Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Le Conseil fédéral

Berne, le 14 avril 2022

Pour un réseau de téléphonie mobile respectueux du développement durable

Rapport du Conseil fédéral en réponse au postulat **19.4043, Häberli-Koller, 17.9.2019)**

Résumé

Mandat
Le postulat 19.4043 (Pour un réseau de téléphonie mobile respectueux du développement durable), accepté par le Conseil des Etats le 5 décembre 2019, demande au Conseil fédéral d'examiner comment aménager durablement les réseaux de téléphonie mobile afin, d'une part, d'obtenir une protection optimale contre les rayonnements et, d'autre part, de garantir l'introduction de la 5G et des technologies futures dans des délais raisonnables. Il charge en outre le Conseil fédéral d'exposer objectivement les avantages et les inconvénients que présenterait un réseau de téléphonie mobile unique par rapport au système actuel, où la radiocommunication mobile est proposée par trois opérateurs, et d'indiquer les possibilités de promouvoir la transmission de données par fibre optique.

Situation actuelle
Pour l'économie et la société, des infrastructures de télécommunication efficaces revêtent une grande importance. Il convient donc de développer rapidement des réseaux 5G performants en Suisse.

Avec l'entrée en vigueur des aides à l'exécution de l'OFEV du 23 février 2021 et la validation des systèmes d'assurance qualité par l'OFCOM le 19 août 2021, le DETEC a défini les conditions générales pour l'utilisation des antennes adaptatives. Afin de renforcer la sécurité juridique, le Conseil fédéral a en outre décidé, le 17 décembre 2021, d'ancrer certains éléments de l'aide à l'exécution dans l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI). Les demandes des cantons aussi bien que des opérateurs de téléphonie mobile ont ainsi été prises en compte. La mise en œuvre de ces spécifications dans le cadre des procédures d'autorisation relève de la compétence des cantons.

La modification du cadre juridique a pour effet que le déploiement d'un réseau 5G performant nécessite nettement moins de nouvelles antennes que prévu initialement. Selon le rapport "Radiocommunication mobile et rayonnement" du 18 novembre 2019, avec des valeurs limites de rayonnement inchangées, 26'500 nouveaux emplacements d'antennes et des investissements à hauteur de 7.7 milliards de francs seraient nécessaires. Grâce à l'utilisation d'antennes adaptatives et aux modifications de l'aide à l'exécution et de l'ORNI, selon les indications des opérateurs, il s'agirait plutôt, avec des valeurs limites de rayonnement inchangées, de 7'500 emplacements d'antennes et de 3.2 milliards de francs.

Du point de vue de la performance et de l'exposition au rayonnement, les réseaux 5G présentent des avantages évidents par rapport aux technologies actuelles. Une étude externe, commandée en vue de l'élaboration du présent rapport, arrive aux mêmes conclusions[1]. Elle montre que le déploiement de réseaux mobiles 5G avec une infrastructure d'émetteurs dense utilisant des antennes adaptatives génère l'exposition au rayonnement la plus faible. Comme la 5G permet en outre d'augmenter considérablement la capacité du réseau, il est important de promouvoir le déploiement de cette

[1] L'étude a été réalisée par l'institut de recherche suisse indépendant IT'IS en collaboration avec l'Université de Gent (Belgique). La T'IS Foundation a été créée à l'initiative et avec le soutien de l'ETHZ: www.itis.ethz.ch

technologie. En modifiant l'aide à l'exécution et l'ORNI, la Confédération a créé les conditions nécessaires.

Promouvoir la transmission de données au moyen de la fibre optique
Des réseaux de télécommunication performants jouent un rôle de plus en plus important dans le cadre de la numérisation. Une grande partie du trafic de données est assurée par les réseaux de fibre optique sous leurs différentes formes. Les réseaux de fibre optique revêtent un caractère central dans le développement de l'infrastructure de téléphonie mobile, car chaque station de base 5G nécessite un raccordement de ce type. Pour leur part, les réseaux de radiocommunication mobile destinés aux régions périphériques, où la desserte par le réseau fixe n'est possible que dans une certaine mesure, apportent une contribution importante à la desserte nationale par des réseaux de données rapides.

Le 1er janvier 2022, le Conseil fédéral a libéré pour le WLAN (WiFi 6) de nouvelles fréquences dans la bande des 6 GHz, dans le plan national d'attribution des fréquences. Cette décision contribuera également à répondre aux besoins croissants en capacité des ménages et des entreprises suisses qui bénéficieront plus facilement des hautes performances des raccordements en fibre optique grâce à des routeurs WLAN ultramodernes et extrêmement performants.

Tout comme la mise en place rapide des réseaux de téléphonie mobile 5G, le déploiement de réseaux de fibre optique performants revêt une grande importance pour l'économie et la société. Dans le cadre du postulat 21.3461, le DETEC élabore actuellement une stratégie en matière de très haut débit destinée à garantir les infrastructures de base pour la numérisation en Suisse. Les réseaux de fibre optique et la téléphonie mobile sont liés et doivent se compléter mutuellement en termes de couverture.

Comme premier pas concret dans cette direction, le Conseil fédéral a décidé d'ajouter au service universel une offre d'accès à haut débit de 80 Mbit/s, qu'il a mise en consultation en décembre 2021.

Réseau mobile durable
En fixant les conditions générales pour l'utilisation d'antennes adaptatives, le DETEC a posé les bases d'un déploiement rapide des réseaux 5G. Il a en outre introduit des mesures d'accompagnement dans les différents domaines: monitoring RNI, centre de conseil en médecine environnementale, harmonisation dans l'exécution et intensification de la recherche.

L'étude commandée par le DETEC dans le cadre du présent rapport arrive à la conclusion que, dans un réseau 5G pur, le nombre d'antennes nécessaires dépend principalement du volume de données transmises et non des valeurs limites de rayonnement de l'ORNI. A moyen ou long terme, même en cas d'assouplissement des valeurs limites, un réseau 5G nécessiterait donc à peu près le même nombre d'antennes qu’avec les valeurs limites actuellement en vigueur. Dans ce contexte, de nouvelles discussions sur un éventuel assouplissement des valeurs limites RNI seraient contre-productives et risqueraient de renforcer les inquiétudes d'une partie de la po-

pulation et de la politique. De plus, selon l'étude, l'assouplissement des valeurs limites de rayonnement, en particulier dans les zones rurales où la densité des stations de base est plus faible, pourrait entraîner une exposition plus forte au niveau du terminal et donc augmenter l'exposition globale.

Un réseau unique n'est pas une option. Il nécessiterait certes moins d'emplacements d'antennes, mais ne présenterait pas d'avantages significatifs en termes d'exposition moyenne de la population aux rayonnements par rapport à la situation actuelle avec trois réseaux. Il remettrait en question le bon fonctionnement de la concurrence et pourrait compromettre les objectifs de la LTC, à savoir la mise à disposition de services de télécommunication variés, avantageux, de qualité et concurrentiels tant sur le plan national qu'international. A long terme, au vu du trafic de données attendu, il faudra de toute façon disposer de réseaux denses.

Résumé

La Confédération poursuit une politique claire pour accélérer le déploiement des réseaux 5G. La modification de l'ORNI et de l'aide à l'exécution ainsi que les systèmes d'assurance de la qualité qui règlent l'utilisation d'antennes adaptatives en sont les éléments centraux. En outre, la mise en œuvre de différentes mesures d'accompagnement a été initiée pour répondre aux craintes d'une partie de la population. L’augmentation de la vitesse de transmission dans le service universel et l'élaboration d'une stratégie en matière de haut débit orientée vers l'avenir sont déjà en cours. Ces différentes mesures devraient permettre de disposer à moyen et long terme de capacités de transmission suffisantes pour que la Suisse poursuive son évolution vers une "société du gigabit".

Table des matières

Résumé 2
1. Contexte 7
2. La technologie de radiocommunication mobile 9
2.1. Introduction 9
2.2. Evolution du trafic des données 9
2.2.1. Le marché en Suisse 10
2.3. Technologie de radiocommunication mobile 10
2.3.1. Exploitation simultanée de plusieurs technologies 10
2.3.2. 4G LTE et 4G+ LTE Advanced 11
2.3.3. 5G NR (5G New Radio) 11
2.3.4. Technologies futures 12
2.4. Structure des réseaux et déploiement 13
2.4.1. Structure cellulaire des réseaux de radiocommunication mobile 13
2.4.2. Déploiement des réseaux 14
2.4.3. Exposition au rayonnement 15
2.4.4. Technologie d'antenne 15
2.4.5. Bases légales régissant le rayonnement non ionisant 17
3. Etude sur l'exposition au rayonnement 19
3.1. Introduction 19
3.2. Procédure 19
3.3. Principaux résultats 20
3.4. Résultats en lien avec les questions du postulat 21
3.4.1. Influence des différentes structures sur l'exposition de la population aux rayonnements 21
3.4.2. Séparation de la couverture intérieure et extérieure 22
3.4.3. Influence des antennes adaptatives 22
3.4.4. Influence du nombre de réseaux de radiocommunication mobile sur l'exposition aux rayonnements (réseau unique) 22
3.4.5. Influence des différentes technologies (4G, 5G) sur l'expansion des réseaux mobiles. 23
3.4.6. Structure de réseau idéale pour minimiser l'exposition aux rayonnements 23
4. Déploiement: Promouvoir la transmission de données au moyen de la fibre optique 24
4.1. Contexte 24
4.2. Déploiement du haut débit 24
4.2.1. Situation actuelle du déploiement du haut débit 24
4.2.2. WLAN 25
4.2.3. La Suisse en comparaison internationale 25
4.3. Stratégie en matière de haut débit 26

4.4. Résumé 26
5. Avantages et inconvénients d'un réseau unique 27
5.1. Contexte 27
5.2. Aspects juridiques 27
5.2.1. Cadre juridique applicable 27
5.2.2. Octroi des concessions par la Commission fédérale de la communication ComCom 27
5.2.3. Utilisation commune d'éléments de réseau 28
5.2.4. Réseau mobile unique 29
5.3. Evaluation économique 31
5.3.1. Contexte 31
5.3.2. Marché de l'électricité et marché des télécommunications 32
5.3.3. Evaluation d'un réseau unique sur le marché de la radiocommunication mobile 32
5.4. Effets sur l'exposition aux rayonnements et le nombre d'antennes 34
5.5. Résumé 34
6. Pour un réseau de radiocommunication mobile respectueux du développement durable 36
Abréviations 37

1. Contexte

Le 22 avril 2020, le Conseil fédéral a défini les futures étapes dans le domaine de la téléphonie mobile et de la 5G. Il a décidé de ne pas ajuster les valeurs limites RNI et ordonné simultanément qu'une série de mesures d'accompagnement soient mises en œuvre au préalable. Ces décisions sont basées sur les conclusions du rapport "Téléphonie mobile et rayonnement" du 18 novembre 2019, élaboré par un groupe d'experts élargi, sur mandat du DETEC. Les mesures d'accompagnement proposées dans le rapport sont maintenant appliquées. Le développement de la surveillance de l'exposition aux rayonnements et la création du nouveau centre de conseil en médecine environnementale pour les rayonnements non ionisants sont prioritaires[2]. En outre, l'harmonisation de l'exécution et l'intensification de la recherche sur les effets de la téléphonie mobile et des rayonnements sur la santé et l'environnement doivent contribuer à améliorer les conditions générales pour le déploiement du réseau.

Afin de soutenir les cantons et les communes dans l'évaluation des nouvelles antennes 5G ou des antennes adaptatives, l'OFEV a publié le 23 février 2021 une aide à l'exécution. Selon celle-ci, les antennes adaptatives doivent disposer d'une limitation automatique de la puissance (power lock), qui garantit le respect de la limite autorisée. En outre, le système d'assurance de la qualité utilisé par les opérateurs pour l'enregistrement des antennes adaptatives est complété par des paramètres supplémentaires. Pour vérifier ces exigences, l'OFCOM, avec la participation de l'OFEV, a effectué des mesures de validation sur place auprès de Salt, Sunrise et Swisscom, et contrôlé les systèmes d'assurance qualité. Le 19 août 2021, l'OFCOM a publié les rapports de validation, ce qui signifie que toutes les conditions sont remplies pour que les cantons et les communes puissent autoriser l'utilisation de nouvelles antennes adaptatives dans les réseaux de radiocommunication mobile. Afin de renforcer la sécurité juridique, le Conseil fédéral a en outre décidé le 17 décembre 2021 d'ancrer certains éléments des aides à l'exécution dans l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI).

