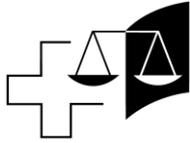


Tribunal fédéral
Tribunal fédéral
Tribunale federale
Tribunal fédéral



1C_307/2023

Jugement du 9 décembre 2024

I. Division de droit public

Occupation

Le juge fédéral Kneubühler, président,
Juges fédéraux Chaix, Haag, Müller, Merz,
Greffier Vonlanthen.

Parties à la procédure

A. _____,
plaignants,
représentée par l'avocat Michael Fretz,

contre

Swisscom (Suisse) SA,
Partie défenderesse,
représentée par Me Rita Kalisch, c/o Swisscom (Suisse) SA, Service juridique du groupe,

Section de la construction de la ville de Zurich, c/o Office des permis de construire,
Lindenhofstrasse 19, case postale, 8021 Zurich.

Objet

Permis de construire pour une antenne de téléphonie mobile,

Recours contre l'arrêt du Tribunal administratif du canton de Zurich, 1ère section, 1ère chambre, du
12 mai 2023 (VB.2022.00344).

Les faits :

A.

Swisscom (Suisse) SA (ci-après : Swisscom) a déposé auprès du service des constructions de la ville de Zurich une demande de permis de construire pour l'extension et la modification de la puissance d'émission et du domaine angulaire de l'installation d'antennes de téléphonie mobile existante sur le toit du bâtiment de la clinique, sur le terrain cat. n° R15218, Forchstrasse 340 à Zurich. Les modules d'antenne de Swisscom doivent émettre dans les bandes de fréquences 700-900, 1'400-2'600 et 3'600 MHz et dans les azimuts (écarts en degrés par rapport au nord) de 40° et 130°. Dans la bande de fréquences 3'600 MHz, les antennes doivent être exploitées de manière adaptative avec 16 sous-réseaux chacune, en tenant compte d'un facteur de correction. La puissance d'émission cumulée doit être de 700 WERP, répartie à raison de 300 WERP sur la direction d'émission de 40° et de 400 WERP sur la direction d'émission de 130°.

B.

Par décision du 20 octobre 2021, la section des travaux publics a accordé à Swisscom le permis de construire demandé. A. _____ a fait recours contre cette décision auprès du tribunal de recours en matière de construction du canton de Zurich, qui a rejeté le recours par décision du 6 mai 2022. Le 12 mai 2023, le tribunal administratif du canton de Zurich a rejeté le recours de A. _____ contre la décision du tribunal de recours en matière de construction.

C.

A. _____ saisit le Tribunal fédéral le 20 juin 2023 d'un recours en matière de droit public et conclut à l'annulation de l'arrêt du Tribunal administratif du 12 mai 2023. D'un point de vue procédural, il demande que l'effet suspensif soit accordé au recours. Il demande en outre un rapport de l'office ou une expertise indépendante sur la question de savoir si les antennes adaptatives peuvent faire l'objet de mesures de réception juridiquement suffisantes et si les mesures de réception déjà effectuées sur des installations en service correspondent aux valeurs prévues sur la fiche de données spécifiques au site.

Par ordonnance présidentielle du 18 juillet 2023, le Tribunal fédéral a accordé l'effet suspensif au recours en vue d'une éventuelle mise en service de l'installation de téléphonie mobile en question. Swisscom et le tribunal administratif demandent le rejet du recours dans la mesure où il faut y entrer en matière. La section construction a renoncé à une procédure de consultation. L'Office fédéral de l'environnement (OFEV), invité à se prononcer, estime que le jugement attaqué est conforme à la législation fédérale sur la protection de l'environnement. A. _____ maintient ses conclusions dans une réplique. Les autres parties à la procédure ne se sont plus exprimées à ce sujet.

Considérations :

1.

