



Analyse de la situation / état des lieux

Annexe au rapport du Conseil fédéral en réponse aux postulats Noser (12.3580) et Groupe libéral-radical (14.3149)

Aperçu

Le postulat Noser (12.3580) charge le Conseil fédéral de présenter au Parlement un rapport sur les possibilités de développement du secteur de la téléphonie mobile. Le rapport doit entre autres répondre à la question de savoir si les conditions cadres juridiques, notamment dans les domaines de l'aménagement du territoire et de la protection de l'environnement, permettent de construire en temps voulu des infrastructures modernes de téléphonie mobile.

Dans le cadre du présent état des lieux général, les facteurs d'influence qui jouent un rôle dans le développement des réseaux de téléphonie mobile en Suisse ont été analysés de façon approfondie. Ce faisant, les conflits d'intérêts découlant des exigences applicables simultanément en matière de qualité de la desserte en téléphonie mobile, de préservation des sites construits et du paysage et de protection maximale contre le rayonnement non ionisant ont été mis en évidence et analysés. Dans le cadre des travaux de projet, les opérateurs de téléphonie mobile, les autorités d'exécution cantonales et municipales en matière de RNI, la DTAP et des associations¹ ont été interrogés à l'aide de questionnaires portant sur la situation actuelle. En outre, une étude a été commandée sur les questions en suspens quant aux effets biologiques et aux éventuelles conséquences pour la santé du rayonnement haute fréquence. Les enseignements tirés de la présente analyse de la situation doivent servir de base à l'élaboration de possibilités d'action dans le cadre du rapport du Conseil fédéral.

L'implantation et le développement des réseaux de téléphonie mobile en Suisse continuent à alimenter un débat polarisé. D'une part, une desserte de qualité et étendue en services mobiles à haut débit est attendue d'une majorité de la population et des milieux économiques. D'autre part, une opposition se forme souvent contre la construction d'une installation d'antennes spécifique.

La forte augmentation du trafic des données rend nécessaire un développement continu des réseaux de téléphonie mobile. Les ressources disponibles à cet effet sont toutefois limitées. Outre la disponibilité de fréquences en assez grand nombre et de ressources financières suffisantes, il est essentiel en particulier de disposer d'un budget suffisant pour le rayonnement électromagnétique et d'un nombre adéquat de sites d'antennes pour le développement des réseaux de téléphonie mobile.

Dans les régions qui enregistrent un important trafic de données, une densification des réseaux par l'implantation d'antennes supplémentaires sur de nouveaux sites est inéluctable sur le moyen à long terme.

Le seul effet du rayonnement haute fréquence néfaste pour l'être humain qui est prouvé de façon scientifique et sans le moindre doute est l'échauffement des tissus de l'organisme suite à l'absorption du rayonnement. Les valeurs limites d'immissions prévues par l'ORNI offrent une protection dans ce domaine. Des recherches ont abouti à des observations plus ou moins bien étayées, selon lesquelles il existe d'autres effets biologiques, qui ne peuvent pas être imputés à un échauffement. On ne sait pas s'il peut en découler des conséquences pour la santé, ni s'il existe des valeurs seuils en termes d'intensité et de durée du rayonnement. D'un point de vue scientifique, on ne peut pas lever l'alerte.

De l'avis des opérateurs, les directives de l'ORNI et leur mise en œuvre ont une influence défavorable sur le développement rapide et approprié – d'un point de vue technique et économique – des réseaux de téléphonie mobile, et occasionnent des coûts élevés. Les valeurs limites d'une installation selon l'ORNI, définies en application du principe de précaution, entraînent par rapport à d'autres pays européens une raréfaction supplémentaire de la ressource « rayonnement ». Cette limitation des émissions à titre préventif peut avoir pour conséquence que des stations émettrices supplémentaires doivent être implantées sur de nouveaux sites ; en revanche, elle confère une sécurité juridique à toutes les parties

¹ Ont répondu l'Association suisse pour l'aménagement national (VLP-ASPAN), la Fondation suisse pour la protection et l'aménagement du paysage (FSPAP), l'association Médecins en faveur de l'environnement (MfE) et l'Association faitière Electrosmog Suisse.

prenantes en ce qui concerne le principe de précaution ancré dans la loi sur la protection de l'environnement. Les associations qui œuvrent dans le domaine de la protection contre le rayonnement non ionisant considèrent que la limitation des émissions à titre préventif énoncée dans l'ORNI est insuffisante.

Différents instruments communaux et cantonaux de planification et de coordination des sites (planification positive/négative, modèle en cascade) peuvent déboucher sur des procédures d'autorisation plus longues et plus coûteuses, mais ils constituent le fondement d'une planification en phase avec les besoins de la population, d'une acceptation accrue de la part de la population et de décisions des autorités octroyant les permis de construire largement soutenues. Ils n'offrent cependant aucune garantie qu'il n'y aura pas d'oppositions aux installations individuelles.

Les installations de téléphonie mobile sont soumises à une autorisation de construire. La procédure d'autorisation garantit que les personnes directement concernées par une installation puissent faire valoir leurs droits et leurs intérêts et offre une sécurité juridique au requérant. Ces procédures prennent du temps et, selon les opérateurs de téléphonie mobile, constituent une entrave à une adaptation rapide des réseaux à l'évolution des conditions cadres.

Selon une étude de modèles² mandatée par les opérateurs de téléphonie mobile, le développement et l'exploitation d'un réseau de téléphonie mobile coûtent plus cher en Suisse que dans les pays voisins. Selon l'étude, les facteurs de coût, par rapport aux pays limitrophes, sont les suivants : les réalités géographiques et topographiques de la Suisse, la réglementation sur le RNI et les procédures d'autorisation, ainsi que le niveau plus élevé des salaires et du prix de l'énergie et des loyers.

² http://www.asut.ch/de/publikationen/studien/doc_download/325-studie-pwc-mobile-network-cost-study

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Demande en hausse	1
1.2	Ressources.....	1
1.3	Importance économique de la téléphonie mobile.....	2
2	Structure et fonction des réseaux de téléphonie mobile	4
2.1	Bases.....	4
2.2	Structure des réseaux de téléphonie mobile en Suisse	7
2.2.1	Concurrence au niveau de l'infrastructure	7
2.2.2	Niveau de développement actuel.....	7
2.2.3	Besoin de capacités accrues	8
2.2.4	Extension des capacités sur les réseaux existants.....	11
3	Evolution technologique	12
3.1	Technologie de réseau.....	12
3.2	Terminaux mobiles	14
3.3	Services.....	15
3.4	Approches pour l'augmentation des capacités du réseau	16
3.4.1	Amélioration de l'efficacité spectrale.....	16
3.4.2	Réduction de la taille des cellules radio	16
3.4.3	WLAN.....	17
3.4.4	Techniques de communication par ondes lumineuses	17
4	Répercussions sur la santé et conséquences biologiques du rayonnement de la téléphonie mobile	19
4.1	Exposition de la population au rayonnement de la téléphonie mobile	19
4.2	Effets néfastes connus et scientifiquement prouvés.....	19
4.3	Autres effets biologiques	20
5	Conditions cadres juridiques pour la mise en place et le développement du réseau	23
5.1	Droit des télécommunications	23
5.1.1	Concessions de téléphonie mobile	23
5.2	Droit environnemental	24
5.3	Législation en matière de construction et d'aménagement du territoire	27
5.3.1	Généralités	27
5.3.2	A l'intérieur de la zone à bâtir.....	27
5.3.3	En dehors de la zone à bâtir	30
5.4	Droit relatif à la protection de la nature et du paysage (OFEV)	31
5.5	Procédure	32
5.6	Expériences en matière d'application	33
5.7	Conflits d'intérêts dus à la législation fédérale	33
6	Comparaison avec d'autres pays d'Europe.....	35
6.1	Procédures d'autorisation pour des stations de base	35
6.1.1	Situation dans les pays voisins de la Suisse	35
6.2	Valeurs limites pour le rayonnement électromagnétique	41
7	Prises de position des milieux concernés	44
7.1	Services spécialisés RNI cantonaux et municipaux.....	44

7.2	Conférence suisse des directeurs cantonaux des travaux publics, de l'aménagement du territoire et de l'environnement (DTAP).....	44
7.3	Opérateurs de téléphonie mobile	45
7.4	Association suisse pour l'aménagement national (VLP-ASPAN)	47
7.5	Fondation suisse pour la protection et l'aménagement du paysage (FP).....	47
7.6	Association Médecins en faveur de l'environnement (MfE)	47
7.7	Association faïtière Electrosmog Suisse et Liechtenstein.....	48
7.8	Résumé	48
8	Conclusions	50
8.1	Augmentation du trafic de données.....	50
8.2	Ressources.....	50
8.3	Développement du réseau	51
8.4	Evolution technologique	51
8.5	Répercussions sur la santé du rayonnement des téléphones mobiles.....	51
8.6	Conditions cadres régulatrices et conflits d'intérêts	52
8.7	Comparaison avec d'autres pays européens.....	53
9	Annexe.....	54
9.1	Abréviations et acronymes	54

Tableaux

Tableau 1 : Types de cellules.....	6
Tableau 2 : Volumes de données par catégories de services (source : UIT-R)	10
Tableau 3 : Evolution des standards de téléphonie mobile	13
Tableau 4: Efficacité spectrale moyenne des différentes technologies de téléphonie mobile au niveau du système.....	14
Tableau 5 : Avec quel degré de certitude un effet biologique est-il prouvé ?	21
Tableau 6 : Valeurs limites de rayonnement dans différents pays d'Europe et en Suisse (état : avril 2011). Source : Etude comparative de l'Institut national pour la santé publique et l'environnement aux Pays-Bas	42

Illustrations

Illustration 1 : Structure et fonction des réseaux de téléphonie mobile.....	4
Illustration 2 : Structure du réseau avec macrocellules, microcellules et picocellules.....	5
Illustration 3 : Rayonnement d'une antenne de téléphonie mobile	6
Illustration 4 : Evolution du débit de données selon les services (Ericsson)	9
Illustration 5: Utilisation quotidienne moyenne de terminaux mobiles par lieu de séjour (heures par jour)	11
Illustration 6 : Evolution des normes de téléphonie mobile	13

1 Introduction

Le postulat Noser (12.3580) charge le Conseil fédéral de présenter au Parlement un rapport sur les possibilités de développement du secteur de la téléphonie mobile. Le rapport doit entre autres répondre à la question de savoir si les conditions cadres juridiques, notamment dans les domaines de l'aménagement du territoire et de la protection de l'environnement, permettent de construire en tant voulu des infrastructures modernes de téléphonie mobile. Le Conseil national a adopté le postulat lors de sa séance du 28 septembre 2012.

Le présent état des lieux resp. analyse de la situation énoncent les facteurs d'influence qui jouent un rôle dans l'implantation et le développement de réseaux de téléphonie mobile en Suisse et mettent en lumière les points problématiques et leurs conséquences. Ce faisant, ils décrivent en particulier les conflits d'intérêts qui découlent des exigences applicables simultanément en matière de qualité de la desserte en téléphonie mobile, de préservation des sites construits et du paysage et de protection contre le rayonnement non ionisant.

Les résultats de la présente analyse servent de base à l'élaboration du rapport du Conseil fédéral.

1.1 Demande en hausse

Les services de transmission des données sont aujourd'hui de plus en plus demandés. L'introduction de plateformes mobiles d'un genre nouveau (p. ex. i-OS, Android) ainsi que les offres attrayantes d'abonnements de données (en partie en combinaison avec des smartphones, des ordinateurs portables, des netbooks ou des tablettes numériques à prix subventionnés) ont conduit à une hausse sensible de l'utilisation de l'Internet mobile. A moyen terme, l'industrie de la téléphonie mobile s'attend à la poursuite d'une forte croissance dans l'utilisation des services multimédias mobiles aussi bien dans la sphère privée (streaming vidéo, télévision mobile, jeux) que dans le domaine professionnel. La demande en services de données mobiles, en plein essor, se traduit d'ores et déjà parfois par des goulets d'étranglement dans les zones où le volume de données est important. C'est principalement le cas lors de pics de la demande. Pour pouvoir continuer à gérer le volume croissant de données à l'avenir, les opérateurs de téléphonie mobile étendent en permanence leurs réseaux. Les ressources disponibles pour étendre les réseaux sont toutefois limitées.

1.2 Ressources

Le développement et l'exploitation d'un réseau de téléphonie mobile requièrent diverses ressources, lesquelles sont limitées pour différentes raisons. Le défi pour les opérateurs de réseaux consiste à utiliser et exploiter le plus efficacement possible et à rentabiliser ces ressources disponibles en quantité limitée. Parmi les denrées rares, on trouve en premier lieu les **fréquences**, sans lesquelles toute communication sans fil devient impossible. Les bandes de fréquence attribuées à la téléphonie mobile dans le cadre de conventions internationales, si elles ne sont utilisées qu'une fois, sont largement insuffisantes pour permettre de gérer le trafic des données mobiles en Suisse. C'est pourquoi la zone de desserte est subdivisée en de nombreuses cellules de petite ou de très petite taille, dont chacune est desservie par une station radio qui lui est propre (aussi appelée *station de base*). Grâce à cette structure en cellules, les fréquences peuvent être utilisées plusieurs fois.

La téléphonie mobile requiert en outre un **rayonnement électromagnétique**, qui fait office de « moyen de transport » pour l'information à transmettre. L'intensité du rayonnement est limitée pour deux raisons : d'une part, le rayonnement ne doit pas être fort pour déranger le moins possible les communications radio dans les autres cellules utilisant les mêmes fréquences. D'autre part, le rayonnement émis par une station ou une antenne émettrice individuelle est limité de surcroît par les exigences posées par l'ORNI. Sur ce point, c'est le lieu à utilisation sensible le plus chargé à proximité de la station émettrice qui est déterminant. Lorsque la valeur limite de l'installation est atteinte en un lieu, il n'est pas permis, sans mesures supplémentaires (p. ex. blindages, modification de la direction du rayonnement,

relèvement de l'antenne), d'augmenter la puissance de transmission et, partant, la capacité de l'installation. Les limites fixées aux émissions à titre préventif dans l'ORNI peuvent de ce fait entraîner l'édification d'antennes sur des sites supplémentaires.

La troisième ressource est celle des **sites pour les antennes émettrices**. Ceux-ci aussi sont limités, car les sites ne sont pas tous adaptés d'un point de vue radioélectrique, loin s'en faut. Le nombre de sites à disposition est en outre restreint par des intérêts publics, qui se reflètent dans les exigences des communes en matière de construction et de réglementation de l'aménagement du territoire. Enfin et surtout, il y a la retenue dont font preuve les propriétaires de bien-fonds, et en partie aussi les communes, qui rechignent à louer leurs parcelles ou leurs toits pour l'installation d'une station émettrice. Les restrictions sont moindres en ce qui concerne les sites accueillant des antennes d'émission à très faible puissance.

Enfin, l'implantation et l'exploitation d'un réseau de téléphonie mobile requièrent des **ressources financières** considérables. Ne serait-ce que pour le droit d'utiliser les fréquences pendant quinze ans, les trois opérateurs de téléphonie mobile ont payé près d'un milliard de francs en 2012. S'y ajoutent les coûts de mise en place, de développement et d'exploitation des réseaux.

1.3 Importance économique de la téléphonie mobile

La téléphonie mobile et les services de données mobiles étendent leur influence à pratiquement tous les secteurs de l'économie, contribuent à la hausse de la productivité et constituent le fondement de nouveaux domaines d'activité et modèles de production. En outre, les technologies de communication performantes favorisent la compétitivité de la Suisse sur le plan international et représentent un élément important pour l'attractivité d'un site, avec tous les avantages et les inconvénients qui l'accompagnent. Au vu de l'évolution durable des technologies, il faut partir du principe que le potentiel d'augmentation de la productivité lié à l'usage des technologies de télécommunication mobile n'est pas encore épuisé, loin s'en faut.

Les branches de l'économie qui sont responsables de la fourniture de biens et services dans le secteur des technologies de l'information et de la communication (TIC), notamment en raison de leur potentiel de croissance, jouent un rôle crucial dans le développement économique. La part de la valeur ajoutée brute réelle du secteur des TIC dans le produit intérieur brut (PIB) s'est élevée à 5,1 % en 2009³.

En ce qui concerne les répercussions sur l'économie dans son ensemble, une analyse de Waverman, Meschi et Fuss (2005)⁴ couvrant 92 pays a abouti à la conclusion que dans les pays développés, avec une augmentation de la pénétration de la téléphonie mobile de 10 points de pourcentage, la téléphonie vocale mobile faisait progresser le PIB par habitant de jusqu'à 0,3 point de pourcentage⁵. Dans des pays comme la Suisse, la pénétration de la téléphonie mobile a entre-temps atteint plus de 100 % et il faut considérer que les répercussions positives de la téléphonie vocale sur la croissance économique se sont dans une large mesure concrétisées.

S'agissant des services de données mobiles, une étude de Deloitte⁶ de l'année 2012 analyse l'effet d'une généralisation accrue et d'une utilisation en hausse de l'accès à l'internet mobile plus rapide de

³ Source OFS : http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/16/04/key/approche_globale.indicator.30604.306.html?open=323,325#325

⁴ *The Impact of Telecoms on Economic Growth in Developing markets*, The Vodafone Policy Paper Series (2), 2005, pp. 10 à 23.

⁵ Dans les pays en développement, l'étude a d'ailleurs constaté un effet sur la croissance deux fois plus marqué.

⁶ *What is the impact of mobile telephony on economic growth? – A report for the GSM Association* <http://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2012/11/gsma-deloitte-impact-mobile-telephony-economic-growth.pdf>

3^e génération (3G) sur l'économie d'un pays⁷. L'étude parvient à la conclusion qu'un passage de 10 % des utilisateurs de systèmes de la 2^e génération (2G) à des systèmes de 3G dans un pays induisait en moyenne une progression annuelle de 0,15 point de pourcentage du PIB par habitant. La même étude s'est penchée sur les effets sur l'économie nationale de l'intensité d'utilisation des services de données mobiles par utilisateur dans quatorze pays. L'analyse de ces données par pays révèle une augmentation de 0,5 point de pourcentage du PIB par habitant en cas de doublement de l'utilisation moyenne de données par usager. Dans les pays couverts par l'étude qui sont comparables à la Suisse en termes de développement économique (notamment ses pays voisins, à savoir la France, l'Allemagne et l'Italie), des taux de croissance supplémentaires dans le même ordre de grandeur ont également été constatés lors de l'utilisation accrue de la téléphonie mobile.

Outre les répercussions positives, le développement de l'infrastructure de téléphonie mobile peut toutefois avoir également des effets négatifs. Ainsi, une station émettrice pour la téléphonie mobile peut engendrer une baisse de la valeur vénale des biens immobiliers situés dans le voisinage. Il n'existe pour l'heure pas de statistiques sur les dépréciations de ce type. En ville de Zurich, un sondage de l'année 2005 montre que les locataires seraient prêts à payer 30 millions de francs de loyer en plus – si on extrapole le chiffre à l'ensemble de la ville – pour éviter d'avoir une antenne de téléphonie mobile dans un périmètre de 150 mètres autour de leur logement⁸.

Les changements d'habitudes des utilisateurs de services de données mobiles peuvent également occasionner des coûts économiques. Des comportements de dépendance sont diagnostiqués – en particulier chez les adolescents – dans la façon dont sont gérées les possibilités offertes par ces nouvelles possibilités techniques. Une enquête menée dans toutes les régions du pays a abouti à la conclusion que 5 % des jeunes âgés de 12 à 19 ans peuvent être qualifiés de « dépendants du mobile ». Les auteurs indiquent que le traitement de telles dépendances occasionnera des coûts dans le secteur de la santé⁹.

⁷ Pour quantifier les conséquences économiques de la généralisation de l'accès à haut débit (pénétration), des données datant des années 2008 à 2011 et provenant de 96 pays ont été analysées.

⁸ Banfi S., Filippini M., Horehájová A., Pióro D., 2007 : Disposition à payer pour une meilleure qualité de l'environnement sur le lieu d'habitation. Connaissance de l'environnement 17/07, OFEV, Berne

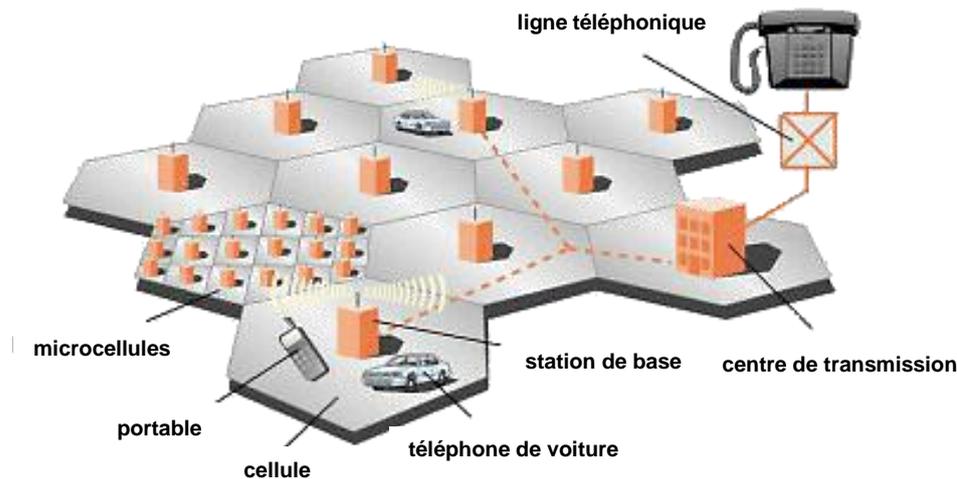
⁹ Waller G. et Süss D., 2012 : *Handygebrauch der Schweizer Jugend. Zwischen engagierter Nutzung und Verhaltenssucht*. Haute Ecole des sciences appliquées de Zurich
http://www.emf.ethz.ch/fileadmin/redaktion/public/downloads/2_foerderung/dokumente_projekte/Waller_und_Suess_2012_Handygebrauch_der_Schweizer_Jugend.pdf

2 Structure et fonction des réseaux de téléphonie mobile

2.1 Bases

Les réseaux de téléphonie mobile (GSM, UMTS, LTE) sont des réseaux cellulaires. A l'intérieur de ceux-ci, la zone de desserte du réseau de radiocommunication est subdivisée en de nombreuses cellules radio contiguës de taille limitée, dont chacune est approvisionnée par une station de base. Cette répartition permet d'exploiter de façon optimale le nombre limité de fréquences radio à disposition.