L'utilisation d'antennes adaptatives permet de réduire considérablement le nombre de nouvelles antennes nécessaires à l'extension de la 5G par rapport aux prévisions initiales. Avec des valeurs limites de rayonnement inchangées, 26’500 nouveaux emplacements d'antennes et des investissements de 7.7 milliards de francs étaient prévus à l'origine. Grâce à l'utilisation d'antennes adaptatives et en tenant compte d'un facteur de correction de 10 selon l'ORNI, il s'agirait plutôt, selon les indications des opérateurs, de 7’500 emplacements d'antennes et de 3.2 milliards.

Le postulat 19.4043 Häberli Koller (Pour un réseau de radiocommunication mobile respectueux du développement durable), accepté par le Conseil des Etats le 5 décembre 2019, demandait au Conseil fédéral de rédiger un rapport indiquant comment aménager les réseaux de radiocommunication mobile dans le respect des principes du développement durable, afin d'atteindre une protection optimale contre les rayonnements, tout en déployant la 5G et les technologies émergentes dans des délais raisonnables. Le rapport doit exposer de façon objective non seulement les avantages et les inconvénients qu'un seul réseau de radiocommunication mobile pour toute la

[2] Groupe de travail Téléphonie mobile et rayonnement: présentation d'un rapport factuel global (admin.ch)

Suisse présenterait par rapport au système actuel, où la radiocommunication mobile est proposée par trois opérateurs, mais aussi la manière dont on pourrait promouvoir la transmission de données au moyen de la fibre optique.

Etant donné que les systèmes de deuxième et de troisième générations de radiocommunication mobile (2G, 3G) sont obsolètes et seront prochainement mis hors service, le présent rapport se concentre uniquement sur les dernières générations (4G et 5G).

Le chapitre 2 contient une brève introduction technique sur les principaux aspects de la radiocommunication mobile, entre autres une présentation du développement des différentes technologies. Il explique aussi comment les réseaux sont planifiés et les infrastructures nécessaires construites. Il montre en outre le fonctionnement des antennes adaptatives déployées pour la 5G et présente les points essentiels de l'ordonnance sur le rayonnement non ionisant (ORNI) à observer en cas d'extension du réseau[3].

Une étude externe commandée à IT'IS Foundation sert de base à l'élaboration du présent rapport. Son objectif était d'analyser l'exposition des personnes au rayonnement de différentes topologies de réseaux de radiocommunication mobile (4G, 5G)[4]. L'étude a simulé aussi bien l'exposition au rayonnement produite par les réseaux séparément qu'une exposition intégrale comprenant les appareils finaux, comme les téléphones mobiles. Pour une meilleure lisibilité, terminaux et téléphones mobiles sont utilisés comme synonymes dans le présent rapport. Les principaux résultats sont présentés dans le chapitre 3.

Le chapitre 4 porte sur les possibilités de soutien au déploiement de la fibre optique et donne un aperçu des interventions politiques en cours et des activités concernant le déploiement du haut débit en Suisse. Il montre également comment des routeurs WLAN plus performants peuvent soulager le réseau de téléphonie mobile.

Le chapitre 5 examine d'un point de vue juridique, économique et technique les avantages et les inconvénients d'un seul et unique réseau de radiocommunication mobile par rapport au modèle actuel, qui comprend trois fournisseurs.

Le chapitre 6 tire une conclusion et montre ce qu'il faut entendre par un réseau de téléphonie mobile durable et où se situe la Suisse en la matière.

[3] RS 814.710

[4] https://itis.swiss/news-events/news/latest-news/

2. La technologie de radiocommunication mobile

2.1. Introduction

Ce chapitre donne un aperçu des technologies de radiocommunication mobile actuelles. Il explique entre autres comment les réseaux sont planifiés et les infrastructures nécessaires construites, quels critères sont appliqués et quelle est la dotation actuelle en fréquences des opérateurs mobiles en Suisse. Il présente enfin les principales caractéristiques des antennes adaptatives utilisées pour la technologie 5G en comparaison des antennes conventionnelles.

2.2. Evolution du trafic des données

Le graphique ci-dessous montre l'augmentation mondiale prévue du volume de données transmis à l'aide de la 4G et d'autres technologies d'une part, et de la 5G d'autre part.

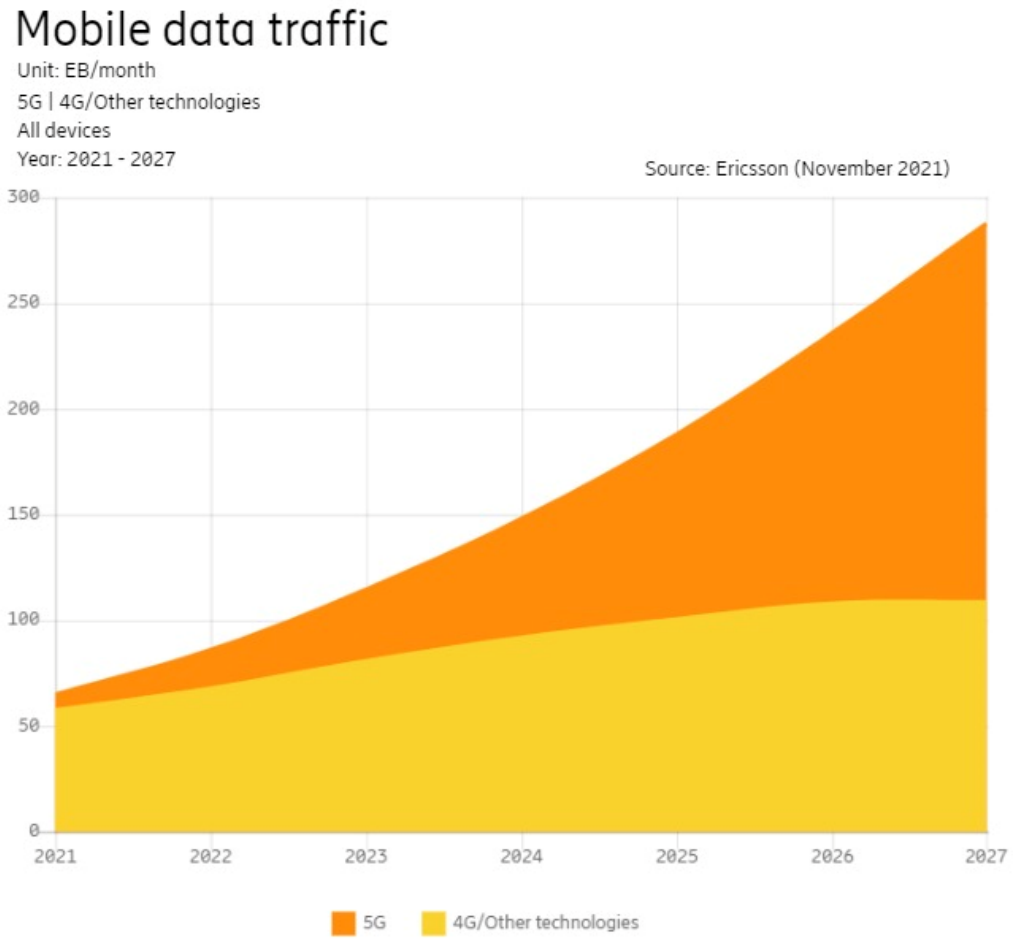

Illustration 1: Evolution du volume de données au niveau mondial, par technologies, en exabyte[5] (EB), source: Ericsson[6]

En Suisse, ces dernières années, le trafic des données mobiles a doublé tous les 12 à 18 mois[7]. Les applications vidéo représentent près des deux tiers du volume, et

[5] 1EB = 1 milliard Gigabyte (10^{18} Bytes, Trillion)
[6] Ericsson Mobility Visualizer - Mobility Report - Ericsson, consulté le 10 février 2022
[7] https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/telekommunikation/zahlen-und-fakten/sammlung-statistischer-daten/breitband/mobilfunk1.html

une forte augmentation est encore attendue dans ce domaine. S'agissant de l'internet des objets (IoT), le nombre de liaisons de transmission de données devrait même augmenter de 400% au cours des cinq prochaines années.

2.2.1. Le marché en Suisse

En Suisse, il existe trois réseaux mobiles indépendants, exploités par les opérateurs Swisscom, Sunrise UPC et Salt. Fin 2020, leurs parts de marchés en termes de nombre de clients se montaient respectivement à 56%, 25% et 16%. Avec 3%, la part de marché des opérateurs virtuels, qui ne disposent pas de leur propre réseau de radiocommunication mobile, est relativement faible.

Avec 11.2 millions de raccordements pour une population totale de 8.59 millions d'habitants, la pénétration de la radiocommunication mobile en Suisse s'élève fin 2019 à près de 131%[8].

2.3. Technologie de radiocommunication mobile

Les technologies de radiocommunication mobile ne cessent de se développer dans le cadre de la normalisation internationale. L'évolution est progressive et une nouvelle génération arrive sur le marché environ tous les dix ans. Le but est d'une part d'augmenter constamment l'efficacité des réseaux et d'autre part de permettre de nouveaux services innovants. Il s'agit en général d'améliorer la capacité du réseau ou le débit de données (vitesse de transmission), d'augmenter le nombre de terminaux pouvant se connecter au réseau en même temps (connectivité) et de réduire le temps de réaction du réseau (retard du signal, latence). Le premier système numérique de radiocommunication mobile de deuxième génération (GSM) est apparu en 1992; la troisième génération (UMTS) a été introduite en 2000 et la quatrième (LTE) en 2012. Le réseau de cinquième génération (5G) est actuellement en cours d'installation. Les systèmes de deuxième et de troisième générations, obsolètes et moins efficaces, devraient être prochainement mis hors service[9], [10].

2.3.1. Exploitation simultanée de plusieurs technologies

En pratique, les fournisseurs exploitent plusieurs technologies simultanément (actuellement: 2G, 3G, 4G, 5G), notamment parce que les appareils en circulation ne supportent pas tous la 5G et n'ont pas encore atteint la fin de leur durée de vie. Une technologie est généralement mise hors service (p. ex. la 2G) lorsque la majorité des appareils et applications supportent les technologies plus récentes. Les nouvelles technologies sont aussi généralement plus efficaces en termes d'exposition au rayonnement. Les premiers projets de recherche sont déjà en cours pour la prochaine génération de radiocommunication mobile (6G), dont l'introduction commerciale est prévue vers 2030.

---

[8] Observatoire statistique (admin.ch)

[9] La première génération de radiocommunication mobile reposait sur un système analogique (p. ex. NMT)

[10] Swisscom, Salt: 2G déjà hors service; Sunrise: 2G en exploitation jusqu'à fin 2022 au moins pour les clients privés et commerciaux et pour des applications M2M

Les explications ci-après concernent les technologies de quatrième et cinquième générations (4G, 5G) actuelles et qui seront utilisées ces prochaines années.

2.3.2. 4G LTE et 4G+ LTE Advanced

La norme LTE repose sur les technologies 3GPP (UMTS, HSPA, HSPA+), dont elle constitue un développement. Elle visait une efficacité du spectre 3 à 4 fois supérieure à la 3G, à un coût plus faible par bit transféré.

Evolution de la 4G LTE, la 4G+/LTE Advanced présente les principales caractéristiques suivantes:

- Débit théorique de 1 Gbit/s en liaison descendante (downlink)[11]
- Débit théorique de 50 Mbit/s en liaison ascendante (uplink)[12]
- Temps de latence du signal, 10 millisecondes
- Réduction de la consommation d'énergie au niveau du terminal

Les débits de données plus élevés et en particulier le temps de latence plus court améliorent considérablement les conditions d'utilisation. Cela a conduit à une forte augmentation du volume de données transmis sur les réseaux mobiles. La 4G permet par exemple de visionner des vidéos en temps réel sans interruption, sans avoir à les télécharger au préalable (streaming).