Le recours porte sur une décision finale rendue en dernière instance cantonale dans le domaine du droit de la construction et de la protection de l'environnement. En revanche, le recours en matière de droit public au Tribunal fédéral est en principe ouvert (art. 82 let. a, art. 86 al. 1 let. d et al. 2, art. 90 LTF) ; il n'existe pas de motif d'exception selon l'art. 83 LTF. Le recourant a participé à la procédure de première instance et est propriétaire d'un bien immobilier situé dans le périmètre de l'opposition. Il a donc un intérêt digne de protection à l'annulation de l'arrêt attaqué et est légitimé à recourir conformément à l'art. 89 al. 1 LTF. Les autres conditions du jugement au fond étant également remplies, il convient en principe d'entrer en matière sur le recours.

2.

2.1 Le recours en matière de droit public peut notamment porter sur la violation du droit fédéral (art. 95 let. a LTF). Le Tribunal fédéral applique en principe le droit d'office (art. 106 al. 1 LTF). Conformément aux exigences générales relatives à la motivation du recours (art. 42 al. 1 et 2 LTF), il n'examine toutefois que les griefs invoqués, à moins que les vices juridiques de la décision attaquée ne soient tout à fait manifestes (**ATF 144 V 388** consid. 2). Il n'examine en outre la violation des droits fondamentaux et du droit cantonal et intercantonal que dans la mesure où un tel grief a été soulevé dans le recours et suffisamment motivé (obligation qualifiée de se plaindre et de motiver ; art. 106 al. 2 LTF ; **ATF 142 I 99** consid. 1.7.2 ; **139 I 229** consid. 2.2).

2.2 Le Tribunal fédéral fonde son jugement sur les faits constatés par l'instance précédente (art. 105 al. 1 LTF). Les constatations de fait de l'instance précédente peuvent être rectifiées d'office ou sur réclamation si elles sont manifestement inexactes ou si elles reposent sur une violation du droit au sens de l'art. 95 LTF et si la correction du vice peut être déterminante pour l'issue de la procédure (art. 105 al. 2 et art. 97 al. 1 LTF).

2.3 Des faits et moyens de preuve nouveaux ne peuvent être invoqués dans le recours que dans la mesure où seule la décision de l'instance précédente y donne lieu (art. 99 al. 1 LTF), ce qui doit être exposé plus en détail dans le recours (cf. **ATF 143 V 19** consid. 1.2 avec référence). Dans son recours devant le Tribunal fédéral, le recourant fait valoir pour la première fois qu'une autre antenne se trouve à l'intérieur du périmètre de l'installation, sur le mât d'éclairage de l'arrêt de tram, et que cette antenne n'a pas été incluse dans le groupe d'antennes. Le recourant n'explique pas dans quelle mesure ce fait n'aurait pas déjà pu être avancé devant l'instance inférieure. Par conséquent, ce

nouveau fait n'est pas pertinent pour la procédure devant le Tribunal fédéral et il n'y a pas lieu d'entrer en matière sur son grief à cet égard.

3.

3.1 La protection contre les immissions est régie par le droit fédéral dans la loi sur la protection de l'environnement du 7 octobre 1983 (LPE ; RS 814.01) et les ordonnances édictées sur la base de cette loi. Selon l'art. 11, al. 2, LPE, les émissions doivent être limitées à titre préventif, indépendamment de la pollution existante, dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation et économiquement supportable. Pour la protection contre le rayonnement non ionisant (RNI) généré par l'exploitation d'installations fixes, le Conseil fédéral a édicté l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant du 23 décembre 1999 (ORNI ; RS 814.710). Celle-ci prévoit, pour la protection contre les effets thermiques scientifiquement prouvés, des valeurs limites d'immissions qui ont été reprises par la Commission internationale de protection contre le rayonnement non ionisant (ICNIRP) et qui doivent être respectées partout où des personnes peuvent séjourner (art. 13, al. 1 ORNI ; **ATF 126 II 399** consid. 3b). En outre, les installations fixes de téléphonie mobile doivent respecter la valeur limite de l'installation dans tous les lieux à utilisation sensible (LUS) dans leur mode d'exploitation déterminant (cf. ch. 64 et 65 annexe 1 ORNI). Sont notamment considérés comme tels les locaux situés dans des bâtiments dans lesquels des personnes séjournent régulièrement pendant une longue période (art. 3, al. 2, let. a, ORNI). Les valeurs limites de l'installation ont été fixées par le Conseil fédéral pour concrétiser le principe de précaution selon l'art. 11, al. 2 LPE, sans lien direct avec des dangers avérés pour la santé, en fonction de critères de possibilité technique et d'exploitation ainsi que de viabilité économique, afin de réduire au maximum le risque d'effets nocifs, dont certains ne sont que supposés et pas encore prévisibles (**ATF 126 II 399** consid. 3b avec références). Les valeurs limites de l'installation, qui réduisent les valeurs d'intensité de champ admissibles par rapport aux valeurs limites d'immissions, constituent une marge de sécurité par rapport aux dangers avérés pour la santé (**ATF 128 II 378** consid. 6.2.2 ; arrêts 1C_100/2021 du 14 février 2023 consid. 5.3.2 ; 1C_527/2021 du 13 juillet 2023 consid. 4.1 ; chacun avec d'autres références).