Illustration 1 : Structure et fonction des réseaux de téléphonie mobile¹⁰

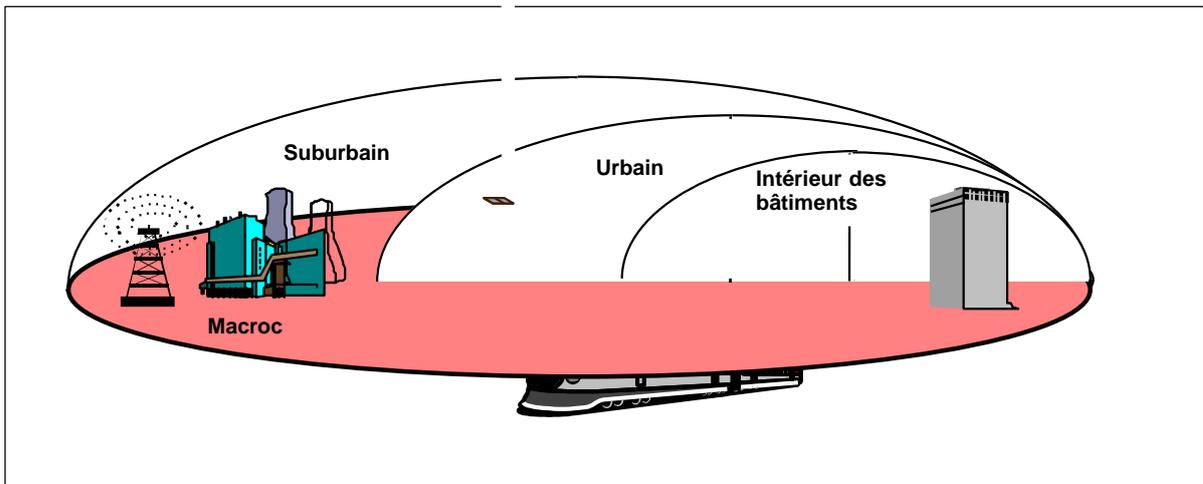


Un réseau de téléphonie mobile doit être en mesure d'assurer la desserte des utilisateurs mobiles sans interruption, d'une utilisation stationnaire à un usage lors d'un déplacement à grande vitesse dans des trains Intercity dont la vitesse peut atteindre 200 km/h. Pour que les conversations et les données puissent être transmises sans interruption d'une cellule à l'autre, les zones de desserte des différentes cellules radio doivent se recouper.

Chaque antenne ne peut transmettre qu'un nombre limité de données simultanément. La taille des cellules dépend donc du nombre attendu d'utilisateurs, du volume de données escompté et de la topographie. Le plus grand nombre de stations émettrices se trouve de ce fait dans des villes et des communes, puisqu'on y trouve, dans un espace réduit, une plus forte densité d'utilisateurs de services de téléphonie mobile. La superficie des zones desservies par les stations de base peut varier. Ainsi, le diamètre d'une cellule radio en zone rurale peut faire plusieurs kilomètres, alors qu'en ville, il peut être inférieur à 100 mètres. Plus le besoin en desserte de services mobiles de communication et de transmission des données est important, plus les cellules doivent être de faible dimension et plus le réseau de stations émettrices doit donc être dense. Des cellules de plus petite taille requièrent en principe une puissance rayonnée moindre des antennes et des terminaux, car la portée est moins grande. L'organisation des cellules en différentes couches (voir illustration 2) offre un potentiel supplémentaire d'augmentation des capacités de transmission.

¹⁰ Source : <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01510/index.html?lang=fr>

Illustration 2 : Structure du réseau avec macrocellules, microcellules et picocellules¹¹



La qualité de la desserte en téléphonie mobile dans une région géographique est décrite en termes de couverture et de capacité. La **couverture** signifie qu'une liaison de téléphonie mobile est en principe possible. La **capacité** va plus loin et indique le débit disponible, autrement dit le volume de données qui peut être transmis par seconde. La couverture ne dépend pas du nombre de personnes qui utilisent le réseau simultanément. Par contre, les personnes qui utilisent en même temps activement un réseau doivent se répartir la capacité disponible dans une cellule radio.

Les macrocellules avec des antennes sur des bâtiments et des tours servent essentiellement à la desserte d'une région en termes de couverture et de capacité (couche macro-cellulaire). Elles sont particulièrement importantes pour les participants qui se déplacent rapidement. Dans les secteurs urbains fortement fréquentés, des microcellules sont en outre employées (couche micro-cellulaire). Enfin, pour la mise à disposition de capacités correspondantes à l'intérieur des bâtiments, on a recours à des picocellules et des femtocellules (couche pico-cellulaire). Une combinaison de macrocellules, microcellules et picocellules est nécessaire pour garantir une bonne desserte en téléphonie mobile et une capacité suffisante.

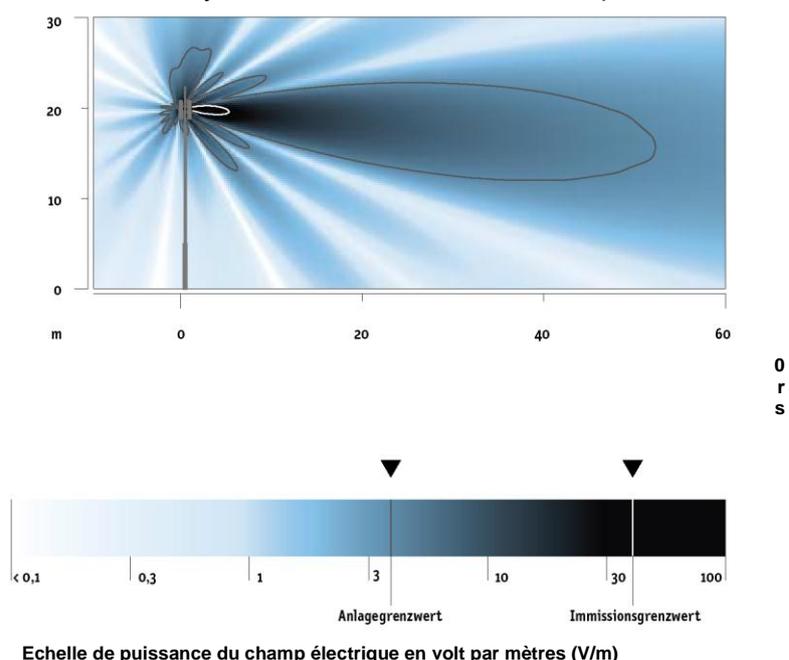
¹¹ Source : UIT

Tableau 1 : Types de cellules¹²

Type de cellules	Rayon de desserte	Type de desserte
Macrocellule	De 2 à 30 km	Desserte à grande échelle, en dehors des bâtiments
Microcellule	De 200 m à 2 km	Desserte à grande échelle, en dehors des bâtiments
Picocellule	Jusqu'à 200 m	A l'intérieur des bâtiments, zones publiques
Femtocellule	Jusqu'à 20 m	A l'intérieur des bâtiments, des logements et des locaux commerciaux

Pour obtenir une desserte ciblée d'une région géographique déterminée, les antennes de téléphonie mobile n'émettent pas de la même manière dans toutes les directions, mais ont ce qu'on appelle des caractéristiques directionnelles. L'illustration suivante explicite ce phénomène.

Illustration 3 : Rayonnement d'une antenne de téléphonie mobile



L'antenne de téléphonie mobile se situe dans la cellule qu'elle dessert ou au bord de celle-ci. Plus la distance entre l'antenne et le terminal mobile est importante, plus la puissance de la station émettrice doit être élevée. En outre, le téléphone portable doit émettre avec davantage de puissance. Chaque station émettrice diffuse un signal permanent, qu'un terminal mobile peut reconnaître, pour ensuite s'inscrire dans un réseau. L'appareil émet ensuite un bref signal, à un intervalle allant de quelques

¹² Source : *Study on Impact of traffic off-loading and related technological trends on the demand for wireless broadband spectrum* ; wik/AEGIS, ISBN 978-92-79-30575-7 ; p. 21

minutes à plusieurs heures en fonction de l'opérateur et des déplacements de l'utilisateur, afin de confirmer sa disponibilité. Ainsi, le réseau sait dans quelle cellule un utilisateur se trouve lorsqu'il reçoit un appel. Lorsque l'utilisateur se déplace, le changement de cellule est signalé au réseau.

2.2 Structure des réseaux de téléphonie mobile en Suisse

2.2.1 Concurrence au niveau de l'infrastructure

Dans le message sur la révision de la loi sur les télécommunications (LTC) du 10 juin 1996¹³, le législateur a considéré que la concurrence en matière d'infrastructures dans le domaine des télécommunications était importante afin de favoriser des services de télécommunication avantageux, de qualité et compétitifs, et l'a confirmé à l'occasion de la dernière révision de la loi sur les télécommunications (2007). En se fondant sur les bases légales, la Commission fédérale de la communication (ComCom) octroie les concessions de radiocommunication pour la fourniture de services de téléphonie mobile tout en dictant l'obligation de proposer les services par le biais d'une propre infrastructure de réseau. La dernière attribution s'est déroulée en 2012 sous la forme d'enchères. Dans le cadre de cette procédure d'enchères, les droits d'utilisation de toutes les fréquences disponibles pour la téléphonie mobile ont été octroyés à Orange, Sunrise et Swisscom jusqu'à fin 2028.

Les répercussions positives pour le client final de la concurrence en matière d'infrastructure dans le domaine de la téléphonie mobile ne sont guère contestées. En Suisse, les clients profitent d'une desserte étendue et de qualité, de services innovants et d'une introduction rapide des nouvelles technologies. Même si le niveau des prix est plus élevé en Suisse qu'ailleurs en Europe, la concurrence entre les trois fournisseurs de téléphonie mobile engendre une baisse continue des prix pour le client final. De plus, les effets positifs sur l'économie reposent pour beaucoup sur une concurrence effective (voir chiffre 1.3).

On comprend aisément que la concurrence sur les infrastructures de téléphonie mobile se traduit, d'une part, par une augmentation du nombre d'antennes de téléphonie mobile – perçues, le cas échéant, comme un élément perturbateur – et, d'autre part, par une exposition généralement accrue au rayonnement. Les rapports entre ces facteurs ne sont toutefois pas proportionnels. Ainsi, le fait qu'il existe trois réseaux de téléphonie mobile n'implique pas en soi une multiplication par trois des sites d'antennes ou de la charge de RNI. Le développement du réseau ne concerne pas uniquement son envergure et sa couverture, mais en particulier aussi l'augmentation des volumes de données. Pour garantir une couverture étendue, il faut un parc initial d'antennes et donc une certaine augmentation du rayonnement due au canal radio fonctionnant en continu pour la détection du réseau¹⁴. Toutefois, le nombre de sites d'antennes destinés à gérer les volumes de données dépend essentiellement et directement du nombre de clients et de l'intensité de l'utilisation. Pour la gestion de volumes importants de données, le nombre de réseaux de téléphonie mobile existants joue donc un rôle moins central en ce qui concerne le rayonnement et le nombre de sites d'antennes.

2.2.2 Niveau de développement actuel

A l'heure actuelle, les réseaux des trois fournisseurs de téléphonie mobile GSM couvrent 100 % de la population et 87 % de la superficie de la Suisse. Jusqu'en 2011, la technologie UMTS permettait de couvrir 92 % de la population et 61 % de la superficie¹⁵. La desserte de la population avec la technologie LTE la plus récente avoisine d'ores et déjà 94 %. Pour ce faire, des stations émettrices/réceptrices sont

¹³ FF 1996 III 1374 ss.

¹⁴ Pour que les terminaux puissent reconnaître le réseau de téléphonie mobile, chaque cellule d'un réseau émet en permanence un signal indiquant sa présence. Cela engendre une certaine charge de base de rayonnement, qui existe même si le réseau n'est guère utilisé. Avec l'augmentation de l'utilisation, la puissance rayonnée dépend principalement du volume de données transmises.

¹⁵ Statistiques officielles des télécommunications 2011, p. 20

exploitées sur 15 653 sites au total, dont 37 % sont des sites micro-cellulaires disposant d'une puissance de rayonnement de moins de 6 W (état au 12.9.2013). Aujourd'hui déjà, selon les opérateurs, les heures de pointe sur les réseaux de téléphonie mobiles suisses dans les centres d'affaires et les gares des grandes villes, et de plus en plus aussi dans les centres régionaux et dans les régions touristiques, engendrent des goulets d'étranglement au niveau des capacités et des situations de surcharge, qui compliquent le partage des données par les clients. Néanmoins, les réseaux de téléphonie mobile en Suisse présente une qualité élevée en comparaison internationale. En atteste notamment la revue spécialisée « Connect », qui procède à un test annuel¹⁶ en Allemagne, en Autriche et en Suisse, dans lequel les réseaux de téléphonie mobile suisses obtiennent, année après année, des appréciations qui vont de bon à très bon.

2.2.3 Besoin croissant de capacités

Entre 2008 et 2011 en Suisse, le volume total des données transmises par un terminal mobile a été multiplié par quatorze¹⁷. Selon les estimations des opérateurs suisses, au cours des cinq à dix prochaines années, la croissance atteindra à nouveau un facteur dix à vingt. A l'heure actuelle, les volumes de données sont doublés chaque année. Par exemple, la croissance chez Swisscom au quatrième trimestre 2012 a même atteint 120 % par rapport au même trimestre de l'année antérieure.¹⁸ Pour l'heure, tout porte à croire que cette évolution se poursuivra. Elle est soutenue par l'augmentation du nombre de terminaux et par l'utilisation en plein essor de services et d'applications impliquant des volumes importants de données, tels que le vidéostreaming (plus de 50 % du volume total de données, tendance à la hausse¹⁹) et le « nuage » ou *cloud* en version mobile (voir à ce sujet le chap. 3.3) à partir de smartphones et de tablettes numériques. La croissance de la demande est également favorisée par l'introduction de plans tarifaires *flat rate*, en particulier pour l'utilisation de données mobile.

Ces estimations semblent plausibles, d'autant que des croissances similaires des volumes de données mobiles sont prévues également à l'échelle internationale. Ainsi, selon une étude de Cisco, la demande en données mobiles dans le monde devrait être multipliée par 18 entre 2011 et 2016²⁰. Une étude d'Ericsson estime quant à elle que le besoin mensuel en capacités de transmission au niveau mondial dépassera 13 138 exaoctets (= 13 138 milliards de gigaoctets) d'ici à 2019.²¹

¹⁶ <http://www.connect.de/netztest/>

¹⁷ Statistiques officielles des télécommunications (<http://www.bakom.admin.ch/dokumentation/zahlen/00744/00746/index.html?lang=fr>)

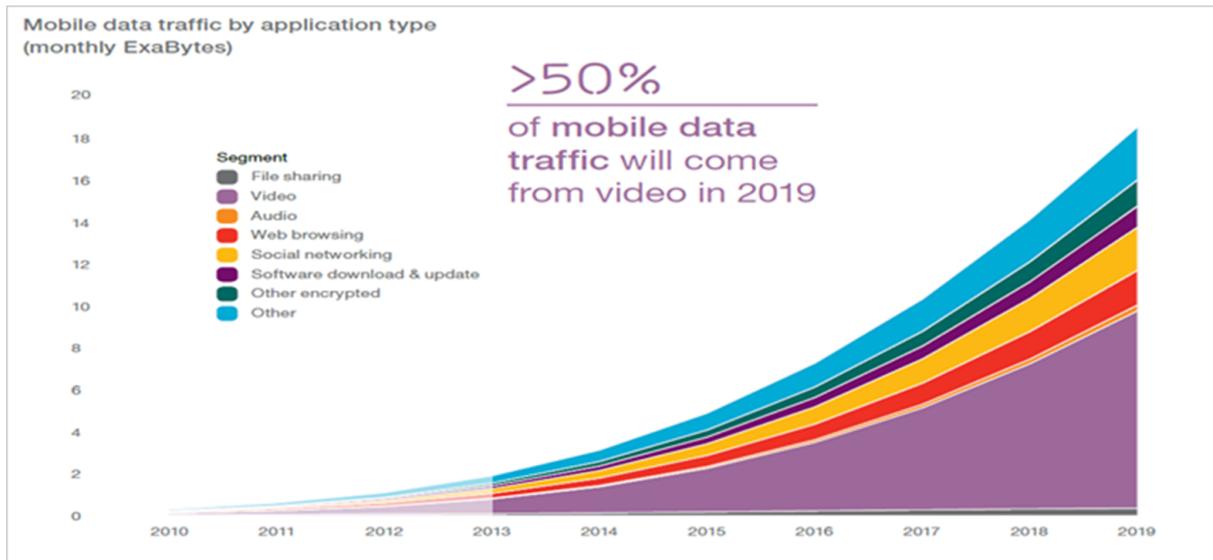
¹⁸ Swisscom Rapport annuel 2012 : <https://www.swisscom.ch/content/dam/swisscom/fr/about/documents/rapport-annuel-2012.pdf.res/rapport-annuel-2012.pdf>

¹⁹ Cisco Virtual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012-2017, 2013.

²⁰ http://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2012/06/Dr_Robert-Pepper_Cisco_Public_Policy-Forum_Data_Demand.pdf

²¹ <http://www.ericsson.com/mobility-report>

Illustration 4 : Evolution du débit de données selon les services (Ericsson)



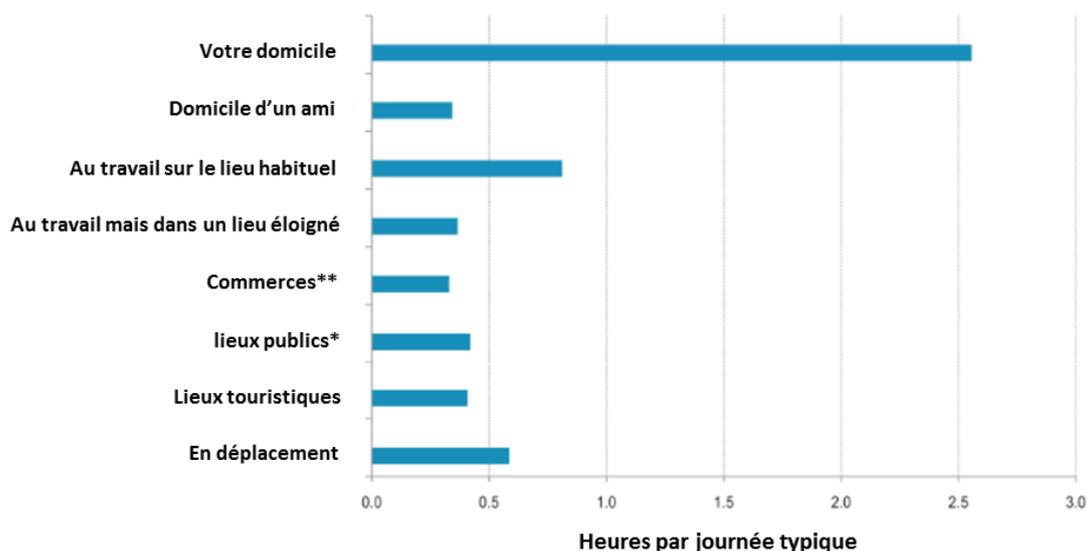
Le tableau ci-dessous offre une vue d'ensemble des volumes moyens de données pour différents services multimédias mobiles. Les valeurs indiquées sont des valeurs empiriques, qui peuvent diverger au cas par cas en fonction des procédés techniques employés (p. ex. type de codage de la parole ou type de vidéocodage). De même, les habitudes individuelles d'utilisation de ces services par les clients peuvent conduire à des écarts par rapport aux valeurs indiquées.

Service	Volume de données
Téléphonie vocale (3 min.)	0,4 Mo
Appels vidéo/ vidéoconférence (3 min.)	20 Mo
Télévision mobile (120 min.)	1,5 Go
Courriel	0,02 Mo
Surf sur Internet (60 min.)	26 Mo
Messagerie instantanée (60 min.)	0,013 Mo
Clip vidéo (4 min.)	50 Mo
Morceau de musique MP3 (4 min.)	8 Mo
Logiciel de jeux vidéo	800 Mo
Envoi d'un document	1,5 Mo
Envoi d'une photo numérique / MMS	1 Mo
Application de cybersanté	De 4,6 à 120 Mo

Tableau 2 : Volumes de données par catégories de services (source : UIT-R)

La téléphonie mobile est utilisée dans des environnements et des situations très variés. Les différences sont dues, d'une part, au lieu dans lequel se trouvent les utilisateurs et, d'autre part, à la vitesse à laquelle ils se déplacent. Ces deux dimensions influent sur l'aménagement de l'infrastructure requise pour la transmission des données. En ce qui concerne les habitudes de mobilité, l'échelle va de la position stationnaire à celle dans un train Intercity, qui se déplace à une vitesse maximale de 200 km/h. On qualifie de « nomades » les participants qui utilisent certes un réseau en des lieux divers, mais qui sont stationnaires pendant l'utilisation du réseau ou se déplacent à peine. S'agissant des lieux de séjour, on établit principalement une distinction entre les endroits en plein air et ceux à l'intérieur des bâtiments ou, d'une façon générale, dans des locaux fermés. Au vu de la durée d'utilisation typique, on estime qu'une majeure partie des données à transmettre par mobile relèvent d'une utilisation quasi-stationnaire à l'intérieur de bâtiments (voir Illustration 5)²².

²² Cisco Internet Business Systems Group (2012), Stuart Taylor and Andy Young, The New World of SP Wi-Fi : Cisco IBSG Research Uncovers What U.S. Consumers Want from Wi-Fi and Mobile.

Illustration 5: Utilisation quotidienne moyenne de terminaux mobiles par lieu de séjour (heures par jour)

N = variable

Q33. Pendant une journée typique, pendant combien de temps utilisez-vous vos appareils mobiles dans chacun des lieux indiqués?

*Lieux publics: p.ex. Stades, parcs, écoles

**Commerces: p.ex. Magasins, restaurants

Source: Cisco IBSG. 2012

2.2.4 Extension des capacités sur les réseaux existants

Les besoins croissants en capacités de transmission des données mobile décrits au chapitre 2.2.3 requièrent que l'on étende dans les mêmes proportions les capacités des réseaux de téléphonie mobile. Même dans les régions jouissant d'une bonne couverture, les sites existants doivent être étendus et de nouveaux sites construits. L'extension se fait alors ponctuellement, là où les besoins en capacités supplémentaires se font sentir. Au cours des cinq à dix prochaines années, les opérateurs de téléphonie mobile de Suisse escomptent la création d'environ 6120 sites supplémentaires. Le développement des capacités du réseau se fait dans deux directions distinctes : sur les sites existants, les capacités peuvent être accrues par l'introduction de la 4G/LTE. L'efficacité spectrale accrue pour une puissance d'émission égale permet d'obtenir de meilleurs débits. Dans les limites permises par l'ORNI en matière de puissance d'émission supplémentaire, les installations existantes peuvent être complétées par des bandes de fréquence supplémentaires. L'introduction de la 4G/LTE intervient initialement par le déplacement de la puissance d'émission sur des bandes de fréquences inférieures. Là où des extensions de ce type ne sont pas possibles, ne suffisent pas ou s'il n'y a plus de fréquences supplémentaires libres à disposition, le réseau doit être densifié par la création de nouveaux sites. Les macrocellules, les microcellules, ainsi que les picocellules et femtocellules ne se trouvent alors pas en concurrence les unes avec les autres, mais sont utilisées de manière complémentaire. Le développement du réseau se fait simultanément à tous les niveaux, afin de garantir la desserte souhaitée de la manière la plus efficace possible (voir chap. 2.1). Le passage à un réseau plus dense d'antennes émettrices dans une agglomération est inéluctable sur le moyen à long terme.

3 Evolution technologique

3.1 Technologie de réseau

A l'origine, les réseaux de téléphonie mobile étaient conçus principalement pour la téléphonie vocale et pour la transmission de messages textuels. Après l'arrêt des réseaux de téléphonie mobile analogiques (Natel A, Natel B, Natel C), la technologie GSM a été la seule à être utilisée dans ces domaines. Pour les services de données mobiles, le protocole GPRS fondé sur le GSM a d'abord été disponible, mais n'offrait que de très faibles débits. Par la suite, le procédé de transmission EDGE a permis d'améliorer la situation. La radiocommunication mobile a vu le jour avec l'introduction de la norme de communication mobile UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) en 2002. Des débits pouvant aller jusqu'à 2 Mbit/s (typiquement 384 kbit/s) était alors possibles. L'UMTS fonctionne avec la procédure d'accès au canal WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) dans une largeur spectrale de 5 MHz.