2.3.3. 5G NR (5G New Radio)

La technologie 5G N Rest repose sur l'expérience acquise par l'industrie des télécommunications au fil des années avec les systèmes des générations précédentes. La normalisation prévisionnelle constitue la base pour une extension évolutionnaire des fonctions et protège les investissements. La 5G est la première technologie de radiocommunication mobile qui convienne également pour les applications de l'industrie critiques du point de vue commercial et des processus.

Les réseaux 5G constituent une étape importante dans l'évolution de la communication mobile puisqu'ils ouvrent la porte à de nouveaux champs d'utilisation, en particulier dans le domaine de l'internet des objets (Iot), de la communication entre machines (M2M) et des applications à bande ultra-larges ou en temps réel. La 5G est également la première technologie mobile qui permette l'utilisation de fréquences au-dessus de 20 GHz[13].

Les propriétés de la 5G sont:

- Débit théorique de 20 Gbit/s en liaison descendante (downlink)[14]

[11] Direction d'émission: de la station de base au terminal
[12] Direction d'émission: du terminal à la station de base
[13] 24’250 MHz – 52’600 MHz
[14] Valeurs cibles de la capacité des cellules radio dans la gamme de fréquences jusqu'à 100 GHz (à consulter sous: https://www.3gpp.org/ftp//Specs/archive/38_series/38.913/38913-g00.zip, chapitre 7)

- Débit théorique de 10 Gbit/s en liaison ascendante (uplink)**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

- Temps de latence minimum du signal, 1 milliseconde (en fonction de l'application)

- Nombre nettement plus grand d'appareils finaux connectés simultanément dans le cadre de l'internet des objets (jusqu'à 1 million par km2).

Toutes ces propriétés ouvrent la voie à de nouvelles possibilités d'innovation pour des applications de services mobiles. La technologie 5G présente un grand potentiel économique; elle permet par exemple de faire fonctionner des machines à distance en temps réel. Pour exploiter tout ce potentiel, un nouveau réseau central est nécessaire, en plus des stations de base munies d'antennes adaptatives. En dehors des fonctions pour la commande du réseau de radiocommunication mobile, le réseau central établit la connexion vers les stations de base. Il fournit aussi des services, comme les services vocaux, les SMS et MMS, les appels d'urgence, les services de cloud, la diffusion TV, des applications pour des clients commerciaux, etc.

2.3.4. Technologies futures

Les premiers travaux en vue de définir les caractéristiques des réseaux de la 6e génération sont menés actuellement à l'UIT (6G Vision). Des recommandations devraient être publiées en juin 2023 au plus tard; elles serviront de base pour l'élaboration des normes nécessaires par des organisations de normalisation comme 3GPP. Des études et des tests de faisabilité sont réalisés en parallèle. L'introduction commerciale de la 6G est prévue au plus tôt en 2030[15], [16].

S'agissant de la mise à disposition de fréquences supplémentaires, une harmonisation internationale des fréquences dans la gamme des ondes millimétriques au-dessus de 20 GHz est prévue à moyen terme. Ces fréquences sont utilisées aujourd'hui pour la communication par satellite, les capteurs de distance dans les véhicules (radar), des applications scientifiques et les liaisons hertziennes. Des fréquences inférieures sont actuellement utilisées pour la radiocommunication mobile. Comparées aux ondes millimétriques, elles possèdent de meilleures propriétés de propagation et de pénétration[17].

Actuellement aucune fréquence au-dessus de 20 GHz n'est utilisée en Suisse pour la radiocommunication mobile. Lors de la dernière Conférence mondiale de l'Union internationale des télécommunications (UIT) en 2019, trois bandes de fréquences au-dessus de 20 GHz ont été identifiée pour la communication mobile. Au niveau européen, la Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications (CEPT) mène des travaux d'harmonisation afin de définir le cadre réglementaire en vue de l'utilisation de ces bandes millimétriques. Leur utilisation en Suisse pour la communication mobile nécessite une adaptation du Plan national des fréquences

[15] 6G VISION: AN ULTRA-FLEXIBLE PERSPECTIVE (itu.int), White_Paper.pdf (itu.int), [382] Working document towards preliminary draft new Recommendation ITU-R M.[IMT.VISION 2030 AND BEYOND]
[16] https://www.heise.de/news/6G-Flaggschiffinitiative-Nokia-leitet-europaeisches-Projekt-Hexa-X-4986048.html, https://hexa-x.eu/
[17] La longueur d'onde est d'un millimètre, d'où le terme "ondes millimétriques".

(PNAF), qui doit être approuvée par le Conseil fédéral. Une fois cette étape franchie, les fréquences doivent ensuite être attribuées par la Commission fédérale de la communication (ComCom) dans le cadre d'une adjudication par voie d'enchères. L'utilisation effective des ondes millimétriques ne peut avoir lieu qu'une fois la procédure d'attribution terminée.

2.4. Structure des réseaux et déploiement

2.4.1. Structure cellulaire des réseaux de radiocommunication mobile

Les réseaux mobiles sont des réseaux cellulaires. Leur zone de desserte est subdivisée en une multitude de cellules radio de taille limitée adjacentes et superposées, chacune étant alimentée par une station de base.

Un réseau mobile doit être en mesure de desservir les utilisateurs, si possible sans interruption. Les cellules radio couvrent donc des régions et des espaces de différentes tailles. La zone de desserte d'un cellule radio dépend du nombre d'utilisateurs, du volume de données et de la topographie. Ainsi, le diamètre d'une cellule peut atteindre quelques kilomètres dans les zones rurales et être inférieur à 100 mètres dans les villes.

Les macrocellules avec antennes sur les bâtiments, les tours ou les élévations de terrain servent essentiellement à la desserte étendue d'une région en termes de couverture et de capacité. Elles sont également importantes pour les utilisateurs qui se déplacent rapidement d'un endroit à l'autre.

Les microcellules sont principalement utilisées là où existent de grands flux de données; il s'agit notamment des places très fréquentées ou des espaces intérieurs de grands bâtiments de forte fréquentation, comme les gares, les centres commerciaux ou les stades. Les microcellules peuvent également compléter le réseau mobile dans les endroits où les conditions géographiques locales empêchent la réception de la macrocellule.

Pour la mise à disposition de capacités supplémentaires à l'intérieur des bâtiments, on a recours à des picocellules et des femtocellules. Idéalement, ces cellules sont directement connectées au réseau central à travers le réseau fixe.

Les microcellules, les picocellules et les femtocellules sont souvent appelées "petites cellules".

Type de cellules	Rayon de desserte typique	Type de desserte
Macrocellules	Jusqu'à 5 km (typiquement 1 à 2 km)	A grande échelle, en dehors et à l'intérieur des bâtiments ainsi que pour les déplacements (train, auto, bus, etc.) (Dans les villes suisses, des rayons de desserte de 300 à 500 m sont déjà la règle aujourd'hui.)
Microcellules	Entre 50 et 200 m (typiquement 100 m)	Dans les régions à grand trafic, en dehors et à l'intérieur des bâtiments
Picocellules, femtocellules	Moins de 100 m (typiquement moins de 50 m)	Généralement à l'intérieur des bâtiments, souvent avec peu d'utilisateurs

Tableau 1: Types de cellules (source: rapport Radiocommunication mobile et rayonnement**Fehler! Textmarke nicht definiert.**)

La majorité des émetteurs est installée dans les villes et les communes densément peuplées, les services mobiles y étant utilisés par un grand nombre de personnes dans un espace restreint.

2.4.1.1. Situation en matière de fréquences

Des droits d'utilisation de fréquences d'une durée de 15 ans ont été octroyés dans le cadre de procédures d'attribution de la ComCom en 2012 et en 2019. Les actuelles concessions de radiocommunication arrivent à échéance fin 2028 ou mi-avril 2034. Le tableau 2 montre, en MHz, la dotation actuelle en fréquences des opérateurs de réseaux mobiles[18].

Durée de validité des concessions de radiocommunication	Salt	Sunrise	Swisscom.	Somme des fréquences utilisées
31.12.2028	160 MHz	160 MHz	255 MHz	575 MHz
17.04.2034	110 MHz	135 MHz	200 MHz	455 MHz
Total	**270 MHz**	**295 MHz**	**455 MHz**	**1020 MHz**

Tableau 2: Dotation en fréquences des opérateurs suisses de radiocommunication mobile

2.4.2. Déploiement des réseaux

La multiplication des offres de services basés sur la radiocommunication mobile et la demande croissante entraîne une hausse soutenue du volume de données à transmettre. Pour pouvoir fournir les capacités nécessaires, les réseaux doivent être constamment étendus. A cette fin, les opérateurs peuvent augmenter la capacité des

[18] Orange, Sunrise et Swisscom acquièrent des fréquences mobiles par voie d'adjudication (admin.ch), Attribution de fréquences de téléphonie mobile pour la 5G en Suisse (admin.ch)

installations existantes en ajoutant des fréquences porteuses supplémentaires et en recourant à de nouvelles technologies plus performantes, ou en densifiant les réseaux et en implantant de nouvelles antennes.

L'aménagement des installations existantes aboutit généralement à une hausse de la puissance rayonnée. La puissance maximale autorisée d'une antenne est limitée par les valeurs limites de l'installation fixées dans l'ORNI. Une fois ces valeurs atteintes, l'installation ne peut plus être agrandie. De nouvelles installations doivent être construites pour augmenter les capacités du réseau dans la zone concernée, à valeurs limites constantes.

2.4.3. Exposition au rayonnement

Le rayonnement de la radiocommunication mobile auquel la population et l'environnement sont soumis dépend de différents facteurs, notamment de la puissance d'émission du terminal, de la proximité de la station de base, du volume de données transportés, des propriétés de l'antenne et de la distance par rapport aux stations de base. L'exposition au rayonnement varie en cours de journée et atteint un pic aux heures de pointe. Le DETEC avait institué le groupe de travail sur la téléphonie mobile et le rayonnement en septembre 2018, en le chargeant de rédiger un rapport présentant des recommandations quant aux étapes futures de la téléphonie mobile, à court et à long terme, en tenant compte des intérêts de protection et d’utilisation. Le rapport a été publié le 18 novembre 2018 (voir ci-dessus).

2.4.4. Technologie d'antenne

Le développement technique de la transmission radio de la norme LTE à la norme 5G s'est basé sur les bandes de fréquences prévues pour la radiocommunication mobile. La technologie de modulation utilisée est la même que pour le LTE. La technologie de modulation utilisée est la même que pour le LTE.

La transmission des données se fait toujours paquet par paquet, à des intervalles de temps très courts. Les antennes adaptatives ont été développées parallèlement à la norme 5G. Elles sont équipées d'ordinateurs plus performants capables de traiter beaucoup plus rapidement les données à transmettre, ce qui permet notamment d'envoyer des données de manière directionnelle de la station de base au terminal.

