre de l'Ordonnance, et de ses arrêtés d'exécution, devra analyser la situation en regard du respect de l'environnement en plus des impératifs économiques et de santé publique déjà pris en compte jusqu'à présent. Leur rapport annuel sera dorénavant présenté annuellement au Parlement par le Gouvernement.

L'avant-projet d'Ordonnance introduit une série d'obligations pour les opérateurs (dont la liste est fixée par le Gouvernement). Ainsi, le Gouvernement peut conclure avec les opérateurs une charte de bonne conduite, visant à assurer aux citoyens le plus de transparence possible sur le développement des réseaux de téléphonie mobile, à fixer des lignes de conduite avec les opérateurs dans des matières

STRATEC | BRUXELLES ENVIRONNEMENT C1328 | RAPPORT SUR LES INCIDENCES ENVIRONNEMENTALES

¹⁰ Les antennes broadcast sont réglementées par l'accord de coopération du 3 aout 2018 entre l'Etat fédéral, la Communauté flamande, la Communauté Française et la Communauté germanophone relatif à la coordination des radiofréquences en matière de radiodiffusion, qui prévoit que la modification d'une antenne broadcast fasse l'objet d'une procédure de coordination entre les Communautés et l'IBPT.

¹¹ Correspondant à 42,6% et 17% des normes visées à l'avant-projet d'Ordonnance dans les zones accessibles au public à l'intérieur et dans les zones accessibles au public à l'extérieur

techniques ou environnementales et des objectifs relatifs à la gestion des déchets. De plus, les opérateurs seront tenus de fournir annuellement un rapport à Bruxelles Environnement relatif à l'efficacité énergétique et à la consommation énergétique des antennes et de leur réseau. Les opérateurs seront également tenus de soutenir des campagnes d'information afin de sensibiliser à la prévention des déchets issus de leurs activités, en tenant compte de l'évolution des technologies et du renouvellement des appareils connectés. Ces campagnes concernent l'information relative à l'utilisation rationnelle des appareils, à l'intérêt du réemploi des appareils connectés et, en dernier ressort, aux systèmes de collecte et de gestion des déchets. Enfin, les opérateurs seront tenus d'établir des statistiques sur les appareils qu'ils mettent sur le marché et qui sont collectés en tant que déchets, ou qui font l'objet de réemploi. Concernant ces campagnes d'information et l'établissement de statistiques, les opérateurs seront amenés à fournir à Bruxelles Environnement un rapport annuel sur les actions mises en œuvre, les montants dépensés et les impacts constatés par ces mesures.

Enfin, une modification concerne une évolution de l'Ordonnance du 2 mai 2013 portant sur le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maitrise de l'Énergie. Cette dernière implique que les opérateurs, ainsi que les opérateurs de broadcast mettent en place un plan numérique durable et responsable en vue de réduire la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre de leurs activités. Ce plan vise une durée de 5 ans et est renouvelé à échéance.

2.3. Objectifs et conséquences de l'avant-projet d'Ordonnance

2.3.1. OBJECTIFS DE L'AVANT-PROJET D'ORDONNANCE

Au cours de la dernière décennie, une augmentation importante du trafic de données mobiles a été observée en Belgique, et est amenée à se poursuivre. Il apparait que la norme d'immission existante de 6 V/m ne permettra pas au réseau de télécommunication bruxellois de faire face à cette augmentation, et cela peu importe la technologie utilisée. Le conseil de l'IBPT a ainsi conclu que Bruxelles est la ville belge la plus exposée à un risque réel de saturation. En particulier, le centre de Bruxelles, Anderlecht, Saint-Gilles, Ixelles, Etterbeek, Woluwe-Saint-Lambert, Schaerbeek et Laeken risquent d'être significativement impactés¹². D'après les estimations de l'IBPT, 15% des cellules 4G de la ville auront un taux élevé de saturation en heures de pointe, en 2022. Des contrôles réalisés par Bruxelles Environnement ont montré à ce stade une saturation locale à certains moments et sur certaines bandes de fréquence, qui ne concerne qu'un très faible pourcentage de sites¹³. Dans ce contexte, il est nécessaire d'adapter le cadre législatif afin de continuer à garantir une exploitation des réseaux existants (2G, 3G, 4G) performante, mais aussi de cadrer le développement des nouvelles technologies, telle que la 5G¹⁴.

L'atout principal de la 5G est sa performance qui se caractérise par une capacité de transmission de données largement plus élevée que les technologies précédentes permettant alors d'éviter la saturation du réseau. Elle vise également à rencontrer d'autres opportunités telles qu'une amélioration de l'efficacité énergétique des télécommunications. Ces développements pourraient également bénéficier, au-delà des secteurs des télécommunications, à divers secteurs économiques et sociaux via notamment le développement de la télémédecine (suivi de patient à domicile, chirurgie à distance, etc.), de véhicules connectés et autonomes ou encore le contrôle de machines industrielles à distance (améliorant la productivité industrielle) 15.

Le développement de la 5G a d'ores et déjà commencé en Europe et en Belgique au travers de projets pilotes, l'objectif européen étant qu'elle s'étende aux grandes villes ainsi qu'aux axes de transport en 2025¹⁶. La norme existante limite le déploiement de la 5G qui, seule, doit pouvoir *produire au moins autant de rayonnement que les technologies actuellement utilisées*¹⁷. Les réseaux 2G et 3G étant encore utilisés par un nombre important de citoyens, il n'est pas envisageable de les abandonner pour faciliter le déploiement de la 5G.

Si le développement futur de la 5G est en effet théoriquement compatible avec les normes d'immission actuelles, moins la norme est élevée, moins la puissance d'une antenne est importante, plus petit est le territoire couvert par celle-ci. En conséquence, une norme d'immission réduite implique une multiplication des antennes afin de couvrir l'ensemble d'un territoire avec un signal de qualité, chacune de ces antennes se comportant comme un hotspot supplémentaire bien que de moindre intensité. Cette

¹² IBPT, 2018(b)

¹³ Parlement bruxellois, 2021a, Parlement bruxellois, 2021b

¹⁴ Région Bruxelles Capitale, 2021

¹⁵ Ces bénéfices annoncés font toutefois l'objet de controverses.

¹⁶ « Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European Econonomic and Social Committee and the Comittee of the Regions : « 5G for Europe : An Action Plan » - COM(2016)588 and Staff Working Document – SWD(2016)306 »

¹⁷ IBPT, 2018(a)

multiplication des antennes rencontre différents freins liés aux surcoûts de production et d'installation (qui se répercuteraient sur les utilisateurs du réseau), aux procédures administratives complexes que leur mise en place implique et aux réticences de la population à voir de nouveaux sites d'émission permis à proximité de chez eux.

Le principal objectif de cet avant-projet d'ordonnance est donc de cadrer ce déploiement tout en tenant compte de l'environnement et de la santé. En particulier, il s'agit d'équilibrer les différents impacts de ce déploiement par rapport à la santé, la consommation énergétique, au niveau paysager/urbanistique, aux coûts du déploiement de réseaux, etc.

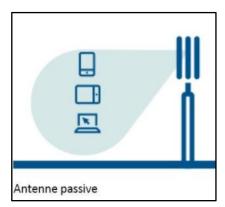
2.3.2. CONSÉQUENCE DE L'AVANT-PROJET D'ORDONNANCE

L'avant-projet d'Ordonnance vise donc à augmenter les normes d'immission en Région bruxelloise afin de cadrer le déploiement de la 5G, ce qui présente des conséquences en termes de nombre d'antennes, de fréquences exploitées, d'exposition de la population, de nombre de sites d'émission et de puissance de fonctionnement des antennes. Ces conséquences sont décrites ci-dessous.

2.3.2.a. ANTENNES ET FRÉQUENCES

La 5G implique l'utilisation d'un nouveau type d'antenne, dite « active » (ou « Beamforming ») par opposition aux antennes passives utilisées jusqu'à présent. Les antennes passives émettent des rayons dans une direction fixe et de manière continue tandis que les antennes actives concentrent leur rayonnement vers les utilisateurs, et ce dans plusieurs directions simultanément. Lorsqu'aucun utilisateur n'est actif, l'antenne active n'émet qu'une fraction de sa puissance, la puissance nécessaire pour chercher des utilisateurs.

La figure suivante illustre ces deux types d'antennes.



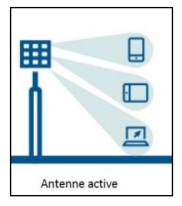


Figure 5: Fonctionnement d'une antenne passive et d'une antenne active (source : Bruxelles Environnement, 2021(a))

Afin d'améliorer l'efficacité du transfert des données, les opérateurs ont besoin d'une bande de fréquence plus large. Cela peut être comparé à une autoroute : plus il y a de bandes de circulation, plus le nombre de véhicules motorisés pouvant circuler est élevé. Les fréquences utilisées par les technologies 2, 3 et 4G ne sont pas suffisantes pour répondre à l'augmentation de l'utilisation de données mobiles attendues avec la 5G. La 5G utilisera notamment une bande de fréquence inutilisée actuellement, la bande 3 600 MHz (3,6 GHz), qui présente une plus haute fréquence que les bandes actuellement exploitées. Seulement, plus la fréquence est élevée, moins l'antenne de réception (un téléphone portable par exemple) capte la puissance du rayonnement ce qui a pour conséquence de diminuer la qualité du signal. Les antennes actives permettent de contrer partiellement ce phénomène, grâce à des rayonnements dirigés vers les utilisateurs ce qui accroit leur puissance et in fine la qualité

du signal. La 5G sera également utilisée sur d'autres bandes telle que notamment la bande 700 MHz et à plus long termes la bande 26 GHz.

Le déploiement de la 5G nécessite donc l'exploitation de nouveaux types d'antennes, de nouvelles fréquences mais également de nouveaux sites d'émissions afin de couvrir l'ensemble du territoire bruxellois. Une estimation du nombre de nouveaux sites d'émissions nécessaires à l'implantation de la 5G à 3 600 MHz dans le cadre législatif actuel (c'est-à-dire une norme de 6 V/m) en comparaison à celui de l'avant-projet d'Ordonnance (9,19 V/m en intérieur et 14,57 V/m en extérieur) a été réalisée par Bruxelles Environnement. Les sites peuvent soit être de type macro (sites placés en hauteur, comprenant une ou plusieurs antennes et assurant la couverture à large échelle) ou micro (antenne couvrant une plus petite superficie). Le tableau ci-dessous exprime le nombre de nouveaux sites macro et/ou micro nécessaires pour ces deux scénarios. Les paramètres retenus dans le cadre de cette estimation sont :

- Une présence de 3 opérateurs sur le territoire de la RBC ;
- Un nombre moyen de 318 sites macro par opérateur ;
- Un facteur d'atténuation des bâtiments supplémentaires à 3,6 GHz de 2 dB;
- Un facteur de perte par propagation de 0,6 sur la puissance reçue ;
- Un rayon de 150 m de couverture pour les antennes micros ;
- Un facteur de relaxation de 1,14;
- Un taux d'update (c'est-à-dire d'adaptation à la 5G) des sites macro existants :
 - =0 pour le scénario 6 V/m. Cela signifie que, pour ces sites, il est fait l'hypothèse que la norme est déjà complétement saturée et qu'aucune puissance additionnelle ne peut v être installée ;
 - o =100% pour le scénario de l'avant-projet, permis par la relaxation de la norme.

L'estimation est fournie selon différents pourcentages de sites macro au sein des nouveaux sites d'émission.

Tableau 1 : Estimation du nombre de nouveaux sites macro et micro nécessaires au déploiement de la 5G selon les normes d'immission actuelles et projetées (source : Bruxelles Environnement, 2021 (g)).

Scénario	% de site macro	Nombre de nouvelles antennes micro	Nombre de nouveaux sites macro
	0%	4244	0
Norme actuelle	33%	2843	396
maintenue 6V/m	50%	2122	600
	67%	1400	804
	100%	0	1200
	0%	197	0
Norme de l'avant- projet d'Ordonnance	33%	132	15
	50%	98	23
9,19 V/m en intérieur et 14,57 en extérieur	67%	65	31
14,07 GIT EXTERIEUR	100%	0	46

Il apparait donc que, si l'ensemble des nouveaux sites sont exclusivement de type macro, l'implantation de la 5G nécessiterait environ 1200 nouveaux sites dans le cas d'un maintien des normes existantes et de seulement 46 en cas de mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance. Il est important de préciser que ces estimations résultent de différentes hypothèses et simplifications et sont dès lors approximatives.

Par ailleurs, il faut noter que l'augmentation de la norme ne vise pas spécifiquement le déploiement de la 5G et permettra également dans les cas où c'est intéressant, soit d'augmenter la puissance des

antennes actuelles soit d'en augmenter leur nombre (pour permettre l'arrivée de nouveaux opérateurs par exemple). Ainsi, à titre illustratif de ce que l'augmentation de la norme permet, le passage d'une norme de 6 V/m à 9,19 V/m dans les espaces intérieurs permet soit d'installer 2,35 fois plus d'antennes qu'actuellement sur les sites existants (sans en augmenter la puissance), soit de multiplier par 2,35 la puissance des antennes existantes.

2.3.2.b. EXPOSITION

L'avant-projet d'Ordonnance augmente les normes d'immission et par conséquent le niveau maximum de champ électromagnétique auquel la population bruxelloise pourra être soumise. S'il est possible de connaitre le niveau d'exposition actuel de la population 18, il est complexe d'établir l'exposition moyenne en cas de mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance. En effet, cette estimation nécessiterait de connaitre le nombre d'antennes dont la puissance serait augmentée, le nombre de nouveaux sites d'émission ainsi que leur emplacement et leur type (macro ou micro). Or, ces aspects sont actuellement inconnus et dépendent de la stratégie de développement du réseau par les opérateurs.

Afin de tout de même illustrer l'évolution de l'exposition résultant de l'augmentation de la puissance d'une antenne, une approche théorique a été réalisée. La figure ci-dessous illustre comment l'immission aux abords d'une antenne unique évoluerait avec une augmentation de la puissance d'émission conséquente à l'augmentation de la norme. La figure souligne qu'une augmentation de la puissance des antennes augmentera l'exposition de l'ensemble des organismes dans le champ de l'antenne 19. Si l'exposition moyenne augmente, ce seront toutefois les organismes situés dans les environs proches de l'antenne qui verront leur exposition le plus augmenter.

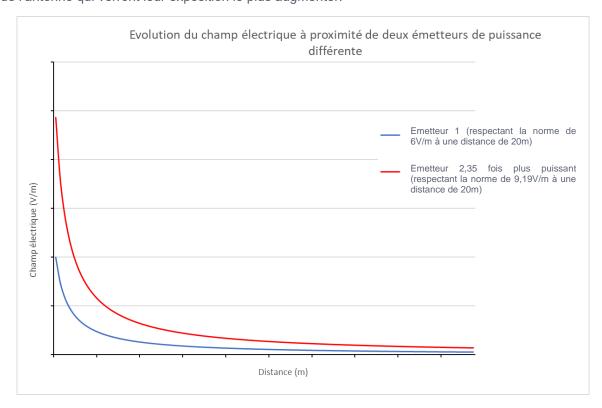


Figure 6 : Evolution du champ électrique aux abords d'une antenne suite à une augmentation de la puissance d'émission.

¹⁵IBPT, 2018. Les données seront présentées dans la description de l'état initial de l'environnement.

¹⁹ La puissance d'émission variant selon les émetteurs, le graphique ne contient pas de valeurs chiffrées.

En ce qui concerne le déploiement de la 5G, l'évolution de l'exposition dépend également du nombre, du type et de la localisation des nouveaux sites d'émissions, actuellement inconnus. Ensuite, si les antennes actuelles, dites passives, émettent un rayonnement continu dans une direction fixe, les nouvelles antennes, dites actives, émettront spécifiquement vers les utilisateurs dans des directions et à des puissances variables selon l'importance de la demande.

Compte tenu du fait que le déploiement de la 5G prévoit l'ajout d'antennes actives ainsi que le maintien des antennes existantes permettant l'exploitation des technologies 2, 3 et 4G, il est toutefois possible d'affirmer que l'exposition moyenne augmentera pour l'ensemble de la population.

2.4. Acteurs concernés

L'avant-projet d'Ordonnance identifie les acteurs impliqués et leurs rôles dans le développement de la téléphonie. Ci-dessous sont synthétisées les responsabilités avec le plus d'impacts qui leur sont attribuées par l'avant-projet d'ordonnance ainsi que l'ordonnance du 1 mars 2007 modifiée par l'ordonnance du 3 avril 2014 et par des arrêtés d'exécution des Ordonnances précitées.

2.4.1. OPÉRATEURS

Leurs responsabilités actuelles sont de respecter les normes en vigueur et d'informer Bruxelles Environnement, Urban.brussels ainsi que la commune (ou toute commune à moins de 200 m) de la présence des antennes émettant des radiations non ionisantes.

Dans le cadre de la mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance, les opérateurs devront être en mesure de justifier à tout moment le respect de la norme d'immission et de prendre immédiatement les mesures qui s'imposent lorsqu'ils ont connaissance que la norme d'immission n'est pas respectée. Les opérateurs devront, en cas de dépassement des normes par plusieurs opérateurs, réduire le champ électrique émis par les antennes en se concertant avec les autres opérateurs ainsi que les opérateurs broadcast. Dans le cas où les réductions ne sont pas suffisantes, les opérateurs non-broadcast concernés par le dépassement de normes devront respecter ensemble un total de 6 V/m. Enfin, les opérateurs dont le permis d'environnement participe à un éventuel dépassement des normes devront introduire une demande de permis d'environnement en vue de se conformer aux obligations.

Comme détaillé dans la description de l'avant-projet, les opérateurs devront également rapporter annuellement l'efficacité et la consommation énergétique de leurs installations, mettre en place des actions et soutenir des campagnes d'information concernant la prévention des déchets, la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre issus de leurs activités.

2.4.2. OPÉRATEURS BROADCAST

S'ils n'étaient jusqu'à présent pas concernés par les normes d'immission, la mise en œuvre de l'avantprojet implique que les opérateurs broadcast les respectent également. En cas de dépassement des normes, les opérateurs broadcast devront démontrer qu'ils respectent les obligations légales et règlementaires qui leur sont applicables. Tout comme les opérateurs, les opérateurs broadcast devront être en mesure de justifier à tout moment le respect de la norme d'immission et de prendre immédiatement les mesures qui s'imposent lorsqu'il a connaissance que la norme d'immission n'est pas respectée. Enfin, les opérateurs de broadcast seront tenus d'informer Bruxelles Environnement, Urban.brussels ainsi que la commune (ou toute commune à moins de 200 m) de la présence des antennes émettant des radiations non ionisantes. Ils devront également mettre des actions en place afin de réduire la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre de leurs activités.

2.4.3. BRUXELLES ENVIRONNEMENT

Bruxelles-Environnement est l'organisme compétent responsable d'octroyer les permis d'environnement permettant aux opérateurs d'installer de nouvelles antennes classées ou de les modifier en vérifiant le respect de la norme d'immission en Région bruxelloise, en tout lieu accessible au public et à tout moment. Dans ce contexte, un cadastre des émetteurs classés existants est tenu à jour et publié²⁰. Sur cette base, Bruxelles Environnement est à même de réaliser des simulations²¹ du champ électromagnétique afin d'y vérifier le respect de la norme d'immission. Les simulations permettent d'anticiper d'éventuels dépassements de la norme avant que des nouvelles antennes soient installées, notamment dans des endroits difficilement accessibles, tels que les étages supérieurs des immeubles. Notons que le règlement d'exécution européen UE 2020/1070, qui a été transposé dans l'arrêté du 30 octobre 2009 relatif à certaines antennes émettrices d'ondes électromagnétiques, impose de ne plus soumettre à autorisation les antennes de faible puissance.

Actuellement, Bruxelles Environnement doit entre autres permettre à tout citoyen d'introduire une réclamation concernant le respect des normes d'immission et/ou le respect des conditions d'exploitation des antennes. Dans ce contexte des mesures de terrain peuvent alors être réalisées. Si la réclamation est fondée, Bruxelles Environnement peut prendre des mesures pour assurer le respect des dispositions de la présente Ordonnance.

À l'avenir, Bruxelles Environnement devra tenir à jour une liste pour le Gouvernement et le comité d'experts reprenant les cas où la concertation entre les opérateurs et opérateurs broadcast ne permet pas de réduire suffisamment les immissions. Bruxelles Environnement aura la possibilité de prévoir l'utilisation d'un formulaire pour les opérateurs et les opérateurs broadcast reprenant les informations souhaitées lorsqu'ils informeront de la présence d'antennes émettant des radiations non ionisantes sur le territoire de la Région. Enfin, Bruxelles Environnement devra notifier les opérateurs dont les permis d'environnement participent à un éventuel dépassement des normes et approuver les 'plans numériques durables et responsables' des opérateurs et des opérateurs de broadcast.

2.4.4. URBAN.BRUSSELS

Urban.brussels est l'organisme compétent responsable d'octroyer les permis d'urbanisme devant permettre aux opérateurs d'installer de nouvelles antennes tout en contrôlant l'impact urbanistique. A noter que toute installation d'antenne ne nécessite pas un permis d'urbanisme. L'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 13 novembre 2008, dits « Arrêté de minime importance », liste les cas pour lesquels l'installation d'une nouvelle antenne est dispensée de permis d'urbanisme. En complément, le règlement d'exécution européen UE 2020/1070, qui sera prochainement transposé dans l'arrêté de minime importance, impose de ne plus soumettre à autorisation²² les petites antennes et fixe les conditions de déploiement pour en limiter l'impact visuel dans l'espace public.

²⁰ https://geodata.environnement.brussels/client/view/3a33e35f-6b64-4b28-bb50-5b4c6b7cb29c?_qa=2.234816030.1406000426.1646758866-405218911.1646758866

²¹ À l'aide du logiciel Mithra

²² Permis d'urbanisme et d'environnement

À l'avenir, urban.brussels aura également la possibilité de prévoir l'utilisation d'un formulaire pour les opérateurs et les opérateurs broadcast reprenant les informations souhaitées lorsqu'ils informeront de la présence d'antennes émettant des radiations non ionisantes sur le territoire de la Région.

2.4.5. GOUVERNEMENT DE LA RÉGION BRUXELLES-CAPITALE

Actuellement, le Gouvernement harmonise la réglementation et les mesures relatives à la lutte contre les effets potentiellement néfastes des radiations non ionisantes.

Avec la mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance, le Gouvernement pourra préciser les modalités de la concertation entre opérateurs et opérateurs broadcast lors du dépassement des normes, la méthode à appliquer, et les obligations pouvant être imposées en cas d'absence d'accord.

2.4.6. COMITÉ D'EXPERTS DES RADIATIONS NON IONISANTES

Actuellement, le Comité évalue la mise en œuvre de l'Ordonnance et de ses arrêtés d'exécution principalement au regard des évolutions des technologies et des connaissances scientifiques, des impératifs économiques et de santé publique, en rendant annuellement un rapport au Gouvernement.

Pour ce faire, les experts du comité parcourent les publications scientifiques récentes concernant les effets sanitaires des rayonnements électromagnétiques, font le point sur le développement des technologies et les implications sur la législation et déterminent les impacts macro- et microéconomiques des télécommunications mobiles.

Suite à la mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance, le Comité rendra également un avis sur tous les projets de modification de l'Ordonnance et sur l'adoption ou la modification de ses mesures d'exécution.

2.4.7. COMMUNES

Les communes pourront dorénavant prévoir l'utilisation d'un formulaire pour les opérateurs et les opérateurs broadcast reprenant les informations souhaitées lorsqu'ils informeront de la présence d'antennes émettant des radiations non ionisantes sur leur territoire.

2.5. Articulation avec d'autres plans et programmes

2.5.1. CADRE LÉGISLATIF ET RÉPARTITION DES COMPÉTENCES LIÉES À LA TÉLÉPHONIE MOBILE

2.5.1.a. NIVEAU EUROPÉEN

L'Union européenne est chargée d'établir un marché numérique unique et de décider ce que les États membres doivent mettre en place et dans quels délais.

En 2008, la Commission Européenne publie sa décision d'harmoniser les conditions techniques pour l'utilisation de la bande de fréquences 3 400 – 3 800 MHz dans le but d'offrir des services de communications électroniques de Terre dans la Communauté Européenne (2008/411/CE). Par la suite, celle-ci sera modifiée par la décision d'exécution 2014/276/UE puis par la décision d'exécution 2019/235/UE.

Le Parlement européen ainsi que le Conseil de l'Union Européenne exigent de leurs États membres d'aider les fournisseurs de communications électroniques à utiliser les technologies les plus avancées.

La Commission Européenne a également fixé de nouveaux objectifs concernant la connectivité avec des réseaux à très haute capacité. Dans ce cadre, la Commission Européenne a également souligné la nécessité d'une harmonisation du spectre de lancement de la 5G. L'objectif est d'atteindre, d'ici 2025, une couverture ininterrompue pour toutes les zones urbaines et les grands axes de transport terrestre. Le Groupe pour la Politique en matière de Spectre Radioélectrique (RSPG) aide la Commission dans ce travail. Il a identifié comme fréquence « pionnière » et primordiale pour le déploiement de la 5G sur le territoire de l'Union Européenne, la bande de fréquences 3 400 – 3 800 MHz. Le code de communications électronique européen impose aux États membres de rendre cette bande de fréquences accessibles aux systèmes capables de fournir de la 5G ainsi que de prendre les mesures adéquates pour un déploiement optimal de la 5G.