L'UMTS a évolué pour donner la technologie UMTS/HSPA (High Speed Packet Access). La couche physique de l'UMTS/HSPA correspond exactement à celle de l'UMTS (largeur spectrale, procédure d'accès au canal, puissance d'émission, etc.). Grâce à une meilleure gestion des ressources et à une modulation plus efficace, des vitesses de transmission avec UMTS/HSPA allant jusqu'à 14,4 Mbit/s (débit descendant) et 5,7 Mbit/s (débit ascendant) sont toutefois possibles. Avec l'UMTS/HSPA, on obtient, à largeur de bande et intensité d'émission égales, un débit sensiblement plus élevé qu'avec l'UMTS. L'UMTS/HSPA+ représente encore un niveau supérieur et permet actuellement des vitesses allant jusqu'à 28 Mbit/s. L'UMTS/HSPA+ supporte aujourd'hui la principale charge du trafic des données sur les réseaux de téléphonie mobile.

En groupant deux bandes de fréquences de 5 MHz chacune par liaison (*Dual Carrier*) et en utilisant des systèmes d'antennes multiples (MIMO - Multiple Input Multiple Output), on pourra augmenter le débit maximal du l'UMTS/HSPA+ à 84 Mb/s dans un proche avenir. En théorie, cette technique permettrait même de grouper quatre canaux de 5 MHz chacun pour une seule et même liaison, ce qui déboucherait sur un débit maximal de 168 Mbit/s. Cette option ne sera guère mise en œuvre en Suisse, car la nouvelle technologie de téléphonie mobile LTE (Long Term Evolution) semble mieux adaptée à des débits aussi élevés (voir ci-après).

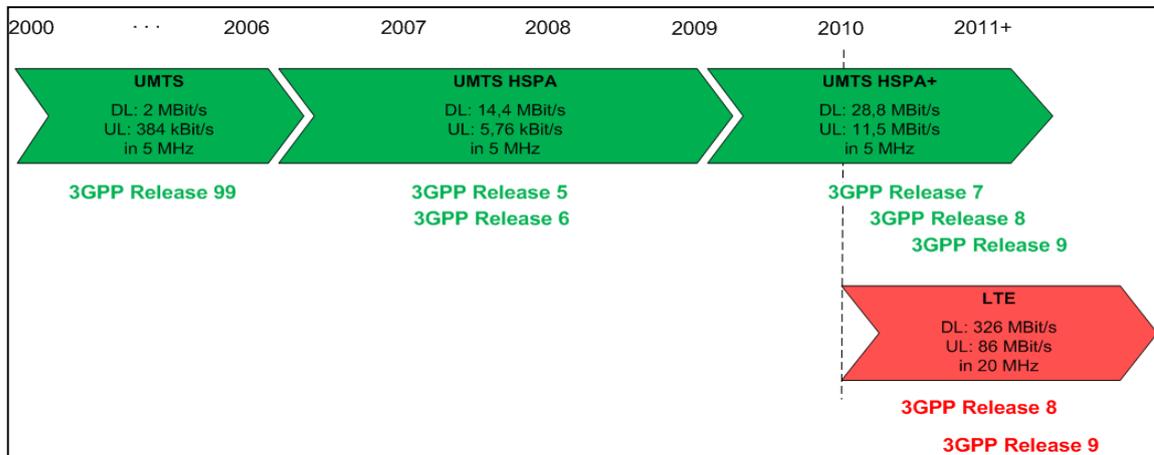
Depuis novembre 2012, les réseaux à haut débit LTE sont mis en place en Suisse. Par rapport à l'UMTS, la LTE est une technologie de transmission mobile entièrement nouvelle. Elle repose sur la procédure d'accès au canal OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access). Cette procédure permet une adaptation optimale des ressources en fréquences au canal radio. Dans le LTE, les systèmes à antennes multiples (MIMO) sont une composante à part entière du standard et peuvent être mis en œuvre beaucoup plus facilement grâce à OFDMA que ce n'était encore le cas avec les technologies UMTS. La LTE utilise des bandes passantes variables, qui vont de 1,4 MHz à 20 MHz. Sur le réseau LTE, des vitesses de transmission typiques de 100 Mbit/s et des temps de réaction beaucoup plus courts sont possibles. Les débits maximaux sont encore légèrement plus élevés. A l'heure actuelle, environ 94 % de la population suisse dispose d'un réseau LTE à son domicile. Les technologies HSPA+ et LTE sont développées en permanence. Elles évoluent dans le sens d'une modulation plus efficace, d'une plus grande bande passante obtenue par l'agrégation de porteuse (*Carrier Aggregation*) et par des techniques d'antennes multiples (MIMO).

Grâce à l'agrégation de porteuse, il est possible de regrouper des canaux de la même ou de différentes bandes de fréquences pour la téléphonie mobile dans le LTE-Advanced. Par exemple, des canaux de la bande de 900 MHz peuvent être groupés avec des canaux de la bande de 2 GHz pour un participant. Des bandes passantes et des débits plus importants sont ainsi possibles. Des bandes passantes pouvant aller jusqu'à 100 MHz par participant sont envisageables.

Dans l'illustration suivante, l'évolution dans le temps des standards de téléphonie mobile est représentée avec les débits *maximaux* pour le débit ascendant (uplink, UL) et le débit descendant (downlink, DL). Les années indiquées sont celles pendant lesquelles les standards correspondants ont été ache-

vés ; la mise en place des réseaux intervient généralement deux à trois ans plus tard. 3GPP (3rd Generation Partnership Project) est l'organisme international de normalisation des télécommunications mobiles.

Illustration 6 : Evolution des normes de téléphonie mobile



Norme 3GPP (release)	Débit descendant maximal (DL)	Débit ascendant maximal (UL)	Particularités
UMTS Release 99	2 Mbit/s	385 Kbit/s	QPSK
HSPA Release 6	14,4 Mbit/s	5,76 Mbit/s	16 QAM / 16 QAM
HSPA+ Release 7	21,6 Mbit/s	11,5 Mbit/s	16 QAM / 16 QAM
	28,0 Mbit/s	11,5 Mbit/s	16 QAM / 16 QAM 2 x 2 MIMO
HSPA+ Release 8	42,2 Mbit/s	11,5 Mbit/s	64 QAM / 16 QAM 2 x 2 MIMO
HSPA+ Release 9	84,4 Mbit/s	23 Mbit/s	64 QAM / 16 QAM 2 x 2 MIMO 2 x 5 MHz
HSPA+ Release 10	168,8 Mbit/s	23 Mbit/s	64 QAM / 16 QAM 2 x 2 MIMO 2 x 20 MHz
	337,5 Mbit/s	23 Mbit/s	-
LTE Release 8	172,8 Mbit/s	57,6 Mbit/s	16 QAM, 2 x 2 MIMO, 20 MHz
LTE Release 9	326,4 Mbit/s	86,4 Mbit/s	16 QAM, 4 x 4 MIMO, 20 MHz
LTE Release 10 (LTE Advanced)	1 Gbit/s	500 Mbit/s	16 QAM, 8 x 8 MIMO, 100 MHz

Tableau 3 : Evolution des standards de téléphonie mobile

Les débits maximaux théoriques mentionnés ci-dessus ne sont possibles que dans des conditions de diffusion optimales et ne peuvent pas être atteints que dans certains endroits au sein d'une cellule. Par conséquent, l'efficacité spectrale moyenne à l'intérieur d'une cellule est plus parlante. L'efficacité spectrale *moyenne* (Tableau 4) est la somme des débits de tous les participants actifs dans toute la cellule (en bits/s) divisée par la largeur totale de la bande de fréquence à disposition pour la technologie en question sur l'ensemble du réseau (en Hz). Au bord de la cellule, l'efficacité spectrale est très inférieure et à proximité de la station de base, elle est nettement supérieure aux chiffres indiqués dans le tableau ci-dessous. La LTE utilise le spectre environ 30 fois plus efficacement que la technologie GSM.

Technologie	Efficacité spectrale moyenne [bit/s/Hz]
GSM	0,04
EDGE (GSM)	0,09
UMTS	0,2
UMTS/HSPA	0,4
UMTS/HSPA+	0,72
LTE	1,2
LTE-Advanced	2,2 *).
Remarque : *) Rapport UIT-R M.2134	

Tableau 4: Efficacité spectrale moyenne des différentes technologies de téléphonie mobile au niveau du système

Une approche très prometteuse dans les systèmes de téléphonie mobile à l'avenir consiste en l'introduction de réseaux hétérogènes (*heterogeneous networks*). Il s'agit d'installer des cellules supplémentaires de faible puissance sur la même fréquence à l'intérieur d'une macrocellule (étendue) dans les endroits recensant un trafic important (hotspots). La macrocellule s'en trouve fortement soulagée. Etant donné que les deux structures de cellules opèrent sur la même fréquence, différentes techniques doivent être appliquées pour limiter les interférences. Par exemple, la macrocellule peut réduire fortement la puissance d'émission à court terme pour mettre la capacité nécessaire à la disposition des hotspots. Les techniques d'antennes multiples (MIMO) sont elles aussi développées en continu. Dans ce cas, plusieurs antennes sont utilisées à proximité de la station de base et du terminal. Différents flux de données peuvent être émis ou reçus simultanément par chacune des antennes. Au niveau de la réception, les signaux peuvent être séparés à nouveau grâce à des algorithmes complexes. En doublant le nombre d'antennes des deux côtés de la liaison, on peut en théorie doubler le débit à largeur de bande et puissance rayonnée égales. Au lieu d'être mises à profit pour augmenter les débits, les techniques MIMO peuvent servir à améliorer la qualité de liaison radio et à étendre le rayon des cellules. Pour la LTE, deux antennes de réception à proximité du terminal sont actuellement prescrites par la norme. Avec LTE-Advanced, il faudra déjà quatre antennes.

L'objectif principal de l'introduction de nouveaux standards et technologies est l'amélioration des capacités de transmission des systèmes de téléphonie mobile. En améliorant les procédures de modulation, on a jusqu'à présent pu accroître sensiblement l'efficacité de l'utilisation du spectre de fréquences. Toutefois, étant donné que l'efficacité spectrale est en théorie limitée, il ne faut guère s'attendre à de nouvelles améliorations significatives au niveau de la couche physique à l'avenir. En revanche, il existe encore un potentiel d'amélioration au niveau des systèmes, en particulier en ce qui concerne la planification, le pilotage et la mise en place des réseaux de téléphonie mobile (hiérarchie des cellules) et l'utilisation de systèmes à antennes multiples (MIMO).

3.2 Terminaux mobiles

Autrefois, les téléphones portables étaient axés principalement sur la téléphonie vocale et les SMS par GSM. La compatibilité avec des systèmes de données mobiles via GPRS, EDGE et UMTS n'avait dans

un premier temps qu'une importance secondaire, hormis dans le secteur commercial (Nokia Communicator, BlackBerry). Poussés par des terminaux innovants, tels que l'iPhone (2007) ou l'iPad (2010), les smartphones et les tablettes numériques permettant de se connecter à Internet se sont généralisés. Près de 60 % des Suisses possèdent aujourd'hui un smartphone et 27 % une tablette numérique. Selon les prévisions de l'institut d'études de marché Gartner, en 2017 déjà, il se vendra davantage de tablettes numériques dans le monde que d'ordinateurs traditionnels.²³ Outre les appareils d'Apple dotés du système d'exploitation iOS, le système Android conçu par Google s'est largement généralisé sur les smartphones et les tablettes numériques. Windows Mobile essaie de suivre cette évolution. A l'avenir, il faut s'attendre à de nouvelles améliorations en ce qui concerne la puissance du processeur, la capacité de stockage et l'autonomie des terminaux mobiles. S'agissant de la facilité d'utilisation de ces appareils, outre la commande gestuelle, des progrès sont attendus au niveau des commandes sans contact (p. ex. commande vocale, commande visuelle). Le combiné tel qu'on le connaît devrait, selon toute vraisemblance, perdre de son importance sur le moyen ou le long terme, en tous cas en Europe. Outre les tablettes et les smartphones, dont le domaine d'application est universel, à l'avenir d'autres appareils spécialisés seront utilisés pour effectuer des tâches spécifiques dans le cadre d'applications « Machine-to-Machine (M2M) » et de l'Internet des objets (*Internet of Things, IoT*) (voir à ce sujet le ch. 3.3 ci-après).

Plus la station de base dans laquelle un terminal mobile est inscrit est proche, plus la puissance rayonnée nécessaire à son fonctionnement est faible. Les réseaux de téléphonie mobile dotés d'un parc d'antennes dense occasionnent donc moins de rayonnement pour les utilisateurs et contribuent en même temps à ménager les batteries. Il en va de même lors de l'utilisation de terminaux mobiles dans des locaux fermés et des véhicules. Une desserte en téléphonie mobile dans des locaux fermés par des antennes qui se trouvent elles-mêmes dans un local fermé permet une liaison avec une très faible puissance rayonnée des terminaux, car le rayonnement ne doit pas traverser des parois.

3.3 Services

Comme mentionné en introduction, les services mobiles ne se focalisent plus principalement sur la fourniture de liaisons vocales, mais sur des services fondés sur IP, tels que le streaming audio et vidéo, le partage de fichiers, le téléchargement et le chargement, la navigation sur la Toile et les réseaux sociaux. Cette transition, favorisée par la généralisation des services mobiles liés au « nuage », va se poursuivre. Dans le cadre des services dans le nuage, le traitement et la sauvegarde des données ne se font plus sur le terminal mobile, mais sur des serveurs (serveurs du nuage) sur Internet. Ainsi, les applications dans le nuage, telles qu'iTunes Match d'Apple, donnent la possibilité de sauvegarder les morceaux de musique non plus de façon permanente sur le terminal, mais de les visionner en streaming sur le terminal utilisé à partir d'un serveur du nuage, lorsque l'on en a besoin. De même, des solutions mobiles dans le nuage permettent de visionner des films et des vidéos sauvegardés sur des serveurs Internet ou d'archiver et de gérer des documents et des albums photo (p. ex. iCloud, Fotostream).

L'accès aux services de données mobiles sur les smartphones et les tablettes numériques se fait actuellement essentiellement par des applications natives. Les applications natives sont des programmes développés pour une plateforme système donnée (iOS, Android, Windows mobile). Ce sont des applications autonomes programmées dans Java, C++ ou Objective C et installées de manière fixe sur un appareil mobile. En général, les applications natives sont uniquement disponibles dans les App Stores. Avec les applications fondées sur HTML5, une solution alternative se profile toutefois pour l'avenir : ces applications Web pourront être exécutées sur n'importe quelle plateforme de système d'exploitation mobile, sans adaptation requise en fonction de l'appareil ou du système (indépendance vis-à-vis des plateformes). Elles fonctionneront comme des pages Web avec des fonctionnalités étendues dans un navigateur sur un terminal mobile. Aujourd'hui déjà, de nombreux navigateurs sur les terminaux mobiles

²³ <http://www.gartner.com/newsroom/id/2408515>

(p. ex. Chrome, Firefox, Safari) sont dans une certaine mesure compatibles avec l'introduction d'applications Web en HTML5.

Outre les applications sur les smartphones et les tablettes numériques, les applications mobiles dans les domaines IoT (Internet of Things) et M2M (Machine-to-Machine) gagnent du terrain.

L'Internet des objets désigne la connexion d'objets physiques clairement identifiables (objets) avec une représentation numérique dans un réseau d'ordinateurs (Internet) et l'interaction entre eux. L'Internet des objets ne concerne plus uniquement le participant humain, mais aussi des objets et l'interaction entre eux. Les objets sans intelligence propre (p. ex. objets qui ne peuvent pas accomplir eux-mêmes des tâches, tels que les étiquettes de prix sur les vêtements ou les canettes de boissons) peuvent être reliés à Internet au moyen de passerelles (mobiles), telles que smartphones ou lecteurs. L'identification d'un objet se fait grâce à un RFID ou par un code-barres. D'autres technologies, telles que des capteurs et des actionneurs, étendent les fonctionnalités et la détection des états, ou permettent l'exécution d'actions.

Les applications Machine-to-Machine en tant que composantes de l'IoT permettent un échange d'informations intelligent et automatisé entre les machines par le biais du protocole Internet. Par machine, on entend généralement des appareils qui sont en mesure de communiquer entre eux et de transmettre des informations. Ils perçoivent des objets, évaluent quelles informations sont pertinentes, puis les transmettent à l'instance adéquate. Des exemples d'applications M2M sont le diagnostic à distance, la maintenance à distance et la saisie automatique des données de consommation (p. ex. compteur électrique). De même, dans des domaines tels que le pilotage automatique du flux de la circulation routière, la gestion de la flotte ou la cybersanté, des applications M2M spécifiques sont d'ores et déjà utilisées. Selon une publication de Swisscom, les observateurs du marché estiment que dans moins de dix ans, il y aura plus de 50 milliards de machines à travers le monde qui seront reliées entre elles par des systèmes M2M.²⁴

3.4 Approches pour l'augmentation des capacités du réseau

3.4.1 Amélioration de l'efficacité spectrale

L'efficacité spectrale est améliorée en continu grâce aux nouvelles technologies de téléphonie mobile (voir également le par. 3.1). Il est ainsi possible, à puissance rayonnée égale d'une station de base, de mettre à disposition davantage de capacités de transmission. Cependant, cette amélioration ne compense pas entièrement l'augmentation fulgurante des volumes de données sur les réseaux de téléphonie mobile (actuellement, les volumes doublent chaque année). Il est certes prévu que le LTE-Advanced (un développement du LTE) soit trois fois plus efficace que le HSPA+. Cependant, avec la croissance actuelle du trafic des données, qui double chaque année, cette amélioration technique suffit uniquement à compenser l'augmentation des volumes pendant un ou deux ans. Il faut aussi noter que lors de l'introduction d'une nouvelle technologie plus efficace, une part essentielle du trafic, pendant une période de transition définie, doit encore être traitée avec l'ancienne technologie, et que les avantages de la nouvelle technologie ne se font alors ressentir que partiellement. L'augmentation de l'efficacité spectrale de nouvelles techniques ne suffit pas à compenser l'essor du trafic des données mobiles. Les réseaux doivent en plus être densifiés. La mise en place de nombreuses nouvelles macrocellules, microcellules, picocellules et femtocellules, dotées de faibles puissances d'émission, est indispensable pour les opérateurs (voir également le chap. 2.2.4).

3.4.2 Réduction de la taille des cellules radio

La capacité d'un réseau peut être augmentée par la densification, autrement dit par la réduction de la taille des cellules radio avec une diminution simultanée de la puissance d'émission. En réduisant de moitié le rayon des cellules, par exemple, la capacité serait quadruplée, et le nombre de stations de

²⁴ https://www.swisscom.ch/content/dam/swisscom/fr/biz/machine-to-machine/discover_m2m/pdf/sme-m2m-borschure-fr.pdf

base nécessaire pour couvrir une région donnée serait également multiplié par quatre²⁵. Un nombre élevé de petites cellules augmente certes la capacité d'un réseau de téléphonie mobile, mais une couverture ininterrompue ne peut pas être obtenue uniquement avec des cellules de ce type. A l'heure actuelle, les stations de base pour les cellules les plus petites (femtocellules) sont standardisées : leur puissance rayonnée maximale s'élève à 100 mW, soit seulement la moitié de celle des terminaux. L'exploitation d'une femtocellule n'est possible qu'en collaboration avec un opérateur, qui exerce les droits d'utilisation de la fréquence qu'il a acquis et assume donc la responsabilité de l'ensemble de la planification du réseau. Or, les opérateurs font parfois encore preuve d'une certaine réserve vis-à-vis de l'introduction de femtocellules, car il existe un risque d'interférences entre les femtocellules et les macrocellules. Orange a toutefois annoncé qu'il introduirait des femtocellules au printemps 2014. Les femtocellules peuvent traiter une grande partie des communications mobiles nomades²⁶. Mais elles ne sont pas adaptées aux participants mobiles et très mobiles, qui se déplacent par exemple en train ou en voiture. Aujourd'hui comme demain, il faut une combinaison de macrocellules et de petites picocellules pour obtenir tant une bonne couverture que la capacité requise sur les réseaux de téléphonie mobile.

Une autre possibilité de réduction de la taille des cellules consiste à utiliser des antennes dotées d'un angle d'ouverture horizontal plus faible. Ainsi, un mât peut desservir six secteurs au lieu des trois secteurs utilisés jusqu'à présent. Depuis peu, il existe des antennes appelées « dual beam », qui à partir d'un seul et même boîtier, peuvent couvrir deux secteurs contigus. Ainsi, trois boîtiers d'antennes suffisent pour desservir six secteurs.

3.4.3 WLAN

Les réseaux WLAN (Wi-Fi), qui se caractérisent par une très haute efficacité spectrale et un coût avantageux, sont d'ores et déjà un pilier important pour le traitement du trafic des données mobiles en plein essor. La transmission sur le réseau WLAN est entre quatre et six fois plus rapide que celle sur les réseaux de téléphonie mobile. On estime qu'actuellement, entre 80 et 90 % du trafic sur les smartphones Android et les tablettes numériques passe par des réseaux WLAN privés au domicile²⁷. Ce trafic ne charge par conséquent pas les réseaux de téléphonie mobile (*offloading*). Une utilisation cohérente des points d'accès WLAN privés et publics pour la transmission nomade de données permet de décharger nettement les stations de base conventionnelles de la téléphonie mobile, et plus particulièrement la couche macro-cellulaire. L'évolution technique et la normalisation permettront en outre, dans un avenir proche, d'intégrer également des points d'accès WLAN privés ou publics dans un réseau de téléphonie mobile²⁸.

3.4.4 Techniques de communication par ondes lumineuses

Des travaux de recherche sont actuellement en cours dans différents pays en matière de transmission d'informations par ondes lumineuses plutôt que par ondes radio. Des travaux fondamentaux dans le domaine des liaisons optiques en espace libre (FSO) sont menés en ce moment par l'Université Waseda

²⁵ La diminution de la puissance rayonnée lors de la réduction du rayon des cellules dépend des conditions de propagation dans l'environnement donné, de la hauteur des antennes et de la fréquence. Dans les modèles courants de calcul des réseaux de téléphonie mobile, pour des distances "modérées" (distances de plus de 500 m) et dans un environnement urbain, la puissance rayonnée diminue d'un facteur 10 (10 dB) lorsqu'on réduit de moitié le rayon de la cellule. Dans les petites cellules et lors d'une liaison avec contact visuel avec la station de base, la puissance ne diminue plus que d'un facteur 4 (6 dB) en cas de réduction de moitié du rayon de la cellule (affaiblissement de la liaison en espace libre ou *free space loss*).

²⁶ Les participants qui sont immobiles ou ne se déplacent que peu pendant l'utilisation du réseau.

²⁷ WIK Consult: *Impact of traffic off-loading on spectrum demand*.

²⁸ Commission européenne, *Study on Impact of traffic off-loading and related technological trends on the demand for wireless broadband spectrum (final report)*, 2013, ISBN: 978-92-79-30575-7.

au Japon²⁹. Ces travaux ont notamment été distingués par l'Union internationale des télécommunications (UIT) à Genève. En outre, on recense des approches visant à utiliser des lampes LED telles qu'on en trouve dans le commerce pour la communication sans fil (Visible Light Communication, VLC). Il est concevable qu'à l'avenir, des solutions de communication basées sur les techniques FSO et VLC puissent compléter, voire en partie remplacer le réseau de téléphonie mobile actuel à l'intérieur des bâtiments (VLC), mais aussi en dehors de ceux-ci (FSO). Ces concepts se trouvent toutefois encore en phase de recherche, et on ne saurait prédire à l'heure actuelle quand les produits atteindront une maturité technique et économique qui en ferait une alternative valable à la communication mobile actuelle. Les éventuelles répercussions sur la santé de nouvelles technologies de ce genre doivent par ailleurs encore être tirées au clair.