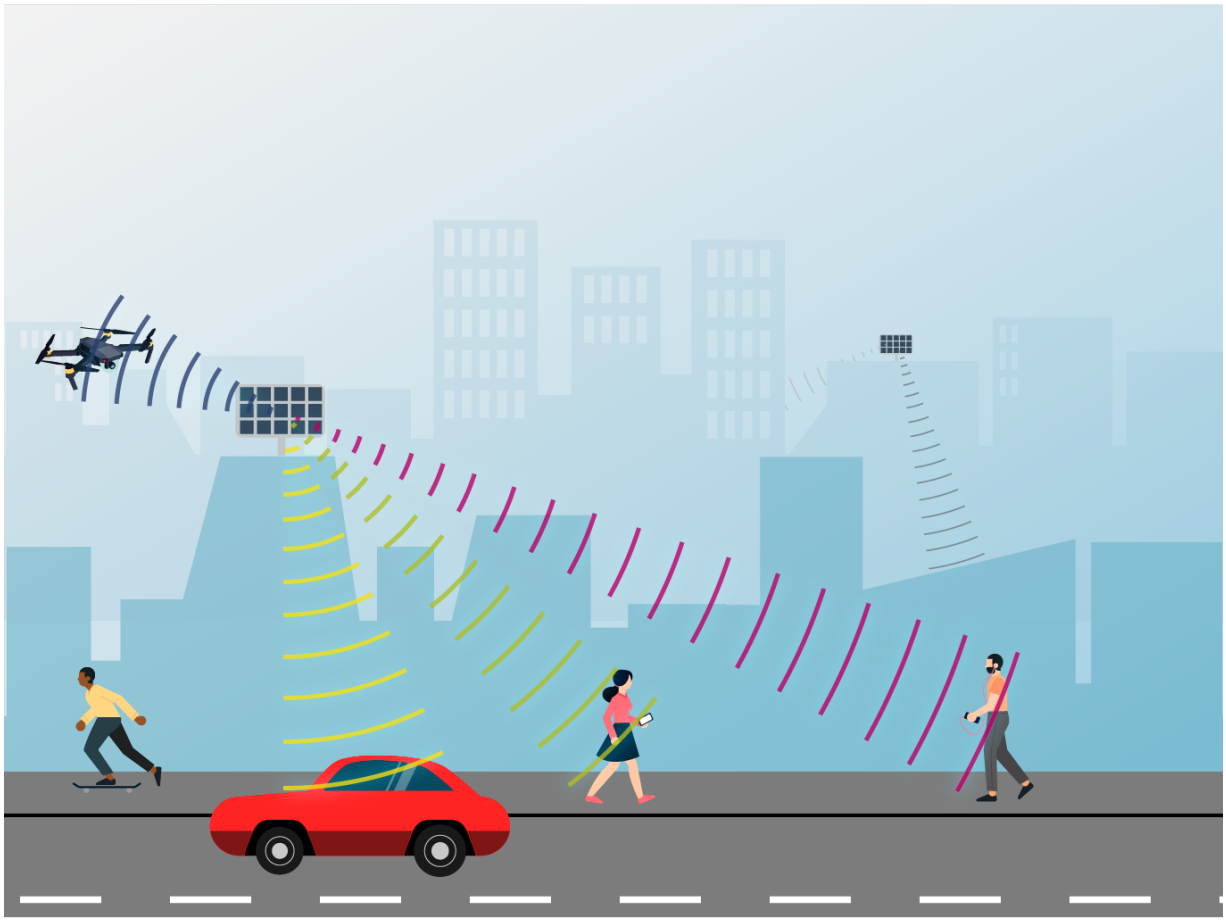

Illustration 2: Les antennes adaptatives envoient spécifiquement des données dans la direction du terminal, source OFCOM[19]

Les antennes adaptatives se composent d'une série d'éléments transmetteur contrôlables individuellement. Lorsque plusieurs éléments transmetteurs sont combinées dans un groupe, ils peuvent envoyer spécifiquement des données dans une direction. Ainsi, plusieurs groupes d'éléments transmetteur peuvent émettre leurs données simultanément dans différentes directions. Ils se partagent la puissance d'émission maximale disponible pour une antenne, ce qui réduit la puissance dans chaque direction ciblée simultanément.

L'émission ciblée des données des utilisateurs permet d'optimiser et d'améliorer les conditions de réception. Il y a aussi moins de signaux émis inutilement dans la cellule radio restante, ce qui améliore les conditions de réception de tous les autres terminaux.

En ce qui concerne l'exposition au rayonnement, les antennes conventionnelles produisent l'intensité de champ la plus élevée dans l'axe d'émission principal, indépendamment de la position des terminaux. Avec les antennes adaptatives, l'émission dynamique des données en direction du terminal concerné permet de répartir l'intensité de champ produite. L'exposition moyenne au rayonnement à l'intérieur de la cellule radio s'en trouve réduite, en particulier dans l'axe d'émission principal. Le remplace-

[19] https://www.bakom.admin.ch/bakom/fr/page-daccueil/telecommunication/technologie/communication-mobile-evolution-vers-la-5g.html

ment des antennes conventionnelles par des antennes adaptatives réduit l'exposition au rayonnement. Des antennes adaptatives sont utilisées aujourd'hui dans les bandes de fréquences des 3.5 à 3.8 GHz.

2.4.5. Bases légales régissant le rayonnement non ionisant

2.4.5.1. Loi sur la protection de l'environnement

Se fondant sur la Constitution fédérale de la Confédération suisse, la loi sur la protection de l'environnement (LPE) 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. De plus, les atteintes qui pourraient devenir nuisibles ou incommodantes seront réduites à titre préventif et assez tôt. Ces prescriptions s'appliquent aussi au rayonnement non ionisant des stations émettrices pour la radiocommunication mobile[20], [21].

Concernant la protection contre les immissions (notamment le rayonnement de la radiocommunication mobile), le principe de précaution est précisé à l'art. 11, al. 2, LPE. Aux termes de celui-ci, il importe, indépendamment des nuisances existantes, de limiter à titre préventif 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. Il s'agit d'un principe de base du droit suisse de l'environnement. Il est aussi mentionné dans nombre de documents et d'accords internationaux. Il se fonde sur l'idée d'éviter les risques incalculables et de prévoir une marge de sécurité pour tenir compte des incertitudes sur les effets à long terme des nuisances. La limitation des émissions doit viser à cet égard un rapport proportionné entre les mesures de précaution ordonnées et les risques qu'elles permettent d'éviter.

Au-delà des mesures préventives, l'art. 11, al. 3, LPE, prévoit que les émissions seront limitées plus sévèrement s'il appert ou s'il y a lieu de présumer que les atteintes, eu égard à la charge actuelle de l'environnement, seront nuisibles ou incommodantes.

2.4.5.2. Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant

Le Conseil fédéral précise le mandat légal par voie d'ordonnance. Le rayonnement des stations émettrices est limité en vertu de l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI), qui s'appuie sur la LPE. L'ORNI contient des valeurs limites d'immissions (VLI) qui visent à protéger les personnes contre les dangers scientifiquement prouvés et acceptés liés au rayonnement. Les VLI doivent répondre à l'état de la recherche ou à l'état de l'expérience[22]. Elles doivent aussi protéger les groupes de personnes sensibles contre les risques pour la santé et être fixées de façon à ce que le bien-être de la population ne soit pas affecté. Les valeurs limites d'immissions figurant à l'annexe 2 de l'ORNI sont des valeurs indicatives recommandées en 1998 par la Commission internationale pour la protection contre le rayonnement non ionisant (ICNIRP), qui protègent contre les effets thermiques. Elles s'appliquent partout où des personnes peuvent séjourner. Les valeurs limites d'immissions ne prennent par contre pas en compte les effets biologiques (dits non thermiques)

[20] RS 814.01
[21] Voir art. 74 de la Constitution fédérale de la Confédération suisse, Cst., RS 101
[22] RS 814.710

des rayonnements de faibles intensités, ni les conséquences à long terme scientifiquement non prouvées de manière cohérente.

En plus des VLI, l'ORNI fixe des valeurs limites de l'installation (VLInst) environ dix fois plus strictes, qui concrétisent le principe de précaution de la LPE. Dans les lieux où des personnes séjournent régulièrement pendant une période prolongée, la valeur efficace de l'intensité du champ électrique d'une installation de radiocommunication mobile ne peut dépasser un dixième de la valeur limite d'immissions. Sont notamment considérés comme "lieux à utilisation sensible" (LUS) les habitations, les écoles, les hôpitaux, les postes de travail permanents ou les places de jeux définies dans un plan d'aménagement. Les valeurs limites doivent être respectées cumulativement par toutes les technologies de téléphonie mobile utilisées sur un site.

Les pays voisins de la Suisse, la plupart des pays de l'Union européenne et les États-Unis s'orientent seulement sur la valeur limite d'immissions internationalement reconnue et n'appliquent pas, en plus, une valeur limite de l'installation plus basse. Sur le plan international, l'idée de la précaution est souvent mise en œuvre à l'aide d'autres dispositifs et mesures comme le monitoring des risques, l'information et la recherche.

2.4.5.3. Exécution

Dans le cas des installations commerciales de radiocommunication mobile, les cantons et les communes sont responsables de l'exécution de l'ORNI, et, dans le cas des installations de radiocommunication mobile pour le système de radiocommunications du réseau ferré (GSM-Rail), cette tâche incombe à l'Office fédéral des transports. En règle générale, les services communaux ou cantonaux chargés de la protection contre le rayonnement non ionisant (services RNI) effectuent l'évaluation exigée par le droit environnemental des installations de radiocommunication mobile dans le cadre de demandes de permis de construire, le permis de construire proprement dit étant ensuite délivré par l'autorité compétente. Les procédures d'autorisation et de contrôle des installations commerciales de radiocommunication mobile peuvent légèrement différer selon les cantons mais reposent toutefois sur les mêmes principes.

3. Etude sur l'exposition au rayonnement

3.1. Introduction

Une étude externe a été commandée pour répondre aux différentes questions du postulat concernant la conception durable des réseaux de radiocommunication mobile et l'exposition de la population au rayonnement. Elle a été réalisée par la Fondation IT'IS[23], un organisme indépendant de Zurich, en collaboration avec IMEC WAVES[24], un groupe de recherche de l'Université de Gand, en Belgique. Elle complète une étude antérieure de IT'IS réalisée sur mandat de l'OFEV dans le cadre de l'élaboration du rapport "Radiocommunication mobile et rayonnement"[25].

Dans l'étude, l'exposition est définie comme le rapport entre le débit d'absorption spécifique (DAS) et les limites de sécurité DAS applicables en tant que rapport d'exposition. Les valeurs DAS sont normalisées, à un moment choisi en liaison descende et ascendante, par des seuils moyens DAS pour 10 grammes (liaison ascendante) et DAS corps entier (liaison descendante).

Le DAS est une mesure de l'absorption des champs électromagnétiques dans les tissus. Le débit d'absorption spécifique s'exprime en watt par kilogramme (W/kg). Le DAS est utilisé comme une mesure dosimétrique importante en lien avec des champs électromagnétiques.

3.2. Procédure

Dans le but de répondre aux questions posées dans le postulat, l'étude a analysé l'exposition aux rayonnements selon différentes topologies de réseaux mobiles. L'accent a été mis sur les dernières technologies de radiocommunication mobile 4G et 5G. Un outil de planification des réseaux qui optimise l'exposition totale aux rayonnements et les besoins énergétiques a été utilisé. Cet outil développé par le groupe IMEC WAVES a été adapté aux conditions réglementaires en Suisse, notamment aux valeurs limites fixées par l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI), et paramétré en conséquence.

Des réseaux mobiles basés sur les technologies 4G et 5G ont été simulés dans des zones rurales, suburbaines et urbaines, avec dans tous les cas une couverture de 95% au moins des utilisateurs. La simulation s'est fondée sur les données relatives aux utilisateurs (nombre d'utilisateurs, volume d'appels, volume de données) fournies par les opérateurs de réseaux mobiles et extrapolées sur l'année 2030.

La dotation en fréquences actuelle des opérateurs suisses de radiocommunication mobile dans les bandes des 700 MHz à 3.5 GHz a été prise en compte dans l'étude. Les conditions-cadres pour une éventuelle utilisation des ondes millimétriques en

[23] WHO WE ARE » IT'IS Foundation (itis.swiss)
[24] Waves - imec research group at Ghent University | imec (imec-int.com)
[25] https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/en/dokumente/elektrosmog/externe-studien-berichte/modelling-of-total-exposure-in-hypothetical-5g-mobile-networks-for-varied-topologies-and-user-scenarios.pdf.download.pdf/Modelling%20of%20Total%20Exposure%20in%20Hypothetical%205G%20Networks%20-%20Schlussbericht.pdf

Suisse (24.25 – 27.5 GHz) n'ayant pas encore été définies, ces ondes n'ont pas fait partie de la simulation.

L'analyse a porté sur la comparaison entre d'une part trois réseaux distincts et d'autre part un réseau unique, sur la séparation entre la couverture à l'intérieur et la couverture à l'extérieur, sur l'influence de différents débits de données ainsi que sur des réseaux optimisés pour une faible exposition en liaison descendante. Une distinction a été faite entre le rayonnement généré par les réseaux et celui généré par les terminaux.