2.5.1.b. NIVEAU FÉDÉRAL

En Belgique, l'État fédéral exerce la compétence en matière de télécommunication ce qui implique d'attribuer les licences, de coordonner, contrôler et réguler l'utilisation des fréquences radio, de protéger les consommateurs et d'assurer la cyber sécurité.

Dans ce cadre, différents arrêtés royaux définissent 'les conditions d'obtention et d'utilisation des droits d'utilisation attribués aux opérateurs mobiles' et sont :

- 28 novembre 2021 Arrêté royal concernant l'accès radioélectrique dans la bande de fréquences 3400-3800 MHz;
- 28 novembre 2021 Arrêté royal concernant l'accès radioélectrique dans la bande de fréquences 700 MHz;
- 28 novembre 2021 Arrêté royal concernant l'accès radioélectrique dans la bande de fréquences 1427 - 1517 MHz;
- 28 novembre 2021 Arrêté royal concernant l'accès radioélectrique dans la bande de fréquences 900 MHz, 1800 MHz et 2 GHz.

Ceux-ci sont relativement similaires à quelques spécificités propres aux bandes de fréquences près. Les principaux éléments repris dans ces arrêtés sont :

- La période de validité des droits ;
- Les éléments concernant la subdivision en bloc des fréquences ;
- Les types de redevances dues par les opérateurs mobiles publics ;
- Les règles générales en matière de contrôle ;
- Le déroulement de la procédure d'attribution.

L'État fédéral est également compétent en matière d'édiction de normes de produits. Cela implique la normalisation environnementale des produits avant leur mise sur le marché. A ce titre, c'est l'état fédéral qui édicte des normes minimales de sécurité et de qualité pour les antennes, y compris les antennes actives, ainsi que pour les modem WiFi, téléphones portables, etc.

2.5.1.c. NIVEAU RÉGIONAL

La Région possède des compétences dans différents domaines²³. Dans le domaine de la santé et la protection de l'environnement, elle fixe la norme d'exposition maximale et les conditions d'accompagnement ainsi que la collecte de données concernant l'aspect énergétique et, dans une

_

²³ Bruxelles Environnement, 2022

certaine mesure, la gestion des déchets²⁴. Concernant l'urbanisme, la Région analyse les demandes de permis pour l'installation d'antennes et va mettre en place un cadastre avec les emplacements pour antennes libres sur les bâtiments occupés par des pouvoirs publics. En termes de fiscalité, le pouvoir régional peut jouer le rôle de facilitateur et d'unificateur pour permettre aux communes de prélever un montant de la taxe régionale. En ce qui concerne le déploiement de la 5G sur le territoire régional, le principe de loyauté fédérale limite partiellement l'autonomie de la Région. Ce principe est défini ainsi : « Le principe de la loyauté fédérale, selon les travaux préparatoires de l'article 143 de la Constitution, implique, pour l'autorité fédérale et pour les entités fédérées, l'obligation de ne pas perturber l'équilibre de la construction fédérale dans son ensemble, lorsqu'elles exercent leurs compétences ; il signifie davantage que l'exercice de compétences : il indique dans quel esprit cela doit se faire. Le principe de la loyauté fédérale, lu en combinaison avec le principe du raisonnable et de la proportionnalité, signifie que chaque législateur est tenu, dans l'exercice de sa propre compétence, de veiller à ce que, par son intervention, l'exercice des compétences des autres législateurs ne soit pas rendu impossible ou exagérément difficile » (Arrêt 119/2004).

Cela signifie que les décisions que la Région prend ne peuvent pas entraver l'exercice d'une compétence par l'État fédéral. Concrètement, dans le cadre du déploiement de la 5G, la Région de Bruxelles-Capitale n'a donc pas le droit d'imposer des règles qui le rendraient directement ou indirectement que partiellement possible, voire impossible. Si tel était le cas, l'État ne pourrait pas exercer sa compétence en matière de télécommunication. De même, la Région ne peut s'opposer à l'installation d'antennes actives sur son territoire. Cela impliquerait l'exclusion de ces dernières du marché régional, empêchant alors l'État fédéral d'exercer sa compétence en matière de normes de produits.

2.5.2. SITUER LA NORME BRUXELLOISE

L'ICNIRP est une ONG internationale, reconnue par l'OMS, spécialisée dans la protection contre les rayonnements non ionisants. Cette organisation est notamment chargée de fournir des recommandations en matière de protection, sur base des impacts connus et prouvés des rayonnements, afin que les législateurs nationaux ou régionaux établissent leur propre norme d'exposition.

Le seuil d'apparition des effets biologiques a été identifié à 4W/kg, soit 292 V/m²⁵, ce qui correspond à une exposition au-delà de laquelle l'effet thermique est néfaste, car le corps n'est plus capable d'évacuer convenablement la chaleur. L'ICNIRP a établi des recommandations d'exposition maximales sur base du principe de précaution et des seuls effets connus et prouvés. Le principe de précaution implique que lorsque des incertitudes subsistent quant à l'existence ou à la portée de risques pour la santé des personnes et l'environnement, des mesures de protection doivent être prises sans avoir à attendre que la réalité ou la gravité de ces risques soient pleinement démontrées. Dès lors, l'ICNIRP applique un facteur de sécurité de 50 et recommande de limiter l'exposition de la population à des rayonnements ne dépassant pas 41,2 V/m. La norme bruxelloise actuelle de 6 V/m est donc 50 fois inférieure à la recommandation de l'ICNIRP26.

²⁴ Dans les faits, cette compétence est limitée. Des accords inter-régionaux limitent la marge de manœuvre de la Région bruxelloise.

²⁵ ICNIRP, 1998

²⁶ Pour rappel, le champ électrique (V/m) n'évolue pas linéairement avec la densité de puissance (W/m²). En termes de densité de puissance, la norme bruxelloise (0,096 W/m²) est bien 50 fois inférieure à la recommandation internationale (4,5 W/m²).

Certains pays, comme le Japon, ou les États-Unis, ont décidé de ne pas suivre la recommandation internationale en établissant leur norme d'exposition proche de 50 V/m, tandis que de nombreux autres pays suivent la recommandation sans établir de normes plus strictes. L'aperçu des normes en vigueur à l'internationale, exposées dans la figure ci-dessous, rend compte de la protection importante actuellement en place à Bruxelles.

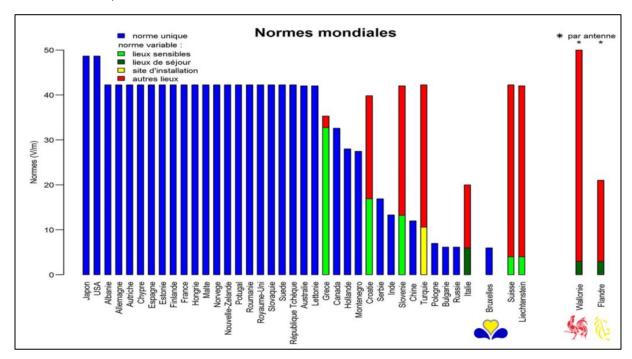


Figure 7 : Aperçu des normes d'exposition dans d'autres pays en 2013 (source : Bornkessel et al., 2013 via Bruxelles Environnement)

À l'échelle de la Belgique, Bruxelles se distingue également des autres régions. En Wallonie la norme est fixée à 3 V/m par antenne et se réduit aux lieux de séjours (logements, bureaux, écoles, hôpitaux, terrains de sport, etc.) excluant les extérieurs (balcons, terrasses, trottoirs, voiries). A l'inverse, la norme bruxelloise est absolue dans les espaces accessibles au public et cumulative (les antennes se partagent la norme). En Flandre, la norme, également réduite aux lieux de séjour de travail et aux terrains de jeux des écoles, est fixée à 20,6 V/m avec une contribution maximale par antenne de 3 V/m. A noter qu'en Flandre comme en Wallonie, ces normes sont en cours d'actualisation également.

3. ÉTAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT ET SON EVOLUTION PROBABLE SI L'AVANT-PROJET D'ORDONNANCE N'EST PAS MIS EN ŒUVRE

3.1. Niveaux d'ondes électromagnétiques et nombre d'antennes

3.1.1. SITUATION EXISTANTE

Depuis le début de l'utilisation des téléphones mobiles dans les années 80, chaque décennie a vu ses évolutions technologiques avec une nouvelle « génération » de télécommunication mobile. À l'heure actuelle se superposent ainsi en Région bruxelloise la 2G, la 3G et la 4G. L'ensemble de ces générations de téléphonie mobile assurent les télécommunications via des ondes radio, dont la fréquence est comprise entre 100 kHz et 300 GHz. Les fréquences attribuées à ces différentes technologies par l'IBPT sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Fréquences attribuées pour la téléphonie mobile par l'IBPT en Région bruxelloise (Source : Bruxelles-Environnement)

Fréquence (MHz)	Technologie
800	4G
900	2G, 3G
1 800	2G, 4G
2 100	3G, 4G
2 600	4G

En 2020, l'IBPT a également octroyé des droits d'utilisation provisoires (jusqu'au 6 mai 2025 au plus tard) dans la bande de fréquence 3600-3800 MHz à 5 opérateurs (Cegeka, Entropia, Orange, Proximus et Telenet). Entretemps, Cegeka et Entropia se sont désistés. De sorte que depuis mars 2021, il reste les trois opérateurs historiques. A noter, qu'entre 3430 et 3550 MHz Citymesh et Gridmax possèdent des droits pour des endroits bien précis du territoire (jusqu'au 6 Mai 2025), utilisés pour du BtB. Ces droits permettront à ces opérateurs les premiers développements de la 5G en Belgique dans le futur. Une mise aux enchères de la bande 700 MHz est également prévue pour le déploiement de la 5G.

Les télécommunications en Région bruxelloises sont assurées par un réseau de plus de 1000 sites d'antennes extérieures, dont 934 sites d'antennes macro-cellules et 138 micro-cellules²⁷. Dans le cas des macros, le site d'émission est généralement installé sur une structure porteuse en hauteur, permettant d'émettre à 360° et assurer le service sur plusieurs centaines de mètres carrés, à l'échelle d'un quartier. Ces sites accueillent classiquement, par opérateur, 3 émetteurs directionnels par technologies (2G, 3G, 4G), chacun assurant la couverture dans un angle de 120°. Les émetteurs qui y sont utilisés transmettent à une puissance de quelques dizaines de Watts. Les antennes micros accueillent également un émetteur par opérateur et par technologie, mais ils peuvent être

-

²⁷ Bruxelles-Environnement, 2021.

omnidirectionnels ou directionnels. Ils sont généralement utilisés pour couvrir les zones à forte densité d'usage, comme les gares ou les aéroports, afin d'alléger la pression sur le réseau macro. La carte cidessous reprend la localisation de ces antennes sur le territoire régional.

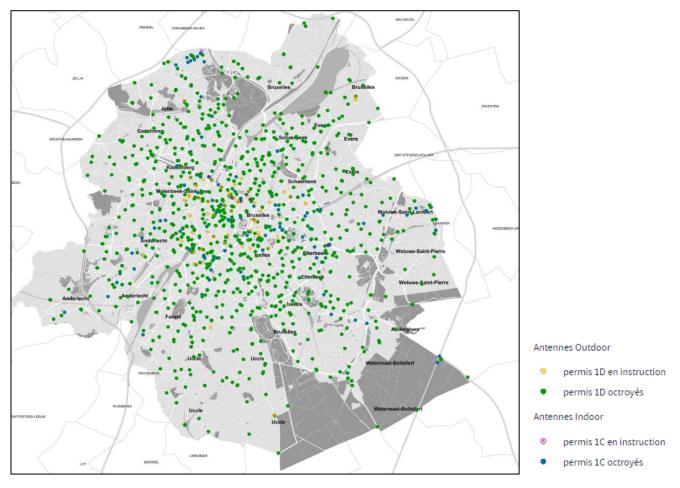


Figure 8 : Cadastre des antennes émettrices de la Région bruxelloise (Source : Bruxelles-Environnement, consultation en mars 2022)

Chacune de ces antennes émet des ondes électromagnétiques (EM), participant à la pollution électromagnétique ou « électro-smog ». Il convient de souligner ici que de nombreux autres appareils participent à l'émission d'ondes EM tels que les téléphones portables, le wifi, les micro-ondes, etc. En comparaison à ces appareils, les antennes émettent à des puissances supérieures, mais leur source est relativement éloignée ce qui atténue l'exposition aux ondes EM qu'elles émettent. Cependant, contrairement à la majorité des objets de notre quotidien, les antennes émettent des ondes en permanence. L'impact de ces différents appareils peut être illustré par le débit d'absorption spécifique (DAS, ou SAR en anglais), la grandeur utilisée pour évaluer l'absorption de chaleur par un corps (en W/kg). La figure ci-dessous reprend la DAS de différents appareils présents dans nos ménages ainsi que la valeur limite européenne pour les antennes d'émission.

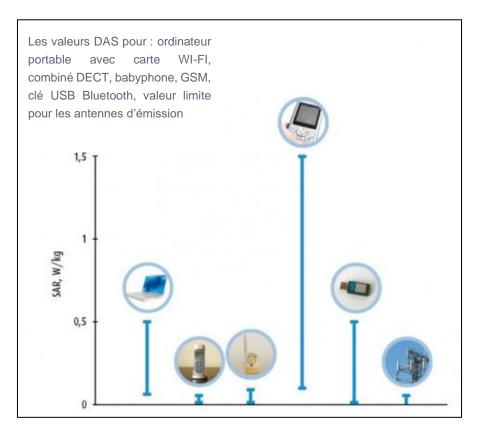


Figure 9 : Plages possibles des valeurs DAS²⁸ de différentes appareils (Source : https ://www.health.belgium.be/)

D'un point de vue technique, les antennes utilisées actuellement sur le territoire bruxellois sont des antennes dites passives. Elles émettent en continu, dans des directions fixes et sur une large superficie, avec une puissance proportionnelle à la demande des utilisateurs de ce secteur. Elles utilisent un codage d'émission dit FDD (Frequency Divison Duplex), impliquant que les communications allant de l'antenne au téléphone, et celles allant du téléphone vers l'antenne, se font sur des bandes de fréquences différentes.

Afin d'installer de nouvelles antennes, les opérateurs doivent obtenir une autorisation : les antennes de classe 1C, comprenant les antennes indoor et passives outdoor avec une puissance comprise entre 2 et 5 Watts, doivent faire l'objet d'une déclaration environnementale tandis que les antennes outdoor actives de plus de 2 Watts et passives de plus de 5 Watts sont des antennes de classe 1D qui nécessitent un permis d'environnement. De plus, les opérateurs sont tenus d'accompagner ce permis par un dossier technique reprenant les paramètres techniques des antennes, ainsi que les résultats issus d'une simulation du champ électromagnétique. À la date du 07 décembre 2021, au total 870 antennes de permis 1D et 206 de permis 1C avaient été octroyés, 63 permis 1D et 6 permis 1C étaient en instruction, et au total 1193 permis 1D et 131 permis 1C avaient été refusés ou étaient invalides²⁹.

Afin de limiter l'exposition de la population aux rayonnements émis par ce réseau d'antennes, la Région bruxelloise a également imposé des normes d'immission sur l'ensemble de son territoire, visant actuellement, à ne jamais dépasser 0,096 W/m² (6V/m équivalent 900 MHz) en tout lieu accessible au

²⁸ Le graphique représente les valeurs DAS mesurées en contact avec le corps. Lorsqu'un appareil est tenu à distance, le niveau d'exposition (le DAS réel) est bien inférieur à celui indiqué sur le graphique.

²⁹ Bruxelles Environnement, 2021(f)

public. Il est important de noter que cette norme est dite cumulative, c'est-à-dire que l'ensemble des opérateurs émettant des ondes électromagnétiques doivent se partager ensemble 6V/m. Il faut souligner que 6 V/m correspond bien à une valeur maximale, qui n'est pas rencontrée partout à Bruxelles. Bruxelles-Environnement, responsable du contrôle de la norme, produit chaque année une carte globale des émissions électromagnétiques. La figure suivante illustre ces émissions pour l'année 2020 :

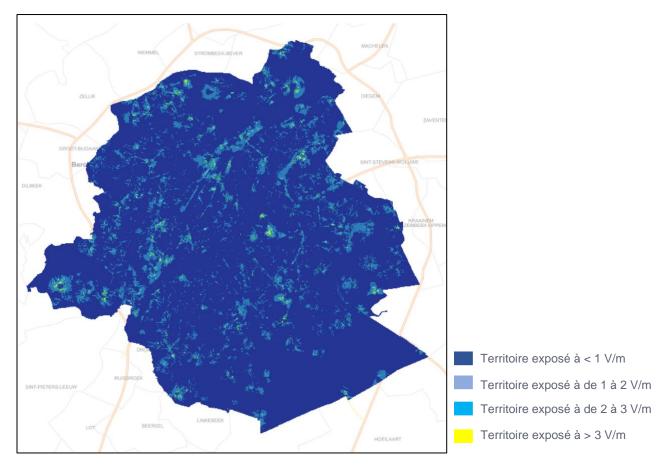


Figure 10 : Résultat de la simulation des émissions électromagnétiques en 2020 sur la région bruxelloise (Source : Bruxelles-Environnement)

Ainsi, dans les faits, en 2020 :

- 77 % du territoire est exposé à moins de 1V/m;
- 17 % du territoire est de 1 à 2 V/m;
- 5% du territoire est exposé de 2 à 3 V/m;
- 1% du territoire est exposé à plus de 3 V/m.

Afin de répondre à la norme d'immission en vigueur, de nombreux émetteurs existants diminuent leur puissance d'émission et n'émettent donc pas à puissance nominale. Cette réduction de la puissance affecte à la fois la couverture (en particulier à l'intérieur) et la capacité à couvrir simultanément les besoins d'un nombre important d'utilisateurs. Il a été estimé que pour que les émetteurs d'un site d'émission équipé de toutes les technologies existantes (sans 5G) émettent à pleine puissance sans

être affecté par la norme, celle-ci devrait être d'environ 30,7 V/m³⁰. La norme implique donc une sousutilisation du potentiel des émetteurs existants.

3.1.2. PERTINENCE DANS LE CADRE DE L'AVANT-PROJET

Le trafic de données et la demande de téléphonie mobile a connu une croissance exponentielle au cours des dernières années et, à terme, le réseau bruxellois est susceptible d'être saturé. Les infrastructures de télécommunication actuelles, ainsi que le cadre législatif relatif à l'exposition aux rayonnements non ionisants, permettront difficilement d'éviter la saturation du réseau et complexifient le déploiement de la 5G, caractérisée par des technologies de transmission différentes, sans une multiplication importante des antennes. Si la législation bruxelloise assure une protection élevée de ses citoyens, certains éléments appellent donc à une révision des normes de protection régionale existante. Vis-à-vis du niveau d'onde et du nombre d'antennes, les enjeux sont donc de mettre en place un cadre législatif adéquat à un développement durable des télécommunications modernes, de préserver un service de téléphonie mobile de qualité pour tous les utilisateurs, tout en assurant un niveau de protection au rayonnement non ionisant le plus élevé possible, en regard des évolutions technologiques et du principe de précaution.

Les enjeux relatifs au niveau d'ondes électromagnétiques et aux antennes seront analysés au travers des autres thématiques.

3.2. Energie et climat

3.2.1. SITUATION EXISTANTE

Le secteur des télécommunications est un grand consommateur d'énergie et émetteur de gaz à effet de serre (GES). La consommation énergétique des réseaux de télécommunications mobiles varie au cours du cycle de vie des différentes composantes du réseau (antennes, data center, GSM et objets connectés). Le cycle de vie de ces objets peut être divisé en 4 parties :

- Extraction : l'extraction et le raffinage des matières premières dans les mines notamment ;
- Fabrication : la fabrication de toutes les composantes de chaque objet et l'assemblage de ceux-ci :
- Usage: l'utilisation des objets par les consommateurs;
- Élimination : le traitement des objets en fin de vie.

L'extraction et la fabrication des composants électroniques des objets du secteur des télécommunications sont les étapes les plus énergivores de leur cycle de vie. Elles représentent à elles seules, 3 à 4% de la consommation mondiale d'énergie, ce chiffre est en constante augmentation et pourrait représenter 10% d'ici 2030 ³¹. En 2018, la consommation mondiale d'énergie primaire (tous secteurs confondus) s'élevait à 14,3 Gtep soit 166,28 PWh ³². Quatre pourcents équivalent donc à 6,65

-

³⁰ Pour trois opérateurs et selon un scénario considérant que l'espace public le plus proche soit situé à 23 m du site émetteur. (source : IBPT, 2018a).

 $^{^{\}rm 31}$ Wallenborn, 2021 ; Groupe d'experts 5G & Agence numérique de Wallonie, 2020

³² SDES, 2021

PWh. À titre de comparaison, cela représente 352 fois la consommation de la Région Bruxelles-Capitale en 2019 qui s'élève à 18 891 GWh ³³.

L'énergie consommée pendant la phase d'usage des éléments du réseau (antennes, serveurs, transmissions) et des terminaux (téléphones, objets connectés) est sous forme d'électricité. Cette consommation représente 5 à 8% de la consommation mondiale d'électricité générant 3 à 4% des émissions de gaz à effet de serre. Parmi les appareils des réseaux de télécommunications mobiles, les antennes sont les plus énergivores³⁴. A titre d'exemple, pour le réseau 4G, le réseau mobile, composé des stations de bases et des connexions de *backhaul*, représentent 60% de l'électricité consommée pour le fonctionnement du réseau. Les 40% restant se répartissent entre les téléphones (30%), les centres de données (8%) et le cœur de réseau (2%)³⁵.

À l'échelle de l'Union européenne, l'utilisation de la technologie digitale représente presque 10% de la consommation électrique totale. Cela est équivalent au fonctionnement non-stop pendant un an de 32 344 000 chauffages de 1 000 W³⁶.

La phase d'élimination commence par un processus de dépollution et de démantèlement réalisé de façon mécanique ou manuelle afin d'enlever les substances toxiques contenues dans les objets. Ce processus est suivi de l'étape de broyage permettant de séparer de substances pouvant être recyclées³⁷. A noter que cette phase est moins énergivore que les trois précédentes.

En ce qui concerne l'impact carbone, il a été estimé que, au sein de l'Union européenne, le secteur digital (comprenant l'extraction, l'utilisation et l'élimination) est responsable de 4,2% des émissions de CO₂ ce qui est quasiment égal aux émissions du secteur de l'aviation³⁸. Il est intéressant de noter que les émissions de GES du secteur sont principalement dues aux émissions importées (production des terminaux, des infrastructures de réseau et des centres de données).

3.2.2. PERTINENCE DANS LE CADRE DE L'AVANT-PROJET

La technologie utilisée pour la télécommunication mobile a un impact majeur sur la consommation énergétique et les émissions des gaz à effet de serre qui y sont liées. Ce déploiement impliquera une importante consommation énergétique d'une part liée à l'augmentation du nombre d'antennes et d'objets connectés et d'autre part au fait que les consommations énergétiques de cette technologie s'additionnent à celles des technologies existantes, sans les remplacer. L'avant-projet d'Ordonnance doit notamment cadrer le déploiement de la 5G en Région bruxelloise. Au regard de l'augmentation attendue, l'enjeu consiste donc à permettre le développement des technologies de télécommunications modernes tout en respectant les objectifs régionaux en termes de consommations énergétiques et climatiques.

³³ Bruxelles Environnement, 2021(c)

³⁴ Wallenborn, 2021

³⁵ Groupe d'experts 5G & Agence numérique de Wallonie, 2020

³⁶ GroenLinks, 2021; GreenIT.fr & NegaOctet, 2021

³⁷ Eco Attitude Energies, 2021

³⁸ GroenLinks, 2021

3.3. Déchets et gestion des ressouces

3.3.1. SITUATION EXISTANTE

Tout comme pour la consommation énergétique, des déchets sont produits tout au long du cycle de vie des objets de téléphonie. A titre d'exemple, 70 kg de matières premières sont nécessaires pour le cycle de vie d'un smartphone, soit près 600 fois son poids³⁹. Un smartphone nécessite une cinquantaine de métaux différents, deux fois plus qu'un téléphone portable « ancienne génération ». Il s'agit notamment de nickel, de cuivre, de cobalt, de carbone mais aussi des métaux précieux tels que l'or, l'argent ou le platine. Pour les extraire, une quantité beaucoup plus importante de matières est requise. Par exemple, pour produire 1 kg de cuivre des mines, il faut extraire 273 kg de matières. Sur un an et pour tous les services digitaux, 571 Mt de matières premières sont nécessaires pour couvrir les besoins de l'Union Européenne.

L'activité minière est extrêmement polluante en raison des substances dangereuses et toxiques que celle-ci génère. Lors de la séparation de la roche des métaux, ou la séparation des métaux entre eux, des matériaux résiduels, notamment des métaux lourds, sont susceptibles d'être rejetés dans les eaux de surfaces, affectant les nappes phréatiques ou les terres de culture. Dans le cas de substances bioaccumulables, comme le plomb, c'est toute la chaine alimentaire qui peut être affectée par l'extraction minière. Dans de nombreux pays, l'extraction minière se fait dans des conditions de travail difficiles, ne respectant pas les droits de l'homme et alimentant même des conflits armés (notamment en République Démocratique du Congo via les mines de cobalt et de coltan). Elle participe aussi à la déforestation.