²⁹ PIERS Proceedings, Kuala Lumpur, Malaisie, du 27 au 30 mars 2012.

4 Répercussions sur la santé et conséquences biologiques du rayonnement de la téléphonie mobile

4.1 Exposition de la population au rayonnement de la téléphonie mobile

D'une façon générale, il convient de faire la distinction entre les appareils qui sont utilisés à proximité du corps humain (p. ex. téléphones mobiles et téléphones sans fil) et les sources de rayonnement éloignées du corps humain (p. ex. stations de base pour la téléphonie mobile, émetteurs de radio et télévision). Les téléphones mobiles utilisés par des tierces personnes qui se trouvent à quelques mètres alentour entrent également dans la seconde catégorie. Dans une zone urbaine, le rayonnement à haute fréquence dans l'espace public provient principalement de stations de base pour la téléphonie mobile³⁰. Les nuisances sont certes nettement en dessous des valeurs seuils d'immissions fixées pour la Suisse, mais elles ont augmenté continuellement au cours des dernières années. Ainsi, dans la région de Bâle, l'intensité du champ électrique provenant de stations de base pour la téléphonie mobile a progressé de 23 % par an entre 2010 et 2012³¹. Les expositions les plus fortes sont mesurées dans les transports en commun. Elles résultent en majeure partie de l'usage des téléphones mobiles par les autres voyageurs³².

Les appareils fonctionnant à proximité du corps humain, tels que les téléphones mobiles, ont, en cas d'utilisation quotidienne, des effets locaux beaucoup plus marqués sur les tissus organiques que les stations émettrices fixes. L'entrée d'énergie maximale induite par un téléphone mobile dans la tête est environ 1000 à 100 000 fois plus forte que celle des sources usuelles en champ lointain³³. La durée d'exposition est toutefois généralement moins longue dans le cas d'appareils utilisés à proximité du corps, et son intensité diminue à mesure que la distance par rapport à l'appareil augmente. Les sources en champ lointain exposent l'ensemble du corps de façon homogène, et la durée d'exposition peut être sensiblement plus longue. Pour l'heure, aucune étude systématique n'a été menée pour déterminer quelles sources contribuent en fin de compte davantage à l'exposition individuelle. Pour l'heure, on ne sait pas non plus exactement quelle grandeur d'exposition il conviendrait d'employer pour procéder à des comparaisons de ce genre. L'exposition provenant du propre téléphone mobile dépend pour beaucoup de la puissance rayonnée par celui-ci. Plus la distance avec la station de base la plus proche est réduite et moins il y a d'obstacles entre eux, plus la puissance rayonnée nécessaire à la liaison est faible et, donc, moins l'utilisateur est exposé. Les réseaux à petites cellules offrent un avantage à cet égard, de même que la desserte d'endroits fermés dans les bâtiments et les véhicules par des antennes intérieures, parce que dans ce cas, il n'est pas nécessaire de passer à travers une façade ou une carrosserie à effet atténuateur.

4.2 Effets néfastes connus et scientifiquement prouvés

Le seul effet du rayonnement à haute fréquence qui est indubitablement attesté scientifiquement et nocif pour l'être humain est l'effet thermique. Le rayonnement – à intensité comparativement élevée – a la propriété de chauffer les tissus organiques. Le processus moléculaire à la base de ce phénomène est suffisamment connu. L'échauffement a divers effets négatifs pour la santé : il endommage les tissus,

³⁰ Urbinello *et al.* 2014 : Use of portable exposure meters for comparing mobile phone base station radiation in different types of areas in the cities of Basel and Amsterdam. *Science of the Total Environment*; 468-469 : 1028-1033

³¹ Urbinello *et al.* 2013 : *Zeitliche und räumliche Verteilung hochfrequenter elektromagnetischer Felder (HF-EMF) im Raum Basel*. Swiss TPH Bâle et Département de la santé publique de Bâle-Ville.
<https://team.swisstph.ch/share/s/2J-bAtXETy-eSalqHjVXQQ>

³² Frei *et al.* 2009: Temporal and spatial variability or personal exposure to radio frequency electromagnetic fields. *Environ. Res.* 109(6): 779-785.

³³ Lauer *et al.* 2013: Combining near- and far-field exposure for an organ-specific and whole-body RF-EMF proxy for epidemiological research: A reference case. *Bioelectromagnetics* 34(5): 366-374.

détériorer les organes reproducteurs ou atténuer la capacité de mémoire. Ces effets constituent le fondement des valeurs limites de base et des valeurs de référence recommandées par l'ICNIRP (Commission internationale pour la protection contre le rayonnement non ionisant). Pour les immissions ayant une incidence sur l'environnement, les valeurs de référence de l'ICNIRP ont été reprises en tant que valeurs limites d'immissions dans l'annexe 2 de l'ORNI. Dans le cadre de la procédure d'octroi de permis de construire, on procède à un examen pour s'assurer que le rayonnement des stations émettrices de téléphonie mobile respecte ces valeurs limites d'immissions dans l'environnement accessible. Pour les appareils de téléphonie mobile, aucune limite contraignante sur le plan juridique n'a été fixée au rayonnement en Suisse. Dans le cadre de la certification CE, on s'assure toutefois que les appareils concernés respectent la valeur limite de base de l'ICNIRP pour le taux d'absorption local de rayonnement.

D'autres effets biologiques, également étudiés, ne sont pas suffisamment attestés sur le plan scientifique ou leur pertinence pour la santé humaine n'est pas connue. Ils ne sont donc pas pris en compte en tant que fondement pour les valeurs limites d'immissions. Tel est le résultat d'une série de rapports de synthèse réalisés sur mandat de l'OFEV portant sur l'état de la recherche sur les effets pour l'être humain, dont le plus récent date de 2013³⁴. Ce rapport constate toutefois en même temps un manque d'études parlantes menées sur le long terme. Le manque de preuves quant aux risques pour la santé ne signifie donc pas automatiquement qu'il n'y a aucun effet.

4.3 Autres effets biologiques

En réalité, différentes disciplines scientifiques et des expériences faites au quotidien laissent à penser qu'il existe des effets d'un autre type, qui ne s'expliquent pas selon le modèle thermique. Ils sont déjà observés avec une exposition tellement faible qu'il est peu probable qu'ils soient un effet thermique. Quelques-uns de ces effets ne surviennent que lorsque le signal d'exposition présente des signatures temporelles, par exemple une modulation spécifique. Les effets analysés et observés sont souvent subtils et avoisinent la limite de détection des méthodes d'analyse. Différents groupes de recherche ont par conséquent obtenu des résultats en partie contradictoires pour une même question. Au vu de la généralisation du rayonnement à haute fréquence dans notre espace de vie, un effet moindre pourrait cependant déjà avoir des conséquences considérables pour la population dans son ensemble. En 2011, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a classé le rayonnement à haute fréquence parmi les sources potentielles de cancer chez l'être humain (classe 2B). L'OMS se fonde pour cela sur une évidence limitée d'une survenance accrue de tumeurs dans le secteur de la tête lors de l'utilisation d'un téléphone mobile au niveau de la tête.

Dans le cadre de l'évaluation du présent rapport, un groupe d'experts interdisciplinaire a été chargé d'analyser les indices et de les évaluer. Le résultat est présenté dans le rapport³⁵ *Biologische Effekte und mögliche gesundheitliche Auswirkungen von Hochfrequenzstrahlung – offene Fragen*, d'où sont citées les conclusions ci-après. Le groupe d'experts a étudié des rapports d'études sur l'effet du rayon-

³⁴ Hug K., Rösli M. 2013 : Rayonnement de stations émettrices et santé. Evaluation d'études scientifiques portant sur des expositions à faibles doses. Etat : décembre 2012. *Connaissance de l'environnement* n° 1323. Office fédéral de l'environnement, Berne.

³⁵ Hug et al 2014: *Beurteilung der Evidenz für biologische Effekte schwacher Hochfrequenzstrahlung. Bericht im Auftrag des BAFU.*

http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01117/index.html?lang=de&download=NHzLp-Zeq7t.lnp6l0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2YUq2Z6qpJCHd3l2qGym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--

nement à haute fréquence sur les êtres humains, les animaux et les cellules et sélectionné les conclusions qui étaient pertinentes à ses yeux. L'évaluation s'est focalisée sur la question de savoir dans quelle mesure un effet rapporté est attesté avec certitude selon des critères scientifiques.

Pour ce faire, on a utilisé un schéma de classification à quatre niveaux selon les critères suivants :

Classification	Critères requis
Evidence suffisante	<ul style="list-style-type: none"> – Une relation positive a été observée entre l'exposition et l'effet. – L'effet a été confirmé dans plusieurs études menées par des chercheurs indépendants ou avec différents protocoles de recherche, et il existe une relation de cause à effet uniforme en lien avec l'exposition. – D'autres facteurs d'influence (facteurs perturbateurs) peuvent être exclus avec un degré de certitude satisfaisant.
Evidence limitée	<ul style="list-style-type: none"> – L'évidence d'un effet repose uniquement sur un petit nombre d'études, ou alors des questions non résolues demeurent en ce qui concerne la conception, la réalisation ou l'interprétation des études. – D'autres facteurs d'influence peuvent être exclus de ces études avec un degré de certitude satisfaisant.
Evidence insuffisante	<ul style="list-style-type: none"> – La qualité, la concordance ou la valeur statistique de ces études ne permet pas de tirer des conclusions univoques.
Evidence d'une absence	<ul style="list-style-type: none"> – Dans plusieurs études, des chercheurs indépendants suivant des protocoles de recherche différents n'ont observé aucun effet sur au moins deux espèces ou deux types de cellules et sur un éventail suffisant d'intensités de champs.

Tableau 5 : Avec quel degré de certitude un effet biologique est-il prouvé ?

Le groupe d'experts parvient à la conclusion suivante :

- Les valeurs limites recommandées par l'ICNIRP présentent un facteur de sécurité inférieur quant aux nuisances thermiques que cela n'a été supposé jusqu'à présent.
- Si la valeur limite de base de l'ICNIRP est respectée, certaines cellules peuvent néanmoins être exposées à des valeurs sensiblement supérieures à cette valeur limite. La raison en est que la moyenne prévue par l'ICNIRP sur 10 grammes de tissu corporel est calculée localement en cas d'exposition limitée et sur l'ensemble du corps en cas d'exposition étendue.
- Il existe une évidence suffisante du fait qu'une exposition de courte durée de la tête d'un être humain a une influence sur les flux dans le cerveau. L'effet intervient lors d'intensités situées dans le secteur de la valeur limite de l'ICNIRP pour la contrainte locale.
- Il existe une évidence limitée d'une influence sur l'irrigation du cerveau, d'un effet néfaste sur la qualité du sperme, d'une déstabilisation du patrimoine génétique, ainsi que de répercussions sur l'expression de gènes, sur la mort programmée des cellules et sur le stress oxydatif des cellules en cas d'exposition avec un rayonnement dans le secteur d'intensité de la valeur limite de l'ICNIRP pour la contrainte locale.
- En ce qui concerne les autres effets, l'évidence est jugée insuffisante. Toutefois, en l'état actuel du savoir, ces effets ne peuvent pas être exclus.
- Le nombre d'études portant sur les effets à long terme d'expositions dues à des stations émettrices fixes demeure très faible, de sorte que des répercussions sur la santé telles qu'un risque accru de cancer et des troubles du bien-être ne peuvent pas être exclues avec une sécurité suffisante.

- Des effets liés à la modulation ont été décelés à plusieurs reprises. Ceux-ci montrent que non seulement l'apport en énergie, mais aussi la caractéristique du signal d'exposition jouent un rôle. Ils ne sont par ailleurs pas compatibles avec le modèle des effets thermiques.
- En l'état actuel du savoir, on ne peut exclure les risques que pour quelques-uns des effets examinés.

5 Conditions cadres juridiques pour la mise en place et le développement du réseau

5.1 Droit des télécommunications

Les services postaux et les télécommunications relèvent de la compétence de la Confédération (art. 92, al. 1 Cst.). La loi fédérale sur les télécommunications a pour but d'assurer aux particuliers et aux milieux économiques des services de télécommunication variés, avantageux, de qualité et concurrentiels sur le plan national et international (art. 1 LTC). Cet objectif doit en particulier permettre une concurrence efficace entre les fournisseurs de services de télécommunication. Le législateur a considéré qu'il était important d'encourager la concurrence au niveau des prestations aussi bien que de l'infrastructure³⁶. L'art. 23, al. 4 de la loi sur les télécommunications prévoit que l'octroi d'une concession de radiocommunication ne doit pas constituer un grave obstacle à une concurrence efficace à moins que cela ne soit justifié par des raisons d'efficacité économique.

En règle générale, l'octroi d'une concession de radiocommunication fait l'objet d'un appel d'offres public si les fréquences utilisées servent à fournir des services de télécommunication et qu'il n'existe pas assez de fréquences disponibles pour satisfaire tous les intéressés présents et futurs (art. 24, al. 1 LTC). La Commission fédérale de la communication (ComCom) est responsable de l'octroi des concessions de téléphonie mobile. En raison de la progression constante de la demande, les fréquences disponibles dans le domaine de la téléphonie mobile sont généralement en nombre limité et doivent en principe être octroyées lors d'un appel d'offres.

La documentation de l'appel d'offres règle les modalités de la procédure d'octroi (adjudication selon certains critères, vente aux enchères), les conditions cadres techniques pour l'utilisation des fréquences et les conditions liées à chacune des concessions.

5.1.1 Concessions de téléphonie mobile

En 2012, la ComCom a adjudiqué, dans le cadre d'enchères, l'ensemble des fréquences de téléphonie mobile disponibles ou qui se libéreront dans un avenir prévisible. Les nouvelles concessions octroyées sont valables jusqu'à fin 2028 et sont délivrées de manière technologiquement neutre. Autrement dit, les concessionnaires peuvent utiliser les fréquences qui leur sont allouées dans les différentes bandes de fréquence avec la technologie de leur choix³⁷. Les conditions cadres juridiques pour la mise en place et l'exploitation de réseaux de téléphonie mobile en Suisse étaient connues des concessionnaires avant la vente aux enchères.

Les concessions de téléphonie mobile incluent le droit d'utiliser le spectre de fréquences dans l'ampleur définie, dans tout le pays. En même temps, elles prévoient des obligations d'utilisation et de desserte pour la fourniture de services de téléphonie mobile dans l'ensemble du pays via les propres réseaux. Cela permet de créer les conditions cadres pour l'instauration d'une concurrence au niveau des services aussi bien que de l'infrastructure. La qualité visée pour la desserte de téléphonie mobile dépend principalement de la demande sur le marché. Les fournisseurs s'efforcent d'améliorer en permanence leur offre pour pouvoir se maintenir sur le marché. Au vu de ces considérations, les opérateurs de téléphonie mobile planifient eux-mêmes le développement de leur réseau et recherchent, dans le cadre de la planification du réseau, les sites adaptés sur le plan des technologies de radiocommunication, pour la construction d'antennes de télécommunications. La concession en soi ne donne toutefois pas droit à un permis de construire.

³⁶ Message concernant la révision de la loi sur les télécommunications (LTC) du 10 juin 1996 ; FF 1996 III, p. 1374 ss.

³⁷ Les concessions GSM (900 MHz, 1800 MHz) sont arrivées à échéance fin 2013 ; les concessions UMTS (2,1 GHz) échoient à fin 2016. Les fréquences correspondantes ont déjà été octroyées dans le cadre d'enchères en 2012 et pourront, après une phase de transition définie, être exploitées par les nouveaux utilisateurs dans le cadre des nouvelles concessions allouées.

Sur la base de l'art. 36 LTC, les concessionnaires sont tenus de permettre la co-utilisation des emplacements pour l'installation et l'exploitation d'antennes en dehors des zones à bâtir par les autres concessionnaires de téléphonie mobile. Ils sont par ailleurs tenus d'utiliser les sites d'autres concessionnaires, lorsque ces sites ont une capacité suffisante et qu'aucun obstacle d'ordre technique, juridique ou économique n'empêche la co-utilisation du site. A l'intérieur des zones à bâtir, une co-utilisation et, partant, une concentration sur un site, ne sont souvent pas possibles et revêtent moins d'importance. Si la valeur limite de l'installation selon l'ORNI est déjà pratiquement atteinte en un lieu à utilisation sensible avec les antennes d'un opérateur de téléphonie mobile, il n'existe aucune marge de manœuvre pour des antennes supplémentaires d'un autre opérateur sur le même mât, à moins que le premier utilisateur du site ne renonce volontairement à une partie de sa puissance d'émission autorisée, qui inclue parfois des réserves.

5.2 Droit environnemental

La loi sur la protection de l'environnement a pour but de protéger les hommes, les animaux et les plantes, leurs biocénoses et leurs biotopes contre les atteintes nuisibles ou incommodes, et de conserver durablement les ressources naturelles, en particulier la diversité biologique et la fertilité du sol (art. 1, al. 1 LPE). Les atteintes qui pourraient devenir nuisibles ou incommodes doivent être réduites à titre préventif et assez tôt (art. 1, al. 2 LPE). En ce qui concerne les émissions, l'art. 11, al. 2 LPE prévoit qu'indépendamment des nuisances existantes, il importe, à titre préventif, de limiter les émissions dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable. Cette prescription s'applique notamment aussi aux rayonnements non ionisants des installations de téléphonie mobile³⁸.

Les limites au rayonnement produit par les stations émettrices sont définies dans l'ordonnance du 23 décembre 1999 sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI)³⁹, laquelle se fonde sur la loi du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (LPE)⁴⁰. Elle énonce d'une part des valeurs limites d'immissions (VLI) afin de protéger les êtres humains contre les dangers scientifiquement prouvés et acceptés du rayonnement, et d'autre part des valeurs limite de l'installation (VLInst), qui reflètent l'application du principe de précaution de la LPE.

5.2.1 Valeurs limites d'immissions

Les valeurs limites d'immissions protègent les êtres humains contre les risques pour la santé scientifiquement prouvés et acceptés induits par le rayonnement. Le Conseil fédéral a repris en tant que VLI les valeurs de référence recommandées de l'ICNIRP pour la population en général. Celles-ci reflètent l'état actuel des connaissances scientifiques et doivent être respectées dans tous les lieux où des êtres humains peuvent séjourner, même si ce n'est que pour une courte durée.

5.2.2 Principe de précaution et valeurs limites de l'installation

L'art. 1, al. 2 LPE prévoit que les atteintes qui pourraient devenir nuisibles ou incommodes, y compris celles pour lesquelles il n'existe pas de preuves scientifiques, doivent être réduites à titre préventif et

³⁸ Outre les antennes émettrices des stations de base, les téléphones mobiles émettent aussi un rayonnement non ionisant dans le milieu environnant. Il n'est pas du ressort de la législation sur l'environnement de lui fixer des limites. En ce qui concerne l'intensité du rayonnement des téléphones mobiles, les exigences applicables en Suisse sont les mêmes que dans l'Union européenne (UE) : les recommandations de l'ICNIRP (Commission internationale pour la protection contre le rayonnement non ionisant) doivent être observées dans le cadre des normes techniques applicables.

³⁹ RS 814.710.

⁴⁰ RS 814.01.

assez tôt. Pour cette raison, aux termes de l'art. 11, al. 2 LPE, il importe, à titre préventif, indépendamment des nuisances existantes, de limiter les émissions dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable. Cela doit créer une marge de sécurité face à des répercussions à long terme non prévisibles ou à des interactions avec d'autres influences environnementales. En ce qui concerne les stations émettrices pour la téléphonie mobile, le Conseil fédéral a concrétisé de manière exhaustive le principe de précaution énoncé sous la forme de valeurs limites de l'installation. Les autorités compétentes en matière d'autorisation n'ont pas le droit de fixer des exigences plus élevées dans un cas particulier en ce qui concerne la limite du rayonnement. L'ORNI garantit ainsi la sécurité du droit pour tous les participants.

La valeur limite de l'installation se réfère au rayonnement produit par une installation spécifique et doit être respectée dans les « lieux à utilisation sensible » (LUS). Cette valeur varie pour les différentes bandes de fréquence de la téléphonie mobile et est environ dix fois inférieure aux valeurs limites d'immissions pour ce qui est de l'intensité du champ. Les lieux à utilisation sensible sont des locaux situés à l'intérieur d'un bâtiment dans lesquels des personnes séjournent régulièrement durant une période prolongée, les places de jeux définies dans un plan d'aménagement, ainsi que les zones non bâties sur lesquelles les activités mentionnées sont permises. L'exploitation de l'installation avec la puissance d'émission maximale (autorisée) est déterminante.

Le Conseil fédéral a fixé les valeurs limites de l'installation pour les installations de téléphonie mobile en 1999 en se fondant sur les expériences faites à l'époque avec les réseaux GSM de telle manière que leur observation soit possible sur le plan de la technique et de l'exploitation et économiquement supportable. Depuis lors, deux autres technologies de téléphonie mobile ont fait leur apparition et la demande en transmission de données mobile s'est considérablement accrue. Si au départ, beaucoup d'installations émettrices disposaient de réserves notables en termes de performance et de capacités, celles-ci ont été progressivement utilisées avec la mise en service de fréquences supplémentaires et de nouvelles technologies. Il en ressort qu'aujourd'hui, les opérateurs ne peuvent souvent plus étendre les stations émettrices dans l'ampleur voulue, parce qu'avec une telle extension, les valeurs limites de l'installation seraient dépassées en au moins un LUS.

5.2.3 Fiche de données spécifique au site

Dans la fiche de données spécifique au site, le propriétaire de l'installation déclare de manière contraignante les paramètres techniques d'une installation émettrice de téléphonie mobile et calcule le rayonnement devant être escompté dans les lieux accessibles. Sur cette base, elle fournit la preuve du respect de la valeur limite d'immissions dans tous les lieux accessibles et de la valeur limite de l'installation dans tous les lieux à utilisation sensible. La structure de la fiche de données spécifique au site et le modèle de calcul sont prescrits dans l'aide à l'exécution de l'OFEV. Le calcul est simple sur le plan arithmétique. Il se fonde sur un modèle de propagation simplifié (modèle avec champ libre) et tient compte des principaux facteurs d'influence, tout en omettant certaines circonstances spatiales (bâti-ments, réflexions) dans la propagation du rayonnement. Si le droit de la construction prévoit une procédure d'autorisation pour une installation, la fiche de données spécifique au site fait partie intégrante de la demande de permis de construire et le propriétaire de l'installation est tenu de respecter les valeurs d'exploitation déclarées.

5.2.4 Adaptation et développement des installations d'antennes existantes

Sur la base des recommandations de la DTAP et des compléments apportés par l'OFEV en mars 2013, les modifications sur les installations qui n'engendrent aucune augmentation (ou seulement une augmentation moindre) de l'intensité des champs électriques dans les LUS, sont considérées non pas comme une modification au sens de l'ORNI, mais comme une modification mineure, pour laquelle il est possible de renoncer à demander une nouvelle autorisation de construire. L'objectif de cette réglementation, à savoir permettre l'introduction rapide de la nouvelle technologie de radiocommunication mobile LTE, a ainsi été réalisé.

Avec la suite du développement des réseaux de téléphonie mobile, des extensions de capacités seront toutefois de plus en plus nécessaires, qui ne relèveront plus de la législation sur les modifications mineures et seront donc soumises à autorisation. C'est notamment le cas lorsque la puissance d'émission est augmentée ou que le type d'antenne ou la direction du rayonnement d'une antenne est changée. Les recommandations de la DTAP ainsi que les compléments de l'OFEV de mars 2013 n'apportent pas de réelle simplification dans ce domaine.