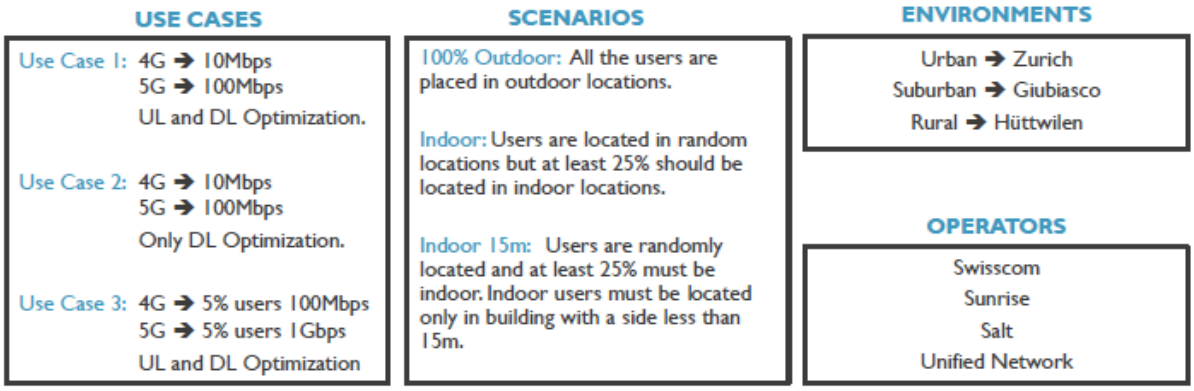

Illustration 3: Aperçu de la stratégie d'analyse

3.3. Principaux résultats

Les terminaux sont les principales sources de rayonnements

L'étude montre que l'exposition des personnes aux rayonnements émis par les terminaux situés à proximité de leur corps pendant l'utilisation est nettement plus forte que l'exposition provoquée par le réseau. Dans tous les scénarios simulés, l'exposition due aux téléphones portables est en moyenne au moins dix fois supérieure à celle provoquée par le réseau. Les terminaux entraînent donc une exposition beaucoup plus élevée que celle des antennes de téléphonie mobile. Ces observations confirment les conclusions du rapport "Radiocommunication mobile et rayonnement".

Pas d'indication possible sur l'exposition des non-utilisateurs aux rayonnements

Les appareils de téléphonie mobile ont servi d'élément de mesure. Il n'est donc pas possible de se prononcer sur l'exposition des non-utilisateurs. En général, l'exposition diminue de manière exponentielle avec la distance de l'émetteur actif (p. ex. téléphone portable ou installation d'antenne).

Un réseau 5G entièrement déployé réduit le rayonnement des terminaux, mais augmente celui du réseau

Dans l'étude, les réseaux 5G ont été dimensionnés avec une capacité ou un débit de transmission dix fois supérieur aux réseaux 4G. Cette capacité nettement plus élevée n'a toutefois pas entraîné d'augmentation significative du rayonnement par rapport à la 4G. Ce n'est que dans le scénario avec les débits de données les plus élevés pour la 5G (1 Gbit/s) que le rayonnement du réseau a augmenté, de 34% en moyenne.

Parallèlement, l'exposition au rayonnement provenant du terminal a diminué de 75% avec un débit de 100 Mbit/s et de 61% avec un débit de 1 Gbit/s.

Séparation de la couverture intérieure et extérieure

Pour une capacité dix fois supérieure, un réseau 5G nécessite en moyenne trois fois plus de stations de base qu'un réseau 4G. Si la couverture à l'intérieur des bâtiments doit également être assurée, le besoin de stations de base supplémentaires avec la 5G est faible (14% en plus).

Si seule une couverture extérieure est prise en compte, l'étude montre que l'exposition au rayonnement due au transfert de données de l'antenne vers les terminaux mobiles peut être réduite d'un facteur dix. En revanche, l'exposition globale ne diminue guère, car le rayonnement du téléphone mobile reste élevée dans tous les scénarios examinés. C'est surtout le rayonnement du téléphone mobile qui pèse lourd dans l'exposition globale au rayonnement. En conséquence, une prise en compte séparée de la couverture extérieure et de la couverture intérieure ne modifie guère l'exposition globale. En effet, elle réduit en premier lieu le rayonnement de l'antenne, mais pas celui du téléphone mobile. Il convient de souligner que la technologie 5G entraîne un rayonnement quatre fois plus faible des terminaux que la 4G.

Du point de vue du rayonnement, le réseau unique présente peu d'avantages; il faudrait moins d'antennes

Les simulations avec un réseau unique ont montré que l'exposition totale aux rayonnements ne changeait pas de manière significative par comparaison à trois réseaux mobiles. Dans certaines situations, un réseau unique peut entraîner une exposition aux rayonnements des terminaux plus élevée en raison de limites de capacité du réseau. Un réseau unique, qui repose sur une base purement technique et ne contient aucun aspect d'acquisition d'emplacements ou d'aménagement du territoire, entraîne une réduction du nombre de stations de base nécessaires. Quel que soit l'environnement, la somme des stations de base requises pour trois opérateurs est supérieure à celle d'un réseau unique. Dans un réseau unique, la même qualité de réseau a été obtenue avec 30 à 50% de stations de base en moins pour la 4G et 13 à 30% pour la 5G. La réduction est plus faible pour la 5G car les antennes adaptatives utilisées avec cette technologie supportent moins d'utilisateurs par station de base.

3.4. Résultats en lien avec les questions du postulat

3.4.1. Influence des différentes structures sur l'exposition de la population aux rayonnements

Une simulation des infrastructures de réseau basées sur les technologies mobiles 4G et 5G a montré qu'une transition de la 4G à la 5G réduit l'exposition des personnes aux rayonnements dans la plupart des scénarios, tout en offrant une capacité dix fois supérieure.

L'utilisation du WLAN comme liaison complémentaire pour la réception en intérieur n'a pas été prise en compte dans les modèles de simulation, car la 4G et la 5G ont

toutes deux une meilleure efficacité spectrale et offrent une régulation de la puissance plus efficace. Le WLAN est toutefois utile pour soulager le réseau de téléphonie mobile.

3.4.2. Séparation de la couverture intérieure et extérieure

La couverture séparée des emplacements intérieurs et extérieurs et l'exposition aux rayonnements à l'intérieur des bâtiments et en dehors ont été analysées dans le cadre de l'étude. Les résultats montrent qu'une séparation complète divisait en moyenne par quatre l'exposition aux rayonnements à l'extérieur; par contre à l'intérieur des bâtiments, la même exposition demeure inchangée.

Selon l'étude, malgré l'atténuation supplémentaire des bâtiments, l'exposition aux rayonnements émis par le téléphone mobile reste au même niveau, même si les réseaux intérieurs et extérieurs sont considérés séparément. Par rapport à la 4G, le rayonnement du téléphone mobile est quatre fois plus faible avec la 5G. Cet effet pourrait être dû à l'utilisation d'antennes adaptatives.

Les antennes intérieures nécessaires pour séparer la couverture intérieure de la couverture extérieure n'ont pas été directement incluses dans l'étude. Il n'est donc pas possible de tirer de conclusions sur l'exposition, les travaux d'installation ou la couverture radio.

3.4.3. Influence des antennes adaptatives

L'utilisation de systèmes d'antennes adaptatives pour la 5G peut réduire l'exposition au rayonnement et augmenter la capacité du réseau d'un facteur dix par rapport à la 4G. Dans les zones rurales moins densément peuplées, l'utilisation d'antennes adaptatives peut réduire de moitié l'exposition totale au rayonnement. Par rapport aux réseaux 4G - où l'utilisation d'antennes adaptatives n'est pas possible -, les réseaux 5G entraînent une exposition aux rayonnements plus faible, tant en liaison ascendante qu'en liaison descendante.

3.4.4. Influence du nombre de réseaux de radiocommunication mobile sur l'exposition aux rayonnements (réseau unique)

Les résultats de l'étude montrent qu'en comparaison de réseaux multiples, un réseau unique ne modifie pas de manière significative l'exposition aux rayonnements. S’agissant du rayonnement d’un réseau, l'exposition due à un réseau unique serait similaire à celle due à un réseau ayant le plus d'utilisateurs (Swisscom), alors que le réseau unique pourrait desservir deux fois plus d'utilisateurs. Par rapport aux deux réseaux avec un nombre moins important d'utilisateurs (Salt, Sunrise), un réseau unique permettrait de réduire l’exposition due aux téléphones portables.

Par rapport à trois réseaux mobiles, un réseau unique entraînerait dans l'ensemble une réduction du nombre d'emplacements d'antennes nécessaires (-13% à -50% selon la zone et la technologie). En raison du nombre limité d'utilisateurs par station de base 5G dotée d'antennes adaptatives, la réduction possible est plus importante pour la 4G (-30% à -50%) que pour la 5G (-13% à -30%).

3.4.5. Influence des différentes technologies (4G, 5G) sur l'expansion des réseaux mobiles.

Des simulations d'optimisation de réseau montrent que le passage d'un réseau 4G à un réseau 5G avec un débit de transmission de données dix fois plus élevé nécessite en moyenne un triplement des stations de base. Si la couverture à l'intérieur des bâtiments doit également être assurée dans les zones urbaines, le nombre de stations de base nécessaires augmente de 60% pour la 4G et de 14% pour la 5G; dans les zones suburbaines, ces chiffres sont de 20%, respectivement 6%; dans les zones rurales, il n'y a pas besoin de stations de base supplémentaires. L'augmentation du débit d'un facteur dix pour 5% des utilisateurs n'exige que quelques stations de base supplémentaires, mais augmente l'exposition globale aux rayonnements.

Par rapport à la 4G, la couverture extérieure avec la 5G entraîne une densification des stations de base. A de nombreux endroits, elle permet toutefois aussi une couverture à l'intérieur. Là où la couverture intérieure 5G ne peut pas être garantie (par exemple dans les grands bâtiments), elle peut être assurée par des stations de base 5G intérieures supplémentaires.

3.4.6. Structure de réseau idéale pour minimiser l'exposition aux rayonnements

Afin de réduire l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques, la planification du réseau doit tenir compte de l'exposition aux rayonnements des terminaux et des réseaux. Pour les utilisateurs actifs, l'exposition aux rayonnements du téléphone portable est dix fois plus élevée qu’avec l'antenne. En général, on constate qu'une réduction de l'exposition au rayonnement du réseau n'a guère d'effet sur l'exposition globale des utilisateurs actifs d'un appareil mobile.

Pour minimiser l'exposition aux rayonnements, un réseau mobile devrait être basé sur la technologie 5G et disposer d'une infrastructure de stations de base dense, complétée localement par des stations de base à l'intérieur des bâtiments (p. ex. dans les grands bâtiments).

Un autre résultat important est que la densité des stations de base 5G est principalement dictée par des exigences de capacité ou par le volume total de données à transmettre. Par conséquent, un assouplissement des valeurs limites n'entraînerait pas une diminution du nombre d'antennes à construire. Il faudrait à peu près le même nombre d'antennes, car la demande ne cesse d'augmenter. Dans les zones rurales où la densité des stations de base est plus faible, un assouplissement serait probablement contre-productif. En effet, il pourrait conduire à une exposition plus lors de l’utilisation du terminal et donc à une exposition globale plus élevée.

4. Déploiement: Promouvoir la transmission de données au moyen de la fibre optique

4.1. Contexte

Des réseaux de fibre optique et à haut débit performants revêtent une importance croissante pour l'économie et la société. Outre le raccordement direct des clients, les lignes à fibre optique sont également indispensables pour le déploiement des réseaux mobiles, puisque chaque emplacement d'antenne doit être raccordé au moyen de cette technologie. Il n'existe actuellement aucune base légale permettant d'encourager financièrement les projets de déploiement de la fibre optique au moyen de subventions de la Confédération. Le développement de la téléphonie mobile et celui de la fibre optique sont donc étroitement liés.

Le service universel prévu par la LTC garantit des services de base, dont actuellement une connexion à haut débit d'au moins 10 Mbit/s. Le DETEC a maintenant lancé l'extension du service universel. Une consultation publique a été ouverte le 10 décembre 2021 et durera jusqu'au 25 mars 2022[26].