Lorsqu'un appareil ne fonctionne plus ou est remplacé par un autre, il faut s'en débarrasser. Plusieurs options se présentent : le donner, le revendre ou le jeter. Dans le cas de la dernière option, le recyclage permet de limiter au maximum les impacts néfastes. Selon Recupel, recycler 50 000 smartphones au lieu d'en produire autant de nouveaux, permet d'éviter 6 300 tonnes de déchets toxiques et 158 tonnes de CO₂⁴⁰. En Belgique, il est estimé que 5% des smartphones sont recyclés. De plus, les smartphones ne sont pas entièrement recyclés. En effet, le recyclage des déchets électroniques peut s'avérer très complexe pour certains composants. Par exemple, les métaux contenus dans des amalgames⁴¹ sont pratiquement impossibles à recycler, car cela demanderait une quantité énorme d'énergie⁴².

À l'avenir, la croissance du secteur numérique va générer une quantité importante de déchets supplémentaires, liée à l'augmentation attendue des objets connectés. De plus, certains métaux utilisés dans les processus de fabrication sont susceptibles de connaitre des pénuries au cours des deux prochaines décennies⁴³. En ce qui concerne la Belgique, le nombre de smartphones peut être approché via le nombre de cartes SIM à données actives enregistrées. On en dénombrait 89,5 pour 100 habitants fin 2020 (contre 78 pour 100 hab. fin 2018), soit un total de 10 337 943. Ces cartes sont utilisées dans des smartphones à hauteur de 96,3% et dans des tablettes et PC pour 3,7 %. Fin 2020, un cap était également franchi pour les cartes SIM « Machine to machine » (M2M), pour les objets connectés, dont

³⁹ Bruxelles Environnement, 2021(d)

⁴⁰ Bruxelles Environnement, 2021(d)

⁴¹ Alliage de métaux divers

 $^{^{\}rm 42}$ Wallenborn, 2021 ; Groupe d'experts 5G & Agence numérique de Wallonie, 2020

⁴³ Groupe d'experts 5G & Agence numérique de Wallonie, 2020

les ventes atteignaient un total de 4 000 000. Le nombre de carte M2M a ainsi presque doublé entre 2017 et 2020⁴⁴.

Enfin, l'Europe a imposé aux opérateurs des États membres de ne plus utiliser de matériaux provenant de la Chine et de remplacer les existants. Par conséquent, beaucoup de matériel doit être remplacé créant une grande quantité de déchets.

3.3.2. PERTINENCE DANS LE CADRE DE L'AVANT-PROJET

Sans l'augmentation de la norme prévue dans l'avant-projet d'Ordonnance, le nombre d'antennes devra être multiplié pour pouvoir développer la 5G. L'augmentation de la norme facilitera le déploiement de la 5G grâce à la possibilité d'utiliser des nouveaux types d'antennes plus puissantes. Cela signifie qu'il faudra produire ces nouvelles antennes ainsi que renouveler des objets connectés pour assurer leur compatibilité, qui seront eux-mêmes utilisés puis donnés, rendus ou jetés créant ainsi une quantité de déchets importante. L'enjeu pour cette thématique consiste donc à développer des technologies de télécommunications plus durables, en minimisant l'utilisation des ressources via notamment une optimisation des filières de réemploi et de recyclage.

3.4. Paysages urbains et patrimoine

3.4.1. SITUATION EXISTANTE

Les différents sites d'émissions des systèmes de télécommunications disséminés au sein de la Région font partie du paysage urbain contemporain. Pour rappel, il existe plusieurs types d'antennes. Le premier type d'antenne correspond aux antennes de type macro-cellules qui sont placées en hauteur pour avoir la portée la plus large possible et se trouvent sur la toiture d'un bâtiment, un pylône ou en façade. Ces antennes sont les plus visibles de par leur taille⁴⁵.





Figure 11: Exemples d'antenne de type macro-cellules (sources : Bruxelles Environnement & Google Street View)

⁴⁵ Bruxelles Environnement, 2021(e)

⁴⁴ IBPT, 2020

S'il existe des aménagements permettant de limiter l'impact urbanistique des antennes macro (via leur intégration dans une cheminée par exemple), seul 1% de ces antennes feraient l'objet de précautions de ce genre en Région bruxelloise.

Le deuxième type d'antenne correspond aux antennes de type micro-cellules. Celles-ci sont placées principalement en façade aux endroits avec de fortes densités pour éviter la saturation. Plus petites elles sont moins visibles⁴⁵.



Figure 12: Exemple d'antenne de type micro-cellules (source : Bruxelles Environnement)

3.4.2. PERTINENCE DANS LE CADRE DE L'AVANT-PROJET

Le déploiement de la 5G nécessite l'installation d'un nouveau type d'antenne, les antennes actives. Dès lors, les antennes seront amenées à se multiplier sur le territoire régional. L'augmentation du nombre de sites dépendra de la norme en vigueur. L'enjeu consiste donc à préserver le paysage urbain et le patrimoine de la Région qui peuvent être plus ou moins fortement impactés par les antennes, selon leur localisation et leur type.

3.5. Situation socio-économique

3.5.1. SITUATION EXISTANTE

3.5.1.a. RETOMBÉES ÉCONOMIQUES

Aujourd'hui, le secteur des télécommunications représente 1,5 milliards € d'investissements par an dans la capitale belge. Les principaux bénéficiaires des retombées économiques directes des réseaux de télécommunication mobile sont les vendeurs de semi-conducteurs en première position puis les équipementiers, les opérateurs et l'État belge⁴⁶.

Une étude de 2012⁴⁷ menée par Arthur D. Little⁴⁸ reprend les principaux avantages apportés par la 4G LTE dans les entreprises : l'augmentation des ventes, l'amélioration de produits et des services, des gains de productivité, la diminution des coûts, l'amélioration de la motivation de employés et l'amélioration de la flexibilité, l'agilité et la prise de décision.

⁴⁷ Arthur D. Little, 2012

⁴⁶ Grosman, 2021

⁴⁸ Entreprise de consultance en gestion

Avec l'évolution de la technologie, le trafic de données en Belgique a augmenté de façon exponentielle, passant de 3,86 milliards de mégaoctets en 2012 à 324 milliards de mégaoctets en 2019, comme le montre la figure ci-dessous.

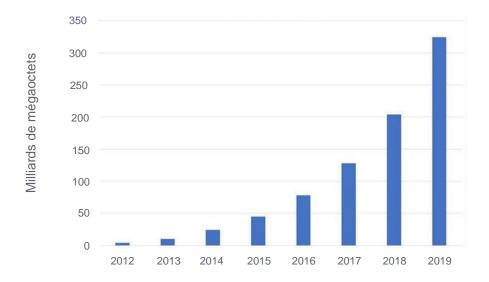


Figure 13: Evolution du trafic de données mobiles en Belgique entre 2012 et 2019 (source : Comité d'experts, 2020)

3.5.1.b. FRACTURE NUMÉRIQUE

Face à l'évolution de la technologie, tout le monde n'a pas la même sensibilité. Si une partie de la population adhère (très) rapidement, d'autres prennent plus temps. Par ailleurs, le phénomène de fracture numérique est présent dans la société⁴⁹. En Belgique, 29% de ménages belges avec un revenu faible (inférieur à 1 200€) n'ont pas un accès à internet, contre 1% pour les ménages avec un revenu supérieur à 3 000€. De plus, 32% des Belges ont de faibles compétences numériques (mais ont accès à internet). La dématérialisation des démarches administratives est un avantage pour une grande partie de la population, mais forme pour d'autres un obstacle pour remplir ces démarches comme c'est le cas pour 57% des internautes peu diplômés et 56% des internautes avec un faible revenu. A noter que si les Belges avec un faible revenu et un niveau de diplôme peu élevé sont particulièrement concernés, la fracture numérique peut toucher toutes les couches de la société telles que les personnes âgées par exemple⁵⁰. Un autre groupe peut être distingué, à savoir les personnes qui par conviction ou principe ne souhaitent pas s'équiper d'un smartphone, d'un ordinateur ou autre.

3.5.2. PERTINENCE DANS LE CADRE DE L'AVANT-PROJET

L'augmentation projetée du trafic de données ainsi que les développements technologiques en cours (tel que le développement de la voiture autonome) apparaissent plus difficilement réalisables avec les normes d'immission actuelles. Le conseil de l'IBPT a d'ailleurs conclu que Bruxelles est la ville belge la plus exposée à un risque réel de saturation. Les enjeux pour la thématique socio-économiques résident dès lors dans la mise en place de moyens permettant d'éviter cette saturation et de faire face à l'évolution de la demande, afin d'une part de préserver un service de téléphonie mobile de qualité pour les utilisateurs et d'autre part de permettre le développement de nouveaux services et applications

⁴⁹ Groupe d'experts 5G & Agence numérique de Wallonie, 2020

⁵⁰ Fondation Roi Baudouin, 2021

nécessitant une utilisation accrue de données numériques. Le déploiement de la 5G vise notamment à apporter une solution à ce problème en accélérant et en augmentant le transfert des données. Un enjeu supplémentaire consiste à assurer ce développement sans augmenter ni les coûts pour les utilisateurs, ni la fracture numérique.

Comme cela a été démontré au point 2.5.1.c, les décisions régionales ne peuvent pas entraver l'exercice d'une compétence par l'État fédéral. Dans le cas du déploiement de la 5G, la Région ne peut donc pas imposer des règles qui le rendraient directement ou indirectement impossible. Un enjeu réside donc à faciliter le déploiement de la 5G en Région bruxelloise. Il est également important de mettre en place des mesures pour limiter au maximum la fracture numérique.

3.6. Santé humaine

Compte tenu de l'existence d'une importante littérature scientifique sur le sujet des incidences potentielles des ondes sur la santé des êtres humains, une analyse exhaustive de celle-ci n'est pas possible dans le cadre de ce rapport. L'état de l'art des connaissances exposé ci-dessous repose dès lors essentiellement sur les travaux préalables réalisés par le comité d'experts (dont la mission est décrite au point 2.4.6). Le comité d'experts se compose d'experts scientifiques en effets sur la santé et/ou l'environnement des radiations non-ionisantes, en propriétés des radiations non-ionisantes, en besoin micro- et macro-économiques et sociaux liés aux télécommunications mobiles et en technologies de communication sans fil. Leur mission comprend notamment la prise de connaissance des nouvelles publications scientifiques liées aux effets sanitaires des rayonnements électromagnétiques.

3.6.1. SITUATION EXISTANTE

Les connaissances acquises sont les résultats de différents types d'études : études sur des cellules cultivées en laboratoire, études sur des animaux modèles, études cliniques réalisées sur des volontaires et études épidémiologiques.

Les ondes présentent des effets biologiques qu'il convient néanmoins de ne pas confondre avec les risques pour la santé. Les effets biologiques sont des modifications mesurables en réponse à un stimulus et ne sont pas nécessairement néfastes pour la santé. Il existe un risque pour la santé lorsque l'effet biologique dépasse les possibilités naturelles d'adaptation ou de compensation de l'organisme.

Pour les fréquences actuellement exploitées en Région bruxelloise, un seul **effet biologique** est avéré. Il s'agit de l'effet thermique, c'est-à-dire l'échauffement des tissus. Pour rappel, le seuil d'apparition des effets biologiques a été identifié à 292 V/m, ce qui correspond à une exposition au-delà de laquelle l'effet thermique est néfaste, car le corps n'est plus capable d'évacuer convenablement la chaleur. L'ICNIRP recommande dès lors qu'une exposition à 41,2 V/m ne soit pas dépassée⁵¹. La norme bruxelloise étant encore plus faible (6 V/m), celle-ci protège les habitants de cet effet⁵².

À côté d'effets avérés, il y a les effets potentiels qui ressortent de certaines études, mais sans permettre de mettre en évidence de relations causales.

Des études se sont penchées sur les **effets cancérigènes potentiels** des ondes issues des appareils de télécommunication. Plusieurs études sur lesquelles s'est basé le comité d'experts⁵³, réalisées avant 2010, ont démontré le risque accru de gliomes⁵⁴ chez les utilisateurs de GSM. À la suite de ces études,

⁵¹ Ce qui inclut un facteur de sécurité de 50 par rapport au seuil d'apparition des effets biologiques de 292 V/m.

⁵² Ledent, 2021

⁵³ Comité d'experts, 2016

⁵⁴ Tumeurs cérébrales les plus fréquentes chez l'enfant et l'adolescent.

en mai 2010, le Centre international de Recherche sur le Cancer a classé les radiations non ionisantes utilisées pour la télécommunication dans la catégorie 2B ('Peut-être cancérogène pour l'Homme'). Cependant, des études réalisées ultérieurement⁵³ montrent une corrélation inverse accentuant le manque de certitude et laissant penser que les résultats des études précédentes résultent de problèmes dans la méthodologie. Le développement de nombreux cancers peut mettre des années et l'utilisation intensive de la technologie mobile est récente. Dès lors, il est encore trop tôt pour se prononcer définitivement sur les effets potentiellement cancérigènes de ces technologies.

Les études portant sur les **effets potentiels génétiques** n'ont pas montré d'effet clair. Deux revues⁵⁵ ont étudié la relation entre le nombre de critères de qualité inclus dans une étude et les conclusions de cette étude. Rassurants, les résultats montrent que plus une étude est scientifiquement sérieuse, plus les observations de lésions génétiques sont faibles.

En ce qui concerne les **effets immunologiques**, plusieurs effets ont été observés⁵³, mais uniquement dans des conditions expérimentales paramétrées avec une intensité de rayonnement qui n'est jamais atteinte avec la technologie mobile. Néanmoins, ceci n'exclut pas la possibilité d'effets non thermiques. Une stimulation des cytokines et autres paramètres immunes a parfois été rapportée à des intensités auxquelles la population peut être exposée couramment. Mais à ce jour, la pertinence biologique de ces observations n'est toutefois pas claire. Des recherches⁵⁶ sur des plantes montrent par ailleurs une activation de certains paramètres immunologiques pouvant être suscitée par d'autres facteurs environnementaux que les ondes dues à la télécommunication.

Lorsque les utilisateurs téléphonent avec leur GSM, le téléphone mobile est tenu contre la tête suscitant des inquiétudes concernant des **affections cérébrales et neurologiques**. Parmi les études⁵⁶ réalisées, il y a des indications d'effets sur l'activité cérébrale, le sommeil, l'apprentissage ou la mémoire. Toutefois, ces effets sont limités et les résultats ne permettent pas de conclure qu'il y des impacts réels sur la santé. Quelques études⁵⁶ ont démontré de légers changements au niveau des profils EEG (électroencéphalogramme), mais s'avèrent ne pas être cohérents et n'ont probablement pas de signification fonctionnelle. Ensuite, la barrière hématoencéphalique protège le cerveau de certaines molécules présentes dans le sang. Les évaluations critiques de plusieurs études⁵⁶ rapportant la possibilité d'une perméabilité accrue de la barrière hématoencéphalique sous l'effet des radiofréquences convergent vers une même conclusion : une perturbation de cette barrière par les radiofréquences utilisées pour les réseaux mobiles est possible, mais uniquement lorsque l'intensité de l'exposition est élevée et que des effets thermiques se produisent. Dans le cas d'une intensité dans des conditions d'utilisation normales, aucune perturbation n'a été observée. Enfin, aucune expérience en laboratoire n'a montré d'affection neurologique telle que la maladie d'Alzheimer.

Aucune indication sérieuse⁵⁶ d'**effet sur la reproduction et le développement** n'a été observée jusqu'à présent pour des intensités de rayonnement correspondant à la réalité des utilisateurs. Des effets potentiels sur le développement des animaux ont été observés uniquement lorsque l'exposition dépassait largement les recommandations de l'ICNIRP. L'exposition sur quatre générations de souris d'ondes issues de la technologie mobile n'a révélé aucun effet significatif.

Avec l'exploitation d'ondes électromagnétiques, le **phénomène de l'hypersensibilité électromagnétique** (EHS) a également fait son apparition. Celui-ci désigne des symptômes non spécifiques tels que des maux de tête ou des vertiges qui seraient dus à l'exposition aux fréquences

⁵⁵ Comité d'experts, 2019

⁵⁶ Comité d'experts, 2016

radio. Des études⁵⁷ menées en laboratoire sur des personnes se disant atteintes d'EHS, mais qui n'ont pas pu détecter la présence de radiofréquences, ont été remises en question en raison d'une durée d'étude jugée trop courte. Une étude ultérieure⁵⁷ a été réalisée avec des personnes ayant affirmé qu'elles pouvaient ressentir la présence de radiofréquences dès 15 minutes. Cette fois-ci l'étude a été réalisée chez les participants ou dans un endroit de leur choix. Les résultats indiquent que même dans ces conditions hors laboratoire, les participants n'étaient pas en mesure de percevoir une exposition aux radiofréquences. Des études ultérieures⁵⁷ suggèrent l'activation d'une partie du système nerveux chez les sujets EHS. Une exposition à divers signaux radiofréquences que l'on rencontre normalement dans la nature (1 V/m), n'a toutefois pas semblé provoquer de différences entre l'activité du système nerveux autonome chez des sujets EHS et celle observée dans une population témoin. Une étude⁵⁶ menée aux Pays-Bas a mis en évidence que les symptômes rapportés ne sont pas associés à la distance réelle entre une personne sujette à l'EHS et une antenne GSM, mais plutôt à la perception de proximité. À ce jour, les résultats obtenus ne signifient pas qu'il n'y a pas d'effets, mais qu'il n'est pas encore possible de les identifier et de les prouver.

Pour les fréquences utilisées actuellement, les données disponibles sont issues de 20 à 30 ans de recherches. Parmi toutes les études réalisées, des études aux méthodologies similaires peuvent montrer des résultats contradictoires. Il est dès lors difficile de s'y retrouver. De plus, il convient de préciser que de nombreuses études sont en cours. En conclusion, l'état actuel des connaissances ne permet pas de démontrer d'effet néfaste mais ne permet pas non plus de conclure à une absence totale d'effet sur la santé.

3.6.2. PERTINENCE DANS LE CADRE DE L'AVANT-PROJET

L'exposition aux radiations non ionisantes dépend des normes en vigueur et des fréquences utilisées. Au regard des effets controversés et de l'inconnue concernant certains risques potentiels de ces fréquences pour la santé, les enjeux sont de préserver la population et de limiter autant que possible son exposition aux rayonnements afin de respecter le principe de précaution.

3.7. Faune et flore

Compte tenu de l'existence d'une importante littérature scientifique sur le sujet des incidences potentielles des ondes sur la Faune et la flore, une analyse exhaustive de celle-ci n'est pas possible dans le cadre de ce rapport. L'état de l'art des connaissances exposé ci-dessous repose dès lors essentiellement sur les travaux préalables réalisés par le comité d'experts (dont la mission est décrite au point 2.4.6) ainsi que sur une revue bibliographique menée sur le sujet (*Environmental impact of 5G* : a literature review of effects of radio-frequency electromagnetic field exposure of non-human vertebrates, invertebrates and plants⁵⁸). Le comité d'experts se compose d'experts scientifiques en effets sur la santé et/ou l'environnement des radiations non-ionisantes, en propriétés des radiations non-ionisantes, en besoin micro- et macro-économiques et sociaux liés aux télécommunications mobiles et en technologies de communication sans fil. Leur mission comprend notamment la prise de connaissance des nouvelles publications scientifiques liées aux effets sur l'environnement des rayonnements électromagnétiques.

3.7.1. SITUATION EXISTANTE

La Région bruxelloise, qui dispose de près de 8 000 ha d'espaces verts publics et privés, accueille une importante diversité faunistique et floristique. Cette biodiversité est mise sous pression par différents

⁵⁷ Comité d'experts, 2018

⁵⁸ Thielens, 2021

phénomènes tels que la fragmentation des milieux naturels, la présence d'espèces exotiques envahissantes et de multiples sources de pollution. En ce qui concerne le développement de la téléphonie mobile de ces dernières décennies, deux types de pressions peuvent être soulignées : il s'agit d'une part des chantiers liés à la multiplication des antennes émettrices, et d'autre part de l'augmentation de l'exposition du territoire bruxellois aux champs électromagnétiques de radiofréquence.

Les travaux d'installation des antennes, en particulier les antennes macro disposées en hauteur sur des mâts, sont susceptibles d'induire des nuisances pour la faune et flore. Les travaux de construction d'un nouveau mât, ou les travaux sur un mât existant, peuvent durer 10 à 12 semaines, occuper des superficies importantes, en particulier si une grue est nécessaire, induire des nuisances sonores, et dans certains cas, impliquer une extraction de l'eau souterraine. Des nuisances, de plus faibles ampleurs, sont aussi liées aux travaux nécessaires à l'entretien des mâts une à deux fois par an. Enfin, la présence du mât en lui-même a pour conséquence une perte d'habitat, bien que la surface en soit réduite⁵⁹. Ces nuisances sont plus dommageables lorsque l'antenne est installée dans une zone sensible, telle qu'une zone Natura 2000 ou une zone de nidification (clocher d'église, cheminée, etc.) ou encore lorsque les travaux se déroulent en période de reproduction ou d'hivernage. Il est à noter que ces travaux présentent toutefois nettement moins d'incidences que les 2 500 chantiers de grande envergure qui prennent annuellement place à Bruxelles.

Les ondes électromagnétiques émises par les antennes constituent une autre source de nuisance potentielle. Elles sont effectivement de plus en plus présentes dans notre environnement depuis quelques décennies, mais leur impact sur la faune et la flore comprend encore de nombreuses incertitudes. À ce titre, une étude⁴⁷ spécifique concernant les effets des antennes de télécommunication sur les espaces Natura 2000, réalisée en 2012, concluait que les données étaient encore insuffisantes pour démontrer que les antennes pouvaient causer des dommages irrévocables à la faune et à la flore dans leurs biotopes naturels. L'étude ne parvenait pas non plus à attribuer des risques particuliers à certaines fréquences ou à définir une distance de sécurité par rapport aux antennes. Depuis, différentes recherches ont été menées, principalement sur des cellules cultivées en laboratoire ou sur des animaux modèles⁶⁰. D'un point de vue global, l'évaluation des risques liés à l'exposition aux ondes électromagnétiques présente des résultats très hétérogènes et régulièrement contradictoires, même dans des études similaires. Les éléments suivants, provenant en majorité de large revue de littérature⁶¹ soulignant les résultats soutenus par des études de qualité, peuvent néanmoins être avancés.

De manière générale, il est établi que les CEM-RF peuvent pénétrer les tissus biologiques et que leur énergie peut donc être absorbée par les organismes vivants et provoquer leur échauffement⁶². Cet échauffement a notamment été étudié historiquement afin de développer des traitements pour se débarrasser de parasites indésirables⁶³.

Chez les invertébrés il a été mis en évidence que cet échauffement est effectivement susceptible de provoquer la mort de certains individus⁶⁴, lors d'exposition à des rayonnements de fréquences typiques

⁵⁹ Verschaeve & Bervoets, 2012

⁶⁰ Comité d'experts, 2019

⁶¹ Thielens, 2021

⁶² ICNIRP, 2020

⁶³ Das, Kumar, & Shah 2013; Diprose, Benson, & Willis, 1984; Hou, Johnson, & Wang, 2016; Johnson & Marcotte, 1999; Wang

[&]amp; Tang, 2001; Yadav et al., 2014

⁶⁴ Thielens et al. 2020

des télécommunications (de 0,4 – 6 GHz), mais à des niveaux d'exposition largement plus importants que ce que l'avant-projet autorisera et que les recommandations de l'ICNIRP. Des études récentes⁶⁵ sur des modèles d'insectes soulignent notamment que, pour des champs de densité de puissance similaire, des différences notables de puissances absorbées selon espèces d'insectes étaient observables, mais que l'ensemble des espèces présentait une absorption plus importante dans les fréquences supérieures à 6 GHz. L'importance de l'absorption pourrait être encore plus importante dans le champ proche⁶⁶, comme à proximité directe d'une antenne⁶⁷ bien que sur le terrain, il semble que l'exposition des insectes soient dominés par le champ lointain⁶⁸. Si des effets thermiques existent bel et bien pour les invertébrés, la relation entre l'énergie absorbée et les CEM-RF dépend d'une part de la fréquence utilisée, mais aussi du type d'espèce, de sa morphologie, de sa position, voire de son sexe, rendant difficile d'établir un constat général.

D'autres études soulignent également des effets potentiellement non thermiques. Des nids d'abeilles se sont par exemple montrés réceptifs (augmentation du bruit provenant du nid) à la présence de CEM-RF⁶⁹ et des tiques ont montré une activité accrue lors de leur exposition à CEM-RF⁷⁰. Les CEM-RF sont susceptibles d'affecter la composition des communautés de pollinisateurs dans certains habitats, certains groupes d'espèces voyant leur abondance réduite, d'autres augmentée⁷¹. Concernant d'autres types d'invertébrés, des limaces et escargots de mer ont montré une activité neurologique accrue⁷² et une perception réduite de la douleur⁷³ lors de leur exposition à des CEM-RF. À nouveau, il est difficile d'établir un constat en regard des niveaux d'exposition étudiés ici dans la mesure où ces études sont réalisées avec des fréquences extrêmement variables et ne monitorent pas systématiquement le niveau d'exposition.