5.2.5 Mesures de réception

L'évaluation pour savoir si la valeur limite de l'installation est respectée se fait avant la mise en service de l'installation par le biais du calcul du rayonnement produit par l'installation tel qu'il est consigné dans la fiche de données spécifique au site. Une installation n'est autorisée que si elle respecte la valeur limite de l'installation ainsi calculée. Si le calcul montre que la valeur limite de l'installation sur un LUS est atteinte à 80 %, il faut généralement procéder à une mesure de réception. Les méthodes de mesure à appliquer sont définies dans les recommandations de mesures de l'OFEV/METAS et prévoient une incertitude de mesure pour des raisons techniques. Cette marge doit atteindre au maximum +/- 45 %. Pour les mesures de réception, les propriétaires d'installations recourent généralement à des sociétés de tiers, qui sont accréditées pour la réalisation de telles mesures.

Si la mesure de réception débouche sur une charge en RNI supérieure à celle qui est prévue dans le calcul, le résultat de la mesure prime. Si la valeur limite de l'installation est dépassée lors de l'exploitation avec la puissance d'émission admise, l'autorité prescrit une réduction de la puissance d'émission ou une autre adaptation de l'installation. Par contre, si la mesure débouche sur une charge en RNI inférieure à ce que prévoyait le calcul, le propriétaire de l'installation n'a pas automatiquement le droit d'augmenter la puissance d'émission au-delà du domaine autorisé. Cependant, en se fondant sur la mesure, il peut requérir à ce que la puissance d'émission soit revue à la hausse.

5.2.6 Système d'assurance qualité

Au printemps 2005, le Tribunal fédéral⁴¹ a décidé que l'exploitation d'antennes de téléphonie mobile devait être mieux contrôlée que ce n'était le cas jusqu'alors, et qu'il fallait en particulier s'assurer que les puissances émettrices et les directions d'émission autorisées étaient respectées. La crainte que des installations de téléphonie mobile puissent être exploitées au-delà de la puissance d'émission autorisée, du fait que les opérateurs de téléphonie mobile peuvent modifier à distance la puissance d'émission des antennes, a conduit à l'introduction d'un système de contrôle. Chaque opérateur de téléphonie mobile est de ce fait tenu d'entretenir un système d'assurance qualité, qui garantit que ses installations émettrices sont exploitées conformément à l'autorisation octroyée et que les valeurs limites de l'ORNI sont respectées. Selon le Tribunal fédéral, les systèmes d'assurance qualité (systèmes AQ) recommandés par l'OFCOM et l'OFEV satisfont aux exigences en matière de contrôle efficace des limites d'émission et constituent une alternative admise au contrôle par des mesures préventives au niveau des constructions.⁴²

Les valeurs paramétrées pour la direction d'émission et pour la puissance émettrice maximale de chaque antenne sont saisies dans une banque de données et comparées quotidiennement aux valeurs autorisées. Les dépassements doivent être corrigés dans un délai de 24 heures, dans la mesure où la commande à distance le permet, ou en l'espace d'une semaine de travail si tel n'est pas le cas. Les autorités d'exécution doivent être informées de tous les dépassements survenus et disposent d'un droit de consultation de la banque de données à des fins de contrôle.

⁴¹ TF 1A.160/2004 du 10 mars 2005 (Bolligen)

⁴² TF 1C_118/2010 du 20 octobre 2010, 1C_282/2008 du 7 avril 2009, 1C_45/2009 du 6 juillet 2009 E. 2.3, 1C_316/2007 du 30 avril 2008 E. 7.

Deux contrôles par échantillonnage effectués dans les années 2007 et 2010-2011 par les services spécialisés RNI cantonaux respectivement sur mandat de l'OFEV ont permis de conclure que les systèmes AQ au niveau des données et des procédures de surveillance routinières, à quelques exceptions près, fonctionnent bien et remplissent la fonction pour laquelle ils ont été conçus. Aucun dépassement de la valeur limite de l'installation n'a été constaté dans une quelconque installation.

5.3 Législation en matière de construction et d'aménagement du territoire

5.3.1 Généralités

La mise en place d'antennes de radiocommunication est soumise à l'obtention d'un permis de construire. Les autorisations de construire à l'intérieur des zones à bâtir relèvent généralement de la compétence des autorités communales. Les permis de construire en dehors des zones à bâtir sont quant à eux du ressort des instances cantonales.

Lors de l'évaluation des demandes de permis de construire pour des antennes de téléphonie mobile, les autorités communales chargées d'octroyer les permis sont souvent sous pression. Tirillées entre les dispositions de la législation sur la protection de l'environnement, sur les télécommunications et en matière d'aménagement du territoire, elles doivent tenir compte d'intérêts divers. Les exigences de plus en plus élevées envers la communication sans fil et la volonté des opérateurs de téléphonie mobile d'exploiter sans accroc techniques leurs réseaux font face au souhait de la population d'être protégée contre le rayonnement non ionisant, mais aussi aux intérêts de la protection des sites construits et du paysage.

5.3.2 A l'intérieur de la zone à bâtir

Longtemps, beaucoup de parties prenantes ont estimé que les communes n'avaient guère leur mot à dire lors du choix de l'emplacement des antennes de téléphonie mobile sur le territoire communal.

Les installations de téléphonie mobile qui desservent l'agglomération doivent en règle générale être placées à l'intérieur de la zone à bâtir. Les installations de téléphonie mobile situées dans les zones à bâtir sont en principe en conformité avec l'affectation de la zone. Toutefois, une concentration d'antennes de radiocommunication sur un petit nombre d'emplacements n'est en général pas souhaitable dans les zones à bâtir, parce qu'elle se traduit par une augmentation de la charge de rayonnement dans les environs et, dans bien des cas, les valeurs limites de l'installation ne pourraient pas être respectées.⁴³ Si un projet satisfait aux exigences en matière de droit de construction et de législation sur la protection de l'environnement, le demandeur a le droit de bénéficier du permis de construire requis (autorisation de police). C'est notamment le cas lorsque les constructions et les installations sont conformes à l'affectation de la zone, que le terrain est équipé et que les autres conditions posées par le droit fédéral et le droit cantonal sont respectées (art. 22, al. 2 et 3 LAT). Des emplacements alternatifs et la coordination avec les installations existantes ne peuvent être exigés que si le droit communal ou cantonal applicable le prévoit.⁴⁴ La procédure ordinaire de demande de permis de construire, contrairement à la procédure d'exception prévue à l'art. 24 LAT, n'offre pas de marge de manœuvre pour peser

⁴³ Groupe de travail de la Confédération et des cantons, Recommandations pour la coordination des procédures de planification et d'octroi des autorisations de construire pour les stations de base de téléphonie mobile et de raccordements sans fil d'abonnés de janvier 2001, ch. 1.2 ; URS WALKER, Baubewilligungen für Mobilfunkantennen, bundesrechtliche Grundlagen und ausgewählte Fragen, Baurecht 2000, p. 9.

⁴⁴ Jugement 1A.140/2003 du 18 mars 2004 E. 3.3 (territoire de chemin de fer de Rothenburg Dorf/Emmen), ZBI 2006, p. 193 ss. p.198 ; 1A.148/2002 du 12 août 2003 E.2.2 (commune de Baar).

pleinement les intérêts et examiner les besoins.⁴⁵ Les antennes de téléphonie mobile ont été généralement considérées comme conformes à l'affectation de la zone à l'intérieur des zones à bâtir.⁴⁶

La jurisprudence récente du Tribunal fédéral énonce toutefois clairement que la planification de l'affectation permet d'influencer le choix de l'emplacement d'antennes de téléphonie mobile à l'intérieur de la zone à bâtir. Dans son arrêt ATF 133 II 321 E. 4.3.4 p. 327 ss., le Tribunal fédéral a considéré que les communes et les cantons étaient de façon générale habilités, dans le cadre de leurs compétences en matière de droit de la construction et d'aménagement du territoire, à émettre des directives sur la construction et les zones dans le cas d'installations de téléphonie mobile, à condition que les limites fixées par le droit fédéral, en particulier la législation fédérale sur la protection de l'environnement et sur les télécommunications, soient respectées. Ainsi, la protection contre les immissions dans le domaine du rayonnement non ionisant est réglementée en détail dans l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI). Les prescriptions en matière de droit de construction et d'aménagement du territoire pour la protection de la population contre ce rayonnement n'entrent donc pas en ligne de compte. Cependant, aussi longtemps que les dispositions d'aménagement du territoire servent d'autres intérêts que la protection de l'environnement, par exemple la préservation du caractère ou de la qualité de vie résidentielle d'un quartier, elles sont en principe possibles. Une autre condition mise en avant par le Tribunal fédéral dans le contexte des possibilités de pilotage est la prise en compte de l'intérêt à disposer d'une desserte de téléphonie mobile de qualité et à assurer une concurrence effective entre les opérateurs de téléphonie mobile.

Le Tribunal fédéral a réagi à la critique provenant de la doctrine et de l'opinion publique en adoptant une nouvelle jurisprudence. Dans la doctrine, on a surtout critiqué le fait que la jurisprudence du Tribunal fédéral a conduit à ce que les autorités compétentes en matière de construction et d'aménagement du territoire ne puissent plus exercer d'influence sur l'admissibilité et l'emplacement des installations de téléphonie mobile à l'intérieur de la zone à bâtir.

En tant qu'instruments possibles de planification d'un emplacement, le Tribunal fédéral a mentionné le pilotage de l'aménagement du territoire par la différenciation des zones (planification négative⁴⁷, planification positive⁴⁸, réglementation en cascade⁴⁹), mais aussi une réglementation sur l'évaluation de l'emplacement par une pesée des intérêts p. ex. dans l'ATF 138 II 173 (commune d'Urtenen-Schönbühl). Dans cet arrêt, le Tribunal fédéral a considéré que le modèle en cascade motivé par l'aménagement du territoire était une mesure de planification de l'emplacement du site appropriée et proportionnelle. Il a en outre considéré que les communes avaient le droit d'édicter des dispositions dans le cadre de la planification de l'affectation pour se prémunir contre d'éventuelles immissions et de réagir aux craintes subjectives et au malaise de la population à l'égard des installations de téléphonie mobile en prenant des mesures d'aménagement du territoire. Dans le cadre de la mesure de planification prise, la com-

⁴⁵ Jugements 1A.18/2004 et 1P.54/2004 du 15 mars 2005 (commune de Walchwil), ZBI 2006 p. 203 ss. E. 5.3, p. 206; 1A.140/2003 du 18 mars 2004 (territoire du chemin de fer Rothenburg Dorf/Emmen), ZBI 2006 p. 193 ss. E. 3.1 p. 197; 1A.264/2000 du 24 septembre 2002 E. 9.4 (ville de Zurich), URP 2002 p. 769.

⁴⁶ ARNOLD MARTI, Anmerkungen zum Urteil 1A.140/2003 vom 18. März 2004 (Bahnareal Rothenburg Dorf/Emmen), ZBI 2006 S. 200; WALTER HALLER/PETER KARLEN, *Raumplanungs-, Bau- und Umweltrecht*, 3. Aufl., Band I, Zürich 1999, Rz. 552.

⁴⁷ La *planification négative* désigne une planification dans laquelle certaines affectations sont exclues dans des secteurs définis sur un plan.

⁴⁸ La *planification positive* désigne une planification dans laquelle certaines affectations sont admises en principe dans des zones définies sur un plan.

⁴⁹ Par *modèle en cascade*, on entend la définition de priorités dans des zones spécifiques. Un emplacement dans un secteur ayant un niveau de priorité inférieur (p. ex. zone mixte résidentielle et artisanale ou zone purement résidentielle) n'est admis que si un emplacement dans un secteur ayant un niveau de priorité supérieur (zone industrielle) n'est pas envisageable.

mune d'Urtenen-Schönbühl ne s'est en outre pas limitée à des parties spécifiques du territoire communal, mais a traité et intégré dans une vue d'ensemble⁵⁰ de la commune tous les problèmes majeurs qui se posaient. Une pesée générale des intérêts a donc eu lieu. Les nouvelles dispositions du droit de la construction de la commune d'Urtenen-Schönbühl prévoyait en outre des prescriptions qui pouvaient être interprétées et appliquées dans les cas individuels de manière à ne pas limiter de manière inadmissible les droits fondamentaux des opérateurs de téléphonie mobile (liberté d'information, liberté économique et garantie de la propriété) et à prendre dûment en compte les intérêts relevant du droit des télécommunications.

En ce qui concerne la conformité aux zones, un point décisif et déterminant dans la procédure d'octroi de permis de construire et de recours consiste à savoir si les communes ont édicté des prescriptions particulières sur les antennes de téléphonie mobile dans leur réglementation de base en matière de droit de la construction (règlement sur les constructions, plan de zones ou plan de quartier). Il permet de juger dans quelle mesure des installations de téléphonie mobile à l'intérieur de la zone à bâtir d'un secteur déterminé sont admissibles ou ne le sont pas.⁵¹ S'il n'existe pas de prescriptions particulières en matière de construction et de zones, les installations de téléphonie mobile sont en principe admises indépendamment de la désignation de l'affectation des zones, partout à l'intérieur de la zone à bâtir, autrement dit dans les zones d'activité industrielle et commerciale, dans les zones mixtes résidentielles et commerciales, et aussi dans les zones purement résidentielles.⁵² Si les communes n'ont pas émis de prescriptions particulières relatives aux installations de téléphonie mobile, la conformité avec la zone doit être admise même si elle vise l'équipement de la zone à bâtir dans son ensemble, et non pas spécifiquement la portion de la zone à bâtir envisagée.⁵³

A l'intérieur de la zone à bâtir, les emplacements alternatifs ou la coordination des installations de téléphonie mobile ne peut être exigée que si les communes le prévoient expressément dans leur réglementation fondamentale en matière de construction.⁵⁴ Enfin, pour les installations situées à l'intérieur de la zone à bâtir, une pondération détaillée des intérêts ou une étude des besoins ne peut être exigée que si les réglementations fondamentales des communes en matière de construction prévoient une base légale à cet effet.⁵⁵

On constate la tendance croissante chez les communes à élaborer par des prescriptions communales des mesures de planification afin de pouvoir prendre position sur le choix des emplacements. Ce serait une indication du fait que dans les communes concernées, on attache au moins autant d'importance au souhait de protection qu'à la recherche d'un développement du réseau rapide et étendu. Les opérateurs de téléphonie mobile craignent que des mesures de ce type rallongent les procédures et empêchent une desserte suffisante en services de télécommunication. Avec les clarifications supplémentaires au niveau des emplacements, les coûts de développement du réseau pourraient également augmenter. Ces craintes dans la perspective des opérateurs ne peuvent être ignorées. D'un autre côté, des clarifications précoces et détaillées quant à l'emplacement peuvent faire en sorte qu'il y ait moins de procédures juridiques et – s'il devait néanmoins y avoir des recours –, que les tribunaux s'appuient sur de

⁵⁰ ATF 133 II 321 E. 4.3.4.

⁵¹ TF 1C_449/2011 du 19 mars 2012 E. 5.3 ; voir également à ce sujet Heinz Aemisegger, Die bundesgerichtliche Rechtsprechung zu Standortgebundenheit und Standortplanung von Mobilfunkanlagen, in : *Dossier zu Raum & Umwelt* Marz Nr. 2/08, p. 14 s.

⁵² Benjamin Wittwer, Bewilligung von Mobilfunkanlagen, Diss. 2.Autl. Naumann, p. 94 ss.

⁵³ Voir à ce sujet TF 1C449/2011 du 19 mars 2012, E. 5.3

⁵⁴ TF 1A. 140/2003 du 18 mars 2004 E. 3.3 ; ZBI 2006, p. 193 ss.

⁵⁵ TF 1A. 18/2004 et 1P. 54/2004 du 15 mars 2005 ; ZBI 2006, p.203 ss ; URP 2002, p. 769 ; Heinz Aemisegger, Die bundesgerichtliche Rechtsprechung zu Standortgebundenheit und Standortplanung von Mobilfunkanlagen, in : *Dossier zu Raum & Umwelt* Marz Nr. 2/08, p. 20.

bonnes bases de planification avec une pesée soignée des intérêts, ce qui permettrait le cas échéant de raccourcir la procédure. La desserte suffisante en services de télécommunication doit être garantie dans tous les cas – sur la base de la loi fédérale sur les télécommunications. Par conséquent, les installations de téléphonie mobile ne sont plus exclues des zones résidentielles.

Si des plans d'affectation sont modifiés, l'autorité compétente peut prévoir des zones réservées dans des territoires bien délimités. A l'intérieur de ces zones, rien ne doit être entrepris qui puisse entraver l'établissement du plan d'affectation (art. 27 LAT). Pendant la durée de la zone réservée, aucune autorisation pour des installations de téléphonie mobile n'est donc octroyée. Des zones réservées de ce type ont été manifestement en partie édictées par des communes qui souhaitaient intégrer dans leur plan d'affectation une réglementation relative aux installations de téléphonie mobile.

5.3.3 En dehors de la zone à bâtir

Le principe, en matière d'aménagement du territoire, de la séparation de la zone à bâtir et de la zone impropre à la construction a généralement pour conséquence que les installations de téléphonie mobile destinées à intégrer ou à desservir l'agglomération doivent être mises en place à l'intérieur des zones à bâtir et non en dehors de celles-ci. Les installations de téléphonie mobile prévues en dehors des zones à bâtir ne sont généralement pas conformes à l'affectation des zones. Elles requièrent une autorisation exceptionnelle aux termes de l'art. 24 LAT et ne peuvent être admises que si elles sont imposées par leur destination. Selon la jurisprudence constante du Tribunal fédéral, des antennes pour la téléphonie mobile peuvent exceptionnellement être indiquées dans un site hors des zones à bâtir si une lacune de couverture ou de capacité due à des motifs de technique radio sur un ou de plusieurs emplacements à l'intérieur des zones à bâtir n'ont pas pu être suffisamment comblées ou si dans un emplacement situé dans les zones à bâtir, une perturbation inadmissible des fréquences employées dans d'autres cellules radio du réseau est survenue. Le Tribunal fédéral a précisé cette jurisprudence en matière d'implantation d'antennes de téléphonie mobile imposées par la destination.⁵⁶ Il a considéré que, dans des circonstances qualifiées de particulières, un emplacement hors des zones à bâtir pouvait s'avérer si avantageux, compte tenu de tous les intérêts prépondérants, qu'il pouvait exceptionnellement être reconnu comme étant imposé par la destination pour des motifs autres que ceux liés à la technique radio. C'est possible lorsque les antennes de téléphonie mobile sont montées sur des constructions et des installations existantes, telles que des mâts d'antennes existants. Il convient de tenir compte de cette circonstance lors de la pesée des intérêts qui doit être entreprise dans le cadre de l'évaluation du site. Une condition fondamentale est que l'installation de téléphonie mobile en dehors des zones à bâtir n'entraîne pas de changement d'affectation majeur du terrain situé hors zone à bâtir et n'apparaisse pas comme un élément perturbateur. De plus, il faut s'assurer qu'aucun intérêt prépondérant ne s'oppose au projet (art. 24, lit. b LAT). Une autorisation exceptionnelle implique par conséquent toujours une évaluation du site, qui prend en compte d'éventuels emplacements alternatifs à l'intérieur et en dehors de la zone à bâtir et qui procède à une pesée générale des intérêts en jeu.⁵⁷ On peut vérifier que l'adéquation des sites alternatifs a été effectuée par exemple au moyen de cartes de desserte ou de fiches de données spécifique au site. Les opérateurs de téléphonie mobile ont l'obligation de contribuer à l'obtention de ces documents. S'ils ne fournissent pas de documentation, ou que celle-ci est insuffisante, pour des emplacements alternatifs possibles, ils violent leur obligation de collaboration dans le cadre de la procédure. Si, en raison d'une insuffisance des données pouvant être imputée à l'opérateur de téléphonie mobile, l'évaluation de l'emplacement ne peut pas être effectuée ou ne peut pas l'être intégralement, le permis de construire est refusé.⁵⁸ Lors de l'évaluation de ces demandes exceptionnelles, l'instance compétente au niveau cantonal est tenue de procéder à une pe-

⁵⁶ ATF 133 II 409 E. 4.2, p. 418 ss. (Sool), ATF 133 II 321 E. 4.3.3, p. 326 ss. (Günsberg).

⁵⁷ TF 1C 405/2011 du 24 avril 2012 E. 3 (Adligenswil).

⁵⁸ Voir à ce sujet JTA 100.2009.446 du 17 novembre 2011, E. 3.4.6, p. 15 ss. (Halenbrücke).

sée générale des intérêts. Si la pesée des intérêts prévue par le droit fédéral n'a pas lieu ou est insuffisante, il arrive régulièrement qu'il y ait un renvoi à l'instance précédente pour de plus amples clarifications et afin de compléter l'état des faits.

On voit dans ce contexte que les exigences pour la mise en place d'antennes hors de la zone à bâtir sont très élevées et que l'évaluation des sites peut conduire à de longues procédures.

5.4 Droit relatif à la protection de la nature et du paysage (OFEV)

En vertu de la norme fondamentale énoncée à l'**art. 3 de la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage** (LPN, RS 451), dont la teneur est en grande partie préfigurée dans l'art. 78, al. 2 de la Constitution fédérale (Cst., RS 101), la Confédération, ses institutions et ses établissements, ainsi que les cantons, veillent, *dans l'accomplissement des tâches de la Confédération*, à ce que les paysages et la physionomie des localités soient préservés et, là où l'intérêt public l'exige, en préservent l'intégrité. Aux termes de l'art. 3, al. 3 LPN, ce devoir existe quelle que soit l'importance de l'objet (importance locale, régionale, nationale), que l'objet à protéger ait formellement été défini comme tel ou pas (*Favre*, in : Keller/Zufferey/Fahrländer (éd.), *Kommentar NHG*, Zürich 1997, Art. 3 NHG, Rn. 23). Etant donné que l'octroi d'un permis de construire pour une antenne de téléphonie mobile selon l'art. 2, al. 1, let b LPN est également une tâche fédérale au sens de l'art. 78, al. 2 Cst., ces dispositions s'appliquent, que l'antenne de téléphonie mobile soit placée à l'intérieur d'une zone à bâtir ou en dehors de celle-ci.

L'art. 3 LPN n'exige pas une protection absolue du paysage ; une intervention n'est toutefois admise que là où l'intérêt général le requiert. Pour l'examen de cette question, une pesée aussi complète que possible de tous les intérêts publics et privés en faveur du projet et contre celui-ci doit être entreprise (ATF 137 II 266 E. 4, p. 274 s.). Le Tribunal fédéral examine en principe librement l'application de l'art. 3 LPN, mais en faisant preuve de retenue, car les autorités cantonales connaissent mieux les circonstances locales à évaluer que le Tribunal fédéral.⁵⁹

L'art. 6 LPN assure une protection accrue aux objets d'importance nationale, qui ont été formellement inscrits dans un inventaire fédéral au sens de l'art. 5 LPN. Les inventaires fédéraux au sens de l'art. 5 LPN sont l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels (voir OIFP, RS 451.11), l'inventaire fédéral des sites construits à protéger en Suisse (voir OISOS, RS 451.12) et l'inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse (voir OIVS, RS 451.13).

L'art. 6, al. 1 LPN requiert que les objets d'importance nationale soient conservés intacts. Les interventions dans les objets sont donc admissibles dans le cadre de l'accomplissement d'une tâche de la Confédération, dans la mesure où elles ne nuisent pas aux objectifs de protection. Les atteintes mineures, qui ne représentent pas un éloignement du principe de la conservation intacte au sens des inventaires, sont admissibles dans l'accomplissement d'une tâche de la Confédération si elles se justifient par un intérêt supérieur à l'intérêt de la protection de l'objet.