Le postulat 21.3461 "Stratégie de la Confédération en matière de très haut débit", adopté par le Conseil national le 17 juin 2021, charge le Conseil fédéral de soumettre au Parlement une stratégie qui soit conforme aux objectifs de l'initiative 16.306 du canton du Tessin "Garantir une offre étendue de services à bande ultralarge sur tout le territoire national", et qui présente l'évolution à long terme de l'infrastructure de communication à très haut débit[27]. Les réseaux de fibre optique et la téléphonie mobile sont liés et doivent se compléter mutuellement en termes de desserte.

4.2. Déploiement du haut débit

4.2.1. Situation actuelle du déploiement du haut débit

En Suisse, de nombreux acteurs ont encouragé l'extension du très haut débit dans les réseaux filaires. Hormis les grands opérateurs Swisscom et Sunrise/UPC, beaucoup d'autres entreprises plus petites – et souvent régionales – construisent et exploitent des réseaux de fibre optique ou des réseaux câblés de télévision. Salt, principalement opérateur de réseau mobile, a conclu au printemps 2021 un partenariat d'investissement à long terme avec Swisscom pour déployer des réseaux de fibre optique en Suisse.

En Suisse, 56% des bâtiments[28] ont des raccordements à très haut débit de 1000 Mbit/s pour les données reçues (état octobre 2021), et 37% des bâtiments sont raccordés aux technologies de fibre optique les plus performantes (FTTH ou FTTB), soit 58% des logements et commerces.

---

[26] Vitesse internet plus élevée dans le service universel (admin.ch), consulté pour la dernière fois le 07.02.2022.
[27] 21.3461 | Stratégie de la Confédération en matière de très haut débit | Objet | Le Parlement suisse (parlament.ch), consulté pour la dernière fois le 09.02.2022.
[28] L'OFCOM gère, en collaboration avec Swisstopo, un atlas de la large bande accessible à tous public, établi sur la base des données fournies volontairement par les exploitants de réseaux. L'atlas donne une vue d'ensemble de la situation de la couverture des réseaux à large bande ainsi

Vitesse de télé-chargement	Proportion de bâti-ments	Proportion de loge-ments et commerces
≥ 10 Mbit/s	99.9 %	**(estimation)**
≥ 80 Mbit/s	85.3 %	ca. 97 %
≥ 1000 Mbit/s	55.5 %	ca. 80 %
FTTH/FTTB	37.1 %	ca. 58 %

Tableau 3**:** Desserte des bâtiments, ainsi que des logements et commerces, selon les vitesses de téléchargement potentiellement disponibles; mai 2021.

Le déploiement du haut débit en Suisse est toujours en cours. La proportion des bâtiments dans lesquels les raccordements atteignent des débits de 1000 Mbit/s (en liaison ascendante) a augmenté de 32 points de pourcentage ces deux dernières années, tandis que celle des bâtiments disposant de raccordements FTTH/B a gagné 11 points de pourcentage, soit 270'000 unités. D'autres extensions, également avec le FTTH, ont d'ores et déjà été annoncées. Ainsi, par exemple, des entreprises locales d'approvisionnement en énergie ont annoncé une nouvelle extension de leurs réseaux FTTH[29]. En outre, Swisscom dit vouloir raccorder 60% des logements et des commerces au FTTH d'ici fin 2025, ce qui correspond presque à un doublement par rapport à 2019[30]. L'entreprise annonce par ailleurs son intention de moderniser continuellement son réseau ces prochaines années, ce qui doit permettre à 90% des logements et commerces de disposer d'un débit de 300 à 500 Mbit/s.

4.2.2. WLAN

Pour que le très haut débit puisse être utilisé sans fil dans les ménages, des "routeurs WLAN" performants sont nécessaires. Le 1er janvier 2022, le Conseil fédéral a libéré, pour le WLAN (WiFi 6), de nouvelles fréquences de la bande des 6 GHz, dans le Plan national d'attribution des fréquences. Les foyers suisses pourront donc utiliser des "routeurs WLAN" ultramodernes et extrêmement performants, capables d'exploiter efficacement le haut débit d'un raccordement en fibre optique. Outre l'utilisation de l'internet à haut débit, par exemple pour le télétravail ou le streaming vidéo, il sera possible d'accéder à des applications futures telles que les applications de réalité augmentée et virtuelle.

4.2.3. La Suisse en comparaison internationale[31]

En comparaison de l'Union européenne (UE), avec des débits de données supérieurs à 100 Mbit/s, la Suisse se place en troisième position derrière Malte et le Luxembourg pour le réseau fixe. Les zones rurales de Suisse sont comparativement bien couvertes. Atteignant 95.5%, la disponibilité de débits de données de 30 Mbit/s est nettement supérieure à la moyenne européenne (59.8%).

---

que des informations détaillées pour une région spécifique. Les chiffres les plus récents datent d'octobre 2021.

[29] 100'000 schnelle Internetanschlüsse – Energieversorger bauen Glasfasernetz in der Agglo aus | Der Bund (https://www.derbund.ch/energieversorger-bauen-glasfasernetz-in-der-agglo-aus-211090865709); consulté la dernière fois le 07.02.2021.

[30] Bonne performance sur le marché –encore plus de débit sur le marché | Swisscom, consulté la dernière fois le 09.02.2022

[31] https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/80626), consulté la dernière fois le 09.02.2022.

Par contre, en termes de couverture nationale en fibre optique jusqu'au bâtiment (FTTH/B), la Suisse affiche des résultats médiocres en comparaison européenne: 19 des 30 pays européens présentent une couverture FTTH/B plus élevée que la sienne (état en 2020).

4.3. Stratégie en matière de haut débit

Depuis 2010, l'UE et ses Etats membres cherchent, dans le cadre d'une stratégie, à coordonner les objectifs de déploiement, les programmes de soutien et d'autres mesures en vue du développement rapide du haut débit.

Dans le 2e rapport sur la mise en œuvre de l'initiative du canton du Tessin du 16 avril 2021, l'OFCOM a recommandé d'examiner l'élaboration d'une stratégie fédérale en matière de très haut débit en vue du développement à plus long terme de la couverture internet.

Cette approche a été reprise par la CTT-N dans le postulat 21.3461 "Stratégie de la Confédération en matière de très haut débit" du 27 avril 2021, adopté par le Conseil national le 17 juin 2021. En vertu de ce postulat, le Conseil fédéral est chargé de soumettre au Parlement une stratégie en matière de très haut débit qui soit conforme aux objectifs de l'initiative 16.306 déposée par le canton du Tessin, et qui présente l'évolution à long terme de l'infrastructure de communication à très haut débit. Il devra notamment montrer comment le développement de l'accès à internet peut être assuré, ces prochaines années, dans les régions de Suisse où le marché ne permettra pas d'atteindre la couverture à très haut débit souhaitée, soit à plus de 80 Mb/s. Il s'agit de mettre en place un encouragement public qui n'entraîne pas de distorsion de concurrence ni d'entrave aux investissements privés dans le développement du réseau.

Le 26 mai 2021, le Conseil fédéral a demandé l'acceptation du postulat 21.3461 "Stratégie de la Confédération en matière de très haut débit". Il soumettra la stratégie au Parlement en 2023.

4.4. Résumé

Des réseaux de fibres optiques et des réseaux WLAN performants représentent une infrastructure centrale pour la Suisse. Leur extension se poursuit; elle est comparativement très avancée. Il existe une volonté politique de la part du Parlement et du gouvernement de la faire avancer. Le Conseil fédéral élaborera une stratégie en matière de très haut débit dans le but de promouvoir les infrastructures de réseau en Suisse; il la soumettra au Parlement au plus tard en 2023.

5. Avantages et inconvénients d'un réseau unique

5.1. Contexte

Le postulat demande une présentation objective des avantages et des inconvénients d'un réseau de radiocommunication mobile unique, exploité par une entité centralisée, de manière analogue à Swissgrid dans le secteur de l'électricité, par rapport au système actuel, où les infrastructures de trois exploitants sont en concurrence. Ce sujet est examiné ci-après d'un point de vue juridique et économique, ainsi qu'en termes d'exposition aux rayonnements et de nombre requis d'emplacements d'antennes.

5.2. Aspects juridiques

5.2.1. Cadre juridique applicable

Les télécommunications relèvent de la compétence de la Confédération[32]. La loi actuelle sur les télécommunications (LTC)[33] date de 1997. Son entrée en vigueur le 1er janvier 1998, a libéralisé le marché suisse des télécommunications. Ce changement s'est également fait en vue de l'adhésion de la Suisse à l'OMC/GATS. En effet, le maintien de l'ancienne réglementation des télécommunications aurait été contraire aux principes fondamentaux de l'OMC en matière de libre-échange[34], que la Suisse a acceptés. La première révision partielle de la LTC est entrée en vigueur en 2007, la seconde le 1er janvier 2021.

L'objectif de la LTC est d'assurer aux particuliers et aux milieux économiques des services de télécommunication variés, avantageux, de qualité et concurrentiels sur le plan national et international[35]. Il doit être atteint notamment grâce à une concurrence efficace entre les fournisseurs de services de télécommunication tant au niveau des services que de l'infrastructure[36]. Cette approche est restée la même dans les deux révisions partielles de la loi. Au niveau européen aussi, la concurrence en matière d'infrastructures est au premier plan[37].

5.2.2. Octroi des concessions par la Commission fédérale de la communication ComCom

Se basant sur le droit des télécommunications, la Commission fédérale de la communication (ComCom) octroie, sous la forme de concessions de radiocommunication, les droits d'utilisation des fréquences pour la fourniture de services de radiocommunication mobile. En raison de la progression constante de la demande, les fréquences disponibles dans le domaine de la radiocommunication mobile sont limitées et doivent être octroyées dans le cadre d'un appel d'offres. Les documents d'appel d'offres règlent les modalités de la procédure d'octroi (adjudication selon certains critères,

---

[32] Art. 92 Cst.
[33] Loi sur les télécommunications, LTC, RS 784.10
[34] https://www.seco.admin.ch/dam/seco/de/dokumente/Aussenwirtschaft/Internationale%20Organisationen/WTO/WTO-Grundprinzipien.pdf.download.pdf/WTO-Grundprinzipien.pdf
[35] Art. 1 LTC
[36] Voir Message concernant la révision de la loi sur les télécommunications (LTC) du 10 juin 1996, FF III 1361, 1371.
[37] DIRECTIVE (UE) 2018/1972 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 11 décembre 2018 relative au code des communications électroniques européen (nouvelle version); https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32018L1972)

enchères), les conditions générales techniques pour l'utilisation des fréquences et les conditions liées à chaque concession[38]. Dans les concessions actuelles, la ComCom n'a fixé que des exigences minimales concernant la couverture à atteindre; une couverture plus étendue est laissée à la concurrence entre les opérateurs. La ComCom n'impose aucune condition sur le déploiement concret des réseaux de radiocommunication mobile, ni sur l'infrastructure technique nécessaire des réseaux de radiocommunication mobile (concessions technologiquement neutres). Les opérateurs sont libres de choisir la technologie de radiocommunication mobile qu'ils entendent mettre en place.

L'attribution des fréquences en 2012 et en 2019 s'est faite dans le cadre d'une mise aux enchères. Les droits et obligations accordés à Salt, Sunrise UPC et Swisscom pour l'utilisation des bandes de fréquences mises à disposition sont valables respectivement jusqu'en 2028 et 2034. Les opérateurs disposent ainsi d'une sécurité de planification à long terme pour la construction de leurs réseaux. Les concessions donnent aux titulaires le droit d'utiliser les fréquences dans diverses bandes de manière technologiquement neutre.