Selon le ch. 64, annexe 1 ORNI, la valeur limite de l'installation pour la valeur efficace de l'intensité de champ électrique pour les installations de téléphonie mobile est de 4 V/m pour les antennes de téléphonie mobile émettant exclusivement dans la gamme de fréquences de 900 MHz et moins, de 6 V/m pour celles émettant exclusivement dans la gamme de fréquences de 1800 MHz et plus et de 5 V/m pour toutes les autres installations. Le calcul de la valeur efficace de l'intensité de champ électrique en un lieu donné se base sur la puissance d'émission équivalente ERP (Effective Radiated Power) de l'antenne, le modèle de rayonnement spatial de l'antenne (diagramme d'antenne), la distance et la direction par rapport à l'antenne ainsi que l'atténuation par l'enveloppe du bâtiment (cf. OFEV, Explications du 23 février 2021 sur les antennes adaptatives et leur évaluation selon l'ORNI [ci-après : OFEV, Explications sur les antennes adaptatives], p. 8).

3.2 Alors que les antennes de téléphonie mobile conventionnelles émettent essentiellement avec une répartition spatiale du rayonnement toujours identique, les antennes adaptatives sont en mesure de focaliser le signal tendanciellement dans la direction de l'utilisateur ou de l'appareil de téléphonie mobile et de le réduire dans d'autres directions ("beamforming", littéralement : "mise en forme du faisceau" ; cf. également la définition au ch. 62, al. 6, annexe 1 ORNI). De telles antennes peuvent être combinées avec la dernière génération de téléphonie mobile (5G), mais aussi avec les technologies existantes (p. ex. 4G) (OFEV, Explications relatives aux antennes adaptatives, p. 2). Concrètement, les antennes adaptatives se composent d'une disposition d'antennes élémentaires (à polarisation croisée) ou d'éléments d'antenne en colonnes et en lignes, ce que l'on appelle aussi un réseau d'antennes. La connexion de plusieurs éléments d'antenne permet de générer un effet directionnel du rayonnement émis, appelé "faisceau". Pour simplifier, on peut dire que plus le nombre d'éléments d'antenne est élevé, plus la directivité possible est grande, plus le faisceau émis est étroit et plus le gain d'antenne est élevé. Si les éléments d'antenne individuels ou interconnectés sont commandés différemment (p. ex. via des déphasages), la direction d'émission principale du beam peut être déplacée horizontalement et verticalement (OFEV, Explications relatives aux antennes adaptatives, p. 5). Les éléments d'antenne qui sont physiquement reliés entre eux de manière fixe sont appelés sous-réseaux. Par exemple, dans le cas d'une antenne composée de 96 éléments d'antenne, si 3 éléments d'antenne sont reliés entre eux de manière fixe, l'antenne présente 32 sous-réseaux ; si 6 éléments d'antenne sont reliés entre eux, l'antenne dispose de 16 sous-réseaux. Ou une antenne composée de 64 éléments d'antenne dispose de 32 sous-réseaux si 2 éléments

d'antenne sont reliés entre eux de manière fixe, et de 16 sous-réseaux si 4 éléments d'antenne sont reliés physiquement entre eux (OFEV, Explications relatives aux antennes adaptatives, p. 6). Le nombre de faisceaux qu'une antenne adaptative peut générer dépend du nombre d'unités d'antenne pouvant être commandées séparément - le nombre de sous-réseaux. Selon la technologie utilisée, il est possible d'émettre soit un seul faisceau à la fois, soit plusieurs faisceaux simultanément. Le diagramme d'antenne ne doit pas nécessairement avoir une direction de faisceau principale claire, mais peut présenter différentes caractéristiques. Tous les faisceaux possibles et toutes les formes d'expression restent cependant à l'intérieur d'un diagramme d'antenne enveloppant (OFEV, Explications relatives aux antennes adaptatives, p. 8).