En ce qui concerne les vertébrés, ce sont également les effets thermiques qui semblent correspondre aux risques les plus probables. Il a notamment été souligné que peu importe les espèces considérées, il existe bien une valeur seuil provoquant un effet thermique⁷⁴. Des échauffements accompagnés d'une réduction de l'endurance⁷⁵ ont ainsi été soulignés chez certains animaux, mais à des expositions largement supérieures à ce qui est traité ici.

En ce qui concerne des effets potentiellement non thermiques, l'étude dite NTP⁷⁶, exposant des rats et des souris de manière chronique durant une période allant de 28 jours à deux ans, concluait ainsi, après révision, qu'il existait des preuves claires d'effet cancérogène chez les rats mâles pour un type de tumeur cardiaque et certaines preuves d'effets cancérogènes en ce qui concerne l'apparition de gliomes⁷⁷ ou de phéochromocytone⁷⁸. Des changements de comportement ont également été observés

 $^{^{\}rm 65}$ Thielens et al., 2018 ; De Borre et al., 2021

⁶⁶ Dans le champ électromagnétique, on distingue le champ proche et lointain, par rapport à la distance à la source. Les règles générales de propagation des ondes présentées en avant-propos du présent rapport, concernent le champ lointain. Dans le champ proche, l'intensité du champ électromagnétique est beaucoup plus complexe à prévoir et à mesurer mais aussi plus élevée.

⁶⁷ Toribio, Joseph & Thielens, 2021

⁶⁸ Thielens et al., 2020

⁶⁹ Favre, 2011

⁷⁰ Vargova et al., 2017

⁷¹ Lazaro et al., 2016

⁷² Arber & Lin, 1985 (a); Arber & Lin, 1985(b)

⁷³ Nittby et al., 2012

⁷⁴ Adair, Eleanor, & Black., 2003

⁷⁵ Gordon et al. 1963

⁷⁶ National Toxicology Program (NTP), U.S. Department of Health and Human Services, 2018 (a), (b).

⁷⁷ Tumeur cérébrale.

⁷⁸ Tumeur des glandes surrénales.

chez différents types d'animaux tels que des oiseaux ou des chauves-souris⁷⁹. Il existerait aussi une possibilité que les CEM-RF provoquent une réponse auditive chez certaines espèces⁸⁰ et des changements d'activités neuronales⁸¹. Cela étant dit, la plupart de ces études sont encore une fois réalisées à des expositions largement supérieures aux niveaux considérés ici, et le type d'exposition est en outre difficilement transposable au cas des télécommunications.

En ce qui concerne les plantes et les champignons, une revue de la littérature⁸², encore extrêmement limitée par rapport à ce qui existe pour les vertébrés, indique que seul l'effet thermique a été souligné jusqu'à présent, mais que la littérature semble encore faire défaut pour établir un constat.

En dehors des effets cités ci-dessus provenant d'études dont la qualité n'a pas été critiquée, les revues de la littérature pour les vertébrés, les invertébrés, les plantes et les champignons indiquent généralement que les autres effets potentiels seraient globalement peu soutenus, provenant d'études de faible qualité et dont les résultats sont généralement contradictoires.

S'il apparait que les ondes électromagnétiques peuvent présenter un impact sur la faune et la flore, principalement sous la forme d'un échauffement des tissus biologiques, elles ne constituent pas un facteur perturbateur important en comparaison aux nuisances sonores et lumineuses, à la destruction des habitats et à la détérioration de la qualité de l'air liées aux activités humaines au sein de la Région.

En ce qui concerne la protection contre les rayonnements non ionisants, la biodiversité régionale bénéficie globalement, de manière indirecte, des mêmes normes de protection que la population bruxelloise, à savoir actuellement une immission de maximum 6 V/m (pour une fréquence de 900 MHz), avec la vaste majorité du territoire bruxellois soumis à une exposition bien en deçà de la norme. Il s'agit néanmoins de souligner que cette norme est imposée uniquement dans les zones accessibles au public et que la biodiversité, en particulier la faune, est donc susceptible de rencontrer des zones où l'exposition y est supérieure. Il s'agit de zones généralement situées en hauteur, comme les toits ou les façades, et/ou à proximité directe des antennes. L'installation de nouvelles antennes passe en outre par l'obtention de permis d'environnement de classe 1C ou 1D et, lorsque l'antenne se situe dans un rayon de 60 m autour d'une zone Natura 2000, d'une réserve naturelle ou forestière, elle nécessite alors légalement une « évaluation appropriée des incidences » qui analyse alors spécifiquement l'impact de l'activité sur la faune et la flore en regard des objectifs de conservation du site et conclut si l'installation convient à cet environnement particulier.

3.7.2. PERTINENCE DANS LE CADRE DE L'AVANT-PROJET

Les éléments présentés ci-dessus soulignent que la faune et la flore sont susceptibles d'être affectés par les radiations non ionisantes. Le niveau d'exposition de la biodiversité bruxelloise dépend, comme pour l'être humain, des normes mises en place au niveau régional ainsi que des technologies utilisées pour assurer les télécommunications. Outre cette exposition, l'installation de nouvelles antennes peut comporter des risques selon les sites choisis.

Vis-à-vis de la faune et de la flore, les enjeux sont donc de maintenir une exposition aux rayonnements la plus réduite possible, en regard des évolutions technologiques et du principe de précaution, mais

⁷⁹ Foster et Morrissey, 2011; Balmori 2009, 2014, 2015, Hiscock et al., 2017

⁸⁰ Hossmann & Herman, 2003

⁸¹ Repacholi, 1998; Sienkiewicz, Jones, & Bottomley, 2005

⁸² Thielens, 2021.

aussi de limiter les nuisances dues à la multiplication des antennes, en particulier dans les zones sensibles.

3.8. Autres thématiques environnementales

Les thématiques mobilité, bruit, eau, sol et qualité de l'air ne sont pas présentées en détails dans les états initiaux. Elles ne constituent pas des domaines environnementaux présentant des enjeux au regard de l'avant-projet d'ordonnance.

3.9. Synthèse et hierarchisation des enjeux environnementaux

L'analyse de l'état initial de l'environnement a permis d'identifier une série d'enjeux auxquels il convient de porter une attention particulière dans le contexte de l'évolution du cadre technique et législatif induit par l'avant-projet d'Ordonnance et le déploiement futur de la 5G qu'il doit cadrer. Le tableau ci-après présente une synthèse des enjeux identifiés suite à cette analyse.

Tableau 3 : Synthèse et hiérarchisation des enjeux

Thématiques	Enjeux
Énergie et Climat	Permettre le développement des technologies de télécommunications modernes tout en respectant les objectifs régionaux climatiques et de consommations énergétiques
Ressources et déchets	Minimiser l'utilisation de ressources
	Optimiser les filières de réemploi et de recyclage
Paysage urbain	Préserver le paysage urbain et le patrimoine de la Région
Aspects économiques et sociaux	Préserver un service de téléphonie mobile de qualité pour les utilisateurs
	Faciliter/Permettre le développement de nouveaux services et applications nécessitant une utilisation accrue de données numériques
	Assurer le développement des télécommunications sans augmenter les coûts pour les utilisateurs
	Assurer le développement des télécommunications sans augmenter la fracture numérique
Santé humaine	Limiter autant que possible son exposition aux rayonnements afin de respecter le principe de précaution
Faune et flore	Limiter les nuisances dues aux antennes, en particulier dans les zones sensibles
	Maintenir une exposition aux rayonnements la plus réduite possible, en regard des évolutions technologiques et du principe de précaution

4. ANALYSE DES INCIDENCES DE L'AVANT-PROJET D'ORDONNANCE ET DES ALTERNATIVES

4.1. Méthodologie d'analyse et description des alternatives

L'analyse qui suit identifie les incidences de l'avant-projet d'Ordonnance au regard des thématiques environnementales jugées pertinentes dans l'état initial de l'environnement (Chapitre 3). Les résultats sont repris sous forme de fiches.

Ces fiches rappellent d'abord les enjeux identifiés dans l'état initial de l'environnement vis-à-vis de la thématique. Elles décrivent par la suite les incidences liées à l'avant-projet à travers deux analyses différentes :

Incidences liées à la mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance : une première analyse identifie les incidences liées à la mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance <u>en comparaison à la situation</u> existante et indépendamment du déploiement de la 5G ;

Incidences du déploiement de la 5G dans le cadre de l'Ordonnance modifiée : compte tenu du fait que la modification de l'Ordonnance vise à cadrer le déploiement de la 5G, une seconde analyse évalue les incidences liées au développement total de la 5G dans le cadre de la mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance en comparaison à celui associé à l'Ordonnance actuelle.

Ces incidences peuvent être tant positives, on les caractérise alors d'opportunités, que négatives, on les caractérise alors de risques.

Les fiches reprennent ensuite les mesures complémentaires ou correctrices à mettre en place, visant à soit favoriser les opportunités identifiées, soit d'éviter ou de réduire les risques encourus. Ensuite, les fiches présentent les indicateurs de suivi, permettant de suivre et de vérifier l'occurrence des risques identifiés.

Les fiches contiennent également une analyse des alternatives en vue d'évaluer leurs éventuelles plusvalues respectives.

L'alternative 0 concerne un statu quo, c'est-à-dire un maintien de la norme existante de 6V/m, la non prise en compte du broadcast dans le champ d'application de la norme et l'absence d'imposition en matière énergétique ou de gestion des déchets.

L'alternative 1 concerne une augmentation de la norme à un niveau équivalent aux recommandations de l'ICNIRP, à savoir 41,2 V/m.

Suite à cette analyse par thématique environnementale, une analyse transversale synthétise les incidences positives et négatives sur les différents domaines de l'environnement et permet d'identifier les interactions entre les différents domaines environnementaux.

4.2. Eléments de l'avant-projet analysés

L'avant-projet d'Ordonnance présente de nombreuses modifications dont certaines assez minimes et qui ne sont pas susceptibles d'induire des incidences environnementales. La liste ci-dessous reprend les modifications présentant des incidences et ayant dès lors été étudiées dans l'analyse qui suit.

- Modification du champ d'application de l'ordonnance.
 - Le broadcast est désormais soumis à la norme d'immission
- Adaptation de la norme de 6V/m dans les espaces accessibles au public :
 - > 9,19 V/m dans les espaces publics accessibles intérieurs ;
 - > 14.57 V/m dans les espaces publics accessibles extérieurs.
 - Exception possible si les obligations imposées aux opérateurs ou toute autre mesure mise en œuvre par les opérateurs ne permettent pas de réduire suffisamment la densité de puissance des antennes concernées afin d'assurer le respect des normes ci-dessus, seuls les opérateurs (non broadcast) impliqués dans le dépassement sont tenus de respecter ensemble la norme actuelle de 6V/m (soit 42,6 % et 17 % des normes visées à l'avant-projet d'Ordonnance dans les zones accessibles au public à l'intérieur et dans les zones accessibles au public à l'extérieur). L'avant-projet d'Ordonnance cadre cette dérogation possible en prévoyant que ce régime d'exception :
 - ne mène pas à dépasser les normes maximales prévues dans la Recommandation 1999/519/CE du Conseil du 12 juillet 1999, relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz);
 - o ne concerne pas plus de 0,0065% des surfaces du sol et des enveloppes des bâtiments de la Région.
- Mise en place d'exemption du respect des normes lors de situation d'urgence.
- Modifications concernant le comité d'experts :
 - Composition du comité rendue plus flexible en passant de 9 membres à 7-13
 - Intégration prévue de spécialistes de l'environnement (énergie, biodiversité, déchets).
 - > Doit évaluer la mise en œuvre de l'ordonnance sur l'aspect environnemental, en plus des impératifs économiques et de santé publique.

- Charte et convention :

Le Gouvernement peut conclure avec les opérateurs une charte de bonne conduite, visant à assurer aux citoyens le plus de transparence possible sur le développement des réseaux de téléphonie mobile, à fixer des lignes de conduite avec les opérateurs dans des matières techniques ou environnementales et des objectifs relatifs à la gestion des déchets. Les opérateurs peuvent aussi, collectivement, conclure, modifier, renouveler une convention environnementale avec la Région, conformément à l'ordonnance du 29 avril 2004 relatives aux conventions environnementales.

- Obligations pour les opérateurs :

- Les opérateurs seront tenus de fournir annuellement un rapport à Bruxelles Environnement relatif à l'efficacité énergétique et à la consommation énergétique des antennes et de leur réseau.
- ➤ Les opérateurs seront tenus de soutenir des campagnes d'information afin de sensibiliser à la prévention des déchets issus de leurs activités, en tenant compte de l'évolution des technologies et du renouvellement des appareils connectés. (Ordre de priorité de la sensibilisation : utilisation rationnelle des appareils > réemploi > collecte et gestion des déchets).

- Les opérateurs seront tenus d'établir des statistiques sur les appareils qu'ils mettent sur le marché et qui sont collectés en tant que déchets, ou qui font l'objet de réemploi
- > Concernant ces campagnes d'information et l'établissement de statistiques, les opérateurs seront amenés à fournir à Bruxelles Environnement un rapport annuel sur les actions mises en œuvre, les montants dépensés et les impacts constatés par ces mesures.
- Modification de l'Ordonnance du 2 mai 2013 portant sur le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maitrise de l'Énergie :
 - Les opérateurs, et les opérateurs de broadcast mettent en place un plan numérique durable et responsable en vue de réduire la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre de leurs activités. Ce plan vise une durée de 5 ans et est renouvelé à échéance.

4.3. Analyse des incidences

4.3.1. ENERGIE ET CLIMAT

Enjeux identifiés

L'état initial de l'environnement a permis de mettre en évidence l'enjeu suivant :

Permettre le développement des technologies de télécommunications modernes tout en respectant les objectifs régionaux climatiques et de consommations énergétiques.

Incidences liées à la mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance

Les aspects spécifiques de l'avant-projet d'Ordonnance susceptibles d'affecter la thématique énergie et climat sont :

- L'adaptation de la norme de 6V/m dans les espaces accessibles au public à :
 - 9,19 V/m dans les espaces publics accessibles intérieurs ;
 - o 14,57 V/m dans les espaces publics accessibles extérieurs ;
- La possibilité de conclure une charte de bonne conduite entre le Gouvernement et les opérateurs, visant notamment à fixer des lignes de conduite avec les opérateurs dans des matières techniques ou environnementales ;
- ➤ L'obligation des opérateurs de fournir annuellement un rapport à Bruxelles Environnement relatif à l'efficacité énergétique et à la consommation énergétique des antennes et de leur réseau :
- Les évolutions concernant la composition du comité d'experts (comex) intégrant des spécialistes de l'environnement (énergie, biodiversité, déchets) et devant dorénavant évaluer la mise en œuvre de l'ordonnance sur l'aspect environnemental, en plus des impératifs économiques et de santé publique;
- L'obligation pour les opérateurs d'établir des statistiques sur les appareils qu'ils mettent sur le marché et d'en exposer les résultats à Bruxelles Environnement dans un rapport annuel ;
- ➤ L'obligation pour les opérateurs et les opérateurs broadcast de mettre en place un plan numérique durable et responsable en vue de réduire la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre (GES) de leurs activités.

Opportunités

L'augmentation de la norme permet d'augmenter la puissance de fonctionnement des émetteurs et d'obtenir une meilleure couverture du territoire régional pour un nombre d'émetteurs donné. Pour obtenir une même couverture du territoire, l'augmentation de la norme permet donc de réduire le nombre d'émetteurs nécessaires et d'atténuer les consommations énergétiques liées à leur production. Cette opportunité ne tient cependant pas compte des effets d'aubaine éventuels qui pourraient pousser les opérateurs à améliorer la couverture du territoire et donc à démultiplier le nombre de sites d'émission (voir colonne de droite).

Risques

L'augmentation de la norme permet aux opérateurs d'augmenter leur nombre d'émetteurs (et d'antennes) en comparaison à la situation existante, notamment pour améliorer la couverture de leur réseau. L'augmentation de la norme facilite également l'arrivée de nouveaux opérateurs⁸³ nécessitant d'exploiter de nouveaux sites d'émission sur le territoire bruxellois. Or, l'augmentation du nombre d'émetteurs, d'antennes et de sites d'émission implique une augmentation de la consommation énergétique et de l'émission de GES qui y sont associées.

L'augmentation de la norme permettra également de faire face à une partie de l'augmentation

⁸³ Dans le cas où le Gouvernement Fédéral venait à le permettre à travers la mise aux enchères des nouvelles fréquences notamment destinées au déploiement de la 5G.

La mise en œuvre d'une charte pourrait inclure divers objectifs, engagements ou bonnes pratiques relatifs à une diminution de la consommation énergétique et d'émission de GES du secteur de la téléphonie mobile.

La remise annuelle d'un rapport, des opérateurs à Bruxelles Environnement, faisant état de l'efficacité énergétique et de la consommation énergétique des antennes et de leur réseau ainsi que les statistiques relatives aux appareils qu'ils mettent sur le marché permettra de mettre en œuvre de nouveaux objectifs pour améliorer l'efficacité énergétique et diminuer la consommation liée à leurs activités.

De plus, ces données peuvent également être exploitées par Bruxelles Environnement à des fins de communications et de sensibilisation du public sur les consommations énergétiques liées au secteur de la téléphonie mobile et des enjeux qui en découlent.

La mise en place d'un plan numérique durable et responsable pour les opérateurs a pour objectif de réduire la consommation énergétique et les émissions de GES de leurs activités (via notamment l'utilisation d'énergies renouvelables et la compensation de leurs émissions de CO₂) en lien avec les objectifs climatiques et environnementaux de la Région.

L'avant-projet d'Ordonnance implique des changements concernant le comex avec notamment l'intégration de spécialistes environnementaux dans sa composition. Le comex comprendra également des experts en matière d'environnement (y compris concernant la consommation d'énergie) et sera dorénavant amené à évaluer la mise en œuvre de regard l'Ordonnance en des environnementaux, en plus des impératifs de santé publique et économiques. L'intégration d'expert(s) en matière d'environnement et l'élargissement du champ d'évaluation vont dans le sens d'une meilleure considération de la thématique de l'énergie et du climat en regard des potentiels impacts du développement des télécommunications.

attendue de la consommation de données avec les technologies existantes (2G, 3G et 4G). Or, le transfert et le stockage des données nécessitent des consommations énergétiques et engendrent des émissions de GES importantes. Dès lors, une augmentation de la norme sans mesure d'accompagnement sur un contrôle de la consommation de données va à l'encontre des objectifs climatiques et environnementaux qui visent notamment une sobriété énergétique et une réduction de l'émission de GES.

Incidences du déploiement de la 5G dans le cadre de l'Ordonnance modifiée

Les aspects spécifiques du déploiement de la 5G susceptibles d'affecter la thématique énergie et climat sont :

- La production des nouvelles antennes compatibles avec la technologie 5G (antennes actives);
- Le développement d'objets connectés ;
- Le remplacement des objets du quotidien par leur homologue connecté.

Opportunités

L'augmentation de la norme permet de fortement diminuer le nombre de sites d'émissions et d'antennes nécessaires pour déployer la 5G sur l'ensemble du territoire régional, en comparaison au nombre nécessaire dans le cadre de la norme actuelle. En effet, il a été explicité au point 2.3.2.a (Antennes et fréquences), que le déploiement de la 5G avec la norme de 6 V/m nécessiterait 1200 nouveaux sites d'émission macro contre seulement 46 dans le cadre des nouvelles normes de 14,57 et 9,19 V/m (pour un scénario n'impliquant que des sites d'émissions macro). Cette diminution du nombre de sites d'émissions et donc d'antennes permet d'éviter les consommations énergétiques et les émissions de GES liées à leur production.

En phase d'exploitation, la 5G présente une efficience énergétique près de 10 fois plus grande (énergie consommée par bit transmis) que les autres technologies. Cela signifie qu'à volume de données égal, la 5G exige 10 fois moins d'énergie que la 2, 3 et 4G. Suivant les projections de consommations de données, cette meilleure efficience permet la réduction de 1 à 37% des consommations énergétiques en comparaison à un non-déploiement de cette technologie⁸⁴. Cette économie énergétique est toutefois contrebalancée par l'augmentation de la consommation de données que permet la 5G (voir effet rebond décrit dans la colonne de droite).

Les opportunités liées à l'adoption d'un plan numérique durable et responsable, du rapport annuel suivant l'efficacité énergétique, à l'intégration d'experts dans le comex ou encore à la charte de bonne conduite, et identifiées dans le cadre de la mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance (colonne 'opportunité' ci-dessus)

Risques

L'octroi de licences et le déploiement de la 5G générera une augmentation de la consommation énergétique directe (consommation des sites d'émissions) et indirecte (consommation liée à la production des antennes et objets, consommation des serveurs, etc.) importante. De plus, les consommations liées au déploiement de la 5G s'additionnent à celles des technologies existantes, sans les remplacer.

Bien que l'efficacité énergétique de la 5G est meilleure que celle des technologies existantes, cela risque de ne pas compenser la hausse du trafic de données mobiles, exponentielle en Belgique. En conclusion, si la 5G s'avère plus économe énergétiquement que les technologies précédentes, elle permet en réaction une explosion de l'utilisation des données mobiles qui pourrait entrainer une augmentation de la consommation énergétique absolue. Ce phénomène est communément appelé l'effet rebond.

Bien que ces risques soient atténués par l'avantprojet d'Ordonnance en comparaison à un déploiement de la 5G avec les normes existantes (en nécessitant la production de moins d'antennes et en établissant des objectifs de durabilité avec les opérateurs), le risque d'une augmentation de la consommation énergétique existe toujours, ce qui constitue une incidence négative importante qui va à l'encontre des objectifs climatiques et environnementaux qui visent notamment à une réduction de l'émission de GES.

_

⁸⁴ Axon, 2021

sont également d'application dans un contexte de déploiement de la 5G. Elles sont d'autant plus importantes que le nombre d'objets connectés attendu est considérable. En effet, il a été estimé qu'environ 48 milliards d'objets connectés existeraient en 2025 au niveau mondial (ce qui représente une multiplication par 48 par rapport à l'année 2015, soit en 15 ans)85. Or, l'extraction et la fabrication des composants électroniques des objets du secteur des télécommunications sont les étapes les plus énergivores de leur cycle de vie.

La mise en place de dispositions environnementales (charte, plan numérique, rapport annuel) permet par ailleurs de répondre aux recommandations 2, 3 et 7 de la commission délibérative du Parlement relative au déploiement de la 5G, à savoir :

- Inciter les opérateurs téléphoniques à privilégier les énergies renouvelables et à compenser leurs émissions de CO₂;
- S'assurer que le déploiement de la 5G ne contrevienne pas aux objectifs européens de baisse des émissions de CO₂, en accordant une attention particulière à l'effet rebond;
- mettre en place un monitorage du secteur numérique portant sur la consommation énergétique, sur la consommation des matières premières et sur le recyclage des objets connectés.

Mesures complémentaires ou correctrices

L'avant-projet d'Ordonnance mentionne que Le Gouvernement *peut conclure* avec les opérateurs une charte de bonne conduite visant notamment (...) à fixer des lignes de conduite avec les opérateurs dans des matières techniques ou environnementales. Compte tenu des enjeux importants (émissions de GES, consommation énergétique, changement climatique) liés au déploiement de la 5G, il apparaitrait pertinent de rendre cette charte de rigueur.

Les publics cibles des campagnes de sensibilisation n'étant pas détaillés dans l'avant-projet d'Ordonnance, il conviendra de cibler tant que possible les publics les plus consommateurs de téléphones et d'objets connectés. Cela concerne notamment les milieux industriels, professionnels et de la mobilité. Par ailleurs, afin de sensibiliser les plus jeunes aux enjeux environnementaux de cette technologie, le milieu scolaire est également à cibler. Il fait par ailleurs l'objet de la recommandation 10 de la commission délibérative du Parlement relative au déploiement de la 5G, à savoir sensibiliser la population, et en particulier la population scolaire, à l'incidence environnementale et énergétique globale du numérique et de la consommation des données.

_

⁸⁵ GreenIT.fr, 2019

En ce qui concerne le plan numérique durable et responsable, l'avant-projet d'Ordonnance mentionne que le Gouvernement fixe les objectifs chiffrés que le plan doit viser. Il conviendra dès lors de les aligner aux objectifs climatiques de la Région, en particulier en termes de réduction de gaz à effet de serre.

Dans l'objectif de diminuer la consommation énergétique et les émissions de GES du secteur de télécommunication, différentes dispositions supplémentaires apparaîtraient pertinentes :

- la mise en place d'un plan d'action visant à progressivement retirer les technologies anciennes plus énergivores au bit transféré ;
- la mise en place d'un plan d'action visant à encourager les opérateurs à mutualiser leurs équipements ;
- la mise en place d'un plan d'action visant à contrer la hausse de la consommation de données. Aucune mesure n'est actuellement prise pour limiter cette consommation de données, très énergivore et dont la nécessité peut pourtant être remise en cause. En effet, il a été estimé que 75% des objets connectés attendus devraient être des objets « de confort », c'est-à-dire non essentiels.