Les exploitants sont tenus d'offrir, au moins partiellement, leurs services par le biais de leur propre infrastructure de réseau, certaines formes de coopération entre eux sont cependant admises. Les concessions de radiocommunication mobile autorisent leur titulaire à utiliser le spectre de fréquences dans tout le pays, dans le spectre attribué. Elles prévoient également des obligations en matière d'utilisation et de couverture pour la fourniture de services de radiocommunication mobile dans l'ensemble du pays via leurs propres réseaux. Les conditions cadres pour l'instauration d'une concurrence au niveau des services aussi bien que de l'infrastructure sont ainsi créées. Grâce à la neutralité technologique des concessions de radiocommunication mobile, les opérateurs peuvent réagir de manière flexible aux évolutions technologiques et adapter le réseau aux besoins de leur clientèle. Dans leurs bandes de fréquences, ils peuvent exploiter les technologies qui leur paraissent les plus performantes, abandonner d'autres technologies plus anciennes jugées moins probantes - par exemple la 2G ou la 3G -, et affecter les ressources en fréquences libérées et le budget RNI à des technologies plus modernes et plus efficaces, par exemple la 5G.

5.2.3. Utilisation commune d'éléments de réseau

Dans le cadre de la dernière révision partielle de la LTC et en réponse aux postulats Noser 12.3580 (Pour des réseaux de téléphonie mobile adaptés aux exigences futures) et Groupe libéral-radical 14.3149 (Réduction du nombre d'antennes de téléphonie mobile par l'adaptation des valeurs limites), les obligations relatives à l'utilisation commune et à la définition des technologies à utiliser ont certes été examinées. Toutefois, de telles interventions réglementaires seraient contraires au principe de la concurrence sur les infrastructures. En outre, compte tenu de l'évolution rapide des technologies, le législateur n'est pas en mesure d'identifier les technologies, les éléments

[38] Voir art. 22, al. 2, let. a, en relation avec art. 22a LTC

et les structures de réseau les mieux adaptés sur le plan technique et économique. Pour ces raisons, la réglementation en la matière ne s'est pas poursuivie[39].

La révision partielle de la LTC récemment entrée en vigueur favorise la possibilité d'une utilisation commune des infrastructures[40]. Les opérateurs de réseau peuvent, sur une base volontaire, coopérer dans la construction et l'exploitation de réseaux de téléphonie mobile. Ces coopérations peuvent aller au-delà de l'utilisation de l'infrastructure et inclure l'utilisation commune de fréquences. L'indépendance et l'autonomie des opérateurs concernés doivent toutefois être maintenues afin de ne pas trop entraver la concurrence. Les coopérations entre réseaux sont approuvées par l'autorité concédante, à savoir la ComCom[41]. Reste que les opérateurs doivent remplir les exigences de couverture minimale inscrites dans la concession avec leur propre infrastructure de réseau.

Sur la base de leur concession, 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 ont par ailleurs l'obligation d'utiliser les emplacements d'autres opérateurs, lorsque ces emplacements ont une capacité suffisante et qu'aucun obstacle d'ordre technique, juridique ou économique n'empêche l'utilisation commune du site.

Il convient de noter que, en vertu de la loi sur les télécommunications, les opérateurs de téléphonie mobile ne peuvent être contraints à une co-utilisation ou à une installation et une utilisation communes que sur demande[42]. Contrairement à la co-opération volontaire au niveau des réseaux, cette réglementation ne concerne que la co-utilisation d'installations de télécommunication et d'autres installations, telles que les canalisations de câbles ou les emplacements d'émetteurs. Les dispositions relatives à l'interconnexion s'appliquent par analogie. En fin de compte, la coopération entre les opérateurs de téléphonie mobile dépend des capacités encore disponibles des installations concernées. Si la valeur limite de l'installation selon l'ORNI est déjà pratiquement atteinte en un lieu à utilisation sensible par les antennes d'un opérateur de radiocommunication 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 inclut parfois des réserves. En raison de la collaboration volontaire des opérateurs de téléphonie mobile et de la limitation des capacités, la réglementation susmentionnée relevant du droit des télécommunications est de nature théorique.

5.2.4. Réseau mobile unique

Le postulat demande l'examen d'un réseau mobile unique sous une forme qui s'inspire du marché de l'électricité (voir Swissgrid). La loi fédérale sur l'approvisionnement en électricité (LApEl)[43] régit l'utilisation du réseau dans le secteur de l'électricité.

---

[39] Rapport disponible à l'adresse suivante: Réseaux de téléphonie mobile adaptés aux exigences du futur (admin.ch)
[40] Voir art. 24d, al. 5, LTC
[41] FF 2017 6185, 6258ss
[42] Art. 36, al. 2 et 3, LTC
[43] RS 734.7

La société nationale d'exploitation du réseau, swissgrid, gère le réseau à très haute tension et doit garantir à toutes les autres entreprises un accès non discriminatoire à ce réseau[44].

Dans les faits, les entreprises de réseau détiennent un monopole au niveau de l'infrastructure, ce qui contredit le principe de concurrence sur les infrastructures, poursuivi par la LTC et mis en avant au niveau européen.

Le passage à un réseau unique suppose un changement de paradigme au niveau réglementaire. Dans le cadre d'une nouvelle révision de la LTC, il faudrait donc d'abord créer les conditions légales pour l'implantation d'un réseau unique. La suppression de la concurrence en matière d'infrastructures impliquerait, au niveau national, un projet législatif considérable et pourrait avoir des conséquences négatives dans le cadre des accords internationaux, notamment la participation de la Suisse à l'OMC/GATS.

Un tel projet législatif devrait non seulement esquisser de potentiels modèles de mise en œuvre, mais aussi traiter de manière intensive la phase de transition. Contrairement à la société nationale du réseau de transport de l'électricité Swissgrid, il ne s'agirait pas de fusionner des zones de contrôle, mais plutôt d'unir les infrastructures nationales de trois opérateurs de réseaux mobiles. Outre le cadre juridique, la faisabilité technique doit également être prise en compte, de même que les conséquences économiques.

L'autorité concédante peut modifier les concessions de radiocommunication mobile si les conditions de fait ou de droit ont changé et si cela est nécessaire pour préserver des intérêts publics importants. Une modification des dispositions prévues dans les concessions en vue de la création d'un réseau unique suppose une adaptation préalable de la base juridique[45]. En ce qui concerne la propriété du réseau unique, plusieurs scénarios sont envisageables. L'Etat, des particuliers ou les deux pourraient être propriétaires. Différentes questions se poseraient alors, comme par exemple la répartition concrète de la propriété ou l'orientation opérationnelle. Si les droits conférés aux opérateurs de téléphonie mobile dans la concession sont considérablement réduits par une modification ou une révocation, cela peut donner lieu, selon le droit en vigueur, à des demandes d'indemnisation élevées à l'encontre de l'Etat[46].

Au moment de la mise aux enchères, les opérateurs de réseaux mobiles se sont basés sur le rendement, à savoir non seulement que le prix consenti pouvait être amorti par l'utilisation des droits concédés, mais aussi qu'un bénéfice pouvait être réalisé. Compte tenu de leurs investissements, ils peuvent s'attendre à un certain niveau de sécurité quant aux charges financières induites par la concession pendant sa période de validité, qui s'étend respectivement jusqu'en 2028 et 2034. Une modification des concessions de téléphonie mobile actuelles entraînerait probablement le paiement d'indemnités élevées par la Confédération.

[44] Art. 18ss OApEl
[45] Art. 24e, al. 1, LTC
[46] Art. 24e, al. 2, LTC

Il faudrait examiner plus en détail si une révision de la loi pourrait limiter ou supprimer l'obligation d'indemnisation en cas de retrait de toutes les fréquences et d'octroi simultané de droits d'utilisation à un réseau unique. En tout état de cause, l'atteinte importante aux droits et aux investissements des trois opérateurs de téléphonie mobile risquerait d'entraîner une longue bataille juridique.

5.3. Evaluation économique

5.3.1. Contexte

Si un seul fournisseur peut desservir un marché à moindre coût que ne le feraient plusieurs fournisseurs, il y a monopole naturel[47]. Des coûts élevés irréversibles, des économies d'échelle ou d'envergure entraînent une baisse des coûts moyens et peuvent conduire à des monopoles durables[48]. Selon la théorie économique reconnue, les monopoles provoquent des inefficacités et à des pertes de bien-être[49, 50]. Selon le modèle économique standard, les monopoles exigent des prix plus élevés que dans une situation de concurrence, ce qui peut conduire à des effets de redistribution des consommateurs vers les producteurs (inefficacité allocative). Il peut aussi en résulter une production et une demande sous-optimales ou moins élevées, et par conséquent une perte de bien-être (inefficacité productive). En l'occurrence, le terme "production moins élevée" désigne toutes les diminutions par rapport à une situation de concurrence, aussi bien quantitatives que qualitatives, y compris une éventuelle diminution des innovations.

Dans ce contexte, il est possible, sur les marchés qui tendent vers un monopole naturel, de mettre en balance les éventuels avantages macroéconomiques de la concurrence d'une part et les éventuels désavantages en termes de coûts d'autre part. Les marchés des télécommunications peuvent présenter des caractéristiques de monopole naturel[51]. Celles-ci sont moins marquées dans la téléphonie mobile que dans les réseaux fixes, car les réseaux mobiles peuvent souvent être construits plus rapidement et avec moins de coûts fixes.

La pesée des avantages et des inconvénients d'un marché concurrentiel par rapport à une situation de monopole a fait pencher la balance en faveur d'une concurrence au niveau des services et des infrastructures en Suisse, et mené à la libéralisation du marché des télécommunications en 1998. La concurrence vise à promouvoir des services de télécommunication variés, avantageux, de qualité et concurrentiels tant sur le plan national qu'international. Depuis la libéralisation, une concurrence au niveau des infrastructures s'est développée sur le marché suisse de la radiocommunication mobile entre trois opérateurs de réseaux désormais établis et plusieurs fournisseurs de services ne disposant pas de leur propre infrastructure. Les consommateurs ont ainsi le choix entre plusieurs opérateurs de réseau et différents produits à des prix abordables. Sur le marché mobile, les investissements dans les nouvelles technologies et les innovations sont également essentiels au niveau des infrastructures. Ils

[47] Knieps, G. (2008). Wettbewerbsökonomie: Regulierungstheorie, Industrieökonomie, Wettbewerbspolitik (3. Auflage). Springer. p. 23
[48] ibid. p. 24ss
[49] ibid. p. 5s
[50] Varian, H. (2016). Grundzüge der Mikroökonomik (9e édition). De Gruyter Mouton. Chap. 25
[51] Knieps, G. (2008). Wettbewerbsökonomie: Regulierungstheorie, Industrieökonomie, Wettbewerbspolitik (3. Auflage). Springer. p. 22

ont été favorisés entre autres par la concurrence. La technologie de la radiocommunication mobile se développe à grande vitesse et devient de plus en plus performante. En Suisse, une véritable concurrence s'est instaurée entre les opérateurs pour la qualité des réseaux et la couverture avec les technologies les plus récentes. En comparaison internationale, la Suisse dispose aujourd'hui d'une excellente couverture nationale de téléphonie mobile. Elle occupe régulièrement les premières places en termes de qualité des réseaux mobiles et de couverture 5G[52],[53].

Avec sa décision de favoriser la concurrence sur le marché des télécommunications, la Suisse suit l'approche largement qui domine dans le monde entier, notamment en Europe. Aucun pays européen ne dépend d'un seul réseau de radiocommunication mobile; partout, plusieurs réseaux sont exploités par des entreprises indépendantes.

5.3.2. Marché de l'électricité et marché des télécommunications

La motion demande que soit examinée la solution d'un réseau unique, sous une forme qui s'inspire du marché de l'électricité. La Suisse a réglementé l'utilisation du réseau dans la loi sur l'approvisionnement en électricité (LApEl) de 2007. La société nationale Swissgrid exploite le réseau de transport de l'électricité au niveau national et doit appartenir directement ou indirectement à la majorité des cantons et des communes. Elle doit aussi être propriétaire du réseau qu'elle exploite[54]. Pour assurer un approvisionnement en électricité sûr de la Suisse, elle doit veiller continuellement à ce que l'exploitation du réseau soit non discriminatoire, fiable et performante[55].