Si l'intervention s'écarte du principe de la conservation intacte, autrement dit si l'intervention entraîne une atteinte majeure, l'intervention n'est admissible en vertu de l'art. 6, al. 2 LPN que s'il existe un intérêt égal ou supérieur qui soit également « d'importance nationale ». Il convient donc de déterminer dans un premier temps, lors d'une procédure à deux niveaux, si l'intérêt de l'intervention est d'importance nationale. Si tel est le cas, il faut vérifier dans le cadre d'une pesée des intérêts si l'intervention doit être considérée comme présentant un intérêt au moins aussi élevé que l'intérêt qu'il y a à protéger l'objet.

Si lors de l'autorisation d'une installation de téléphonie mobile, un objet inscrit dans un inventaire de la Confédération en vertu de l'art. 5 LPN peut subir des altérations sensibles ou si des questions de fond se posent dans ce contexte, l'art. 7, al. 2 LPN impose obligatoirement qu'une expertise soit faite par une commission spécialisée. Il s'agit – si un objet selon la LPN est concerné – de la Commission fédérale

⁵⁹ ATF 131 II 545 (1A.6/2005 du 15 août 2005, commune de Bronschhofen/SG), E. 2.3 non publié avec remarques.

pour la protection de la nature et du paysage (CFNP) et – si des sites construits à protéger sont concernés – de la Commission fédérale des monuments historiques (CFMH)⁶⁰.

5.5 Procédure

La création et la transformation d'antennes de téléphonie mobile requièrent une autorisation de construire (art. 22, al. 1 LAT). La procédure d'autorisation est définie par la législation cantonale. Elle sert à vérifier la conformité d'un projet avec les dispositions de droit public de la Confédération, du canton et de la commune. En font partie, outre les directives du droit de la construction et de l'aménagement du territoire (essentiellement les questions de conformité avec la zone, de viabilisation et autres prescriptions de la police des constructions), notamment le droit de l'environnement (dans le contexte des installations de téléphonie mobile, principalement les dispositions relatives à la protection contre le rayonnement non ionisant), le droit sur la protection de la nature et du paysage, la législation sur les forêts et bien d'autres encore. Il existe un droit à l'octroi, si le projet satisfait ces prescriptions. Les acteurs concernés⁶¹ peuvent participer à la procédure. S'ils ne sont pas d'accord avec la décision relative au permis de construire, ils peuvent recourir contre cette décision. Si aucun recours n'est en cours ou n'est possible, la décision est exécutoire.

Pour des installations émettrices ayant une puissance d'émission de 6 watts (ERP) au maximum, une simple procédure de notification est appliquée dans beaucoup de cantons à l'intérieur des zones à bâtir. Au lieu de la fiche de données spécifique au site, l'exploitant du réseau remet un formulaire de notification⁶².

Si des installations de téléphonie mobile sont créées pour des systèmes radio dans les trains (GSM-R), elles requièrent une autorisation d'aménagement de l'Office fédéral des transports (OFT). Toutes les autorisations requises sont alors octroyées selon le droit fédéral ; des autorisations cantonales ne sont pas nécessaires. En revanche, lorsque les installations de téléphonie mobile dans le périmètre des chemins de fer font partie d'un réseau de téléphonie mobile à but commercial, la procédure d'autorisation cantonale s'applique.⁶³

Des informations détaillées sur la procédure d'autorisation de construire figurent au chap. 5 du guide sur la téléphonie mobile à l'intention des communes et des villes⁶⁴.

⁶⁰ Voir l'art. 25 LPN en relation avec l'art. 25, al. 1, en particulier lit. d LPN ; ATF 127 II 273 E. 4b, p. 280 s. avec remarques (1A.230/2000 du 28 août 2001, commune politique d'Ermatingen/ TG ; cette décision repose encore sur la version originale de l'art. 7 LTN) ; jugements 1A.6/2007 du 6 septembre 2007 E. 3.2 (Bâle) ; 1A.122/2004 du 30 mai 2005, E. 2.4-2.6. (commune de Bauma), in URP 2005, p. 529 et ZBI 107/2006, p. 452.

⁶¹ Le Tribunal fédéral a développé les formules générales suivantes pour les recours contre des projets d'installations de téléphonie mobile, sur la base desquelles le droit d'opposition est examiné : « Ont qualité pour former opposition toutes les personnes qui habitent dans un rayon en dehors duquel est produit un rayonnement assurément inférieur à 10% de la valeur limite de l'installation. Le droit d'opposition de ces personnes ne dépend pas du fait que le rayonnement concret sur leur immeuble, compte tenu de l'atténuation de la puissance dans la direction principale de propagation, s'élève à moins de 10% de la valeur limite de l'installation » (ATF 128 II 168 ; voir également à ce sujet la Recommandation d'exécution de l'ORNI de l'OFEV sur les stations de base pour téléphonie mobile et raccordements sans fil (WLL) : <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00687/index.html?lang=fr>).

⁶² <http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01100/01108/01110/index.html?lang=fr> > Recommandation d'exécution > Formulaire de notification

⁶³ TF 1A.100/2006 v. 02.10.2006 E. 2, ATF 133 II 49 E.6.

⁶⁴ Office fédéral de l'environnement, Berne 2010 ; <http://www.umwelt-schweiz.ch/ud-1013-f>.

5.6 Expériences en matière d'application

L'application des lois et ordonnances pertinentes fonctionne bien de façon générale. Lors des procédures de recours contre les autorisations de construire à l'intérieur des zones à bâtir, les tribunaux rendent souvent des décisions en faveur des opérateurs, à condition que la documentation de la demande de permis de construire soit correcte et complète.

Néanmoins, les perspectives des autorités compétentes pour les autorisations et des opérateurs divergent (voir également le ch. 7).

Les autorités cantonales ne constatent aucune difficulté d'exécution dans le cadre de l'ORNI. Quelques-unes mentionnent tout de même l'investissement en temps important pour l'évaluation de la conformité des installations de téléphonie mobile avec l'ORNI, ainsi que pour les prises de position lors d'oppositions et de recours. La collaboration entre les services spécialisés de la Confédération, des cantons et des communes est bien établie. La qualité des dossiers de demande de permis de construire soumis est évaluée diversement : l'évaluation va en effet de bon à partiellement mauvais. L'échange d'informations entre les autorités d'exécution et les opérateurs est également décrite diversement : son évaluation va d'assez bon à insuffisant. Ce faisant, on constate des différences entre les différents opérateurs, notamment dans le respect des délais.

Les opérateurs soumettent chacun, selon leurs propres indications, entre 150 et 370 demandes de permis de construire par an. Dans la majorité des cas, les demandes portent sur le développement et la modification d'installations existantes. La durée de la procédure dépend entre autres de la qualité du dossier, de la complexité des questions juridiques à traiter sur le plan matériel, ainsi que des éventuelles oppositions. La part en pour cent des oppositions par opérateur va de 28 % à 70 % de toutes les demandes d'autorisation de construire soumises. Les opérateurs de téléphonie mobile s'entendent pour dire que la durée de la procédure d'autorisation n'est pas en soi un problème, mais plutôt la pratique de certaines communes, qui créent des entraves à la construction et aux autorisations en désignant des zones réservées et en édictant des mesures d'aménagement du territoire. De plus en plus, des exigences liées au droit de la construction empêchent le développement du réseau, p. ex. les interdictions de construction sur toitures ou l'interdiction des antennes dissimulées. Les opérateurs de téléphonie mobile appellent de leurs vœux une simplification de l'ensemble de la procédure d'autorisation pour les installations émettrices et une uniformisation à l'échelle de la Suisse.

5.7 Conflits d'intérêts dus à la législation fédérale

La loi sur les télécommunications, la loi sur la protection de l'environnement, le droit en matière d'aménagement du territoire et de construction et la protection de la nature et du paysage poursuivent des buts variés, parfois opposés.

L'article portant sur le but de la LTC prévoit que des services de télécommunication variés, avantageux, de qualité et concurrentiels sur le plan national et international soient proposés aux particuliers et aux milieux économiques (art. 1 LTC). Pour atteindre ce but, il faut notamment une desserte de la population en services de téléphonie mobile qui soit qualitativement bonne. Elle doit en particulier être obtenue grâce à une concurrence efficace entre les fournisseurs de services de téléphonie mobile au niveau des services aussi bien que de l'infrastructure. Même si les services de télécommunication ne sont pas utilisés exclusivement sous une forme mobile et que les réseaux de téléphonie mobile ne peuvent pas remplacer entièrement les réseaux fixes à l'heure actuelle, l'évolution sur le marché montre clairement que la demande en services de téléphonie mobile progresse en permanence et que les services à large bande, en particulier, sont très demandés. Une desserte de téléphonie mobile de qualité se définit essentiellement par une couverture de réseau aussi bonne que possible (y compris à l'intérieur des bâtiments), avec des capacités et des largeurs de bande suffisantes et une bonne qualité de transmission pour les services vocaux et les services de données.

La loi sur la protection de l'environnement a pour but de protéger les hommes, les animaux et les plantes, leurs biocénoses et leurs biotopes contre les atteintes nuisibles ou incommodantes, et de conserver durablement les ressources naturelles, en particulier la diversité biologique et la fertilité du sol (art. 1, al. 1 LPE). Les atteintes qui pourraient devenir nuisibles ou incommodantes doivent être réduites à titre préventif et assez tôt (art. 1, al. 2 LPE). En ce qui concerne les émissions, l'art. 11, al. 2 LPE prévoit qu'indépendamment des nuisances existantes, il importe, à titre préventif, de limiter les émissions dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable. Cette prescription s'applique notamment aussi au rayonnement non ionisant des installations de téléphonie mobile.

Le but de la loi sur l'aménagement du territoire est de garantir une utilisation du sol rationnelle. La Confédération, les cantons et les communes coordonnent leurs activités en matière d'organisation du territoire et veillent à obtenir dans la réalité une occupation ordonnée du territoire propre à garantir un développement harmonieux de l'ensemble du pays. Ce faisant, ils tiennent dûment compte des données naturelles, des besoins de la population et de l'économie, ainsi que de la protection de la nature et du paysage (art. 1, al. 1 LAT). Dans ce cadre, ils se doivent de protéger les bases naturelles de la vie, ainsi que le milieu bâti, et de créer des conditions géographiques propices à l'économie (art. 1, al. 2 LAT). Le paysage doit être ménagé, les milieux habités aménagés selon les besoins de la population et leur étendue limitée, et l'implantation des constructions et installations publiques ou d'intérêt public définie de manière rationnelle (art. 3 LAT).

La loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage a notamment pour but de ménager et de protéger l'aspect caractéristique du paysage et des localités, les sites évocateurs du passé, les curiosités naturelles et les monuments du pays, et de promouvoir leur conservation et leur entretien (art. 1, lit. a). Dans le contexte du développement des réseaux de téléphonie mobile, cela signifie que les antennes doivent être installées là où elles dérangent le moins possible.

Les buts divergents donnent lieu aux conflits d'objectifs suivants dans le cas du développement de la téléphonie mobile :

1. Pour atteindre le but fixé par la loi sur les télécommunications, les réseaux de téléphonie mobile doivent en permanence être développés. Cela implique que de nouveaux emplacements d'antennes soient créés ou que des sites existants soient développés dans tout le pays. Or, le nombre accru de sites d'antennes influence à son tour l'aspect du paysage et des localités et se traduit de façon générale par une augmentation de la puissance rayonnée.
2. Pour atteindre les buts fixés par la loi sur la protection de l'environnement, les installations d'antennes doivent être exploitées de manière à respecter les valeurs limites prévues par l'ORNI. Il se peut, par conséquent, qu'une installation d'antenne ne soit pas autorisée à émettre avec une puissance suffisante pour desservir de manière adéquate le secteur qui lui est attribué. De ce fait, des antennes supplémentaires doivent être construites sur d'autres sites, pour garantir une desserte de qualité.
3. Pour atteindre les buts fixés en matière d'aménagement du territoire, les installations d'antennes doivent être concentrées dans les zones à bâtir et y être érigées de manière à déranger le moins possible. Ce faisant, il convient de prendre en compte les besoins de la population. En dehors des zones à bâtir, une planification des installations de téléphonie mobile axée en premier lieu sur la demande ne serait en principe pas compatible avec la séparation entre le secteur bâti et le secteur impropre aux constructions. Des exceptions sont concevables le long des principaux axes routiers, dans les régions peu sensibles.
4. Pour atteindre les buts fixés par la protection de la nature et du paysage, il faudrait limiter le plus possible le nombre d'installations d'antennes visibles dans les régions protégées ou à proximité des constructions dignes de protection. S'il est nécessaire d'augmenter la puissance

pour desservir un secteur avec le moins d'antennes possible, il peut arriver que dans les régions habitées, la charge de rayonnement non ionisant soit accrue pour la population.

6 Comparaison avec d'autres pays d'Europe

6.1 Procédures d'autorisation pour des stations de base

Les exigences et les conditions que les opérateurs doivent remplir en vue de l'octroi d'une autorisation pour la mise en place d'antennes de téléphonie mobile varient sensiblement d'un pays européen à l'autre. Les procédures peuvent se dérouler à différents échelons de l'Etat ; l'autorité locale (la commune) constitue en principe le point de référence pour la procédure. Par ailleurs, des directives en lien avec des prescriptions légales au niveau régional ou national s'appliquent généralement aussi.

6.1.1 Situation dans les pays voisins de la Suisse⁶⁵

6.1.1.1 Allemagne

Autorité chargée de délivrer les autorisations de construire	Autorités locales compétentes en matière d'autorisation et agence nationale de gestion du réseau (Bundesnetzagentur, BNetzA)
Conditions pour l'obtention d'une autorisation de construire	Une attestation de la BNetzA est obligatoire pour tous les sites. Elle garantit la compatibilité avec les directives en matière de rayonnement et le respect d'autres exigences techniques. Une autorisation des autorités locales chargées de l'aménagement du territoire est obligatoire pour les installations dont la hauteur dépasse 10 mètres. Une fois que l'antenne est en place et avant qu'elle ne puisse être mise en service, une notification doit être adressée à l'autorité chargée de l'environnement.
Calendrier pour l'autorisation	En général, moins de six semaines. Dans le pire des cas, plus d'un an.
Procédures de recours	Les procédures de recours au niveau de l'autorité communale peuvent durer jusqu'à trois ans. Toutefois, ces procédures sont rares, dans la mesure l'opérateur ne remplit pas toutes les exigences pour la procédure d'acquisition de l'antenne.
Consultation publique	Une procédure de consultation publique avec les communes locales est obligatoire pour tous les opérateurs et doit être entamée avant la soumission de la demande d'approbation du site.
Exceptions et développement de sites existants	Dans plusieurs <i>länder</i> (mais pas dans tous), il existe des exceptions pour une installation avec mâts de moins de 10 mètres de haut et des conteneurs d'appareils faisant moins de 10m ³ . Les développements de sites d'antennes existants suivent la même procédure que les nouveaux sites, à moins que le secteur soumis à autorisation pour l'installation prévue ne s'inscrive complètement à l'intérieur du secteur d'autorisation de l'installation existante.

⁶⁵ Base Station Planning Permission in Europe, GSMA, 23 juillet 2012 http://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2012/03/GSMA_BaseStation_Planning_EuropeWEB.pdf

6.1.1.2 Autriche

Autorité chargée de délivrer les autorisations de construire	Commune locale (le plus souvent le maire) et/ou le district/l'arrondissement
Conditions pour l'obtention d'une autorisation de construire	Chaque <i>land</i> dispose de ses propres lois sur la protection des sites construits et du paysage. Dans quelques <i>länder</i> , une simple communication adressée à l'autorité chargée des constructions suffit, tandis que dans d'autres une autorisation de construire formelle doit être demandée (et ce, parfois avec la participation des voisins directs). De plus, des lois fédérales doivent être respectées et des autorisations obtenues dans le cadre de ces lois (p. ex. sécurité du trafic aérien, protection des forêts, bâtiments inscrits au patrimoine, etc.).
Calendrier pour l'autorisation	<p>Chacun des neuf <i>länder</i> a ses propres lois en matière de construction, ce qui complique la mise en place d'antennes. Il n'existe pas de procédure standardisée dans ce domaine.</p> <p>En fonction du droit des constructions applicable, la durée de la procédure varie. Lorsqu'une autorisation de construire est requise, l'autorité chargée de délivrer l'autorisation doit rendre sa décision au plus tard six mois après que la demande lui est parvenue. Si un recours est interjeté contre une décision, la procédure d'appel prend encore six mois, voire plus.</p> <p>Les motifs des retards ou des refus d'autorisation sont souvent d'ordre politique, même si les arguments avancés sont liés à la santé. Toutefois, les considérations quant à la santé sont traitées de manière exhaustive dans les lois fédérales, et ne sont donc pas des motifs de recours recevables. D'autres motifs (recevables) sont la protection de la nature et du paysage ou d'autres considérations d'ordre légal.</p>
Procédures de recours	Généralement, chaque autorité administrative en Autriche doit rendre sa décision dans un délai de six mois. Si aucune décision n'est rendue passé ce délai, le demandeur peut s'adresser à l'autorité administrative supérieure pour dénoncer ce retard injustifié. (Celle-ci doit également rendre sa décision dans un délai de six mois). Cela ne signifie toutefois pas nécessairement qu'une décision (qu'elle soit positive ou négative) sera rendue dans les douze mois, car il y a souvent plus de deux instances impliquées et quelques-unes des autorités locales retardent délibérément leur prise de décision.
Consultation publique	<p>Dans la plupart des procédures d'autorisation de construire, les voisins concernés peuvent être parties prenantes et ont le droit de faire opposition. Les considérations liées à la santé ne constituent pas des motifs de recours dans une procédure d'autorisation de construction.</p> <p>Pour favoriser le dialogue avec les communes, un accord relatif à l'information préalable concernant l'installation d'antennes a été conclu en 2001, sur une base volontaire, entre les opérateurs autrichiens et l'association des communes autrichiennes.</p> <p>Par ailleurs, les opérateurs sont tenus d'organiser des séances d'information avec les autorités locales au sujet des antennes prévues. Depuis</p>

	2005, trois des neuf <i>länder</i> ont conclu une convention. Les points principaux sont une procédure définie pour la participation des communes et la promotion du partage des sites.
Exceptions et développement de sites existants	Les développements de sites existants sont soumis aux mêmes procédures décrites ci-dessus si ces développements n'ont pas déjà été approuvés dans le cadre de la procédure d'origine.

6.1.1.3 Liechtenstein

Autorité chargée de délivrer les autorisations de construire	<ul style="list-style-type: none"> - Office de l'environnement / protection de l'environnement (Amt für Umwelt / Umweltschutz, AUS) - Office de la construction et de l'infrastructure (Amt für Bau und Infrastruktur)
Conditions pour l'obtention d'une autorisation de construire	Des autorisations doivent être obtenues aussi bien de l'Office de l'environnement / protection de l'environnement que de l'Office de la construction et de l'infrastructure.
Calendrier pour l'autorisation	Dépend de la situation. Le nombre de nouveaux sites, très bas au cours des dix dernières années (deux sites), ne permet pas une évaluation du calendrier pour l'obtention d'une autorisation.
Procédures de recours	Un recours peut être déposé dans les quatorze jours. La compétence pour le traiter dépend de la nature du recours.
Consultation publique	Dépend de l'emplacement du site.
Exceptions et développement de sites existants	Aucune exception prévue. Le développement de sites existants est soumis à la même procédure que la construction de nouveaux sites.

6.1.1.4 Italie

<p>Autorité chargée de délivrer les autorisations de construire</p>	<p>Les communes (questions d'aménagement du territoire et responsabilité d'ensemble dans la procédure d'autorisation) et les autorités régionales en matière d'environnement (conseil aux communes en ce qui concerne les effets des champs électromagnétiques des différentes stations de base de radiocommunication).</p>
<p>Conditions pour l'obtention d'une autorisation de construire</p>	<p>Pour construire un nouveau site, une autorisation de construire est requise en Italie. Ce faisant, il convient de respecter les valeurs limites nationales fixées pour les champs électromagnétiques, ainsi que des prescriptions spécifiques dans le domaine de l'aménagement du territoire et de la construction. Par ailleurs, des directives d'urbanisme doivent être observées lorsqu'il en existe.</p>
<p>Calendrier pour l'autorisation</p>	<p>Le décret n° 259/2003 prévoit que si les autorités locales ne déposent pas un recours contre une demande d'autorisation dans un délai de 90 jours, celle-ci est réputée accordée.</p>
<p>Procédures de recours</p>	<p>Il est possible de faire appel des décisions auprès des tribunaux administratifs régionaux. En deuxième instance, le tribunal administratif de la région de Lazio est compétent. Il s'ensuit que la durée des procédures peut atteindre jusqu'à trois ans.</p>
<p>Consultation publique</p>	<p>Dans le cadre de la procédure d'autorisation, les autorités régionales en matière d'environnement doivent être consultées. De nombreuses autorités tiennent un registre en ligne de toutes les sources de champs électromagnétiques, que la population peut consulter sur Internet.</p>
<p>Exceptions et développement de sites existants</p>	<p>Exceptions : Il existe une procédure simplifiée pour les antennes qui ne dépassent pas un seuil de valeur (20 watts ERP) ; pendant un laps de temps défini, les autorités locales peuvent toutefois s'y opposer.</p> <p>Développement d'antennes existantes : Le décret 259/2003 prévoit une procédure de développement de site ; la procédure ressemble à celle applicable à la construction de nouvelles antennes. Une nouvelle évaluation des champs électromagnétiques par l'autorité régionale en matière d'environnement doit également avoir lieu en cas de modification des paramètres de radiodiffusion (p. ex. changements de la direction du rayonnement des antennes, augmentation de la puissance, etc.). La même procédure est appliquée lors du partage de site par deux opérateurs, même si l'infrastructure a déjà été approuvée par l'autorité locale.</p>

6.1.1.5 France

<p>Autorité chargée de délivrer les autorisations de construire</p>	<p>Le maire (communes) et l'Agence Nationale des Fréquences (ANFR) pour la concession de radiodiffusion</p>
<p>Conditions pour l'obtention d'une autorisation de construire</p>	<p>Respect des dispositions du droit des constructions. Une autorisation de construire est obligatoire pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les nouvelles constructions : mise en place d'un mât de plus de douze mètres de haut ou création d'un conteneur d'appareils d'une superficie supérieure à 5 m² ; • Les constructions existantes, si les conditions suivantes sont remplies : <ul style="list-style-type: none"> a) La nouvelle construction modifie l'aspect extérieur d'un bâtiment existant ; b) Les modifications apportées au conteneur d'appareils ont une emprise au sol supérieure à 5m².
<p>Calendrier pour l'autorisation</p>	<p>Les délais prescrits par la loi pour l'octroi d'une autorisation de construire vont d'un mois (pour la procédure simplifiée de « Déclaration Préalable » sans procédure de consultation) à plus de cinq mois.</p>
<p>Procédures de recours</p>	<p>Les recours sont traités par les tribunaux administratifs.</p>
<p>Consultation publique</p>	<p>Le « Guide des relations entre opérateurs et communes (GROC) » recense les bonnes pratiques pour les opérateurs dans leurs rapports avec les autorités locales.</p> <p>Remarque : Des accords locaux peuvent être passés entre les opérateurs et les communes sur la base du GROC pour définir des processus en vue de l'extension locale du réseau prévue et l'échange d'informations.</p>
<p>Exceptions et développement de sites existants</p>	<p>Mâts d'une hauteur inférieure à 12 m, qui ne modifient pas l'aspect extérieur du bâtiment existant, conteneurs d'appareils d'une superficie inférieure à 5 m².</p> <p>Les cas suivants sont exemptés de l'obligation d'obtenir une autorisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nouvelles constructions : Implantation d'un mât d'une hauteur inférieure ou égale à 12 m ou création d'un conteneur d'appareils dont l'emprise au sol est inférieure à 5 m² ; • Les constructions existantes, si les conditions suivantes sont remplies : <ul style="list-style-type: none"> a) La nouvelle construction ne modifie pas l'aspect extérieur d'un bâtiment existant ; b) Aucune modification n'est apportée au conteneur d'appareils et son emprise au sol est inférieure à 5 m². <p>Remarque : Les micro-stations de base avec une puissance rayonnée inférieure à 5 W ne sont pas soumises à la procédure auprès de l'autorité chargée de l'attribution des fréquences et doivent seulement être annon-</p>

	<p>cées. Pour les antennes affichant des puissances supérieures, l'autorisation d'émettre est accordée après la consultation d'autres utilisateurs du spectre menée par l'autorité chargée de l'attribution des fréquences.</p>
--	---

6.2 Valeurs limites pour le rayonnement électromagnétique

En 1999, le Conseil de l'Union européenne a publié une recommandation (1999/519/CE) relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques de 0 Hz à 300 GHz. Les valeurs limites proposées dans le cadre de cette recommandation se fondent sur les recommandations de la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) formulées en 1998⁶⁶. Il s'agit, selon la recommandation de l'UE, de prescriptions minimales, et les Etats membres peuvent prévoir un niveau de protection dépassant la recommandation. Les valeurs limites pour le rayonnement à haute fréquence sont en cours d'élaboration auprès de l'ICNIRP.