Mesures de suivi recommandées

Afin de suivre les risques identifiés pour la thématique de l'énergie et du climat, il est recommandé de mettre en œuvre les mesures de suivi suivantes :

- Evolution du nombre d'antennes
- Evolution de la consommation énergétique (et de son équivalent en émissions de GES) par opérateur et totale pour le secteur de la téléphonie mobile (via les statistiques annuelles devant être présentées par les opérateurs)

Bien que plus complexes à mettre en œuvre, les mesures de suivi suivantes seraient également pertinentes :

- Mesures visant à évaluer le taux de renouvellement des appareils connectés (au travers d'enquêtes annuelles, auprès de Recupel)
- ➤ Mesures visant à évaluer le taux de renouvellement des GSM (au travers d'enquêtes annuelles, auprès de Recupel)
- Mesures visant à évaluer la mise sur le marché d'appareils connectés (au travers des statistiques annuelles devant être présentées par les opérateurs, au travers d'enquêtes annuelles)
- Mesures visant à évaluer la mise sur le marché de GSM (au travers des statistiques annuelles devant être présentées par les opérateurs, au travers d'enquêtes annuelles)

Alternative 0 - statut quo :

Comme cela a été explicité au point 2.3.2.a et au Tableau 1 (Antennes et fréquences), le déploiement total de la 5G avec la norme de 6 V/m nécessiterait l'installation de nombreux sites d'émission supplémentaires (1200 nouveaux sites d'émission macro contre seulement 46 dans le cadre des nouvelles normes de 14,57 et 9,19 V/m, pour un scénario n'impliquant que des sites d'émissions macro). Chaque site émetteur comportant plusieurs antennes, cela démultiplierait le nombre de nouvelles antennes à installer ainsi que les consommations énergétiques et les émissions de GES liées à leur production.

Les consommations énergétiques et les émissions de GES liées à l'augmentation de la fabrication d'objets connectés, associée au déploiement total de la 5G, seraient similaires, quelle que soit la norme considérée. En revanche, le maintien de la norme actuelle pourrait rendre plus compliqué le

déploiement de la 5G et mener à un développement partiel qui en limiterait les consommations énergétiques associées.

La non-mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance ne permet pas de mettre en application les dispositions en faveur d'une diminution des consommations énergétiques du secteur de la téléphonie mobile (campagnes de sensibilisation, charte de bonne conduite, établissement de statistiques concernant les objets mis sur le marché, plan numérique durable et responsable), qui représentent une opportunité importante au regard des enjeux de la thématique de l'énergie et du climat.

Alternative 1 - augmentation de la norme à 41,2 V/m :

Une augmentation de la norme à 41,2 V/m permettrait davantage de diminuer le nombre de nouvelles antennes nécessaires au déploiement de la 5G. Avec une telle norme, les antennes pourraient fonctionner à une puissance plus élevée. Dès lors, le déploiement nécessiterait d'ajouter des antennes actives à moins de sites d'émissions macro existants et n'impliquerait pas l'ajout de nouveaux sites d'émissions macro. Cette diminution du nombre de sites d'émissions et d'antennes permet d'éviter davantage les consommations énergétiques et les émissions de GES liées à leur production.

Les consommations énergétiques et les émissions de GES liées à l'augmentation de la fabrication d'objets connectés, associée au déploiement de la 5G, seraient en revanche similaires, quelle que soit la norme considérée.

4.3.2. Ressources et déchets

Enjeux identifiés

L'état initial de l'environnement a permis de mettre en évidence les enjeux suivants :

- Minimiser l'utilisation de ressources ;
- Optimiser les filières de réemploi et de recyclage.

Incidences liées à la mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance

Les aspects spécifiques de l'avant-projet d'Ordonnance susceptibles d'affecter la thématique des déchets et de la gestion des ressources sont :

- L'adaptation de la norme de 6V/m dans les espaces accessibles au public à :
 - 9,19 V/m dans les espaces publics accessibles intérieurs ;
 - 14,57 V/m dans les espaces publics accessibles extérieurs ;
- ➤ La possibilité de conclure une charte de bonne conduite entre le Gouvernement et les opérateurs, visant notamment à fixer des lignes de conduite avec les opérateurs dans des matières techniques ou environnementales et des objectifs relatifs à la gestion des déchets ;
- L'obligation des opérateurs de soutenir des campagnes d'information afin de sensibiliser à la prévention des déchets issus de leurs activités, en tenant compte de l'évolution des technologies et du renouvellement des appareils connectés. (Ordre de priorité de la sensibilisation : utilisation rationnelle des appareils > réemploi > collecte et gestion des déchets);
- Les évolutions concernant la composition du comité d'experts (comex) intégrant des spécialistes de l'environnement (énergie, biodiversité, déchets) et devant dorénavant évaluer la mise en œuvre de l'ordonnance sur l'aspect environnemental, en plus des impératifs économiques et de santé publique;
- L'obligation pour les opérateurs d'établir des statistiques sur les appareils qu'ils mettent sur le marché et qui sont collectés en tant que déchets, ou qui font l'objet de réemploi ;
- ➤ L'obligation pour les opérateurs de fournir à Bruxelles Environnement un rapport annuel sur les actions mises en œuvre, les montants dépensés et les impacts constatés par ces mesures concernant ces campagnes d'information et l'établissement de statistiques.

Opportunités

Le relâchement de la norme permet d'augmenter la puissance de fonctionnement des émetteurs et d'obtenir une meilleure couverture du territoire régional pour un nombre d'émetteurs donné. Pour un même niveau de couverture, il permet donc de diminuer le nombre d'émetteurs nécessaires et d'éviter les consommations de ressources et la production de déchets liées à leur production. Cela n'est vrai, à nouveau que s'il n'y a pas d'effet d'aubaine et que l'augmentation de la norme ne soit pas également l'occasion d'améliorer la couverture offerte par les opérateurs (voir colonne de droite).

Risques

Le relâchement de la norme permet aux opérateurs d'augmenter leur nombre d'émetteurs (et d'antennes) en comparaison à la situation existante, notamment pour améliorer la couverture de leur réseau. L'augmentation de la norme facilite également l'arrivée de nouveaux opérateurs le mécessitant d'exploiter de nouveaux sites d'émission sur le territoire bruxellois. Le risque d'augmentation du nombre d'antennes et de sites d'émission implique une augmentation de la consommation des ressources et de la production des déchets qui y sont associées.

⁸⁶ Dans le cas où le Gouvernement Fédéral venait à le permettre à travers la mise aux enchères des nouvelles fréquences notamment destinées au déploiement de la 5G.

La mise en œuvre d'une charte pourrait inclure divers objectifs, engagements ou bonnes pratiques relatifs à la gestion et la production des déchets et à la consommation des ressources (y compris optimisant l'utilisation rationnelle des appareils, le réemploi et le recyclage) liées au développement des réseaux de téléphonie mobile.

Les campagnes d'information permettent de sensibiliser le public et les acteurs du secteur à la prévention des déchets numériques, à l'utilisation rationnelle appareils, des l'importance du réemploi et du recyclage, à l'existence de système de collecte et de gestion des déchets ainsi qu'à l'ordre de priorité à appliquer à chacun de ces aspects (utilisation rationnelle des appareils > réemploi > collecte et gestion des déchets). Par ailleurs, le rapport annuel fourni à Bruxelles Environnement permet d'évaluer l'efficacité de ces mesures. Ces données peuvent également être exploitées par Bruxelles Environnement à des fins de communications et de sensibilisation du public sur les consommations de ressources et la production de déchets liées au secteur de la téléphonie mobile et des enjeux qui en découlent.

L'avant-projet d'Ordonnance implique des changements concernant le comex avec l'intégration notamment de spécialistes environnementaux dans sa composition. Le comex comprendra également des experts en matière d'environnement (y compris concernant la production de déchets) et sera dorénavant amené à évaluer la mise en œuvre de l'Ordonnance en regard des aspects environnementaux, en plus des impératifs de santé publique et économique. L'intégration d'expert(s) en matière d'environnement et l'élargissement du champ d'évaluation vont dans le sens d'une meilleure considération de la thématique des déchets en regard des potentiels du développement impacts des télécommunications.

Incidences du déploiement de la 5G dans le cadre de l'Ordonnance modifiée

Les aspects spécifiques du déploiement de la 5G susceptible d'affecter la thématique des déchets et de la gestion des ressources sont :

- La production des nouvelles antennes compatibles avec la technologie 5G (antennes actives);
- Le développement d'objets connectés ;
- Le remplacement des objets du quotidien par leur homologue connecté.

Opportunités

Le relâchement de la norme permet de fortement diminuer le nombre de sites d'émissions et d'antennes nécessaires au déploiement de la 5G sur le territoire régional, en comparaison au nombre nécessaire dans le cadre de la norme actuelle. En effet, ce déploiement nécessiterait d'ajouter des antennes actives à tous les sites d'émissions macro existants ainsi que l'ajout de nouveaux sites d'émissions macro. Pour rappel, il a été explicité au point 2.3.2.a (Antennes et fréquences), que le déploiement de la 5G avec la norme de 6 V/m nécessiterait 1200 nouveaux sites d'émission macro contre seulement 46 dans le cadre des nouvelles normes de 14,57 et 9,19 V/m (pour un scénario n'impliquant que des sites d'émissions macro). Cette diminution du nombre de sites d'émissions et donc d'antennes d'éviter les consommations permet ressources et la production de déchets liées à leur production.

Les opportunités liées à la charte de bonne conduite, aux rapports annuels, à l'intégration d'experts dans le comex et aux campagnes d'informations, et identifiées dans le cadre de la mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance (colonne 'opportunité' ci-dessus) sont également d'application dans un contexte de déploiement de la 5G. Elles sont d'autant plus importantes que le nombre d'objets connectés attendu est considérable. En effet, il a été estimé qu'environ 48 milliards d'objets connectés existeraient en 2025 (ce qui représente une multiplication par 48 par rapport à l'année 2015, soit en 15 ans)⁸⁷.

La mise en place de ces dispositions environnementales (charte, rapport annuel, campagnes d'information) permet par ailleurs de répondre aux recommandations 7 et 11 de la commission délibérative du Parlement relative au déploiement de la 5G, à savoir :

- mettre en place un monitorage du secteur numérique portant sur la consommation énergétique, sur la consommation des matières premières et sur le recyclage des objets connectés;
- faire étudier la manière dont les citoyennes et citoyens peuvent être

Risques

La croissance du secteur numérique liée au déploiement de la 5G générera une quantité importante de déchets supplémentaires liée à la production d'antennes actives, mais surtout à l'augmentation attendue des objets connectés et leur renouvellement. Pour les téléphones en particulier, le déploiement de la 5G pourrait légèrement augmenter leur taux renouvellement (bien que ce risque soit atténué par le maintien des technologies existantes, limitant le risque d'obsolescence). La consommation accrue de ressources qui y est associée accentuera les risques de pénuries attendus pour certains matériaux nécessaires à la production de ces objets.

Le déploiement de la 5G pourrait également augmenter le nombre de téléphones obsolètes, incompatibles avec cette technologie, qui constitueraient une quantité de déchets importante.

Bien que ces aspects soient atténués par l'avantprojet d'Ordonnance en comparaison à un déploiement de la 5G avec les normes existantes (en nécessitant la production de moins d'antennes et en sensibilisant à la circularité des objets), le risque d'une augmentation de la production de déchets et de la consommation de ressources existe toujours, ce qui constitue une incidence négative importante qui va à l'encontre des objectifs du Plan de Gestion des Ressources et Déchets (PGRD) de la Région qui vise notamment à une consommation durable, sobre, locale et circulaire.

⁸⁷ GreenIT.fr & NegaOctet, 2021

encouragés à rapporter leurs anciens smartphones et autres appareils connectés pour les recycler.

Mesures complémentaires ou correctrices

L'avant-projet d'Ordonnance mentionne que Le Gouvernement **peut conclure** avec les opérateurs une charte de bonne conduite visant notamment (...) à fixer des objectifs relatifs à la gestion des déchets. Compte tenu des enjeux importants (production et gestion des déchets, pénuries des ressources) liés au déploiement de la 5G, il apparaitrait pertinent de rendre cette charte de rigueur.

L'obligation d'établir des statistiques concernant les appareils mis sur le marché, collectés en tant que déchets, ou qui font l'objet de réemploi ne s'applique qu'aux opérateurs. Si cette mesure permet de suivre la mise sur le marché d'une partie des téléphones (principalement via les offres abonnement + mobile), elle exclut les téléphones vendus indépendamment de ceux-ci. De même, les objets connectés sont également exclus de ces statistiques. Afin d'avoir une vision complète, cette disposition devrait dès lors être élargie à toute filière responsable de la mise sur le marché d'objets connectés.

Les publics cibles des campagnes de sensibilisation n'étant pas détaillés dans l'avant-projet d'Ordonnance, il conviendra de cibler tant que possible les publics les plus consommateurs de téléphones et d'objets connectés. Cela concerne notamment les milieux industriels, professionnels et de la mobilité. Par ailleurs, afin de sensibiliser les plus jeunes aux enjeux environnementaux de cette technologie, le milieu scolaire est également à cibler. Il fait par ailleurs l'objet de la recommandation 10 de la commission délibérative du Parlement relative au déploiement de la 5G, à savoir sensibiliser la population, et en particulier la population scolaire, à l'incidence environnementale et énergétique globale du numérique et de la consommation des données.

En ce qui concerne le plan numérique durable et responsable, l'avant-projet d'Ordonnance mentionne que le Gouvernement fixe les objectifs chiffrés que le plan doit viser. Il conviendra dès lors de les aligner aux objectifs climatiques de la Région, en particulier à ceux du PGRD.

En complément aux dispositions prises à travers les campagnes de sensibilisation des opérateurs, il convient également d'encourager les consommateurs à garder leurs équipements électroniques le plus longtemps possible, à les réemployer lorsque c'est possible et les recycler en fin de vie. Cela pourrait être mis en œuvre via des incitants financiers (caution récupérée lors de la remise d'appareils inutilisés, ajout d'écotaxes sur les nouveaux dispositifs) et via à soutien au développement de filières de reconditionnement.

Mesures de suivi recommandées

Afin de suivre les risques identifiés pour la thématique des déchets et de la gestion des ressources, il est recommandé de mettre en œuvre les mesures de suivi suivantes :

> Evolution du nombre d'antennes (via le nombre de déclaration et de permis d'environnement)

Bien que plus complexes à mettre en œuvre, les mesures de suivi suivantes seraient également pertinentes :

- Mesures visant à évaluer le taux de renouvellement des appareils connectés (au travers d'enquêtes annuelles, auprès de Recupel)
- Mesures visant à évaluer le taux de renouvellement des GSM (au travers d'enquêtes annuelles, auprès de Recupel)
- Mesures visant à évaluer la mise sur le marché de GSM (au travers des statistiques annuelles devant être présentées par les opérateurs, au travers d'enquêtes annuelles)
- Mesures visant à évaluer le taux de réemploi des appareils connectés (au travers d'enquête, auprès des filières de reconditionnement)

- Mesures visant à évaluer le taux de réemploi des GSM (au travers d'enquête, auprès des filières de reconditionnement)
- Evolution de la production de déchets électrique et électronique (DEEE) (auprès de Recupel)
- > Taux de recyclage des DEEE (au travers d'enquêtes annuelles, auprès de Recupel)

Alternative 0 - statut quo:

Comme cela a été explicité au point 2.3.2.a et au Tableau 1 (Antennes et fréquences), le déploiement de la 5G avec la norme de 6 V/m nécessiterait l'installation de nombreux sites d'émission supplémentaires (1200 nouveaux sites d'émission macro contre seulement 46 dans le cadre des nouvelles normes de 14,57 et 9,19 V/m, pour un scénario n'impliquant que des sites d'émissions macro). Chaque site émetteur comportant plusieurs antennes, cela démultiplierait le nombre de nouvelles antennes à installer ainsi que la consommation de ressources et la production de déchets liées à leur fabrication.

La production de déchets et la consommation des ressources liées à l'augmentation de la fabrication d'objets connectés, associée au déploiement total de la 5G, seraient similaires, quelle que soit la norme considérée. En revanche, le maintien de la norme actuelle pourrait rendre plus compliqué le déploiement de la 5G et mener à un développement partiel qui en limiterait la production de déchets et la consommation des ressources associées.

La non-mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance ne permet pas de mettre en application les dispositions en faveur d'une meilleure gestion des déchets et d'une atténuation de la consommation de ressources (campagnes de sensibilisation, charte de bonne conduite, établissement de statistiques concernant les objets et leur réemploi), qui représentent une opportunité importante au regard des enjeux de la thématique des déchets liés au développement de la téléphonie mobile.

Alternative 1 - augmentation de la norme à 41,2 V/m :

Une augmentation de la norme à 41,2 V/m permettrait davantage de diminuer le nombre de nouvelles antennes nécessaires au déploiement de la 5G. Avec une telle norme, les antennes pourraient fonctionner à une puissance plus élevée. Dès lors, le déploiement nécessiterait d'ajouter des antennes actives à moins de sites d'émissions macro existants et n'impliquerait pas l'ajout de nouveaux sites d'émissions macro. Cette diminution du nombre de sites d'émissions et d'antennes permet d'éviter davantage les consommations de ressources et la production de déchets liées à leur production.

La production de déchets et la consommation des ressources liées à l'augmentation de la fabrication d'objets connectés, associée au déploiement de la 5G, seraient en revanche similaires, quelle que soit la norme considérée.

4.3.3. PAYSAGES URBAINS ET PATRIMOINE

Enjeux identifiés

L'état initial de l'environnement a permis de mettre en évidence l'enjeu suivant :

Préserver le paysage urbain et le patrimoine de la Région

Incidences liées à la mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance

L'aspect spécifique de l'avant-projet d'Ordonnance susceptible d'affecter la thématique des paysages urbains et du patrimoine est :

- L'adaptation de la norme de 6V/m dans les espaces accessibles au public à :
 - 9,19 V/m dans les espaces publics accessibles intérieurs ;
 - 14,57 V/m dans les espaces publics accessibles extérieurs.

Opportunités

Le relâchement de la norme permet d'augmenter la puissance de fonctionnement des émetteurs et d'obtenir une meilleure couverture du territoire régional pour un nombre d'émetteurs donné. En comparaison à la situation existante, il permet donc de diminuer le nombre de nouveaux sites d'émission nécessaires à l'augmentation de la couverture régionale. Les sites d'émission constituent l'élément visuellement impactant pour l'urbanisme et le patrimoine. Dès lors, une limitation de leur nombre permet d'en atténuer fortement l'impact urbanistique.

Risques

Le relâchement de la norme facilite l'arrivée de nouveaux opérateurs⁸⁸ nécessitant d'exploiter de nouveaux sites d'émission sur le territoire bruxellois. Une augmentation du nombre de sites d'émission impliquerait une détérioration du paysage urbain et du patrimoine bâti de la Région.

Incidences du déploiement de la 5G dans le cadre de l'Ordonnance modifiée

L'aspect spécifique du déploiement de la 5G susceptible d'affecter la thématique des paysages urbains et du patrimoine est :

- > La production des nouvelles antennes compatibles avec la technologie 5G (antennes actives);
- > Utilisation de nouvelles fréquences.

Opportunités

Le relâchement de la norme permet de fortement diminuer le nombre de sites d'émission nécessaires au déploiement de la 5G sur le territoire régional. En effet, ce déploiement nécessiterait d'ajouter des antennes actives à tous les sites d'émissions macro existants ainsi que l'ajout de nouveaux sites d'émissions macro. Pour rappel, il a été explicité au point 2.3.2.a (Antennes et fréquences), que le déploiement de la 5G avec la norme de 6 V/m nécessiterait 1200

Risques

La technologie 5G exploite des fréquences plus élevées que les technologies actuelles : 3,5 GHz dans un premier temps et 26 GHZ ensuite. Ces fréquences sont plus fortement arrêtées par des obstacles. Leur exploitation requiert dès lors l'installation d'antennes relais, également appelées 'small cells', qui s'ajouteront au paysage urbain à travers le mobilier urbain (arrêt de transport en commun, panneaux publicitaires, etc.) et dont l' « Arrêté de minime importance »89 facilitera

⁸⁸ Dans le cas où le Gouvernement Fédéral venait à le permettre à travers la mise aux enchères des nouvelles fréquences notamment destinées au déploiement de la 5G.

⁸⁹ Mentionnée au point 2.4.4 et transposant le règlement d'exécution européen UE 2020/1070

nouveaux sites d'émission macro contre seulement 46 dans le cadre des nouvelles normes de 14,57 et 9,19 V/m (pour un scénario n'impliquant que des sites d'émissions macro). Cette diminution du nombre de sites d'émissions permet d'en réduire l'impact urbanistique.

l'implantation. Nombreuses, ces antennes auront un impact urbanistique non négligeable. Cet impact est toutefois atténué par la petite taille qu'elles présentent.

Mesures complémentaires ou correctrices

Pour limiter l'augmentation du nombre de sites d'émission macro, il conviendrait :

- de privilégier les possibilités alternatives via l'augmentation de puissance d'émetteurs existants ou de mutualisation de sites d'émission existants (via par exemple la mise en place d'une taxe associée à tout nouveau site d'émission);
- de mettre en œuvre un plan d'action visant à encourager les opérateurs à mutualiser leurs équipements.

Mesures de suivi recommandées

Afin de suivre les risques identifiés pour la thématique des paysages urbains et du patrimoine, il est recommandé de mettre en œuvre les mesures de suivi suivantes :

Nombre de nouveaux sites d'émission

Alternative 0 - statut quo:

Comme cela a été explicité au point 2.3.2.a et au Tableau 1 (Antennes et fréquences), le déploiement de la 5G avec la norme de 6 V/m nécessiterait l'installation de nombreux sites d'émission supplémentaires (1200 nouveaux sites d'émission macro). L'impact urbanistique et visuel serait dès lors nettement plus important que dans le cas du relâchement de la norme, ne nécessitant que 46 nouveaux sites d'émission.

Alternative 1 - augmentation de la norme à 41,2 V/m :

Une augmentation de la norme à 41,2 V/m permettrait davantage de diminuer le nombre de nouvelles antennes nécessaires au déploiement de la 5G. Avec une telle norme, les antennes pourraient fonctionner à une puissance plus élevée. Dès lors, le déploiement nécessiterait d'ajouter des antennes actives à moins de sites d'émissions macro existants et n'impliquerait pas l'ajout de nouveaux sites d'émissions macro. Cette diminution du nombre de sites d'émissions permettrait de réduire l'impact visuel engendré par les sites d'émissions macro pour le déploiement de la 5G.

4.3.4. ASPECTS ÉCONOMIQUES ET SOCIAUX

Enjeux identifiés

L'état initial de l'environnement a permis de mettre en évidence les enjeux suivants :

- Préserver un service de téléphonie mobile de qualité pour les utilisateurs ;
- Permettre le développement de nouveaux services et applications nécessitant une utilisation accrue de données numériques;
- Assurer le développement des télécommunications sans augmenter les coûts pour les utilisateurs :
- Assurer le développement des télécommunications sans augmenter la fracture numérique.

Incidences liées à la mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance

Les aspects spécifiques de l'Ordonnance susceptibles d'affecter la thématique de la situation socioéconomique sont :

- L'adaptation de la norme de 6V/m dans les espaces accessibles au public à :
 - 9,19 V/m dans les espaces publics accessibles intérieurs ;
 - 14,57 V/m dans les espaces publics accessibles extérieurs ;
- ➤ La possibilité de conclure une charte de bonne conduite entre le Gouvernement et les opérateurs, visant notamment à fixer des lignes de conduite avec les opérateurs dans des matières techniques ou environnementales ;
- ➤ L'obligation des opérateurs de fournir annuellement un rapport à Bruxelles Environnement relatif à l'efficacité énergétique et à la consommation énergétique des antennes et de leur réseau :
- L'obligation des opérateurs de soutenir des campagnes d'information afin de sensibiliser à la prévention des déchets issus de leurs activités ;
- L'obligation pour les opérateurs d'établir des statistiques sur les appareils qu'ils mettent sur le marché et d'en exposer les résultats à Bruxelles Environnement dans un rapport annuel ;
- ➤ Concernant ces campagnes d'information et l'établissement de statistiques, l'obligation pour les opérateurs de fournir à Bruxelles Environnement un rapport annuel sur les actions mises en œuvre, les montants dépensés et les impacts constatés par ces mesures ;
- ➤ L'obligation pour les opérateurs et les opérateurs broadcast de mettre en place un plan numérique durable et responsable en vue de réduire la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre (GES) de leurs activités.

Opportunités

L'augmentation de la norme permet aux opérateurs une plus grande latitude d'action dans le positionnement de leurs antennes, le nombre d'émetteurs déployés, les technologies utilisées et les puissances fournies ce qui devrait conduire à une réduction de leurs coûts d'exploitation.

Par ailleurs, l'augmentation de la norme facilite les possibilités d'intégrer de nouveaux opérateurs⁹⁰ et favorise donc leur mise en

Risques

Toutes les obligations des opérateurs en termes de campagnes de sensibilisation, de reporting ou de réduction des consommations énergétiques et d'émissions de GES constituent des charges supplémentaires pour les opérateurs qui risquent d'être répercutées sur le prix payé par les utilisateurs. Les montants concernés devraient être néanmoins largement inférieurs à ce que les

⁹⁰ Dans le cas où le Gouvernement Fédéral venait à le permettre à travers la mise aux enchères des nouvelles fréquences notamment destinées au déploiement de la 5G.

concurrence avec un potentiel effet bénéfique sur les coûts reportés sur les utilisateurs⁹¹.

L'augmentation de la norme permet également une augmentation de la capacité du réseau à transporter l'information (même sans déploiement de la 5G), de répondre au moins partiellement à l'augmentation de la consommation des données et donc de soutenir le dynamisme économique (développement de nouveaux services, l'amélioration de produits et des services, gain de productivité) et la création d'emploi.