S'agissant du secteur de l'électricité, la société de réseau ne couvre que les niveaux les plus élevés du réseau électrique et la distribution à l'échelle nationale. En outre, le courant électrique qui circule sur le réseau à très haute tension de la société de réseau se définit comme un bien unique et homogène. En revanche, les services fournis par les réseaux mobiles présentent des caractéristiques très différentes et évoluent en permanence à un rythme effréné. Par conséquent, le potentiel d'innovation dans les technologies de transmission est beaucoup plus important dans le secteur des télécommunications que dans celui de l'électricité. En outre, les réseaux mobiles concernent la couverture au niveau le plus bas du réseau, à l'interface avec le client final, et non la distribution en gros à l'échelle nationale. Les réseaux dorsaux (backbone) filaires nationaux des entreprises de télécommunication, qui constituent également la colonne vertébrale de la radiocommunication mobile, sont précisément les infrastructures du secteur des télécommunications qui peuvent être dupliquées le plus facilement. Pour toutes ces raisons, les expériences menées avec des sociétés de réseau dans le secteur de l'électricité ne sont pas vraiment transposables au secteur des télécommunications.

5.3.3. Evaluation d'un réseau unique sur le marché de la radiocommunication mobile

D'un point de vue statistique, un réseau unique peut entraîner des investissements et des coûts moins élevés que l'exploitation de plusieurs réseaux, car il requiert

[52] Die Handy-Netze der Schweiz im Vergleich - connect
[53] Benchmarking the global 5G experience | Opensignal, 10.02.2021
[54] Art. 18, al. 2 et 3, LApEl
[55] Art. 20 LApEl

moins d'emplacements d'antennes, en particulier pour la couverture d'une zone. Les modélisations théoriques de l'OFCOM indiquent que, sur le papier, la construction de toutes pièces d'un réseau unique 4G/5G couvrant l'ensemble de la demande en Suisse engendrerait des coûts jusqu'à 40% inférieurs à ceux nécessaires pour la construction totale de trois réseaux mobiles. Les mêmes modélisations montrent qu'un réseau unique nouvellement construit nécessiterait jusqu'à 50% d'emplacements mobiles en moins que trois réseaux séparés nouvellement construits. Toutefois, ces conclusions sont basées sur une situation hypothétique dans laquelle les trois réseaux mobiles n'existeraient pas encore. Il s'agit d'une image de la situation à un moment donné qui ne tient pas compte des conséquences à moyen et long terme d'un réseau unique.

Etant donné que, dans le cas d'un réseau unique, il y a une situation de monopole sur la majeure partie de la chaîne de valeur, il existe à long terme un risque d'inefficacité lié au monopole (voir chap. 4.3.1). Concrètement, par rapport à une situation de concurrence, il s'agit d'une faible diversité de l'offre, de prix plus élevés, d'innovations et d'investissements moindres, d'une baisse de la qualité et, globalement, de pertes de bien-être. Comme, dans le cas d'un réseau unique, les fournisseurs de services de téléphonie mobile n'ont plus à se différencier de leurs concurrents par des investissements ou des innovations au niveau de l'infrastructure, les investissements dans l'infrastructure et dans les nouvelles technologies, et les innovations pourraient être réalisés de manière insuffisante ou tardive.

De nombreuses réglementations étatiques sont nécessaires afin de réduire au maximum les éventuelles inefficacités d'un réseau unique dans le domaine de la téléphonie mobile et de réglementer l'organisation d'une société de réseau. Par rapport à une situation de concurrence telle qu'elle existe aujourd'hui, les décisions et les compétences seraient donc transférées des acteurs du marché vers le législateur et les services de l'Etat. En outre, de longs litiges entre les fournisseurs de services ou avec les autorités publiques impliquées ne seraient pas exclus. Une très longue phase d'incertitude et d'instabilité serait créée, du moins pendant la phase de transition.

Enfin, il faut tenir compte du fait que le passage à un réseau mobile unique dévaluerait une partie substantielle des investissements déjà réalisés. Le caractère potentiellement irréversible d'une telle mesure devrait donc aussi être pris en considération dans l'évaluation.

Les potentiels avantages en termes de coûts de l'utilisation commune des réseaux peuvent également être obtenus sur une base volontaire. De fait, l'utilisation commune des infrastructures de réseau a été simplifiée dans le cadre de la dernière révision de la LTC. Plusieurs accords de partage des réseaux ont déjà été conclus en Suisse; en dehors des zones à bâtir, les opérateurs sont tenus, en vertu de la concession, d'utiliser des emplacements en commun lorsque cela est possible. Par exemple, selon ses propres informations, fin 2020, Swisscom partageait un quart de ses quelque 9'000 emplacements d'antennes avec d'autres opérateurs[56]. Outre cette coopération en matière d'infrastructures passives, Sunrise, UPC et Salt, par exemple,

[56] Swisscom_rapport de gestion_2020_fr.pdf

s'efforcent d'intensifier l'utilisation commune des réseaux de radiocommunication mobile[57].

5.4. Effets sur l'exposition aux rayonnements et le nombre d'antennes

Les analyses de l'étude externe ont montré qu'avec un réseau unique, l'exposition globale des personnes et de l'environnement aux rayonnements ne changerait pas de manière significative par rapport à la situation actuelle avec trois réseaux. En comparaison de trois réseaux différents, un réseau unique permet, dans tous les environnements, de réduire le nombre de stations de base nécessaires. La même qualité de réseau élevée a été obtenue avec 30 à 50% de stations de base en moins pour la 4G et 13 à 30% pour la 5G. La réduction est moindre pour la 5G car les antennes adaptatives utilisées avec cette technologie prennent en charge moins d'utilisateurs par station de base, ce qui nécessite donc des stations supplémentaires.

L'avantage d'un réseau unique ne réside pas dans une moindre exposition globale de la population et de l'environnement aux rayonnements, mais dans une réduction possible du nombre d'emplacements d'antennes nécessaires. Dans le cadre de cette étude, des réseaux purement 4G et 5G ont été simulés, ce qui a permis de faire des comparaisons entre ces deux technologies, notamment en ce qui concerne l'exposition moyenne aux rayonnements et le nombre requis de stations de base. Les effets concrets d'un réseau unique, qui doit supporter plusieurs technologies simultanément, n'ont pas été analysés, mais devraient tendre au même résultat.

5.5. Résumé

D'un point de vue juridique, la base légale actuelle s'oppose à l'introduction d'un réseau unique. L'utilisation commune d'infrastructures de réseau est toutefois possible sur une base volontaire. Sur demande, l'OFCOM peut, en vertu de la loi sur les télécommunications, obliger les opérateurs de téléphonie mobile à une utilisation conjointe ou à une installation et une utilisation communes. L'élément déterminant pour la coopération est de savoir si les installations concernées disposent d'une capacité suffisante. Le budget RNI disponible d'une installation est un facteur limitant. La coopération n'est quasiment plus possible dans les zones urbaines, car les installations existantes épuisent déjà largement le budget RNI disponible.

D'un point de vue économique, les risques et les coûts liés à un réseau unique dépassent les avantages. Le passage de trois à un seul réseau mobile dévaluerait les investissements déjà consentis et créerait une très longue phase d'incertitude et d'instabilité. Au niveau des infrastructures, à long terme, il pourrait avoir des effets négatifs sur les investissements et l'innovation. En outre, la diversité de l'offre pour la clientèle risque d’être réduite et les services de téléphonie mobile fournis à un prix plus élevé et dans une qualité moindre.

S'agissant de l'exposition totale moyenne de la population et de l'environnement aux rayonnements, un réseau unique ne présente aucun avantage par rapport à la situation actuelle avec trois réseaux. S'agissant du nombre d'emplacements d'antenne nécessaires, les résultats de l'étude montrent qu'un réseau unique en nécessiterait

[57] Network Sharing (admin.ch)

moins. Cette affirmation repose sur une approche théorique dans laquelle les réseaux recourent à une seule technologie (soit la 4G, soit la 5G). Toutefois, la conclusion serait certainement aussi valable dans un réseau réel supportant plusieurs technologies simultanément.

Dans l'ensemble, les avantages de la situation actuelle avec trois réseaux exploités indépendamment l'emportent sur ceux d'un réseau unique.

6. Pour un réseau de radiocommunication mobile respectueux du développement durable

En fixant les conditions générales de l'utilisation d'antennes adaptatives, le DETEC a jeté les bases d'un développement rapide des réseaux 5G. Afin de répondre aux préoccupations d'une partie de la population, il a en outre pris des mesures d'accompagnement dans différents domaines: monitoring RNI, centre de conseil en médecine environnementale, harmonisation de l'exécution et intensification de la recherche.

L'étude conclut que, pour un réseau 5G pur, le nombre d'antennes nécessaires dépend principalement du volume de données transmises et non des valeurs limites de rayonnement fixées dans l'ORNI. A moyen ou long terme, même en cas d'assouplissement des valeurs limites, le nombre d'antennes nécessaires pour un réseau 5G serait donc à peu près le même qu’avec les valeurs limites actuellement en vigueur. Dans ce contexte, de nouvelles discussions concernant un éventuel assouplissement des valeurs limites RNI sont contre-productives et risquent plutôt renforcer la méfiance qui règne dans certaines parties de la population et du monde politique. Il est en revanche judicieux de discuter des possibilités de mise à disposition rapide de nouveaux emplacements et de leur autorisation.

Un réseau unique n'est pas une option. Certes, il nécessite moins d’emplacements d'antennes, mais il ne présente pas d'avantages significatifs en termes d'exposition moyenne de la population au rayonnement par rapport à la situation actuelle avec trois réseaux. Un réseau unique remettrait en question le bon fonctionnement de la concurrence et pourrait nuire aux objectifs de la LTC, à savoir la mise à disposition de services de télécommunication variés, avantageux, de qualité et concurrentiels tant sur le plan national qu'international. A long terme, au vu du trafic de données attendu, il faudra de tout façon disposer de réseaux denses.

La Confédération poursuit une politique claire de déploiement des réseaux 5G. Les modifications apportées à l'ORNI et à l'aide à l'exécution correspondante ainsi que les systèmes d'assurance de la qualité régissant l'utilisation des antennes adaptatives en sont les éléments centraux. En outre, la mise en œuvre de différentes mesures d'accompagnement a été lancée pour répondre aux craintes d'une partie de la population. Une augmentation de la vitesse de transmission dans le catalogue du service universel et l'élaboration d'une stratégie en matière haut débit orientée vers l’avenir sont déjà en cours. Grâce à ces différentes mesures, des capacités de transmission suffisantes devraient être disponibles à moyen et long terme pour permettre à la Suisse de poursuivre son développement vers une société du gigabit.

Abréviations

3GPP	3rd Generation Partnership Project (organisme de normalisation pour la radiocommunication mobile)
5G NR	5G New Radio, système de radiocommunication de la cinquième génération
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFCOM	Office fédéral de la communication
CEPT	Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications
ComCom	Commission fédérale de la communication
EB	1 EB = 1 milliard de gigabytes (10^{18} Bytes, Trillion)
UE	Union européenne
LTC	Loi sur les télécommunications
FTTB	Fibre to the building
FTTH	Fibre to the home
GSM	Global system for mobile communications
GSM-R / GSM-Rail	Global system for mobile communications – Rail(way)
HSPA	High speed packet access
HSPA+	Développement du HSPA
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
VLI	Valeur limite d'immission
IdO	Internet des objets
MBit	Megabit = 1 Million Bit
UIT	Union internationale des télécommunications
UIT-R	Union internationale des télécommunications – Secteur des radiocommunications
LTE / LTE-Advanced	Long term evolution of UMTS
M2M	Machine-to-machine (échange d'informations entre machines)
MHz	1 mégahertz = 1 million de hertz (unité physique de fréquence)
MMS	Multimedia messaging service (service d'envoi de messages multimédia)
PNAF	Plan national d'attribution des fréquences
LUS	Lieu à utilisation sensible
RNI	Rayonnement non ionisant
ORNI	Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant
DAS	Débit d'absorption spécifique
SMS	Short message service

RS	Recueil systématique du droit fédéral
UMTS	Universal mobile telecommunications system
LPE	Loi sur la protection de l'environnement
WLAN	Wireless local area network
OMS / GATS	Organisation mondiale du commerce / Accord général sur le commerce des services (General Agreement on Trade in Services)