3.3 En ce qui concerne le mode d'exploitation déterminant, le ch. 63, annexe 1, ORNI, dans sa version en vigueur du 1er juin 2019 au 31 décembre 2021, prévoyait que, pour les antennes adaptatives, la variabilité des directions d'émission et des diagrammes d'antenne soit prise en compte. L'aménagement concret de ce principe a d'abord été défini au niveau de l'aide à l'exécution (OFEV, Antennes adaptatives, supplément du 23. février 2021 à la recommandation d'exécution de l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant [ORNI] concernant les stations de base pour téléphonie mobile et raccordements sans fil (WLL), OFEFP 2002, 2021 [ci-après : OFEV, supplément à la recommandation d'exécution]) et, avec la modification de l'ORNI du 17 décembre 2021, en vigueur depuis le 1er janvier 2022 (RO 2021 901), a finalement été fixée comme suit au ch. 63, annexe 1 ORNI :

¹ Le mode d'exploitation déterminant est le trafic maximal de communications et de données à la puissance d'émission maximale.

² Dans le cas d'antennes émettrices adaptatives comportant 8 unités d'antenne ou plus (sous-réseaux) pouvant être commandées séparément, un facteur de correction K AA peut être appliqué à l'ERP maximal si les antennes émettrices sont équipées d'une limitation automatique de la puissance. Celle-ci doit garantir qu'en fonctionnement, la PRE moyennée sur 6 minutes ne dépasse pas la PRE corrigée.

³ Les facteurs de correction K AA suivants s'appliquent :

≥ 0,10 (pour 64 sous-réseaux ou plus)
≥ 0,13 (32 à 63 sous-réseaux)
≥ 0,20 (16 à 31 sous-réseaux)
≥ 0,40 (8 à 15 sous-réseaux)]

⁴ [...]

En d'autres termes, pour les antennes adaptatives comportant huit sous-réseaux ou plus, la puissance émettrice (ERPn) déclarée sur la fiche de données spécifiques au site ne doit pas être respectée au maximum comme pour les antennes conventionnelles, mais en moyenne sur 6 minutes. Celle-ci peut alors s'écarter de la puissance d'émission maximale (ERPmax) du facteur de correction (KAA) ($ERPn = KAA \times ERPmax$; OFEV, supplément à la recommandation d'exécution, p. 10). Exprimé à l'aide d'un exemple, cela signifie qu'une antenne adaptative équipée de 16 sous-réseaux et d'une puissance d'émission maximale de 1'500 W doit respecter une puissance d'émission de 300 W en moyenne sur 6 minutes ($1'500 \text{ W [ERPmax]} \times 0,20 \text{ [KAA]} = 300 \text{ W [ERPn]}$). Autrement dit, cette antenne adaptative devrait émettre brièvement avec une puissance maximale de 1'500 W, tant qu'elle respecte la puissance d'émission de 300 W en moyenne sur 6 minutes déclarée sur la fiche de données spécifiques au site. Comme la puissance d'émission constitue l'une des bases du calcul de l'intensité de champ électrique dans un LUS (cf. consid. 3.1 in fine), cette dernière peut être temporairement supérieure aux valeurs limites de l'installation. Etant donné que c'est désormais la puissance d'émission moyenne sur 6 minutes qui est déterminante pour le calcul de l'intensité de champ électrique et non plus la valeur maximale, il n'en résulte toutefois pas de dépassement de la valeur limite de l'installation.

4.