Toutes les obligations des opérateurs en termes de campagnes de sensibilisation, de reporting ou de réduction des consommations énergétiques et d'émissions de GES devraient stimuler certaines activités et services en lien avec la récupération et la valorisation des déchets, le reconditionnement des téléphones, etc.

Comme détaillé dans les fiches relatives aux déchets, à l'énergie et aux émissions de GES, les nouvelles possibilités offertes par le changement de norme pourraient générer une augmentation du nombre d'antennes qui représentent des externalités positives, des bénéfices, pour les vendeurs de semi-conducteurs et les équipementiers⁹².

opérateurs peuvent économiser par ailleurs (cf. colonne de gauche).

Les risques éventuels sur la santé (cf. fiche relative à la thématique santé), s'ils s'avéraient effectifs, représenteraient un coût pour la société (frais liés aux soins de santé, incapacité de travailler, etc.).

Comme détaillé dans les fiches relatives aux déchets, à l'énergie et aux émissions de GES, les nouvelles possibilités offertes par le changement de norme pourraient générer une augmentation du nombre d'antennes (et de la consommation des ressources liées à leur fabrication) et une augmentation des consommations énergétiques et des émissions de GES. Ces incidences représentent des externalités négatives, des coûts, pour la société.

Incidences du déploiement de la 5G dans le cadre de l'Ordonnance modifiée

Les aspects spécifiques du déploiement de la 5G susceptibles d'affecter les aspects sociaux et économiques sont :

- ➤ Un déploiement de la 5G pouvant reposer sur un nombre de sites d'émission proche de l'actuelle ;
- Le développement d'objets connectés.

Opportunités

La modification de l'ordonnance permet un déploiement de la 5G se basant environ sur les sites d'émissions actuels (cf. 2.3.2.a et Tableau 1) ce qui permet de limiter fortement les investissements qui seraient nécessaires sans modification (environ 1200 sites d'émissions macro à trouver en plus des 934 existants soit plus qu'un doublement du nombre de site et vraisemblablement des investissements). Ce

Risques

Le développement d'objets connectés ne se fera pas sans une consommation accrue de ressources et d'énergie engendrant en sens inverse des externalités, des coûts pour la société.

Le déploiement de la 5G, en permettant au numérique de prendre davantage de place et d'importance au sein de la société, risque d'accentuer le phénomène de fracture numérique.

⁹¹ Axon, 2021

⁹² Grosman, 2021

sont donc des coûts en moins pour les opérateurs.

En permettant de limiter le nombre de sites et d'antennes nécessaires et donc de limiter la consommation de ressources nécessaires à leur fabrication, le relâchement de la norme représente une diminution des externalités associées et donc des coûts pour la société.

Le développement d'objets connectés devrait permettre de faciliter certaines activités, qu'elles soient fonctionnelles (se déplacer, faire ses courses, etc.), sociales (se retrouver, communiquer, etc.) économiques ou (augmentation de l'efficacité du travail, nouveaux débouchés, etc.). Le développement de la 5G, en soutenant le dynamisme économique au sein de la Région pourrait également permettre de créer de l'emploi.

Mesures complémentaires ou correctrices

Concernant les coûts supplémentaires pour les opérateurs liés à leurs nouvelles obligations (sensibilisation, information, reporting), comme détaillé, ils devraient être largement inférieurs aux gains perçus par ailleurs. Il n'y a donc pas de nécessité de mettre en place de mesure correctrice.

Dans le cas des coûts liés aux incidences sur la santé, les mêmes mesures que celles identifiées dans la fiche relative à la thématique santé sont de mises : études complémentaires, suivi des symptômes éventuels, suivi des plaintes d'hypersensibilité électromagnétique, etc.

Mesures de suivi recommandées

Pas de mesure de suivi identifiée.

Alternative 0 - statut quo:

Comme détaillé au point 2.3.2.a (Antennes et fréquences), le déploiement total de la 5G avec la norme de 6 V/m nécessiterait l'installation de nombreux sites d'émission supplémentaires (1200 nouveaux sites d'émission « macro » supplémentaires pour assurer une même couverture), générant ainsi des coûts supplémentaires pour les opérateurs et la consommation de ressources et la production de déchets liées à leur fabrication qui représentent des coûts pour la société.

En revanche, le maintien de la norme actuelle pourrait rendre plus compliqué le déploiement de la 5G et mener à un développement partiel qui pourrait défavoriser l'apparition d'objets connectés et donc réduire la consommation des ressources et les externalités pour la société qui y sont liées.

Alternative 1 - augmentation de la norme à 41,2 V/m :

Une augmentation de la norme à 41,2 V/m permettrait davantage de diminuer le nombre de nouvelles antennes nécessaires au déploiement de la 5G et donc les coûts pour les opérateurs. Cela diminuerait également la consommation de ressources liée à leur fabrication, et donc les externalités pour la société.

Comme il est supposé que la couverture 5G serait complète même avec les normes de 9,19 et 14,57 V/m, la prolifération des objets connectés ne devrait pas être fortement impactée et donc les externalités liées à leur fabrication non plus.

4.3.5. SANTÉ HUMAINE

Enjeux identifiés

L'état initial de l'environnement a permis de mettre en évidence l'enjeu suivant :

Limiter autant que possible l'exposition de la population aux rayonnements afin de respecter le principe de précaution.

Avant-projet d'Ordonnance

Les modifications de l'avant-projet d'Ordonnance susceptibles d'avoir des incidences sur la santé sont :

- L'élargissement du champ d'application de la norme pour inclure les opérateurs broadcast;
- L'adaptation de la norme de 6V/m dans les espaces accessibles au public à :
 - 9,19 V/m dans les espaces publics accessibles intérieurs ;
 - 14,57 V/m dans les espaces publics accessibles extérieurs ;
- Le régime d'exception en dernier recours lors du dépassement de normes en vigueur, permettant aux opérateurs non-broadcast de respecter la norme actuelle de 6 V/m;
- Mise en place d'exemption du respect des normes lors de 'situation d'urgence'.

Opportunités

Actuellement, les antennes broadcast (ondes de radio et télévision) ne sont pas soumises à une norme limitant les densités de puissance auxquelles les personnes peuvent exposées. Or, comme mentionné au point 2.1.42.1.3 (Les ondes radio), la population qui y est exposé est croissante et les effets sanitaires sur le long terme sont incertains. En effet, comme exposé au point 3.6 du présent rapport, bien que les ondes radios existent depuis des décennies, le niveau d'exposition a augmenté et les scientifiques ne connaissent pas encore assez les effets de l'exposition actuelle sur la durée d'une vie et pour toute la population. Dès lors, leur inclusion dans les normes à respecter, permet de cadrer l'utilisation des ondes radio et de limiter les risques éventuels sur la santé.

Risques

L'avant-projet d'Ordonnance augmente l'exposition maximale à laquelle la population peut être soumise. Auparavant de 6 V/m (0,096 W/m²) quels que soient les espaces intérieurs ou extérieurs concernés, la nouvelle norme passe à 9,19 V/m (0,2243 W/m²) pour les espaces intérieurs et 14,57 V/m (0,5633 W/m²) pour les espaces extérieurs. Les valeurs limites sont donc respectivement 2,3 et 5,9 fois plus élevées que la norme actuelle pour la densité de puissance (exprimée en W/m²)93. Les nouvelles normes restent néanmoins 20,3 (en intérieur) et 8,1 (en extérieur) fois moins élevées en densité de puissance que l'exposition maximale préconisées par l'ICNIRP de 41,2 V/m (4,502 W/m²)⁹⁴.

Ces normes respectent donc le principe de précaution⁹⁵ dans le sens où elles restent largement en-dessous des normes recommandées au niveau international et européen et constituent donc toujours une mesure de protection face à des risques non démontrés.

⁹³ Pour rappel, le champ électrique (V/m) n'évolue pas linéairement avec la densité de puissance (W/m²). En termes de champ électrique, les nouvelles normes sont respectivement 1,5 et 2,4 fois plus élevées que la norme actuelle (6 V/m).

⁹⁴ Ce qui correspond à des normes 4,5 et 2,8 fois moins élevées en champ électrique.

⁹⁵ Pour rappel, le principe de précaution implique que lorsque des incertitudes subsistent quant à l'existence ou à la portée de risques pour la santé des personnes, des mesures de protection doivent être prises sans avoir à attendre que la réalité ou la gravité de ces risques soient pleinement démontrées.

Dans le cas le plus défavorable pouvant être envisagé, actuellement dans les zones accessibles, les personnes peuvent être exposées à maximum 6 V/m. A l'avenir, cette exposition pourra être plus élevée et atteindre 9,19 V/m en intérieur et 14,57 V/m en extérieur. Comme détaillé au point 3.6.1 (Situation existante du point de vue de la santé) aucun effet biologique n'a pu être démontré en-dessous de 292 V/m (seuil au-delà duquel des effets thermiques sur les tissus ont pu être observés). En passant de 6 V/m à 9,19 V/m ou même 14,57 V/m, on se rapproche de la valeur de 292 V/m mais en restant très loin de celle-ci. Le risque que des effets encore non démontrés s'affirment est donc d'une certaine manière augmenté, mais néanmoins maintenu à un niveau très faible.

En ce qui concerne l'hypersensibilité électromagnétique (EHS), comme détaillé au point 3.6, aucune corrélation n'a pu être trouvée jusqu'à présent entre celle-ci et la présence de/proximité avec des sources d'émissions, y compris à des valeurs plus élevées que 14,57 V/m. Il n'est donc pas attendu que l'augmentation de la norme ait un impact sur le développement de l'EHS.

Le régime d'exception prévoit que dans le cas où le Broadcast représente à lui seul une grande partie ou la totalité de la valeur maximale d'exposition (de 9,19 ou 14,57 V/m) et donc dans le cas où il devient pratiquement impossible de maintenir ou développer un réseau de téléphonie mobile sans dépassement de la norme, les opérateurs (hors Broadcast) doivent alors respecter ensemble la norme actuelle de 6 V/m, sans tenir compte du Broadcast. Ce régime d'exception pourrait couvrir maximum 0,0065 % des surfaces du sol et des enveloppes des bâtiments'96 où les nouvelles normes de 9,19 et 14,57 V/m pourraient donc être dépassées (tout en respectant le maximum de 41,2 V/m de la recommandation 1999/519/CE et de l'ICNIRP). Cette situation est néanmoins similaire à la situation existante puisque le Broadcast n'est pas pris en compte dans le calcul du respect de la norme actuelle. La mise en place de ce régime d'exception qui ne devrait donc pas changer

⁹⁶ Pourcentage sur la base de données Urbis-Adm 3D. À titre d'information, la Région Bruxelles-Capitale a une superficie de 162 km². La limite de la couverture du régime d'exception représente 10 530 m². Avec une densité de population moyenne de 7 460 habitants/km², 79 habitats pourraient être impactés sur base de la surface au sol. Avec l'ajout des surfaces des enveloppes des bâtiments, le nombre de personnes potentiellement impactées est encore inférieur.

substantiellement la situation actuelle et qui ne concerne que des zones très limitées de la région ne devrait pas avoir d'impact sur les risques pour la santé humaine par rapport à la situation existante.

Lors de situations d'urgence, la modification de l'ordonnance prévoit que la norme puisse ne plus être respectée. En situation d'urgence, l'exposition aux ondes pourrait dépasser les normes qui garantissent la protection des êtres humains. Il faut néanmoins noter que par situation d'urgence est entendu un événement qui entraîne des conséquences dommageables pour la vie sociale, la sécurité publique, la vie ou la santé des personnes. Il y a donc une augmentation du risque de générer des nuisances pour la santé mais dans un objectif de gérer des situations de crises qui représentent d'autres risques pour la santé. Le risque apporté par cette disposition est donc limité par le caractère exceptionnel de ces situations d'urgence et certainement partiellement ou complètement contrebalancé par les effets bénéfiques attendus d'une telle mesure.

Incidences du déploiement de la 5G dans le cadre de l'Ordonnance modifiée

Les aspects du déploiement de la 5G susceptibles d'avoir des incidences sur la santé sont les suivantes :

- L'exploitation de nouvelles fréquences attribuées (700 MHz, 1400 MHz, 3600 MHz, 26 000 MHz ou 26 GHz);
- L'installation des nouvelles antennes compatibles avec la technologie 5G (antennes actives).

Opportunités

Comme mentionné précédemment. déploiement de la 5G requerra l'utilisation d'un nouveau type d'antenne. Ces antennes présentent plusieurs avantages. Premièrement, grâce à une meilleure efficacité, les temps d'exposition seront plus courts que dans le cas d'une antenne passive. Ensuite, contrairement aux technologies précédentes émettant en continu les mêmes niveaux de puissance, les antennes actives, lorsqu'elles ne doivent plus fournir de données, n'émettent plus qu'une fraction de leur puissance⁹⁷. Le temps d'exposition court lors de l'utilisation de données mobiles et l'exposition réduite en cas d'absence

Risques

Pour rappel, les fréquences prévues pour le déploiement de la 5G sont 700 MHz, 1400 MHz, 3,5 GHz et 26 GHz.

Pour les fréquences les plus basses (700 MHz et 3,5 GHz), l'effet sur la santé humaine pourrait être similaire à celui des technologies existantes. Les analyses de la littérature scientifique par le comité scientifique des risques sanitaires émergents et nouveaux de l'Union Européenne ainsi que l'ANSES ou encore l'autorité suédoise de radioprotection, convergent vers des conclusions similaires. Les quelques effets délétères détectés n'ont pas pu être reproduits et semblent varier

⁹⁷ Bruxelles Environnement, 2021(a)

d'utilisateurs permettent de réduire l'exposition des individus à ces ondes et donc de réduire les potentiels effets sanitaires. Cette opportunité reste relative dans le cadre où ces antennes actives se superposent aux antennes existantes et n'impliquent donc pas une réduction de l'exposition. Néanmoins, si ces antennes sont amenées à remplacer les antennes passives dans le futur, l'exposition dans les zones à faible densité d'usage s'en verrait réduite.

selon le modèle biologique utilisé⁹⁸, ne permettant pas de tirer des conclusions. Des études ont rapporté des effets sur certaines paramètres (le stress oxydatif par exemple) mais ceux-ci s'avèrent transitoires et de faible ampleur.

Pour les fréquences plus élevées (au-delà de 6 GHz), notamment 26 GHz, l'interaction avec le corps humain est différente. La profondeur de pénétration est plus faible. Bien qu'à ces fréquences, les ondes n'atteignent plus le cerveau, le comité d'experts (comex) rappelle que la peau contient des capillaires sanguins et des terminaisons nerveuses offrant la possibilité de communiquer avec l'ensemble du corps. La possibilité d'effets par ce biais doit encore être étudiée. Très peu d'études ont déjà été réalisées pour ces fréquences plus hautes. Une analyse de l'ANSES, réalisée en 2012, révèlent que les effets biologiques ne sont observés uniquement à des niveaux d'exposition supérieurs aux normes admises⁹⁹. Pour des niveaux se rapprochant des conditions attendues, aucun effet sanitaire n'a été détecté. Dans le rapport du comex des radiations non ionisantes 2019-2020, les études analysant les fréquences de 6 à 30 GHz utilisent des puissances bien plus élevées que les normes admises. Elles ne permettent donc pas d'obtenir des conclusions concernant leur utilisation pour la 5G.

Le faible nombre d'études concernant les fréquences 3,5 et surtout 26 GHz a pour conséquence qu'il subsiste beaucoup d'incertitudes sur les effets potentiels sur la santé. La question des effets sanitaires à long terme ainsi que l'existence de sensibilités individuelles particulières (telles que l'EHS) posent également encore de nombreuses questions.

La puissance émise par les antennes n'est pas constante notamment dû aux modulations numériques des signaux. Ces variations sont encore plus importantes pour les antennes actives qui d'une part, émettent dans des directions variables (vers les utilisateurs) et à des puissances variant selon l'intensité de la demande et d'autre part, utilisent le time division duplex (TDD) plutôt que du frequency division duplex (FDD). Ceci implique que la communication vers ou depuis les

-

⁹⁸ C'est-à-dire l'espèce étudiée. Comité d'experts, 2019

⁹⁹ ANSES, 2012

antennes se fait à des moments différents plutôt qu'à des fréquences différentes. Cette variabilité dans l'émission des ondes génère des pics et des creux de densité de puissance au cours du temps ce qui a pour conséquence de complexifier les contrôles du respect des normes. Les arrêtés d'exécution de l'ordonnance¹⁰⁰ ont été adaptés pour prendre en compte ces aspects. En particulier, pour palier à la variabilité spatiale de l'émission des antennes actives, il est prévu que l'agent chargé de la surveillance appelle les faisceaux de ces antennes en téléchargement d'un fichier de manière à « forcer » l'antenne à émettre dans sa direction et ainsi maximiser le champ mesuré. Néanmoins, les connaissances et études menées pour des expositions variables sont limitées, ces pics constituent dès lors un facteur complexifiant également l'analyse des effets potentiels de l'exposition pour la santé.

Mesures complémentaires ou correctrices

Etant donné qu'il n'est pas possible de conclure à l'absence totale de risque pour la santé que ce soit au niveau des densités de puissance ou des fréquences utilisées, il est primordial de continuer à investir dans la recherche et de suivre ce qui est fait à travers le monde. En effet, il est important de suivre les publications concernant les symptômes et maladies pouvant potentiellement résulter d'une exposition importante aux ondes électromagnétiques (hypersensibilité électromagnétique, cancers, fatigue, maux de tête, etc.) afin de pouvoir réagir au plus vite en cas de corrélation avérée. En fonction des évolutions, si nécessaire, les normes pourront être ajustées.

Au vu du manque de connaissance accru pour la bande 26 GHz, il est conseillé de ne pas exploiter cette fréquence tant que des études complémentaires ne sont pas réalisées.

Mesures de suivi recommandées

Afin de suivre les risques identifiés pour la santé, il est recommandé de mettre en œuvre les mesures de suivi suivantes :

> Suivre les conclusions des nouvelles recherches en matière de risque sur la santé de l'exposition aux ondes et en tenir compte dans la mise en œuvre de l'Ordonnance (au travers des rapports du comex)

Alternative 0 - statut quo:

Le maintien de la norme permet de garder un facteur de sécurité plus important qu'avec la nouvelle norme par rapport à la valeur préconisée par l'ICNIRP.

https://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&cn=2009103004&table_name=loi

¹⁰⁰ Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-capitale modifiant l'arrêté du gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 8 octobre 2009 fixant la méthode et les conditions de mesure du champ électromagnétique émis par certaines antennes. http://www.ejustice.just.fgov.be/eli/arrete/2021/07/01/2021021310/moniteur et Arrêté du 30 octobre 2009 relatif à certaines antennes émettrices d'ondes électromagnétiques

Néanmoins, dans le cas où cet avant-projet d'Ordonnance n'est pas adopté, les émissions des antennes broadcast ne sont pas comprises dans le respect de la norme. Bien qu'aucun effet sanitaire n'ait été observé jusqu'à présent, des incertitudes subsistent et le manque de contrôle n'est dès lors pas souhaitable.

Si le non-relâchement de la norme induit effectivement une exposition de la population à des maximas plus réduits (6 V/m) par rapport à la situation mise en œuvre par l'avant-projet (14,57 V/m), il faut rappeler que ces derniers ne sont généralement atteints que sur une superficie extrêmement limitée de l'agglomération bruxelloise¹⁰¹. Le bénéfice de l'alternative 0 vis-à-vis de l'exposition à des champs de 6 V/m, au lieu de 14,57 V/m, est donc relativement limité.

Néanmoins, le déploiement de la 5G avec la norme actuelle de 6 V/m nécessiterait plus d'antennes et plus de sites d'émission. S'il est complexe d'établir si cela engendrerait une augmentation ou une diminution du niveau d'exposition moyen (en comparaison au déploiement de la 5G dans le cadre de l'avant-projet d'Ordonnance), cela permettrait tout de même de maintenir cette exposition, pour tous, en deçà des 6 V/m et d'en limiter les risques sanitaires.

En conclusion, cette alternative comporte aussi bien des avantages que des inconvénients. Ces inconvénients étant limités, cette situation est préférable à celle de l'avant-projet d'Ordonnance sur le plan sanitaire.

Alternative 1 - augmentation de la norme à 41,2 V/m :

La norme de 41,2 V/m préconisée par l'ICNIRP est déjà le résultat de l'application d'un facteur de 50 par rapport au seuil d'apparition d'effets biologiques. Cependant, cette norme ne respecte plus le principe de précaution vis-à-vis de ce seuil.

Néanmoins, les conclusions concernant les risques sanitaires restent valables pour la norme à 41,2 V/m car elle reste bien inférieure au seuil de 292 V/m. De nombreux pays à travers le monde appliquent cette norme : l'Australie, la Hongrie, la France, la Nouvelle-Zélande, etc.

En 2020, l'ICNIRP a publié une réactualisation de ses lignes directrices concernant la limitation de l'exposition aux champs électromagnétiques (100 kHz à 300 GHz)¹⁰². Après l'analyse la littérature existante, l'ICNIRP a conclu qu'il n'y avait aucune preuve d'effets néfastes sur la santé quand les restrictions sont respectées.

Globalement, l'alternative 1 ne présente que des inconvénients sur le plan sanitaire, néanmoins limités. Celle-ci n'est pas préférable au projet.

-

¹⁰¹ En effet, comme explicité dans le point 3.1.1, la norme actuelle est de 6 V/m mais dans les faits, en 2020, seul 1% du territoire régional était exposé à plus de 3 V/m.

¹⁰² ICNIRP, 2020

4.3.6. FAUNE ET FLORE

Enjeux identifiés

L'état initial de l'environnement a permis de mettre en évidence les enjeux suivants :

- > Limiter les nuisances dues aux antennes, en particulier dans les zones sensibles ;
- Maintenir une exposition aux rayonnements la plus réduite possible, en regard des évolutions technologiques et du principe de précaution.

Incidences liées à la mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance

Les aspects spécifiques de l'avant-projet d'Ordonnance susceptibles d'affecter la Faune et la Flore sont :

- L'adaptation de la norme de 6 V/m dans les espaces accessibles au public à 14,57 V/m dans les espaces publics accessibles extérieurs ;
- Les évolutions concernant la composition du comité d'experts (comex) intégrant des spécialistes de l'environnement (énergie, biodiversité, déchets) et devant dorénavant évaluer la mise en œuvre de l'ordonnance sur l'aspect environnemental, en plus des impératifs économiques et de santé publique ;
- ➤ La possibilité de conclure une charte de bonne conduite entre le Gouvernement et les opérateurs, visant notamment à fixer des lignes de conduite avec les opérateurs dans des matières techniques ou environnementales et des objectifs relatifs à la gestion des déchets.

Opportunités

L'avant-projet d'Ordonnance implique changements concernant le comex avec notamment l'intégration de spécialistes environnementaux dans sa composition. Le comex sera aussi dorénavant amené à évaluer la mise en œuvre de l'Ordonnance en regard des aspects environnementaux, en plus des impératifs de santé publique et économique. L'intégration d'expert(s) en matière biodiversité et l'élargissement du champ d'évaluation vont dans le sens d'une meilleure considération de la faune et de la flore en regard des potentiels impacts des rayonnements non ionisants.

Cette considération est également valable vis-àvis de la possibilité de conclure une charte de bonne conduite entre le Gouvernement et les opérateurs, visant notamment à fixer des lignes de conduite avec les opérateurs dans des matières techniques ou environnementales et des objectifs relatifs à la gestion des déchets.

Risques

L'avant-projet d'Ordonnance implique notamment le passage d'une norme d'immission de 6 V/m dans les zones accessibles au public (intérieur et extérieur donc) à 14,57 V/m dans les zones accessibles au public à l'extérieur. Dans l'ensemble de ces zones, il est attendu que soit le nombre d'émetteurs augmente, soit la puissance de fonctionnement de ceux-ci augmente ce qui aura pour conséquence d'augmenter l'exposition moyenne de la biodiversité avec la possibilité également de l'exposer à des maximas plus élevés qu'en situation existante. Il convient de souligner que la biodiversité est également susceptible d'accéder à des zones non accessibles au public (à proximité des antennes en toiture notamment) où, là aussi, l'exposition sera plus importante qu'actuellement.

Si une série de risques semblent soutenus par la littérature comme indiqué au point 3.7, et que les effets thermiques semblent s'accroitre avec le niveau d'exposition¹⁰³, les conditions expérimentales ne sont pas directement transposables à l'exposition considérée dans le

¹⁰³ Ziskin, Marvin C., et Joseph Morrissey. 2011

cadre de l'avant-projet d'Ordonnance et il n'est dès lors pas possible de caractériser de manière précise, ni de quantifier, l'impact que le changement de norme pourrait avoir sur la biodiversité régionale.

En regard de ce qui a été abordé au point 3.7, il semble néanmoins que le changement engendré par l'avant-projet d'Ordonnance, ce compris les régimes d'exception associés au broadcast, ne soit pas susceptible d'engendrer d'impact conséquent sur la faune et la flore régionale bien que les risques soient augmentés. Par ailleurs, il ne peut pas être écarté que des effets encore non connus à ce stade se révèlent dans le futur. Ces considérations sont particulièrement importantes pour les zones de conservation régionales, telles que les zones Natura 2000, les réserves naturelles et forestières.

En conclusion, les normes de l'avant-projet d'Ordonnance constituent toujours une mesure de protection face à des risques non démontrés, elles respectent le principe de précaution. En revanche, en augmentant la norme, le risque que des effets encore non démontrés s'affirment est d'une certaine manière également augmenté, bien que maintenu à un niveau très faible.