Etant donné que la recommandation 1999/519/CE n'est pas contraignante sur le plan légal, les Etats membres de l'UE peuvent définir leurs propres dispositions en matière de protection contre le rayonnement non ionisant. Une étude comparative de l'Institut national pour la santé publique et l'environnement⁶⁷ aux Pays-Bas a constaté trois approches distinctes dans la mise en œuvre ou l'application de cette recommandation de l'UE.

Dans le premier groupe d'Etats membres de l'UE, la recommandation de l'UE a été intégrée dans le droit national contraignant. Les valeurs limites de base et les valeurs de référence doivent donc être appliquées conformément aux recommandations de l'ICNIRP. Les Etats membres faisant partie de ce groupe sont Chypre, la République tchèque, l'Estonie, la Finlande, la France, la Hongrie, l'Irlande, Malte, le Portugal, la Roumanie et l'Espagne. La région espagnole de Catalogne a quant à elle introduit une réglementation plus stricte. En Allemagne et en Slovaquie, les valeurs de référence ont été désignées *de facto* comme des valeurs limite d'immissions.

Dans un deuxième groupe d'Etats membres de l'UE, soit les valeurs limites nationales fondées sur la recommandation de l'UE ou de l'ICNIRP ne revêtent pas un caractère contraignant, soit des valeurs limites moins strictes sont appliquées, ou encore aucune réglementation n'est en vigueur. Les Etats membres appartenant à ce groupe sont l'Autriche, le Danemark, la Lettonie, les Pays-Bas, la Suède et le Royaume-Uni. Au Royaume-Uni, les entreprises de télécommunications se sont engagées, sur une base volontaire, à respecter les dispositions énoncées dans la recommandation de l'UE.

Dans le troisième groupe d'Etats membres de l'UE, des valeurs limites de base et/ou des valeurs de référence plus strictes s'appliquent sur la base du principe de précaution ou en raison de la pression de l'opinion publique. Les valeurs limites choisies reposent parfois sur le principe suivant : « au niveau le plus bas qui peut être raisonnablement attendu de leur mise en œuvre sans que le service ne s'en trouve mis en péril ». Un choix pratique consiste à reprendre la limite inférieure pour les interférences dans les normes européennes en matière de compatibilité électromagnétique (p. ex. en Belgique). Dans d'autres pays, les motifs qui ont conduit à la fixation des valeurs limites sont peu clairs ou arbitraires (p. ex. en Grèce). Dans quelques Etats membres, ces valeurs de référence sont énoncées de manière plus stricte que les valeurs limites d'immissions, qui ne doivent pas être dépassées. Les Etats membres faisant partie de ce groupe sont la Belgique, la Bulgarie, la Grèce, l'Italie, la Lituanie, le Luxembourg, la Pologne, la Slovénie et la région autonome de Catalogne en Espagne. Les différentes réglementations diffèrent entre elles d'une part par les valeurs limites et d'autre part par leur champ d'application et la portée du rayonnement prise en compte dans l'évaluation.

La Suisse, en se fondant sur le principe de précaution de la loi sur la protection de l'environnement, a également défini des valeurs limites plus strictes que les recommandations de l'ICNIRP pour les lieux à utilisation sensible.

⁶⁶ <http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>

⁶⁷ http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Algemeen_Actueel/Uitgaven/Milieu_Leefomgeving/Comparison_of_international_policies_on_electromagnetic_fields

Le tableau ci-dessous propose une vue d'ensemble des valeurs limites de rayonnement dans quelques-uns des Etats européens. Un peu moins des deux tiers appliquent les valeurs limites énoncées dans la recommandation de l'UE. Un bon tiers prévoit, à titre alternatif ou complémentaire, des valeurs limites plus strictes, en application du principe de précaution.

Tableau 6 : Valeurs limites de rayonnement dans différents pays d'Europe et en Suisse (état : avril 2011). Source : Etude comparative de l'Institut national pour la santé publique et l'environnement aux Pays-Bas

Pays	900 MHz [V/m]	1800 MHz [V/m]	2100 MHz [V/m]	Remarques
Autriche	41	58	61	Sans valeur contraignante ou n'est pas défini dans la loi
Belgique (Flandres)	3	4,2	4,5	Valeurs par antenne, pour les logements, écoles, EMS, jardins d'enfants, etc. Ailleurs : 21 V/m (900 MHz); 29 V/m (1800 MHz); 31 V/m (2100 MHz) comme valeurs limites d'immissions
Belgique (région de Bruxelles)	3	4,2	4,5	Valeurs limites d'immissions pour les logements
Belgique (Wallonie)	3	3	3	Valeurs par antenne, pour les logements
Bulgarie	6	6	6	
Chypre	41	58	61	
République tchèque	41	58	61	
Estonie	41	58	61	
Finlande	41	58	61	
France	41	58	61	
Allemagne	41	58	61	
Grèce	32	45	47	Valeurs pour les sites situés à moins de 300 m d'un lieu sensible (école, jardin d'enfants, hôpital, EMS). Ailleurs : 35 V/m (900 MHz); 49 V/m (1800 MHz); 51 V/m (2100 MHz)
Hongrie	41	58	61	
Irlande	41	58	61	
Italie	6	6	6	Valeurs à proximité de logements et de locaux annexes, d'écoles, de places de jeu et de lieux où les personnes séjournent plus de quatre heures. Ailleurs : 20 V/m (toutes bandes de fréquence confondues)
Lituanie	6	6	6	
Luxembourg	3	3	3	Valeurs par antenne, pour des endroits déterminés. Ailleurs : 41 V/m (900 MHz); 58 V/m (1800 MHz); 61 V/m (2100 MHz) comme valeurs limites d'immissions
Malte	41	58	61	

Réseaux de téléphonie mobile adaptés aux exigences futures : analyse de la situation

Pays	900 MHz [V/m]	1800 MHz [V/m]	2100 MHz [V/m]	Remarques
Pologne	7	7	7	Valeurs limites d'immissions pour des endroits d'accès public
Portugal	41	58	61	
Roumanie	41	58	61	
Slovaquie	41	58	61	
Slovénie	13	18	19	Valeurs pour les écoles, hôpitaux, EMS, parcs, bâtiments publics et touristiques, etc. Ailleurs : 41 V/m (900 MHz); 58 V/m (1800 MHz); 61 V/m (2100 MHz)
Espagne	41	58	61	Valeurs plus strictes en Catalogne : 27 V/m (900 MHz); 38 V/m (1800 MHz); 40 V/m (2100 MHz)
Suède	41	58	61	Sans valeur contraignante ou n'est pas défini dans la loi
Angleterre	41	58	61	Sans valeur contraignante ou n'est pas défini dans la loi
Russie	6	6	6	
Suisse	4	6	6	Valeurs par installation dans les lieux à utilisation sensible (logements, salles de classe, jardins d'enfants, EMS, etc.) Ailleurs : 41 V/m (900 MHz); 58 V/m (1800 MHz) ; 61 V/m (2100 MHz) comme valeurs limites d'immissions

7 Prises de position des milieux concernés

Dans le cadre de l'élaboration du présent rapport, les services spécialisés RNI cantonaux et municipaux, la Conférence suisse des directeurs cantonaux des travaux publics, de l'aménagement du territoire et de l'environnement (DTAP), les opérateurs de téléphonie mobile suisses, ainsi que les associations et organisations de protection qui abordent ce thème à l'échelle nationale ont été questionnés par écrit. Les réponses sont reproduites ci-dessous sous une forme résumée.

7.1 Services spécialisés RNI cantonaux et municipaux

Les services spécialisés RNI cantonaux et municipaux soutiennent les autorités communales chargées d'octroyer les permis de construire dans l'évaluation du respect des valeurs limites de rayonnement d'installations de téléphonie mobile. De façon générale, ils sont d'avis que les directives de l'ORNI et leur application n'empêchent pas le développement du réseau. Les valeurs limites assurent selon eux une bonne protection de la population et il n'y a pas urgence à les modifier. Les recommandations de la DTAP, ainsi que les compléments de l'OFEV du mars 2013 à la Recommandation d'exécution de l'ORNI concernant les modifications mineures font que la LTE peut être installée sur l'infrastructure existante sans difficulté majeure et en assurant la protection de la population. Selon l'évaluation des services spécialisés RNI, la quête d'emplacements par les opérateurs est ardue. Une résistance contre les installations d'antennes est apparue en particulier là où les habitants craignent que l'implantation d'une telle installation ne réduise la valeur de leur propre bien-fonds. De façon générale, les services spécialisés RNI estiment que les opérateurs devraient apporter une information plus ouverte et plus transparente et prendre au sérieux les inquiétudes et les craintes de la population.

Les cantons sont satisfaits de la manière dont l'ORNI est appliquée dans l'octroi des permis de construire. Toutefois, ils sont quelques-uns à relever l'investissement en temps important pour l'évaluation de la conformité d'une installation. Les problématiques citées par les cantons durant les procédures d'autorisation sont le fait que les opérateurs ne sont pas disposés à coopérer, que les délais prescrits pour la réalisation des mesures de réception ne sont pas respectés et que les opérateurs n'informent pas suffisamment la population concernée. Quelques cantons appellent en outre de leurs vœux un meilleur dialogue avec les opérateurs, sans qu'il ne faille introduire un modèle de communication officielle, tel que le « modèle de dialogue ».

Le système d'assurance qualité introduit par les opérateurs pour surveiller les paramètres d'exploitation et veiller au respect des paramètres prévus dans l'autorisation est fiable. La banque de données RNI gérée par l'OFCOM fonctionne bien et est fréquemment utilisée par les cantons pour contrôler les installations, car elle contient les données d'exploitation les plus actuelles des installations de téléphonie mobile. Quelques cantons souhaitent que la banque de données RNI soit étoffée, en particulier par la saisie complète des paramètres autorisés selon les fiches de données spécifiques au site (données d'autorisation) et que son utilisation soit simplifiée.

7.2 Conférence suisse des directeurs cantonaux des travaux publics, de l'aménagement du territoire et de l'environnement (DTAP)

Dans sa prise de position, la DTAP exprime son attente que les services actuels soient mis à la disposition de la population et de l'économie à un prix avantageux et qu'aucun désavantage concurrentiel n'apparaisse en comparaison internationale. La protection de la population contre le rayonnement non ionisant est suffisante et ne devrait pas être renforcée. Les conditions cadres esquissées par le Tribunal fédéral permettent aux communes de mettre en place des solutions qui, dans certains cas, peuvent freiner le développement des services de téléphonie mobile dans ces communes. La DTAP ne voit toutefois pas de besoin d'intervention au niveau de la législation fédérale en ce qui concerne les questions d'aménagement du territoire. La DTAP souligne l'importance d'une collaboration constructive entre les communes et les opérateurs et d'une information précoce sur les emplacements prévus, afin de pouvoir intervenir dans les sites sensibles.

7.3 Opérateurs de téléphonie mobile

Les opérateurs de téléphonie mobile recensent un nombre de plus en plus important de terminaux par habitant dans le cadre de l'essor durable des appareils de téléphonie mobile. Ils évoquent l'utilisation croissante des nouvelles applications, telles que les données sur le nuage ou le streaming, et constatent que le volume de données dans la téléphonie mobile double à peu près chaque année. Cette croissance rapide débouche sur des goulets d'étranglement lorsque de nombreux terminaux sont proches les uns des autres, notamment dans les centres d'affaires, les régions touristiques, lors de grandes manifestations et dans les transports publics. Les utilisateurs remarquent ces goulets d'étranglement principalement lors de communications vocales. La part de la communication vocale s'élève à environ 10 % du volume total de données transmises dans le cadre de la téléphonie mobile.

Selon les indications fournies par les opérateurs, en Suisse, environ 15 000 sites de téléphonie mobile sont exploités, un tiers se trouvent en zone rurale, un tiers en région urbaine et un tiers en zone urbaine à forte densité de population. Les technologies GSM (conversations, alarme, roaming), UMTS (conversations, données) et LTE sont exploitées simultanément. Quelque 6400 installations situées en région urbaine et en zone urbaine à forte densité de population ont déjà largement entamé le budget RNI avec les technologies GSM et UMTS et ne peuvent plus être aménagées pour obtenir une capacité accrue. Les opérateurs soumettent, selon leurs propres indications, un millier de demandes de permis de construire par an, et tablent sur un maintien de leur nombre ces prochaines années. Pour contrer la raréfaction des sites, d'autres technologies seront également utilisées, et un opérateur exploite déjà plus de 1900 hotspots WLAN. En ce qui concerne la recommandation de la DTAP et le complément de l'OFEV du 28 mars 2013 à la Recommandation d'exécution de l'ORNI, les opérateurs ne constatent pas de simplification notable en cas d'augmentation des capacités des installations dans le cadre du développement du réseau LTE. Seul l'échange de bandes de fréquence ou le remplacement d'antennes donne lieu à des procédures d'autorisation simplifiées. Les opérateurs déplorent le fait que les restrictions de l'ORNI nuisent à la qualité du réseau et ils n'entrevoient pas de possibilité d'amélioration à l'avenir. Un exploitant de réseau se prononce en faveur de la suppression de la valeur limite de l'installation selon l'ORNI, tandis qu'un autre souhaite qu'elle soit reconsidérée sur le moyen à long terme.

Dans les débats qui ont trait aux demandes d'autorisation de construire, les opérateurs de téléphonie mobile ne se voient pas confrontés, par exemple, à la problématique du rayonnement ou aux préoccupations quant aux effets sur la santé qui l'accompagnent. Les principaux aspects évoqués sont l'esthétique et l'aménagement du territoire. Dans le modèle de planification positive/négative appliqué par quelques communes, le problème tient au fait que les capacités du réseau ne peuvent pas être mises à disposition là où elles sont nécessaires. Les opérateurs manquent encore d'expérience en ce qui concerne les répercussions du modèle en cascade, mais ils supposent qu'ici aussi, la tendance est que les sites d'antennes soient de plus en plus éloignés des usagers. Dans le modèle de dialogue, les opérateurs considèrent que le dialogue actif est un avantage, mais ils ont parfois constaté que les représentants des communes étaient dépassés par les aspects techniques du sujet. De plus, les opérateurs de téléphonie mobile sont souvent invités à utiliser conjointement des sites, mais cela n'est pas réalisable dans la plupart des cas, car le budget RNI est déjà fortement sollicité par la puissance de rayonnement prévue d'un seul opérateur. Les modèles d'aménagement du territoire dans la perspective de la planification du réseau ont en commun le fait que sur le plan technique, il faut opter pour des emplacements qui ne sont pas optimaux. Le nombre de stations émettrices s'en trouve accru et cela implique un surcroît de travail pour les autorisations, l'élaboration de documents, les calculs et les mesures de l'intensité du champ. Un exploitant craint qu'en raison d'un retard dans l'introduction de la LTE, les coûts d'infrastructures ne soient même multipliés par quatre à l'avenir. En dépit de la pression exercée pour éviter les installations dans certaines zones sur la base de modèles d'aménagement du territoire, ou de laborieux contrôles du respect des valeurs limites d'installation, les opérateurs n'ont pas observé de diminution sensible des réserves émises par la population à l'encontre des installations de téléphonie mobile. Selon eux, il est difficile d'améliorer l'acceptation des antennes de radiocommunication au sein de la population et il faut agir en ce sens conjointement avec les autorités.

Lors de la préparation des autorisations de construire, les opérateurs se voient confrontés à différentes interdictions locales découlant du droit des constructions (p. ex. interdiction des constructions sur toitures, des antennes dissimulées, des micro-antennes intégrées ainsi que des antennes visibles). Tous ces instruments liés à la planification des sites et du territoire introduits par les autorités ont pour principale conséquence, de l'avis des opérateurs, de retarder les projets. De plus, il en découle, dans une perspective de planification du réseau, des emplacements de moindre qualité pour les antennes ainsi qu'une desserte plus médiocre, avec une puissance d'émission accrue des antennes de téléphonie mobile aussi bien que des appareils portables. Pour pouvoir compenser la desserte de moindre qualité, les opérateurs ont besoin de sites supplémentaires, ce qui complique à nouveau la planification du réseau et aggrave encore davantage la question de la recherche de sites. Les opérateurs de téléphonie mobile indiquent que quelques communes et cantons ont même bloqué de fait les constructions et l'octroi de permis de construire en définissant des zones réservées. De façon générale, ils mentionnent que les demandes sans opposition sont traitées dans un délai d'environ six mois, tandis que les demandes ayant soulevé des oppositions peuvent durer jusqu'à trois ans, voire plus.

Les opérateurs sont d'avis, de façon générale, que les explications relatives à l'ORNI et les procédures d'autorisation devraient être simplifiées, car sous leur forme actuelle, elles retardent l'introduction de nouvelles technologies. Ils appellent les autorités fédérales et cantonales à adopter une position homogène vis-à-vis des communes et de la population en ce qui concerne les risques et la pratique dans l'exécution de l'ORNI. Il serait également souhaitable que les autorités fédérales jouent un rôle plus actif et que les avantages d'une bonne infrastructure ainsi que l'intérêt public que revêt une bonne couverture soient mieux défendus.

Les opérateurs affirment unanimement que le plus grand facteur de restriction dans l'augmentation de la puissance d'une station émettrice est la valeur limite de l'installation. Les indications fournies varient d'un opérateur à l'autre : dans les zones densément peuplées, entre 67 % et 90 % des installations existantes sont concernées ; dans les zones moins peuplées, elles sont entre 50 % et 70 % et dans les zones rurales, entre 20 % et 45 %. Les CFF font savoir qu'ils ne peuvent plus augmenter la puissance rayonnée dans environ 40 % de leurs installations en raison de la législation sur les immissions. Les exploitants de réseau rapportent unanimement que dans ces cas, des stations émettrices supplémentaires sont nécessaires pour pouvoir mettre à disposition la capacité demandée, et que cela entraîne une augmentation des coûts pour la mise en place et l'exploitation du réseau.

Selon un exploitant, en Allemagne, ce sont 80 % et en Autriche même 100 % des installations qui sont équipées à titre complémentaire avec la LTE. En Suisse, par contre, seul un tiers des installations est concerné. Par conséquent, les opérateurs expliquent que le développement à avenir de la LTE se fera aux dépens de la capacité existante sur les réseaux 2G et 3G. Par ailleurs, quelques-uns des opérateurs se plaignent non seulement de l'effet limitatif de la VLIInst sur la puissance rayonnée et la direction d'émission, mais aussi du cumul de principes du « scénario du pire » (calcul de l'intensité du champ électrique pour la puissance rayonnée maximale ; directives strictes en matière de mesure).

Selon une étude de modèles⁶⁸ mandatée par les opérateurs de téléphonie mobile, le développement et l'exploitation d'un réseau de téléphonie mobile coûte davantage en Suisse que dans les pays voisins, et ce pour différentes raisons. L'augmentation des coûts, par rapport aux pays limitrophes, est due selon l'étude, aux réalités géographiques et topographiques de la Suisse, à la réglementation sur le RNI et aux procédures d'autorisation, ainsi qu'au niveau plus élevé des salaires et des prix de l'énergie et des loyers. Dans les pays voisins, les coûts liés aux différences topographiques sont inférieurs de 11% à 27%, alors que ceux liés aux différentes réglementations RNI et procédures d'autorisation sont de 11% à 14% moins élevés. Le niveau des salaires et des prix est également plus bas (entre 10% et 15%).

⁶⁸ http://www.asut.ch/de/publikationen/studien/doc_download/325-studie-pwc-mobile-network-cost-study

7.4 Association suisse pour l'aménagement national (VLP-ASPAN)

L'Association suisse pour l'aménagement national mentionne, dans sa prise de position, que son offre de conseils n'est plus guère sollicitée dans le cadre de demandes émanant du domaine de la téléphonie mobile. VLP-ASPAN présume que cette diminution peut être due à une amélioration de la collaboration entre les communes et les opérateurs de téléphonie mobile. De plus, l'ouvrage « Téléphonie mobile : guide à l'intention des communes et des villes » publié en 2010, ainsi que la jurisprudence du Tribunal fédéral, ont peut-être contribué à élucider les questions en suspens. La jurisprudence offre aux communes de nouvelles possibilités pour mener une procédure de planification globale et transparente, même lorsque les débats émotionnels autour de la téléphonie mobile continuent à compliquer toute politique efficace en matière d'emplacements.

7.5 Fondation suisse pour la protection et l'aménagement du paysage (FP)

La Fondation suisse pour la protection et l'aménagement du paysage relève que le développement des réseaux de téléphonie mobile s'est un peu amélioré ces derniers temps en raison de la jurisprudence, mais que les installations d'antennes indépendantes, ainsi que plusieurs mâts d'antennes continuent à poser problème dans une perspective de protection du paysage. Dans ce domaine, il conviendrait de durcir et d'améliorer la situation, et d'ordonner un assainissement de mâts anciens qui sont dérangeants (p. ex. déconstruction). Les communes et les cantons proposent des aides à la planification en lien avec le développement non coordonné des réseaux de téléphonie mobile, qui ne compliquent pas outre mesure l'introduction de nouvelles technologies et améliorent la sécurité de la planification. L'acceptation s'obtient grâce à une transparence élevée des objectifs de développement et de la charge de rayonnement, ainsi que par une coordination entre les opérateurs, dans le cadre de laquelle les lacunes de réception doivent être prises en considération dans les situations conflictuelles.