Les antennes adaptatives litigieuses, qui émettent dans la gamme de fréquences 3'600 MHz et sont équipées de 16 sous-réseaux, doivent être exploitées avec un facteur de correction KAA de $\geq 0,20$

selon le ch. 63, al. 2 et 3, annexe 1 ORNI. Dans son recours, le recourant fait notamment valoir que les dispositions relatives au facteur de correction sont illégales.

4.1 Le Tribunal fédéral peut examiner la légalité des ordonnances du Conseil fédéral à titre préjudiciel (de manière incidente, au cas par cas), mais de manière limitée quant à leur contenu. Les ordonnances juridiques et les ordonnances d'exécution doivent d'abord être examinées sous l'angle de leur légalité et ensuite, dans la mesure où la loi n'autorise pas le Conseil fédéral à déroger à la Constitution fédérale, sous l'angle de leur constitutionnalité. Il examine la légalité de l'ordonnance juridique en vérifiant si le Conseil fédéral a respecté les limites des compétences qui lui sont conférées par la loi (cf. **ATF 143 II 87** consid. 4.4 ; **141 II 169** consid. 3.4 ; **139 II 460** consid. 2.3 ; dans les deux cas avec renvois). Si la délégation légale confère au Conseil fédéral une très large marge d'appréciation pour la réglementation au niveau de l'ordonnance, cette marge est contraignante pour le Tribunal fédéral en vertu de l'art. 190 Cst. ; dans ce cas, il ne peut pas substituer son propre pouvoir d'appréciation à celui du Conseil fédéral lors de l'examen de l'ordonnance, mais il se limite à examiner si l'ordonnance sort manifestement du cadre des compétences déléguées au Conseil fédéral par la loi ou si elle est, pour d'autres raisons, contraire à la loi ou à la Constitution. Le Conseil fédéral est responsable de l'opportunité de la mesure ordonnée ; il n'appartient pas au Tribunal fédéral de se prononcer sur sa pertinence économique ou politique (cf. **ATF 150 V 73** consid. 6.2 ; cf. aussi **ATF 143 II 87** consid. 4.4 ; **139 II 460** consid. 2.3 ; dans les deux cas avec références).

4.2 Dans ce contexte, il convient d'aborder dans les considérants qui suivent, tout d'abord à titre préliminaire, les arguments du recourant relatifs à la légalité des dispositions concernant le facteur de correction (considérants 5 et 6), avant de traiter les autres griefs.

5.

Dans un premier temps, il convient d'examiner si le Conseil fédéral était habilité à édicter le ch. 63, al. 2 et 3, annexe 1 ORNI ou si les dispositions d'ordonnance concernées dépassent manifestement le cadre des compétences déléguées au Conseil fédéral par la LPE.

5.1 Le recourant estime que la réglementation du facteur de correction est tellement importante et essentielle pour la charge des immissions que sa fixation dans l'ORNI n'est pas adaptée au niveau.

5.2 Selon l'art. 164 Cst., toutes les dispositions importantes fixant des règles de droit doivent être édictées sous la forme d'une loi fédérale (al. 1). Les compétences législatives peuvent être déléguées par une loi fédérale, à moins que la Constitution fédérale ne l'exclue (al. 2).

5.3 La LPE est une loi de délégation dont la plupart des dispositions nécessitent une exécution par voie d'ordonnance (cf. URSULA BRUNNER, in : Kommentar zum Umweltschutzgesetz, 2e édition 2004, N. 1 ad art. 39). L'art. 39 al. 1 LPE charge le Conseil fédéral d'édicter des dispositions d'exécution de la LPE. Celui-ci détermine également les méthodes d'essai, de mesure et de calcul à utiliser (art. 38, al. 3 LPE) pour que les valeurs limites d'exposition aux nuisances environnementales puissent être déterminées. Les prescriptions relatives aux méthodes concernent la procédure technique et scientifique pour la détermination des masses et des exigences les plus diverses posées aux installations, aux substances ou aux organismes, ainsi que pour la modélisation et l'évaluation des atteintes. La compétence du Conseil fédéral de fixer des méthodes uniformes pour toute la Suisse est le complément nécessaire de son pouvoir d'édicter des dispositions d'exécution (art. 39, al. 1, LPE ; message du 31 octobre 1979 relatif à une loi fédérale sur la protection de l'environnement, FF 1979 815). L'art. 38 al. 3 LPE remplace, en tant que disposition générale d'exécution, les délégations répétées dans les différentes dispositions de la loi (cf. BRUNNER, op. cit., n. 16 et n. 16b ad art. 38).