Incidences du déploiement de la 5G dans le cadre de l'Ordonnance modifiée

Les aspects spécifiques du déploiement de la 5G susceptibles d'affecter la thématique des déchets et de la gestion des ressources sont :

- L'exploitation de nouvelles fréquences attribuées (700 MHz, 1400 MHz, 3600 MHz, 26 000 MHz ou 26 GHz);
- > L'installation des nouvelles antennes compatibles avec la technologie 5G (antennes actives).

Opportunités

Le déploiement de la 5G s'accompagnera d'antennes dites actives qui sont notamment caractérisées par une focalisation des rayonnements vers les utilisateurs actifs, et qui lorsqu'elles ne sont pas sollicitées par les utilisateurs, émettent à puissance réduite. Ce type d'antenne est donc susceptible de limiter l'exposition de la faune et de la flore en comparaison aux antennes passives actuelles, qui couvrent des zones fixes, plus importantes, et en continu.

Cette opportunité reste relative dans le cadre où ces antennes actives se superposent aux

Risques

En ce qui concerne la nouvelle bande de fréquence de 3600 MHz, d'ores et déjà attribuée par l'IBPT, très peu d'études ont pour le moment analysé l'effet de ces radiofréquences spécifiques et les niveaux de champs utilisés sont très élevés en regard des normes considérées ici. Il peut être pertinent de souligner qu'une étude concernant l'exposition des insectes a mis en évidence une absorption plus importante de la puissance des rayonnements incidents à des fréquences

antennes existantes et n'impliquent donc pas une réduction de l'exposition. Néanmoins, si ces antennes sont amenées à remplacer les antennes passives dans le futur, l'exposition de la faune et de la flore dans les zones à faible densité d'usage s'en verrait réduite.

Le relâchement de la norme permet de fortement diminuer le nombre de sites d'émission nécessaires au déploiement de la 5G sur le territoire régional (cf. 2.3.2.a et Tableau 1). Cette diminution permet de limiter le nombre et l'impact des chantiers associés à la mise en place de nouveaux sites d'émission (qui reste toutefois impactant, voir colonne de droite)

supérieures à 3000 MHz¹⁰⁴, ce qui pourrait favoriser les effets thermiques. Les impacts les plus significatifs vis-à-vis des fréquences semblent néanmoins apparaitre pour les fréquences supérieures à 6 GHz¹⁰⁵.

En ce qui concerne la bande de fréquence de 26 GHz, elle n'a pas encore été attribuée par l'IBPT, et, à ce stade, seules d'éventuelles licences tests sont envisagées¹⁰⁶. Selon le comité d'experts, elle serait néanmoins utilisée dans un avenir proche¹⁰⁷. Le constat est relativement similaire à ce qui a été envisagé ci-dessus, à savoir que peu d'études ont été réalisées et qu'elles ne sont pas représentatives de l'exposition environnementale considérée ici. Cela étant dit, des impacts plus importants sont attendus sur les insectes pour les fréquences supérieures à 6 GHz, comme indiqué au point 3.7.

Il convient néanmoins de noter qu'avec l'augmentation de la fréquence, la qualité des signaux de télécommunications à tendance à se détériorer plus rapidement dans l'espace. Ceci implique que la bande de 26 GHz serait à priori réservée à des utilisations spécifiques dans des zones à haute densité d'usage (gare, aéroport, stade, etc.) et donc peu propices à interagir avec la biodiversité.

Selon les hypothèses de Bruxelles-Environnement, le déploiement de la 5G devrait s'accompagner de la mise en place de nouveaux sites d'émission. Dans le cadre d'un scénario où aucun nouveau site micro n'est utilisé, 46 nouveaux sites macro ont été estimés nécessaires (cf. 2.3.2.a et Tableau 1). Bien que le nombre soit fortement diminué grâce au relâchement de la norme (voir colonne de gauche) ; chacune de ces installations est susceptible d'occasionner des risques pour la faune et la flore, tels que les nuisances sonores conséquentes aux travaux et à l'entretien des antennes. Une perte d'habitat peut également se produire si un drainage du sol est nécessaire. Ce risque se souligne en particulier dans et à proximité de zones de conservation (Natura 2000, réserves naturelles et forestières) ou

¹⁰⁴ Thielens et al., 2018

¹⁰⁵ Thielens et al., 2020

¹⁰⁶ Bruxelles Environnement, 2021(a)

¹⁰⁷ Comité d'experts, 2020

de zones sensibles telles que des sites de nidification dans la trame urbaine.

Mesures complémentaires ou correctrices

En regard des risques mis en avant ci-dessus, il apparait nécessaire de promouvoir la recherche se concentrant de manière spécifique sur les nouvelles conditions d'exposition et d'étudier les effets biologiques susceptibles de se produire. Il s'agit en particulier de pouvoir identifier, et idéalement de quantifier, les impacts susceptibles d'apparaitre dans des conditions expérimentales les plus proches possibles de la situation bruxelloise y compris sur les espèces d'intérêt de la Région et dans les conditions de haute exposition à proximité immédiate des antennes. Les recherches devraient en outre se concentrer sur les lacunes existantes dans le domaine de la biodiversité, à savoir les invertébrés ainsi que les champignons et les plantes, et en particulier sur les fréquences émergentes de 3600 MHz et 26 GHz.

Mesures de suivi recommandées

Afin de suivre les risques identifiés pour la faune et la flore, il est recommandé de mettre en œuvre les mesures de suivi suivantes :

- > Suivre les conclusions des nouvelles recherches en matière de risque sur la faune et la flore de l'exposition aux ondes et en tenir compte dans la mise en œuvre de l'Ordonnance (au travers des rapports du comex)
- Nombre d'espèces pour lesquelles des seuils d'exposition à risque ont été identifiés (au travers des rapports du comex)
- Nombre de sites d'antennes dans les 60 m¹⁰⁸ autour de zones Natura 2000, de réserves naturelles et forestières (au travers des demandes de permis d'environnement)

Alternative 0 - statu quo:

En regard du statu quo, le relâchement de la norme permet de fortement diminuer le nombre d'antennes nécessaires au déploiement de la 5G sur le territoire régional. En effet, ce déploiement nécessiterait d'ajouter des antennes actives à tous les sites d'émissions macro existants ainsi que l'ajout de nouveaux sites d'émissions macro. Pour rappel, il a été explicité au point 2.3.2.a (Antennes et fréquences), que le déploiement de la 5G avec la norme de 6 V/m nécessiterait 1200 nouveaux sites d'émission macro contre seulement 46 dans le cadre des nouvelles normes de 14,57 et 9,19 V/m (pour un scénario n'impliquant que des sites d'émissions macro). Cette diminution du nombre de sites d'émissions et donc d'antennes permet d'éviter les risques associés à leur installation et à leur entretien tels que des nuisances sonores et d'éventuelles pertes d'habitats, en particulier lorsqu'un drainage du sol est nécessaire. Ce dernier cas de figure se limitant à l'installation de mâts dans des zones non imperméabilisées.

Le maintien de la norme augmente le facteur de sécurité par rapport à la norme de l'ICNIRP ce qui respecte davantage le principe de précaution en comparaison à la situation de mise en œuvre de l'avant-projet d'Ordonnance.

Si le non-relâchement de la norme induit effectivement une exposition des organismes à des maximas plus réduits (6 V/m) par rapport à la situation mise en œuvre par l'avant-projet (14,57 V/m), il faut rappeler que ces derniers ne sont généralement atteints que sur une superficie extrêmement limitée

¹⁰⁸ Distance nécessitant une évaluation appropriée des incidences

de l'agglomération bruxelloise¹⁰⁹. Le bénéfice de l'alternative 0 vis-à-vis de l'exposition à des champs de 6V/m, au lieu de 14,57 V/m, est donc relativement limité.

En ce qui concerne l'exposition moyenne sur le territoire régional, il faut souligner qu'un maintien de la norme, par rapport à la situation mise en œuvre par l'avant-projet, impliquerait une multiplication des sites d'émissions qui engendrerait également une augmentation de l'exposition. La comparaison précise entre ces deux scénarios nécessiterait de connaître l'emplacement et le type (macro ou micro) des nouveaux sites d'émissions, actuellement inconnus.

Alternative 1 - augmentation de la norme à 41,2 V/m :

Une augmentation de la norme à 41,2 V/m permettrait davantage de diminuer le nombre de nouvelles antennes nécessaires au déploiement de la 5G. Avec une telle norme, les antennes pourraient fonctionner à une puissance plus élevée. Dès lors, le déploiement nécessiterait d'ajouter des antennes actives à moins de sites d'émissions macro existants et n'impliquerait pas l'ajout de nouveaux sites d'émissions macro. Cela éviterait les risques associés à leur installation et à leur entretien.

En relâchant davantage la norme, l'alternative 1 applique moins le principe de précaution que l'avantprojet.

En ce qui concerne une élévation de l'exposition, les conclusions concernant les risques sur la faune et la flore restent similaires.

STRATEC | BRUXELLES ENVIRONNEMENT C1328 | RAPPORT SUR LES INCIDENCES ENVIRONNEMENTALES

¹⁰⁹ En effet, comme explicité dans le point 3.1.1, la norme actuelle est de 6 V/m mais dans les faits, en 2020, seul 1% du territoire régional était exposé à plus de 3 V/m.

4.4. Synthèse et croisement des incidences

Les incidences de l'avant-projet d'Ordonnance, du déploiement de la 5G dans le cadre de l'avant-projet d'Ordonnance et des alternatives sur les différents domaines de l'environnement sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Pour les incidences de l'avant-projet (mise en œuvre et déploiement de la 5G), les éléments de texte repris en rouge désignent des incidences négatives induites par le projet <u>par rapport à la situation existante</u>. A l'inverse des éléments repris en vert désignent des évolutions positives amenées grâce à l'avant-projet d'Ordonnance. Les éléments de texte repris en noir désignent quant à eux des incidences neutres ou similaires à la situation comparée (ici, la situation existante).

Pour les alternatives, les incidences sont également reprises et ventilées en fonction des thématiques environnementales selon la même logique de couleur (incidences négatives, positives ou neutres/similaires), mais cette fois la comparaison est faite par rapport aux incidences de l'avant-projet.

A la suite du tableau, une synthèse transversale des principales incidences de l'avant-projet et des alternatives est présentée.

	Energie et climat	Déchets et gestion des ressources	Paysages urbains et patrimoine	Situation socio-économique	Santé humaine et qualité de vie	Faune et Flore
Mise en œuvre de l'avant- projet d'Ordonnance	Diminue le nombre de sites d'émission nécessaires pour une même couverture mais permet l'augmentation du nombre d'émetteurs impliquant potentiellement une plus grande consommation énergétique. Intègre des dispositions visant à diminuer les consommations énergétiques et les émissions de GES des opérateurs et à sensibiliser le public sur le sujet. Intègre mieux les composantes environnementales dans le comité d'experts.	Diminue le nombre de sites d'émission nécessaires pour une même couverture mais permet l'augmentation du nombre d'émetteurs impliquant une augmentation de la consommation de ressources et la production de déchets liées à leur production. Intègre des dispositions visant à diminuer les consommations de ressources et la production de déchets des opérateurs et à sensibiliser le public sur le sujet. Intègre mieux les composantes environnementales dans le comité d'experts.	Diminue le nombre de sites d'émission nécessaires pour une même couverture mais permet l'augmentation du nombre de sites d'émission impliquant une augmentation de l'impact visuel.	Les potentiels risques sanitaires et psychosociaux pourraient représenter un coût pour la société. L'augmentation possible du nombre d'antennes représente des externalités sociétales liées à l'augmentation de la consommation d'énergie et du traitement des déchets. Permet une réduction des coûts d'exploitation des opérateurs dans le déploiement du réseau de téléphonie mobile. Favorise la mise en concurrence avec une potentielle réduction des coûts pour les utilisateurs. Limite les risques de saturation du réseau due à l'augmentation de la consommation de données. En augmentant la capacité du réseau, le relâchement permet de soutenir le développement économique et une potentielle création d'emplois au sein de la RBC. Les obligations des opérateurs en matière énergétique et de déchets stimulent certains services et activités mais représentent un coût pouvant se répercuter sur les usagers.	Intègre le contrôle sur les ondes broadcast, leur inclusion dans les normes permet de cadrer l'utilisation des ondes radio et de limiter les risques éventuels sur la santé. Les normes restent largement endessous du seuil d'apparition d'effet biologique de 292 V/m. L'augmentation de la norme s'en rapproche toutefois, et augmente donc d'une certaine manière le risque que des effets encore non démontrés s'affirment. L'état actuel des connaissances n'a jusqu'à présent pas permis d'établir un lien entre champs électromagnétiques et symptômes de l'EHS. Le régime d'exception ne devrait pas avoir d'impact sur les risques sanitaires dès lors qu'il maintient la situation existante et qu'il concerne des zones très limitées. Le dépassement des normes en situation d'urgence sera exceptionnel et contrebalancé par les effets de l'application de la mesure.	L'augmentation de la norme augmente d'une certaine manière le risque que des effets encore non démontrés s'affirment. Impossibilité de quantifier ou de préciser l'impact du changement de norme sur la biodiversité. Si des risques ou incertitudes ne peuvent être écartés, un impact conséquent sur la biodiversité n'est pas attendu. Intégration plus importante des composantes environnementales dans le comité d'experts.
Déploiement de la 5G dans le cadre de l'avant-projet d'Ordonnance	Diminue le nombre de sites d'émissions nécessaires au déploiement de la 5G et en limite les impacts énergétiques. L'avant-projet intègre des dispositions visant à diminuer les consommations énergétiques du secteur des télécommunications, qui resteront néanmoins très importantes (consommation des sites d'émission, consommation liée à la production des antennes et objets, consommation des serveurs, etc.), notamment en raison de l'effet rebond, et qui vont à l'encontre des engagements et objectifs régionaux de sobriété énergétiques et d'émissions de GES.	Diminue le nombre de sites d'émissions nécessaires au déploiement de la 5G et en limite la consommation de ressources et la production de déchets liées à leur production. L'avant-projet intègre des dispositions visant à diminuer la production de déchets, qui restera néanmoins très importante (production d'antennes actives, augmentation attendue des objets connectés et leur renouvellement) et qui va à l'encontre des engagements et objectifs régionaux établis dans le PGRD.	Diminue le nombre de sites d'émissions nécessaires au déploiement de la 5G et en limite donc l'impact visuel. La technologie 5G nécessite l'installation de nombreuses antennes relais (small cells) qui détériorent le paysage urbain.	Permet une réduction des investissements nécessaires au déploiement de la 5G pour les opérateurs. Le développement d'objets connectés devrait favoriser différentes activités fonctionnelles ou sociales. Le développement de la 5G, en soutenant le dynamisme économique au sein de la RBC pourrait également permettre de créer de l'emploi. Le développement des objets connectés implique des externalités liées à la consommation d'énergie et de ressources et pourrait accentuer la fracture numérique.	Intègre le contrôle sur les ondes broadcast Diminue le temps d'exposition de la population grâce aux antennes actives qui émettent à puissance réduite lorsqu'elles ne sont pas sollicitées (par rapport aux antennes passives). Pour les fréquences inférieures à 6 GHz, les risques sanitaires sont similaires à ceux des technologies existantes. De nombreuses incertitudes subsistent concernant l'impact sur la santé des fréquences 3,5 et 26 GHz, les effets à long termes et les sensibilités individuelles particulières.	Les antennes actives limitent l'exposition de la biodiversité (par rapport aux antennes passives) Nouvelles fréquences utilisées potentiellement plus impactantes pour les insectes. Nuisances provoquées par l'installation de nouveaux sites d'émission.

	Energie et climat	Déchets et gestion des ressources	Paysages urbains et patrimoine	Situation socio-économique	Santé humaine et qualité de vie	Faune et Flore
Alternative 0 : Statu quo Maintien de la norme actuelle de 6 V/m	Impacts énergétiques plus importants en raison du plus grand nombre de sites d'émission nécessaires. Consommations énergétiques liées à la 5G similaires à la mise en œuvre dans le cadre de l'avant-projet (en cas de déploiement total). Ne comprend pas de dispositions visant à diminuer les consommations énergétiques.		Impacts visuels plus importants en raison du plus grand nombre de sites d'émission nécessaires.	Favorise moins l'apparition d'objets connectés, réduisant la consommation des ressources et les externalités pour la société. Multiplie les sites d'émission générant des coûts supplémentaires pour les opérateurs ainsi qu'une consommation de ressources et production de déchets se traduisant en externalités.	Non prise en compte des émissions du broadcast. Respect du principe de précaution plus marqué.	Nuisances supplémentaires suite à la multiplication importante des sites d'émission (nombreux chantiers). Respect du principe de précaution plus marqué.
Alternative 1 : Augmentation de la norme à 41,2 V/m	Diminue davantage le nombre de sites d'émission nécessaires au déploiement de la 5G et en limite donc les impacts énergétiques. Consommation énergétiques liées à la 5G similaires à la mise en œuvre dans le cadre de l'avant-projet.	Diminue davantage le nombre de sites d'émission nécessaires au déploiement de la 5G et en limite donc la consommation des ressources et la production de déchets. Consommation des ressources et production des déchets liées à la 5G similaires à la mise en œuvre dans le cadre de l'avant-projet.	Diminue davantage le nombre de sites d'émission nécessaires au déploiement de la 5G et en limite donc les impacts visuels.	Diminue d'avantage le nombre de nouvelles antennes nécessaires au déploiement de la 5G et réduit les coûts pour les opérateurs et les externalités associées. La prolifération des objets connectés ne devrait pas être fortement impactée et donc les externalités liées à leur fabrication non plus.	Respect moins marqué du principe de précaution.	Respect du principe de précaution moins marqué. Limite fortement l'installation de nouveaux sites d'émission et les nuisances conséquentes (chantiers).

L'analyse réalisée a permis de mettre en évidence les principaux risques et opportunités liés à la mise en œuvre de **l'avant-projet d'Ordonnance et au déploiement de la 5G** dans ce nouveau contexte réglementaire.

En augmentant la norme d'immission actuelle de 6 V/m dans les espaces accessibles au public à 9,19 V/m dans les espaces publics accessibles intérieurs et 14,57 V/m dans les espaces publics accessibles extérieurs, l'avant-projet a pour principal intérêt de diminuer fortement le nombre de nouveaux sites d'émission nécessaires au déploiement de la 5G, en comparaison à la norme actuelle. Le relâchement de la norme permet dès lors de limiter les consommations énergétiques, de ressources et la production de déchets et de GES liées à leur fabrication ainsi que de réduire les coûts de développement pour les opérateurs. La diminution du nombre de sites d'émission atténue également l'impact du déploiement de la 5G sur le paysage urbain et le patrimoine. En revanche, indépendamment du déploiement de la 5G, le relâchement de cette norme pourrait générer une augmentation du nombre d'antennes (voire d'opérateurs si le Gouvernement fédéral venait à le permettre à travers la mise aux enchères des nouvelles fréquences notamment destinées au déploiement de la 5G) dont les incidences sur l'environnement (consommation d'énergie et de ressources, production de déchets et de GES, impacts urbanistiques) sont non négligeables.

L'avant-projet d'Ordonnance augmente l'exposition maximale à laquelle la population et la faune et la flore peuvent être soumises. Si l'état actuel des connaissances ne permet pas de démontrer d'effet néfaste sur la santé pour les fréquences utilisées et devant être exploitées avec la 5G, il convient de rappeler que le principe de précaution implique que lorsque des incertitudes subsistent quant à l'existence de risques pour la santé des personnes, des mesures de protection doivent être prises sans avoir à attendre que la réalité ou la gravité de ces risques soient pleinement démontrées. En conservant une norme largement en dessous du seuil d'apparition d'effet biologique (établi à 292 V/m) et des normes maximales recommandées au niveau international et européen (41,2 V/m), l'avant-projet respecte ce principe de précaution, dès lors qu'il constitue donc toujours une mesure de protection face à des risques non démontrés. Néanmoins, en se rapprochant de ces valeurs seuils, il augmente le risque que des effets encore non démontrés s'affirment. Il convient de noter qu'en intégrant les ondes broadcast dans le respect de la norme, l'avant-projet permet de cadrer davantage les risques éventuels sur la santé en comparaison à la situation existante.

Les autres opportunités de l'avant-projet concernent l'intégration de dispositions visant à atténuer les impacts environnementaux du secteur des télécommunications en particulier vis-à-vis de la consommation d'énergie et de ressources, la production de GES ainsi que la production de déchets. Ces dispositions comprennent notamment la mise en œuvre d'un plan numérique durable et responsable pour les opérateurs, le suivi de l'efficacité énergétique de leur réseau, l'intégration d'experts de l'environnement au sein du comité d'experts ou encore le soutien de campagnes de sensibilisation du public aux enjeux des déchets associés aux télécommunications. Néanmoins, ces dispositions ne pourront que légèrement atténuer l'augmentation importante de la consommation énergétique et de la production de déchets engendrée par le déploiement de la 5G, qui est par ailleurs en opposition avec les objectifs climatiques et environnementaux de la Région visant à une réduction de l'émission de GES et à une consommation durable, sobre, locale et circulaire.

En conclusion, si l'avant-projet d'Ordonnance présente plusieurs opportunités, ces dernières sont souvent contrebalancées par des risques, qu'il conviendra de contrôler autant que possible.

L'analyse des alternatives a ensuite permis de comparer les incidences du déploiement de la 5G dans le cadre de l'avant-projet à deux autres scénarios comprenant d'une part une non-modification de l'Ordonnance résultant en un maintien de la norme actuelle de 6 V/m, la non-prise en compte du

broadcast dans le champ d'application de la norme et l'absence d'imposition en matière énergétique ou de gestion des déchets (alternative 0) et d'autre part une augmentation de la norme à un niveau équivalent aux recommandations de l'ICNIRP, à savoir 41,2 V/m (alternative 1).

Les principales opportunités associées à **l'alternative 0** résultent du fait qu'elle permet de maintenir une exposition en deçà des 6 V/m pour tous et d'en limiter les risques pour la santé et la biodiversité. Il est en revanche complexe d'établir si cela engendrerait une augmentation ou une diminution du niveau d'exposition moyen (en comparaison au déploiement de la 5G dans le cadre de l'avant-projet d'Ordonnance) car cela nécessiterait de connaître l'emplacement et le type (macro ou micro) des nouveaux sites d'émissions, actuellement inconnus et dépendant des choix futurs des opérateurs.

A l'inverse, le maintien de la norme à 6 V/m présente de nombreux risques dans le cadre d'un déploiement total de la 5G. Comme détaillé au point 2.3.2.a (Antennes et fréquences), ce déploiement nécessite l'installation de nombreux sites d'émission supplémentaires (1200 nouveaux sites d'émission macro supplémentaires pour assurer une même couverture), générant un impact urbanistique conséquent ainsi qu'une consommation importante de ressources, d'énergie et la production de déchets et de GES liées à la production des antennes. De plus, la multiplication des sites d'émission implique des coûts supplémentaires pour les opérateurs, pouvant se répercuter sur les utilisateurs.

Par ailleurs, l'alternative 0 considère la non-prise en compte du broadcast dans le respect de la norme et la non-mise en œuvre de toute une série de mesures s'appliquant aux opérateurs (mise en œuvre de campagnes de sensibilisation, d'une charte de bonne conduite, d'un plan numérique durable et responsable, l'établissement de statistiques concernant les objets mis sur le marché et leur réemploi) ou au comité d'experts (intégration plus importante des composantes environnementales) ayant un impact positif sur la santé et l'environnement.

Il apparait donc que l'alternative 0 permet de diminuer les risques sanitaires et sur la biodiversité (en comparaison à l'avant-projet) mais implique une augmentation des risques aux regards des autres thématiques environnementales (énergie et climat, gestion des ressources et déchets, paysages urbains et patrimoine, domaine social et économique).

L'alternative 1 présente comme principal intérêt de permettre un déploiement total de la 5G uniquement sur base des sites d'émissions existants et de ne nécessiter aucun nouveau site, ce qui limite les impacts urbanistiques, les coûts pour les opérateurs et permet une réduction des consommations énergétiques et des ressources ainsi que de la production de GES et de déchets précités (liées à l'implantation de nouveaux sites).

A contrario, en augmentant la norme à 41,2 V/m, l'alternative 1 engendre une augmentation du risque que des effets encore inconnus sur la santé ou la biodiversité s'affirment bien qu'elle respecte toujours le principe de précaution (au niveau recommandé par l'ICNIRP) et l'Union européenne.

Il apparait donc qu'à l'inverse de l'alternative 0, l'alternative 1 permet de diminuer les risques vis-à-vis des thématiques environnementales de l'énergie et du climat, de la gestion des ressources et des déchets, du domaine social et économique, des paysages urbains et du patrimoine, mais implique une augmentation des risques sanitaires et sur la biodiversité (en comparaison à l'avant-projet).