7.6 Association Médecins en faveur de l'environnement (MfE)

L'association Médecins en faveur de l'environnement constate une multiplication de la charge, en raison des réseaux de téléphonie mobile qui entretiennent une concurrence entre eux et de l'évolution rapide des technologies de radiocommunication. Avant même le début du boom des smartphones, en 2009, la charge de rayonnement non ionisant à laquelle était exposée la population suisse avait été multipliée par dix depuis l'entrée en vigueur de l'ORNI. Le rayonnement émis quotidiennement augmente de manière exponentielle. L'accès mobile à haut débit à l'intérieur des bâtiments par le biais de macro-antennes situées à l'extérieur, mais aussi d'installations intérieures (picocellules, femtocellules) et du WLAN entraînent un accroissement sensible de la charge de rayonnement active et passive. Dans les milieux de la recherche, il y a actuellement un consensus sur le fait que le rayonnement des téléphones mobiles à dose quotidienne peut engendrer un stress dans les cellules. Des recherches sont actuellement menées pour déterminer si ce stress des cellules peut déboucher sur des maladies. Depuis la consultation de 1999, des indices de plus en plus nombreux donnent à penser que les RNI sont nocifs pour la santé, y compris en deçà des valeurs limites en vigueur. De nombreuses études ont démontré que des effets sont produits en deçà des valeurs limites appliquées. Toutefois, d'importantes lacunes de connaissances subsistent, en particulier en ce qui concerne les effets à long terme et les groupes de population particulièrement sensibles. Les travaux du Professeur Kundi et l'étude sur la cécité chez les veaux en Suisse sont mentionnés en particulier, ainsi que les propres expériences faites avec des patients chez lesquels une intolérance aux champs électromagnétiques apparaît comme plausible d'un point de vue médical. Etant donné qu'il pourrait falloir encore de très longues années pour disposer de preuves scientifiques définitives quant à la nocivité des RNI, le principe de précaution doit s'appliquer pour assurer la protection de la population y compris pendant la longue phase du processus d'acquisition des connaissances. D'un point de vue médical, les précautions s'imposent, d'urgence, à tous les niveaux. Il n'est pas pertinent dans une perspective médicale de savoir quel niveau d'immissions provient d'une installation spécifique. L'important est de savoir à combien s'élève la charge totale dans les lieux à utilisation sensible. Pour ces lieux, les MfE réitèrent leur revendication passée, à savoir une valeur limite fixée à titre de précaution à 0,6 V/m, soit environ dix fois moins que la valeur limite de l'installation. Ils contestent le fait que les valeurs limites RNI en vigueur ainsi que la procédure d'autorisation entravent l'introduction de nouvelles technologies et instaurent des conditions cadres moins

avantageuses pour les opérateurs de téléphonie mobile suisse. Les MfE recommandent un développement de l'infrastructure de communication impliquant une réduction du rayonnement, en particulier l'utilisation à titre complémentaire d'infrastructures de réseau filaire.

7.7 Association faïtière Electrosmog Suisse et Liechtenstein

L'Association faïtière Electrosmog Suisse et Liechtenstein déplore le fait que les précautions et une protection avancée de la santé soient négligées tant au niveau législatif que dans la pratique d'exécution, et ce avec des conséquences désastreuses. Les autorités compétentes ne tiennent compte que de manière très sélective et en fonction des intérêts en jeu de l'état actuel des connaissances scientifiques aussi bien que de la pratique médicale. Dans ce contexte, l'association faïtière évoque également un système de corruption institutionnelle. De l'avis de l'association, le rayonnement engendre déjà des problèmes de santé chez les humains, les animaux et les plantes. On ne peut pas raisonnablement attendre plus longtemps que la science fasse son chemin. Les valeurs limites de l'ORNI doivent être réexaminées et revues à la baisse. On présume que les opérateurs de téléphonie mobile ne sont pas intéressés à collaborer sérieusement avec les organisations qui voient d'un œil critique l'évolution de la téléphonie mobile. S'agissant des répercussions sur la santé, on demande qu'une distinction soit faite entre la desserte à l'intérieur des bâtiments et en dehors de ceux-ci. La concurrence pour assurer une bonne desserte à l'intérieur des locaux est la principale raison du niveau de rayonnement élevé, qui ne cesse de croître. A l'avenir, il faut réinstaurer le principe selon lequel les réseaux de téléphonie mobile, conformément à leur concept d'origine (1980), n'assurent que la desserte à l'extérieur, et peuvent ainsi exploiter des installations à bien plus faible puissance. La desserte à l'intérieur des bâtiments doit se faire au moyen d'antennes extérieures et de réémetteurs à l'intérieur des immeubles. Les solutions de communication câblées doivent être privilégiées, chaque fois que c'est possible, sur les applications fondées sur la radiocommunication. Le développement rapide de la desserte en fibre optique doit être favorisé. Il est possible de réduire encore davantage le rayonnement en desservant la Suisse par un seul et unique réseau physique, sur lequel les différents fournisseurs pourraient poursuivre leurs activités en concurrence. En outre, il faut promouvoir des technologies de communication à faible rayonnement. De l'avis de l'association faïtière, le consensus sur la nocivité des champs électromagnétiques pour la santé ne peut plus être évité, mais tout au plus retardé. Les effets sur la société et l'économie d'un tel revirement dans l'évaluation de la téléphonie mobile ne doivent pas être sous-estimés. Il est important que la branche de la téléphonie mobile elle-même prenne ce virage, qui ouvre la voie d'un avenir à faible rayonnement, le plus rapidement possible (notamment grâce aux mesures décrites précédemment).

7.8 Résumé

Les autorités d'application RNI cantonales et municipales et la Conférence suisse des directeurs cantonaux des travaux publics, de l'aménagement du territoire et de l'environnement (DTAP) considèrent que les valeurs limites de rayonnement représentent une protection suffisante pour la population. La DTAP mentionne le fait que les valeurs limites ne doivent pas être durcies. L'Association Médecins en faveur de l'environnement (MfE) et l'Association faïtière Electrosmog Suisse et Liechtenstein demandent des valeurs limites sensiblement plus strictes. Les opérateurs de téléphonie mobile évoquent les restrictions en lien avec les valeurs limites de rayonnement et estiment qu'un réexamen en vue d'un éventuel assouplissement serait souhaitable, voire nécessaire.

Même si la DTAP fait référence au fait que les conditions cadres esquissées par le Tribunal fédéral dans le contexte de la planification des sites permet aux communes de trouver des solutions qui, dans certains cas, peuvent freiner le développement des services de téléphonie mobile dans ces communes, elle souligne ne pas voir de nécessité d'intervenir au niveau de la législation fédérale en ce qui concerne les questions d'aménagement du territoire.

Les opérateurs de téléphonie mobile disent également à l'unisson que la durée de la procédure d'autorisation n'est pas en soi un problème, mais plutôt la pratique de nombreuses communes, qui créent *de facto* des entraves à la construction et aux autorisations en désignant des zones réservées et en édic-

tant des mesures d'aménagement du territoire (chap. 5.3.2). Il en résulte que malgré le besoin de planification du réseau dans ces communes, aucune autorisation de construire ne peut y être obtenue. De plus, les opérateurs de téléphonie mobile considèrent que la valeur limite de l'installation selon l'ORNI est un important facteur limitatif en lien avec l'augmentation de la puissance rayonnée d'un site, ce qui entraîne la construction d'installations d'antennes supplémentaires.

Dans le cadre des prises de position, l'importance d'une collaboration constructive entre les communes et les opérateurs est généralement soulignée. Une information ouverte et transparente sur les sites prévus est considérée comme essentielle. A cet égard, de nombreux services spécialisés RNI cantonaux et municipaux font remarquer que la communication de certains opérateurs est insuffisante et doit être améliorée.

8 Conclusions

L'installation et le développement des réseaux de téléphonie mobile en Suisse continuent à alimenter un débat polarisé. D'une part, une desserte de qualité et étendue en services mobiles à haut débit est attendue d'une majorité de la population et des milieux économiques. D'autre part, une opposition se fait souvent ressentir contre la construction d'un site d'antennes spécifique. Le postulat Noser (12.3580) charge le Conseil fédéral de présenter au Parlement un rapport sur les possibilités de développement du secteur de la téléphonie mobile. Le rapport doit entre autres répondre à la question de savoir si les conditions cadres juridiques, notamment dans les domaines de l'aménagement du territoire et de la protection de l'environnement, permettent de construire en temps voulu des infrastructures modernes de téléphonie mobile. Dans le cadre des travaux de projet, les opérateurs de téléphonie mobile, les autorités cantonales et municipales d'exécution en matière de RNI, la DTAP et les associations ont été interrogés à l'aide de questionnaires portant sur la situation actuelle. En outre, une étude a été commandée sur les questions en suspens quant aux effets biologiques et aux éventuelles conséquences pour la santé du rayonnement haute fréquence. La présente analyse de situation a permis de tirer les enseignements suivants, qui constituent le fondement pour l'élaboration de possibilités d'action dans le cadre du rapport du Conseil fédéral.

8.1 Augmentation du trafic de données

Les services des données sont aujourd'hui de plus en plus demandés. L'introduction de plateformes mobiles d'un genre nouveau (p. ex. iPhone, Android) ainsi que les offres attrayantes d'abonnements de données (en partie en combinaison avec des smartphones, des ordinateurs portables, des netbooks ou des tablettes à prix subventionnés) ont conduit à une hausse sensible de l'utilisation de l'Internet mobile. Il faut partir du principe que les évolutions dans les domaines des appareils et des services entraîneront une poursuite de l'augmentation du trafic de données dans les réseaux de téléphonie mobile. Les services dans le nuage et l'Internet des objets devraient être des moteurs importants dans ce domaine.

Les réseaux de téléphonie mobile sont conçus pour traiter le volume de trafic (communications vocales et données) dans la meilleure qualité possible, y compris aux heures de pointe. La forte augmentation du trafic des données se traduit cependant d'ores et déjà par certains goulets d'étranglement dans les zones où le volume de trafic est important. Pour pouvoir continuer à gérer le volume croissant de données à l'avenir, les opérateurs de téléphonie mobile étendent en continu leurs réseaux. La demande croissante et le développement du réseau qui s'ensuit butent toutefois contre des ressources limitées.

8.2 Ressources

La communication mobile utilise des **fréquences**, par lesquelles les signaux radio sont transmis. Les fréquences employées pour la téléphonie mobile sont définies par des instances internationales. Sur le moyen à long terme, des fréquences supplémentaires seront nécessaires pour assurer les services de téléphonie mobile. A l'Union internationale des télécommunication (UIT), des efforts sont actuellement déployés pour mettre à disposition des bandes de fréquences supplémentaires pour la téléphonie mobile.

La transmission des signaux radio se fait par un **rayonnement électromagnétique**. L'intensité du rayonnement est limitée, d'une part, par la planification du réseau de radiocommunication et, d'autre part, par les directives de l'ORNI. Dans un souci de précaution, l'ORNI définit des valeurs limites de l'installation, ce qui en comparaison avec d'autres pays européens, conduit à une raréfaction supplémentaire de cette ressource. La limitation des émissions à titre de précaution peut avoir pour effet que des sites d'antennes supplémentaires doivent être construits.

Pour pouvoir étendre les réseaux de téléphonie mobile, les opérateurs doivent implanter des installations d'antennes. Les **sites** pouvant accueillir des antennes de ce type sont en nombre limité, car tous les emplacements envisageables ne sont pas adaptés sur le plan technique ou susceptibles de bénéficier d'une autorisation sur le plan légal. De plus, le fait que les propriétaires de bien-fonds et parfois

aussi les communes soient réticents à l'idée de mettre à disposition leurs parcelles pour des installations d'antennes aggrave la pénurie.

Pour utiliser les fréquences et développer et exploiter les réseaux de téléphonie mobile, des **ressources financières** suffisantes sont en outre nécessaires. D'une part, les opérateurs doivent verser un dédommagement au titre des droits d'utilisation des fréquences, d'autre part, la mise en place et l'exploitation des réseaux occasionnent des frais importants. L'augmentation des coûts, par rapport aux pays limitrophes, est due selon l'étude⁶⁹, aux réalités géographiques et topographiques de la Suisse, à la réglementation sur le RNI et aux procédures d'autorisation, ainsi qu'au niveau plus élevé des salaires et des prix de l'énergie et des loyers. Dans les pays voisins, les coûts liés aux différences topographiques sont inférieurs de 11% à 27%, alors que ceux liés aux différentes réglementations RNI et procédures d'autorisation sont de 11% à 14% moins élevés. Le niveau des salaires et des prix est également plus bas (entre 10% et 15%).

8.3 Développement du réseau

Dans le développement et l'augmentation des capacités des réseaux de téléphonie mobile, on distingue deux orientations, qui utilisent les ressources susmentionnées de manière différente.

Les **augmentations de capacités** peuvent être obtenues en développant des sites existants par des fréquences porteuses supplémentaires et de nouvelles technologies, telles que la LTE (téléphonie mobile de 4^{ème} génération). Il s'ensuit en général un renforcement de la puissance rayonnée. Si le développement d'emplacements existants est judicieux, il n'est pas toujours possible. Lorsque sur une installation existante, les valeurs limites de rayonnement définies par l'ORNI sont atteintes, celle-ci ne peut plus être étendue et de nouveaux sites d'antennes doivent être construits.

En cas de trafic des données très intense dans un secteur spécifique, le seul moyen d'augmenter les capacités du réseau est une **densification** du réseau de téléphonie mobile. Au lieu d'un faible nombre de stations émettrices dotées d'une puissance d'émission relativement élevée, le secteur en question est desservi par davantage d'installations d'antennes de plus faible puissance. Etant donné que les puissances d'émission sont diminuées, les valeurs préventives fixées par l'ORNI jouent un rôle moins important lors de la densification du réseau. Le nombre d'emplacements d'antennes augmente, mais les différents sites sont perçus comme moins dérangeants. En raison du trafic des données en augmentation, on estime qu'une densification des réseaux de téléphonie mobile dans les zones densément peuplées est inévitable sur le moyen à long terme.

8.4 Evolution technologique

Dans le cadre de la normalisation internationale, les capacités de transmission des réseaux de téléphonie mobile sont constamment revues à la hausse. Etant donné que les possibilités au niveau physique sont aujourd'hui dans une large mesure épuisées, l'amélioration de l'efficacité du spectre passe principalement par les systèmes.

Outre l'amélioration de l'efficacité du spectre et la réduction de la taille des cellules radio, les réseaux WLAN gagnent en importance pour le traitement du trafic des données. De nouvelles technologies, telles que la communication par ondes lumineuses, se trouvent encore en phase de recherche et il n'est pas possible de prévoir à l'heure actuelle si et quand elles atteindront la maturité nécessaire pour être mises sur le marché.

8.5 Répercussions sur la santé du rayonnement des téléphones mobiles

Le seul effet du rayonnement haute fréquence néfaste pour l'être humain qui est prouvé sans le moindre doute et de façon scientifique est le réchauffement des tissus de l'organisme suite à l'absorption du rayonnement. Cet effet constitue le fondement des valeurs limites d'immissions selon l'ORNI. Si ces

⁶⁹ http://www.asut.ch/de/publikationen/studien/doc_download/325-studie-pwc-mobile-network-cost-study

valeurs sont respectées, l'être humain est protégé contre les effets thermiques. Selon les études les plus récentes, le facteur de sécurité n'est toutefois pas aussi élevé qu'on l'avait estimé jusqu'à présent.

Des recherches ont abouti à des observations plus ou moins bien étayées, selon lesquelles il existe d'autres effets biologiques, qui ne peuvent pas être imputés à un échauffement. Selon des critères scientifiques, il existe des preuves suffisantes d'un effet sur les ondes cérébrales. Il existe une évidence limitée d'une influence sur l'irrigation du cerveau, d'un effet néfaste sur la qualité du sperme, d'une déstabilisation du patrimoine génétique, ainsi que de répercussions sur l'expression des gènes, sur la mort programmée des cellules et sur le stress oxydatif des cellules. On ne sait pas s'il peut en découler des conséquences pour la santé, ni s'il existe des valeurs seuils en termes d'intensité et de durée du rayonnement. D'un point de vue scientifique, on ne peut pas lever l'alerte.

8.6 Conditions cadres régulatrices et conflits d'intérêts

La loi sur les télécommunications, la loi sur la protection de l'environnement, le droit en matière d'aménagement du territoire et de construction et la protection de la nature et des paysages poursuivent des buts variés, parfois opposés. L'article portant sur le but de la LTC prévoit que des services de télécommunication variés, avantageux, de qualité et concurrentiels sur le plan national et international soient proposés aux particuliers et aux milieux économiques (art. 1 LTC). Cette situation doit en particulier être obtenue grâce à une concurrence efficace entre les fournisseurs de services de téléphonie mobile aussi bien au niveau de l'infrastructure que des services .

La concurrence dans le domaine de l'infrastructure qui a cours dans le secteur de la téléphonie mobile débouche, d'une part, sur un nombre accru de stations émettrices et, d'autre part, sur une charge de rayonnement plus élevée dans l'ensemble. Il en résulte des conflits dans les objectifs poursuivis par la loi sur l'environnement, la loi sur l'aménagement du territoire et la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage, qui visent en général une charge de rayonnement qui soit la plus faible possible et des installations d'antennes qui dérangent le moins possible.

Le législateur a renoncé dans une large mesure à comparer et peser les différents intérêts en présence. Les principes généraux s'appliquent, notamment l'unité de l'ordre juridique. Les conflits d'objectifs qui découlent du cadre légal sont déjà en partie visibles aujourd'hui sous la forme d'installations d'antennes dérangeantes. Elles engendrent des problèmes dans la planification et l'autorisation d'installations de téléphonie mobile, ce qui commence à avoir des répercussions concrètes sur l'exploitation actuelle et sur l'adaptation des réseaux de téléphonie mobile. Dans le cadre de planifications, on a renoncé jusqu'à présent, à édicter des directives différenciées, portant sur des zones spécifiques, sur la manière de gérer les conflits d'intérêts de ce type.

De l'avis des opérateurs, les directives de l'ORNI et leur mise en œuvre ont une influence défavorable sur le développement rapide et approprié – d'un point de vue technique et économique – des réseaux de téléphonie mobile, et occasionnent des coûts élevés. Dans un souci de précaution, l'ORNI définit des valeurs limites d'installation, ce qui en comparaison avec d'autres pays européens, conduit à une raréfaction supplémentaire de cette ressource. La limitation des émissions à titre préventif peut avoir pour conséquence que des stations émettrices supplémentaires doivent être installées sur de nouveaux sites ; elle confère d'un autre côté une sécurité juridique à toutes les parties prenantes quant au principe de précaution ancré dans la loi sur la protection de l'environnement. Un exploitant de réseau se prononce en faveur de l'élévation de la valeur limite de l'installation de l'ORNI au niveau de l'ICNIRP, tandis que les autres souhaitent qu'elle soit reconsidérée sur le moyen à long terme.

Les Médecins en faveur de l'environnement et les organisations de protection considèrent que les valeurs limites de l'installation selon l'ORNI n'offrent pas une protection suffisante contre les effets néfastes pour la santé et appellent de leurs vœux un durcissement des valeurs limites de l'installation.

Les installations de téléphonie mobile sont souvent perçues par la population comme quelque chose de négatif, qui dérange. Il y a donc intérêt à exercer une influence sur le choix des emplacements. Les

communes et les cantons sont habilités à piloter le choix des emplacements d'installations de téléphonie mobile par différents instruments communaux et cantonaux pour la planification et la coordination des sites (planification positive ou négative, modèle en cascade), lorsque la protection des sites construits et du paysage est en jeu. Des instruments de ce type peuvent entraîner des procédures d'approbation longues et astreignantes, mais ils constituent le fondement d'une planification en phase avec les besoins de la population, d'une acceptation accrue de la part de la population et de décisions des autorités octroyant les permis de construire largement soutenues. Ils n'offrent cependant aucune garantie qu'il n'y aura pas d'oppositions aux installations individuelles.

Si des modèles de ce type ont pour effet que des antennes de téléphonie mobile ne peuvent pas être implantées dans des sites pourtant adaptés sur le plan technique, il peut arriver que la desserte soit plus mauvaise et qu'il faille par conséquent installer des antennes supplémentaires, certes perçues comme moins dérangeantes. Si des antennes doivent être implantées dans des zones très éloignées de la région à desservir, il s'ensuit que les terminaux devront émettre avec plus de puissance et que les usagers seront donc exposés à une charge de rayonnement plus élevée.

Si préalablement à l'introduction de ces instruments, des zones réservées sont définies, celles-ci peuvent engendrer des retards dans le développement des réseaux de téléphonie mobile dans les communes concernées.

Les installations de téléphonie mobile sont soumises à une autorisation de construire. La procédure d'autorisation garantit que les personnes directement concernées par une installation puissent faire valoir leurs droits et leurs intérêts et offre une sécurité juridique au requérant. Ces procédures prennent du temps et, selon les opérateurs de téléphonie mobile, constituent une entrave à une adaptation rapide des réseaux à l'évolution des conditions cadres.

8.7 Comparaison avec d'autres pays européens

En ce qui concerne la durée de la procédure d'autorisation, une tendance à un allongement des durées de procédures se profile en Europe. Selon l'étude « Base station planning permission in Europe » de la GSMA (voir chap. 6.1.1), dans dix Etats membres de l'UE, il faut en moyenne un an, voire plus, pour obtenir l'ensemble des autorisations nécessaires à l'implantation d'une antenne de téléphonie mobile.

D'une façon générale, on constate que les procédures d'octroi de permis de construire dans les différents pays d'Europe sont très variables en fonction de bases légales spécifiques aux pays sur lesquelles elles reposent et qu'il est donc difficile de comparer les pays entre eux. D'après les données fournies par les opérateurs de téléphonie mobile suisses, une procédure d'octroi d'un permis de construire dure entre quatre et huit mois en Suisse, à condition qu'aucun recours ne soit déposé. Si on compare cette durée à celles qui prévalent dans les pays voisins, on constate que la procédure d'autorisation est un peu plus rapide en Allemagne et en Italie, tandis qu'elle est d'une durée comparable en France et en Autriche. Dès que des recours sont déposés, la procédure est prolongée, quel que soit le pays.

En ce qui concerne les valeurs limites destinées à protéger la population contre le rayonnement non ionisant, la majeure partie des pays européens applique les valeurs recommandées par l'ICNIRP. Plusieurs pays européens, dont la Suisse, disposent à titre complémentaire de valeurs limites de précaution plus strictes applicables à certains lieux où séjournent les personnes.

9 Annexe

9.1 Abréviations et acronymes

2G	Norme de téléphonie mobile de deuxième génération
3G	Norme de téléphonie mobile de troisième génération
4G	Norme de téléphonie mobile de quatrième génération
ARE	Office fédéral du développement territorial
COMCO	Commission de la concurrence de la Confédération
ComCom	Commission fédérale de la communication
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSPA	High Speed Packet Access
HSPA+	Evolved High Speed Packet Access
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access
ICNIRP	Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants
IENT	Institut européen des normes de télécommunication
IMT-2000	Télécommunications mobiles internationales de l'année 2000
IP	Protocole Internet
ITU-T	Secteur de la normalisation des télécommunications au sein de l'UIT
LPE	Loi sur la protection de l'environnement
LTC	Loi sur les télécommunications
LTE	Long Term Evolution of UMTS
MIMO	Multiple-Input Multiple-Output (entrées multiples sorties multiples)
MMS	Multimedia Messaging Service (service de messagerie multimédia)
MNO	Mobile Network Operator (opérateur de réseau mobile)
MVNO	Mobile Virtual Network Operator (opérateur de réseau mobile virtuel)
OFCOM	Office fédéral de la communication
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFSP	Office fédéral de la santé publique
ORNI	Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant
OST	Ordonnance sur les services de télécommunication
RNI	Rayonnement non ionisant
RS	Recueil systématique du droit fédéral
SIM	Subscriber Identity Module (module d'identité d'abonné)
SMS	Short Message Service (service de messages courts)
SP	Service Provider (fournisseur de services)
TIC	Technologies de l'information et de la communication
UE	Union européenne
UIT	Union internationale des télécommunications

UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VLIInst	Valeur limite de l'installation
VoD	Video on Demand (vidéo à la demande)
VoIP	Voice over IP (voix sur IP)
VTA	Facturation du raccordement du réseau fixe
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access (interopérabilité mondiale pour un accès par micro-ondes)
WLAN	Wireless Local Area Network (réseau local sans fil)