5.4 En édictant le ch. 63, al. 2 et 3, annexe 1 ORNI, le Conseil fédéral a redéfini le mode d'exploitation déterminant pour les antennes adaptatives et adapté ainsi les bases de calcul de l'intensité de champ électrique dans un LUS, déterminante pour les valeurs limites de l'installation. Il s'agit d'une méthode de calcul dont la détermination relève de la compétence du Conseil fédéral en vertu de l'art. 38, al. 3, LPE. En conséquence, une loi formelle contient une délégation au Conseil fédéral pour édicter les dispositions litigieuses relatives au facteur de correction. Le recourant ne parvient pas à démontrer dans quelle mesure ces dispositions feraient manifestement éclater le cadre des compétences déléguées au Conseil fédéral dans la loi, et cela n'apparaît pas non plus. Il faut

notamment tenir compte du fait que non seulement les bases de calcul des valeurs limites de l'installation, mais aussi les valeurs limites de l'installation elles-mêmes sont réglées dans l'ORNI (ch. 64 annexe 1 ORNI). D'un point de vue systématique, il serait donc incompréhensible de fixer les valeurs limites dans l'ORNI alors que les bases de calcul sur lesquelles elles reposent sont réglées dans la loi supérieure. En outre, une réglementation au niveau de l'ordonnance a l'avantage de permettre une adaptation rapide des dispositions aux nouvelles connaissances scientifiques (cf. arrêt 1C_694/2021 du 3 mai 2023 consid. 3.2). Compte tenu de ce qui précède, la réglementation du facteur de correction dans l'ORNI doit être qualifiée d'adaptée à l'échelon.

6.

Dans un deuxième temps, il convient d'évaluer si les dispositions du ch. 63, al. 2 et 3, annexe 1 ORNI s'avèrent contraires à la loi ou à la Constitution pour d'autres raisons (cf. consid. 4.1 ci-dessus). La question centrale est de savoir si le principe de précaution, concrétisé par les valeurs limites de l'installation, est également suffisamment pris en compte par les nouvelles dispositions de l'ordonnance. L'art. 11, al. 2, LPE exige à cet égard que les émissions soient limitées à titre préventif, indépendamment de la pollution existante, dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation et économiquement supportable (cf. consid. 3.1 ci-dessus).

6.1.

6.1.1 Dans ce contexte, le recourant fait d'abord valoir que les caractéristiques d'émission spécifiques des antennes de téléphonie mobile adaptatives ne justifient pas un traitement privilégié par rapport aux antennes conventionnelles. L'instance inférieure ne tient pas compte du fait que, dans le cas des antennes adaptatives, même le faisceau le plus focalisé présente un angle de diffusion tellement important qu'il irradie, outre l'utilisateur, un grand nombre de personnes non concernées. Contrairement à la constatation de l'instance inférieure, il n'est pas exact que la puissance d'émission maximale ne puisse être émise que dans une seule direction à un moment donné. Ce n'est que lorsque la limite de charge thermique d'une antenne est atteinte que l'antenne doit réduire la puissance d'émission dans d'autres directions lorsque la puissance d'émission est maximale dans une direction.