5. POINTS DE VIGILANCE ET MESURES DE SUIVI

La réglementation en vigueur prévoit plusieurs mesures visant à contrôler les risques liés au secteur des télécommunications et à son développement. A ce titre, l'installation de toute nouvelle antenne classée doit faire l'objet d'une demande de permis d'environnement ou d'une déclaration environnementale, ce qui permet de tenir à jour un cadastre des émetteurs classés existants, base sur laquelle Bruxelles Environnement réalise des simulations du champ électromagnétique afin d'y vérifier le respect de la norme d'immission en tout lieu accessible au public et à tout moment. Par ailleurs, un permis d'urbanisme est également nécessaire lors de l'installation d'antennes pouvant avoir un impact urbanistique (impacts sur les perspectives principales, visibilité depuis l'espace public). Un dispositif de mesures sur le terrain du champ électromagnétique émis par certaines antennes a en outre été mis en place (via un arrêté de 2009¹¹¹0), et modifié¹¹¹¹ en 2021 afin d'intégrer une méthode spécifique de mesures liée aux antennes actives. Enfin, le comité d'experts évalue la mise en œuvre de l'ordonnance et de ses arrêtés d'exécution principalement au regard des évolutions des technologies et des connaissances scientifiques, des impératifs économiques et de santé publique.

L'avant-projet d'Ordonnance prévoit également de nouvelles dispositions en complément des mesures existantes. Ces dispositions comprennent notamment la mise en œuvre d'un plan numérique durable et responsable pour les opérateurs, le suivi de l'efficacité énergétique de leur réseau, l'intégration d'experts de l'environnement au sein du comité d'experts ou encore le soutien de campagnes de sensibilisation du public aux enjeux des déchets associés aux télécommunications.

Lorsque, malgré l'existence de ces dispositions, des risques étaient identifiés au cours de l'analyse des incidences, des mesures correctrices ou complémentaires ont été proposées afin d'éviter ou de réduire ces risques. De plus, des indicateurs de suivi des risques ont été proposés au regard du ou des paramètres qu'il s'agit de suivre temporellement. Les mesures et indicateurs sont repris ci-dessous. Ceux repris en rouge, bien que pertinents, apparaissent plus difficiles à mettre en œuvre.

Mesures complémentaires ou correctrices

Afin de mieux répondre aux enjeux liés aux thématiques de l'énergie, du climat, de la gestion des ressources et des déchets, il conviendrait de :

- Rendre de rigueur (plutôt qu'uniquement possible) l'établissement d'une charte de bonne conduite entre les opérateurs et le Gouvernement ;
- Cibler les publics les plus consommateurs de téléphones et d'objets connectés dans le cadre des campagnes de sensibilisation des opérateurs ainsi que les milieux scolaires afin d'également sensibiliser les plus jeunes ;
- Aligner les objectifs chiffrés du plan numérique durable et responsable des opérateurs avec les objectifs régionaux de réduction de gaz à effet de serre et du PGRD;
- Mettre en place un plan d'actions visant à retirer progressivement les technologies de télécommunications anciennes plus énergivores au bit transféré;

¹¹⁰ Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-capitale modifiant l'arrêté du gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 8 octobre 2009 fixant la méthode et les conditions de mesure du champ électromagnétique émis par certaines antennes. https://www.ejustice.just.fgov.be/eli/arrete/2021/07/01/2021021310/moniteur

¹¹¹ Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-capitale modifiant l'arrêté du gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 8 octobre 2009 fixant la méthode et les conditions de mesure du champ électromagnétique émis par certaines antennes. https://www.ejustice.just.fgov.be/eli/arrete/2021/07/01/2021021310/moniteur

- Mettre en place un plan d'actions visant à encourager les opérateurs à mutualiser leurs équipements :
- Mettre en place d'un plan d'actions visant à contrer la hausse de la consommation de données.
- Elargir l'obligation d'établir des statistiques concernant les appareils mis sur le marché, collectés en tant que déchets, ou qui font l'objet de réemploi à toute filière responsable de la mise sur le marché d'objets connectés.
- Encourager les consommateurs à garder leurs équipements électroniques le plus longtemps possible, à les réemployer lorsque c'est possible et les recycler en fin de vie via des incitants financiers (caution récupérée lors de la remise d'appareils inutilisés, ajout d'écotaxes sur les nouveaux dispositifs) et via un soutien au développement de filières de reconditionnement.

Pour limiter l'augmentation du nombre de sites d'émission macro, il conviendrait :

- de privilégier les possibilités alternatives via l'augmentation de puissance d'émetteurs existants ou de mutualisation de sites d'émission existants (via par exemple la mise en place d'une taxe associée à tout nouveau site d'émission);
- de mettre en œuvre un plan d'actions visant à encourager les opérateurs à mutualiser leurs équipements.

Compte tenu des inconnues existantes concernant les impacts sur la santé et des coûts sociétaux attendus si les risques étaient avérés, il apparait primordial de continuer à investir dans la recherche et de suivre la publication d'études scientifiques (notamment les études épidémiologiques visant à établir des liens entre champs électromagnétiques et impacts sur la santé). En fonction des évolutions, si nécessaire, les normes pourront être ajustées.

De plus, au vu du manque de connaissance accru pour la bande 26 GHz, il est conseillé de ne pas exploiter cette fréquence tant que des études complémentaires ne sont pas réalisées.

Des inconnues persistent également en ce qui concerne la faune et la flore, dès lors, il est conseillé de promouvoir la recherche se concentrant de manière spécifique sur les nouvelles conditions d'exposition et d'étudier les effets biologiques susceptibles de se produire, en particulier sur les espèces d'intérêt en RBC et dans les conditions de haute exposition rencontrée à proximité immédiates des antennes. Il s'agit en particulier de pouvoir identifier, et idéalement de quantifier, les impacts susceptibles d'apparaitre dans des conditions expérimentales les plus proches possibles de la situation bruxelloise. Les recherches devraient en outre se concentrer sur les lacunes existantes dans le domaine de la biodiversité, à savoir les invertébrés ainsi que les champignons et les plantes, et en particulier sur les fréquences émergentes de 3600 MHz et 26 GHz.

Indicateurs de suivi

Energie et climat

- Evolution du nombre d'antennes
- Evolution de la consommation énergétique (et de son équivalent en émissions de GES) par opérateur et totale pour le secteur de la téléphonie mobile (via les statistiques annuelles devant être présentées par les opérateurs)
- Mesures visant à évaluer le taux de renouvellement des appareils connectés (au travers d'enquêtes annuelles, auprès de Recupel)
- Mesures visant à évaluer le taux de renouvellement des GSM (au travers d'enquêtes annuelles, auprès de Recupel)
- Mesures visant à évaluer la mise sur le marché d'appareils connectés (au travers des statistiques annuelles devant être présentées par les opérateurs, au travers d'enquêtes annuelles)
- Mesures visant à évaluer la mise sur le marché de GSM (au travers des statistiques annuelles devant être présentées par les opérateurs, au travers d'enquêtes annuelles)

Ressources et déchets

- > Evolution du nombre d'antennes (via le nombre de déclaration et de permis d'environnement)
- Mesures visant à évaluer le taux de renouvellement des appareils connectés (au travers d'enquêtes annuelles, auprès de Recupel)
- Mesures visant à évaluer le taux de renouvellement des GSM (au travers d'enquêtes annuelles, auprès de Recupel)
- Mesures visant à évaluer la mise sur le marché de GSM (au travers des statistiques annuelles devant être présentées par les opérateurs, au travers d'enquêtes annuelles)
- Mesures visant à évaluer le taux de réemploi des appareils connectés (au travers d'enquête, auprès des filières de reconditionnement)
- Mesures visant à évaluer le taux de réemploi des GSM (au travers d'enquête, auprès des filières de reconditionnement)
- Evolution de la production de déchets électrique et électronique (DEEE) (auprès de Recupel)
 Taux de recyclage des DEEE (au travers d'enquêtes annuelles, auprès de Recupel)

Paysages urbains et patrimoine

Nombre de nouveaux sites d'émission

Aspects économiques et sociaux

/

Santé humaine

Suivre les conclusions des nouvelles recherches en matière de risque sur la santé de l'exposition aux ondes et en tenir compte dans la mise en œuvre de l'Ordonnance (au travers des rapports du comex)

Faune et flore

- Suivre les conclusions des nouvelles recherches en matière de risque sur la faune et la flore de l'exposition aux ondes et en tenir compte dans la mise en œuvre de l'Ordonnance (au travers des rapports du comex)
- Nombre d'espèces pour lesquelles des seuils d'exposition à risque ont été identifiés (au travers des rapports du comex)
- Nombre de sites d'antennes dans les 60m autour de zones Natura 2000, de réserves naturelles et forestières (au travers des demandes de permis d'environnement)

6. CONCLUSION

L'avant-projet d'Ordonnance vise à adapter le contexte réglementaire afin de faire face à l'augmentation importante du trafic de données mobiles observée et attendue en Région bruxelloise ainsi qu'à cadrer le développement des nouvelles technologies, telles que la 5G, tout en préservant la santé et l'environnement.

Le présent rapport a permis d'analyser les principales incidences environnementales et socioéconomiques liées à l'avant-projet d'Ordonnance.

Dans l'objectif de cadrer le déploiement de la 5G sur le territoire régional, l'avant-projet prévoit l'augmentation de la norme d'immission actuelle de 6 V/m dans les espaces accessibles au public à 9,19 V/m dans les espaces publics accessibles intérieurs et 14,57 V/m dans les espaces publics accessibles extérieurs. Cette augmentation a pour principal intérêt de diminuer fortement le nombre de nouveaux sites d'émission nécessaires à ce déploiement en comparaison à la norme actuelle, et permet dès lors de limiter les consommations énergétiques, de ressources et la production de déchets liées à leur fabrication, de réduire les coûts de développement pour les opérateurs et d'atténuer l'impact urbanistique du déploiement de la 5G. Ensuite, l'avant-projet intègre également des dispositions visant à atténuer les impacts environnementaux du secteur des télécommunications en particulier vis-à-vis de la consommation d'énergie et de ressource, la production de GES ainsi que la production de déchets.

Si l'avant-projet d'Ordonnance présente des opportunités, ces dernières sont bien souvent contrebalancées par des risques vis-à-vis de l'environnement. En effet, les modifications de l'Ordonnance impliquent également des risques, en particulier, vis-à-vis de la population et de la faune et la flore en augmentant leur exposition maximale aux rayonnements non-ionisants. De plus, bien que des dispositions environnementales soient intégrées à l'Ordonnance, elles ne pourront que légèrement atténuer l'augmentation importante de la consommation énergétique et de la production de déchets engendrée par le déploiement de la 5G par rapport à ce déploiement selon l'ordonnance actuelle (alternative 0), qui est par ailleurs en opposition avec les objectifs climatiques et environnementaux de la Région visant à une réduction de l'émission de GES et à une consommation durable, sobre, locale et circulaire.

A l'issue de l'analyse des incidences de l'avant-projet et de ses alternatives, il apparait qu'ils impliquent tous des risques et des opportunités vis-à-vis de l'environnement. Le choix de l'un ou l'autre de ces scénarios fera l'objet d'une prochaine décision gouvernementale puis parlementaire. Dans ce contexte, le présent rapport doit servir d'aide à la compréhension des enjeux et des incidences. Il propose d'établir des mesures compensatrices lorsqu'elles s'avèrent pertinentes et d'identifier des indicateurs de suivi visant à contrôler tant que possible les risques identifiés au cours de l'analyse. L'avant-projet comprenant des effets encore potentiellement inconnus sur la santé et la biodiversité, il s'agit notamment d'assurer un suivi des études sur le sujet et de tenir compte de leurs conclusions et recommandations dans la mise en œuvre de l'Ordonnance.

7. BIBLIOGRAPHIE

Adair, Eleanor R. et David R. Black. 2003. 'Thermoregulatory Responses to RF Energy Absorption.' Bioelectromagnetics 24 (S6): S17–38. https://doi.org/10.1002/bem.10133.ANSES, 2012. Rapport d'expertise collective Évaluation des risques sanitaires liés à l'utilisation du scanner corporel à ondes millimétriques Ego. https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2012sa0063Ra.pdf

Arber, S. L., & Lin, J. C., 1985(a). *Extracellular Calcium and Microwave Enhancement of Membrane Conductance in Snail Neurons*. Radiation and Environmental Biophysics 24 (2): 149–56. https://doi.org/10.1007/BF01229821

Arber, S. L., and Lin, J. C., 1985(b). *Microwave-Induced Changes in Nerve Cells: Effects of Modulation and Temperature*. https://doi.org/10.1002/bem.2250060306

Arthur D. Little, 2012. *The business Benefits of 4G LTE*. https://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/ADL UK Business Benefits 01.pdf

Axon, 2021. Study on the financial and environmental impact of 5G and a fourth mobile network operator in Belgium. https://www.bipt.be/operators/publication/axon-study-of-30-april-2021-on-the-impact-of-5g-and-a-4th-mobile-operator-in-belgium

Balmori, A., 2009. *Electromagnetic Pollution from Phone Masts. Effects on Wildlife*. Pathophysiology 16 (2–3): 191–99. https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2009.01.007

Balmori, A., 2014. *Electrosmog and Species Conservation*. The Science of the Total Environment. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.07.061

Balmori, A., 2015. Anthropogenic Radiofrequency Electromagnetic Fields as an Emerging Threat to Wildlife Orientation. Science of The Total Environment 518–519 (June): 58–60. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.02.077

Bornkessel et al., 2013. Ressortforschungsberichte zue kerntechnischen Sicherheit und zum Strahlenschutz.

Borre et al., 2021. *Radio-Frequency Exposure of the Yellow Fever Mosquito (A. Aegypti) from 2 to 240 GHz.* PLOS Computational Biology 17 (10): e1009460. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1009460

Bruxelles Environnement (2022). *Répartition des compétences*. https://environnement.brussels/thematiques/ondes-et-antennes/quelles-sont-les-normes-dexposition-aux-ondes/repartition-des-competences

Bruxelles environnement, 2021(a). *La 5G : principes et enjeux*. https://environnement.brussels/thematiques/ondes-et-antennes/comment-ca-marche/la-5g-principes-et-enjeux

Bruxelles Environnement, 2021(b). *Bruxelles Environnement*. https://environnement.brussels/bruxelles-environnement.

Bruxelles Environnement, 2021(c). *Le bilan énergétique de la Région*. https://environnement.brussels/thematiques/batiment-et-energie/bilan-energetique-et-action-de-la-region/le-bilan-energetique-de-la-region

Bruxelles Environnement, 2021(d). *Quels effets sur l'environnement ?* https://environnement.brussels/thematiques/ondes-et-antennes/quels-sont-les-risques/quels-effets-sur-lenvironnement

Bruxelles Environnement, 2021(e). *Types d'antennes*. https://environnement.brussels/thematiques/ondes-et-antennes/comment-ca-marche/types-dantennes/

Bruxelles Environnement, 2021(f). *Antennes émettrices*. https://geodata.environnement.brussels/client/view/3a33e35f-6b64-4b28-bb50-5b4c6b7cb29c? ga=2.116819842.548893024.1646643926-283978431.1646643926

Bruxelles-Environnement, 2021(g). Scénarii de déploiement de la 5G à Bruxelles.

Comité d'experts, 2016. Rapport du comité d'experts sur les radiations non ionisantes 2015-2016. https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/RAP_2016_ComiteDExpertFR.pdf?_ga=2. 190080616.2147071635.1629373631-274756254.1629373631

Comité d'experts, 2018. Rapport du comité d'experts sur les radiations non ionisantes 2017-2018. https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/20180108_Radiation_report_2017_FR.PD F? ga=2.190080616.2147071635.1629373631-274756254.1629373631

Comité d'experts, 2019. Rapport du comité d'experts sur les radiations non ionisantes 2018-2019. https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/RAP_COMEX_FR_FINAL_20190606.pdf? ga=2.190080616.2147071635.1629373631-274756254.1629373631

Comité d'experts, 2020. Rapport du comité d'experts sur les radiations non ionisantes 2019-2020. https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/RAPP_COMEX_2019_2020.pdf?_ga=2.1 6867193.1795799749.1628600859-1894982401.1628600859

Das, I., Kumar, G., & Shah, N., 2013. *Microwave Heating as an Alternative Quarantine Method for Disinfestation of Stored Food Grains*. International Journal of Food Science 2013: 1–13. https://doi.org/10.1155/2013/926468

De Diprose, Benson, et & Willis. 1984. 'The Effect of Externally Applied Electrostatic Fields, Microwave Radiation and Electric Currents on Plants and Other Organisms, with Special Reference to Weed Control.' The Botanical Review 50 (2): 171–223. https://doi.org/10.1007/BF02861092.Eco Attitude Energies, 2021. *Déchets électroniques comment les traiter*? https://eco-attitudes-energies.com/dechets-electroniques-comment-les-traiter/

Favre D., 2011. *Mobile Phone-Induced Honeybee Worker Piping*. Apidologie 42 (3): 270–79. https://doi.org/10.1007/s13592-011-0016-x

Fondation Roi Baudouin, 2021. *Quatre Belges sur dix à risque d'exclusion numérique*. https://www.kbs-frb.be/fr/quatre-belges-sur-dix-risque-dexclusion-numerique

Foster, K., & Morrissey, J., 2011. *Thermal Aspects of Exposure to Radiofrequency Energy: Report of a Workshop.* International Journal of Hyperthermia 27 (4): 307–19. https://doi.org/10.3109/02656736.2010.545965

Gordon et al., 1963. *Biological Effect of Microwaves of Low Intensity*. Medical Electronics & Biological Engineering 1 (1): 67–69. https://doi.org/10.1007/BF02474134

GreenIT.fr & NegaOctet, 2021. *Digital technologies in Europe : an environmental life cycle approach.* https://klimaatweb.nl/wp-content/uploads/po-assets/609925.pdf

GreenIT.fr, 2019. *Empreinte environnementale du numérique mondial.* https://www.greenit.fr/empreinte-environnementale-du-numerique-mondial/

GroenLinks, 2021. *Vervuiling techsector neemt snel toe, uitstoot gelijk aan luchtvaart.* https://klimaatweb.nl/nieuws/vervuiling-techsector-neemt-snel-toe-uitstoot-gelijk-aan-luchtvaart/

Grosman J., 2021. *Enjeux de société - Maatschappelijke aandachtspunten*. <u>Enjeux de société - Maatschappelijke aandachtspunten - YouTube</u>

Groupe d'experts 5G & Agence numérique de Wallonie, 2020. Rapport de synthèse du Groupe d'Experts 5G – Phase 1.

Hiscock et al., 2017. Disruption of Magnetic Compass Orientation in Migratory Birds by Radiofrequency Electromagnetic Fields. Biophysical Journal 113 (7): 1475–84. https://doi.org/10.1016/j.bpj.2017.07.031

Hossmann, K.-A., & Hermann, D.M., 2003. *Effects of Electromagnetic Radiation of Mobile Phones on the Central Nervous System*. Bioelectromagnetics 24 (1): 49–62. https://doi.org/10.1002/bem.10068

Hou, L., Johnson, J.A. & Wang S., 2016. *Radio Frequency Heating for Postharvest Control of Pests in Agricultural Products: A Review.* Postharvest Biology and Technology 113 (March): 106–18. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.11.011

IBPT, 2018 (a). Etude du 12 septembre 2018 concernant l'impact des normes de rayonnement bruxelloises sur le déploiement des réseaux mobiles. https://www.ibpt.be/operateurs/publication/etude-du-12-septembre-2018-concernant-limpact-des-normes-de-rayonnement-bruxelloises-sur-le-deploiement-des-reseaux-mobiles

IBPT, 2018 (b). Communication du Conseil de l'IBPT du 4 mars 2021 concernant les risques de saturation des réseaux mobiles.

https://www.ibpt.be/file/cc73d96153bbd5448a56f19d925d05b1379c7f21/bea95b22dd36a28a235ded8c4dc072f7d3eed8a5/Communication_risques_saturation_reseaux_mobiles.pdf

IBPT, 2020. Situation du secteur des communications électronique 2020. https://www.bipt.be/file/cc73d96153bbd5448a56f19d925d05b1379c7f21/a55ec17fd66407652df6737b298e8c86995c189d/Communication_situation_marche_communications_electroniques_et_de_television_2020.pdf

ICNIRP, 1998. ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz).

https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf

ICNIRP, 2020. *ICNIRP guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 khz to 300 ghz).* https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPrfgdl2020.pdf

Lázaro et al., 2016. Electromagnetic Radiation of Mobile Telecommunication Antennas Affects the Abundance and Composition of Wild Pollinators. Journal of Insect Conservation 20 (2): 315–24. https://doi.org/10.1007/s10841-016-9868-8

Ledent M., 2021. *Enjeux liés à la santé - Aandachtspunten op het vlak van gezondheid.* YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=1kzXFpOGYb8

Mertens, J., 2018. De la 2G à la 5G : comment les réseaux mobiles ont influencé l'évolutions technologique. https://geeko.lesoir.be/2018/04/10/de-la-2g-a-la-5g-comment-les-reseaux-mobiles-ont-influence-levolution-technologique/

National Toxicology Program, U.S. Department of Health and Human Services, 2018(a). *Toxicology and carcinogenesis studies in Sprague Dawley rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones*. Research Triangle Park, NC: National Toxicology Program; NTP TR-595. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33562898/

National Toxicology Program, U.S. Department of Health and Human Services, 2018(b). Toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (1900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. Research Triangle Park, NC: National Toxicology Program; NTP TR-596; 2018b. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33562896/

Nittby et al., 2012. *Analgetic Effects of Non-Thermal GSM-1900 Radiofrequency Electromagnetic Fields in the Land Snail Helix Pomatia*. International Journal of Radiation Biology 88 (3): 245–52. https://doi.org/10.3109/09553002.2012.644257

Parlement Bruxellois, 2021a. Question écrite de Ibrahim Dönmez concernant la saturation du réseau 4G et réponse du ministre Alain Maron. http://www.parlement.brussels/weblex-quest-det/?moncode=151249&base=1&taal=fr

Parlement Bruxellois, 2021b. Question orale de Cieltje Van Achter concernant la récente étude de l'IBPT sur les risques de saturation du réseau 4G à Bruxelles, Liège et Anvers d'ici 2022 et réponse du ministre Alain Maron. http://weblex.brussels/data/crb/biq/2020-21/00125/images.pdf#page=42

Région Bruxelles Capitale (2021). Exposé des motifs de l'avant-projet d'ordonnance modifiant l'ordonnance du 1^{er} mars 2007 relative à la protection de l'environnement contre les éventuels effets nocifs et nuisance provoqués par les radiations non ionisantes, l'ordonnance du 5 juin 1997 relative aux permis d'environnement et l'ordonnance de 2 mai 2013 portant le Code Bruxellois de l'Air, du Climat, et de la maitrise de l'Énergie.

Repacholi, M. H., 1998. Low-Level Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields: Health Effects and Research Needs. Bioelectromagnetics 19 (1): 1–19. <a href="https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-186X(1998)19:1<1::AID-BEM1>3.0.CO;2-5">https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-186X(1998)19:1<1::AID-BEM1>3.0.CO;2-5

SDES (Service des données et études statistiques), 2021. *Chiffres clés de l'énergie – Édition 2021*. https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energie-2021/pdf/chiffres-cles-de-l-energie-edition-2021.pdf

Sienkiewicz, Z., Jones, N., & Bottomley, A., 2005. *Neurobehavioural Effects of Electromagnetic Fields*. Bioelectromagnetics 26 (S7): S116–26. https://doi.org/10.1002/bem.20141

Thielens et al., 2018. Exposure of Insects to Radio-Frequency Electromagnetic Fields from 2 to 120 GHz. Scientific Reports 8 (1): 3924. https://doi.org/10.1038/s41598-018-22271-3

Thielens et al., 2020. *Radio-Frequency Electromagnetic Field Exposure of Western Honey Bees*. Scientific Reports 10 (1): 461. https://doi.org/10.1038/s41598-019-56948-0

Thielens, A., 2021. Environmental impact of 5G: a literature review of effects of radio-frequency electromagnetic field exposure of non-human vertebrates, invertebrates and plan. European Parliament

Toribio, D., Joseph, W., and Thielens, A., 2021. *Near Field Radio-Frequency Electromagnetic Field Exposure of a Western Honey Bee.* IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 1–1. https://doi.org/10.1109/TAP.2021.3111286

Vargová et al.,. 2017. Ticks and Radio-Frequency Signals: Behavioural Response of Ticks (Dermacentor Reticulatus) in a 900 MHz Electromagnetic Field. Systematic and Applied Acarology. https://doi.org/10.11158/saa.22.5.7

Verschaeve, L., & Bervoets, L., 2012. Influence des antennes de téléphonie mobile sur les sites Natura 2000 dans la Région de Bruxelles Capitale. https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/STUD_2012_mobieleTelefoonantennes_F_R_v6#:~:text=Il%20est%20%C3%A9vident%20que%20le,habitats%20des%20zones%20Natura%202_000.

Wallenborn, G., 2021. Enjeux liés à l'environnement et à l'énergie - Aandachtspunten op het vlak van leefmilieu en energie. Enjeux liés à l'environnement et à l'énergie - Aandachtspunten op het vlak van leefmilieu en energie - YouTube

Wang, S, et J Tang. 2001. 'Radio frequency and microwave alternative treatments for insect control in nuts: A review.' Agricultural Engineering Journal, 16.

Yadav et al., 2014. 'Microwave Technology for Disinfestation of Cereals and Pulses: An Overview.' Journal of Food Science and Technology 51 (12): 3568–76. https://doi.org/10.1007/s13197-012-0912-8.

Ziskin, Marvin C., et Joseph Morrissey. 2011. *'Thermal Thresholds for Teratogenicity, Reproduction, and Development.'* International Journal of Hyperthermia 27 (4): 374–87. https://doi.org/10.3109/02656736.2011.553769.