6.1.2 Selon l'OFEV, la définition actuelle du mode d'exploitation déterminant se réfère aux antennes conventionnelles qui présentent une caractéristique de rayonnement constante dans l'espace ou qui ne peuvent être adaptées manuellement ou à distance en cas de besoin que dans des zones limitées et dont seule la puissance d'émission varie dans le temps. En revanche, les antennes à fonctionnement adaptatif se caractérisent par le fait qu'elles peuvent adapter automatiquement leur direction d'émission et/ou leur diagramme de rayonnement à de courts intervalles de temps sans modifier la direction de montage. Ainsi, le signal est transmis de préférence dans la direction où il est demandé par les terminaux. La puissance d'entrée fournie à l'antenne est divisée pour les signaux qui sont émis dans différentes directions au même moment. La puissance d'entrée maximale correspondant à la puissance d'émission autorisée ne peut donc pas être émise simultanément dans toutes les directions possibles, mais seulement dans une direction à un moment donné, ou alors elle est répartie entre les différentes directions. Etant donné que, dans le cas des antennes adaptatives, les directions d'émission varient dans le temps et que la puissance d'émission est parfois répartie simultanément dans plusieurs directions, les localités environnantes sont tout au plus exposées à un rayonnement maximal de courte durée, même si l'antenne est exploitée à la puissance d'émission maximale autorisée. L'exposition au rayonnement dans leur environnement est donc en moyenne inférieure à celle des antennes conventionnelles. Selon l'OFEV, le nouveau facteur de correction introduit compense le fait que l'exposition aux rayonnements dans l'environnement des antennes adaptatives est globalement plus faible que celle des antennes non adaptatives pour la même puissance d'émission maximale. L'objectif de la réglementation est que les antennes adaptatives ne soient pas jugées plus sévèrement que les antennes conventionnelles, mais que le niveau de protection existant soit maintenu.

6.1.3 Selon les explications de l'OFEV, le facteur de correction ne conduit donc pas, contrairement à ce qu'indique le recourant, à privilégier les antennes adaptatives par rapport aux antennes conventionnelles, mais il vise à éviter que les premières ne soient traitées plus sévèrement. Avant l'introduction du facteur de correction, les antennes adaptatives étaient temporairement évaluées selon l'approche dite du "pire cas" : Le rayonnement était alors évalué comme pour les antennes conventionnelles, en supposant que la puissance d'émission maximale était émise simultanément

pour chaque direction d'émission (OFEV, Commentaires relatifs à la modification du 17 décembre 2021 de l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant [ORNI] [ci-après : OFEV, Commentaires relatifs à la modification du 17 décembre 2021 de l'ORNI], p. 4). Cela signifie que le rayonnement a été évalué en fonction du trafic maximal de conversations et de données à la puissance d'émission maximale et sur la base de diagrammes d'antennes qui tiennent compte, pour chaque direction d'émission, du gain d'antenne maximal possible ("umhüllendes Antennendiagramm" ; OFEV, Informations aux services cantonaux et municipaux chargés du RNI concernant les antennes adaptatives et la 5G [autorisation et mesure], 31 janvier 2020, p. 2 ; arrêt 1C_100/2021 du 14 février 2023 consid. 6.3.2). Toutefois, comme les antennes adaptatives peuvent envoyer le rayonnement de manière ciblée là où se trouve le téléphone mobile connecté, l'exposition au rayonnement dans la cellule radio qu'elles desservent est en moyenne plus faible qu'avec des antennes conventionnelles, où le modèle de rayonnement spatial est toujours le même. Avec le scénario du pire appliqué jusqu'à présent, le rayonnement réel dans l'environnement de l'installation était donc globalement surestimé. Le facteur de correction tient compte de cette situation (cf. OFEV, Explications relatives à la modification de l'ORNI du 17 décembre 2021, p. 4).

6.1.4 Les arguments du recourant à l'encontre des explications compréhensibles de l'OFEV ne sont pas convaincants. Il est indéniable que même avec un faisceau émis par une antenne adaptative, des zones autour de l'utilisateur sont irradiées. Les zones irradiées sont toutefois plus petites que dans le cas d'une antenne conventionnelle, qui émet avec une répartition spatiale du rayonnement toujours identique. En ce qui concerne l'argument du recourant selon lequel une antenne adaptative peut émettre simultanément dans différentes directions jusqu'à ce qu'elle atteigne sa limite de résistance thermique, il convient de faire les remarques suivantes : Certes, selon l'OFEV, une telle exploitation serait techniquement réalisable. Mais il faudrait pour cela fournir à l'antenne la puissance d'émission nécessaire, ce qui ne serait pas conforme à l'autorisation dans le cas présent. Dans un tel cas, la puissance d'entrée serait un multiple de ce qui est autorisé, ce qui serait remarqué et empêché par le système d'assurance qualité. Cette appréciation est également partagée par l'Office fédéral de la communication (OFCOM) qui, dans son rapport "Testkonzession und Messungen adaptive Antennen (GS-DETEC-325.1-9/2/1) du 24 septembre 2020" (ci-après : OFCOM, rapport Testkonzession und Messungen), décrit le mode de fonctionnement des antennes beamforming et constate que la puissance d'émission de la grande majorité des installations est limitée à une certaine valeur et que la puissance d'émission autorisée est répartie entre les éléments transmetteurs et donc aussi entre les différents beams (loc. cit, p. 5 et s.). Des mesures effectuées par l'OFCOM ont également montré que la puissance d'émission totale est répartie entre les beams actuellement émis. Si un seul faisceau est émis à la fois, la puissance d'émission maximale peut être focalisée sur ce faisceau. En revanche, si plusieurs beams sont émis simultanément, la puissance d'émission à disposition de la station de base est répartie entre les différents beams et ceux-ci ont donc moins de puissance d'émission à disposition ; cela vaut aussi bien pour le beamforming hybride que pour le beamforming numérique (arrêts 1C_45/2022 du 9 octobre 2023 consid. 5.4.2 ; 1C_100/2021 du 14 février 2023 consid. 9.5.2 avec renvoi à l'OFCOM, rapport Concession test et mesures, p. 43). Compte tenu de ce qui précède, il faut partir du principe que la puissance d'émission dont dispose l'antenne adaptative est répartie pour les signaux émis simultanément dans différentes directions. A cet égard, il convient de noter que le système d'assurance qualité et, en particulier, la limitation automatique de la puissance nouvellement introduite veillent à ce que les antennes n'utilisent pas leur capacité totale jusqu'à la limite de charge thermique, mais restent dans les limites de l'autorisation (voir à ce sujet le considérant 7 ci-après).

6.1.5 Par conséquent, les caractéristiques d'émission différentes des antennes adaptatives par rapport aux antennes conventionnelles constituent une circonstance compréhensible qui justifie un traitement différencié des deux types d'antennes.

6.2.

6.2.1 Le recourant se plaint en outre de l'absence de bases scientifiques compréhensibles pour la fixation des facteurs de correction. Les études auxquelles se réfère l'OFEV se baseraient sur des scénarios d'utilisation très conservateurs.

6.2.2 Dans sa réponse à la consultation, l'OFEV explique que le facteur de correction dépend de la taille de l'antenne, exprimée en nombre de sous-réseaux. Il a été fixé de manière à ce que la puissance d'émission avec laquelle l'antenne adaptative émet effectivement en service soit, selon des

critères statistiques, inférieure à la puissance d'émission autorisée dans la grande majorité des cas. Des études statistiques et des mesures auraient servi de base scientifique à la détermination du facteur de correction (cf. OFEV, Explications relatives aux antennes adaptatives, chapitre 6). Ces études comporteraient différents scénarios en fonction de facteurs tels que le temps de connexion, le nombre de sous-réseaux d'antennes, la méthode de beamforming et le nombre d'utilisateurs. Pour ces différents scénarios, on a examiné quelles puissances maximales réalistes pouvaient être atteintes par les antennes adaptatives par rapport aux puissances maximales théoriques possibles - toujours en moyenne sur 6 minutes. Le 95e centile de toutes les puissances d'émission rencontrées a été défini comme puissance maximale réaliste, c'est-à-dire que dans 95 % des cas, le rayonnement est plus faible. La différence entre la puissance maximale réaliste (95e centile) et la puissance maximale théoriquement possible a permis de déterminer les facteurs de correction qui peuvent être appliqués aux antennes adaptatives. Le facteur de correction garantit donc que la puissance d'émission déterminante (corrigée) reflète les puissances maximales réalistes de l'antenne adaptative - seules de rares pointes de puissance peuvent dépasser ce seuil.

6.2.3 Le recourant ne parvient pas à démontrer, par sa critique des études utilisées par l'OFEV, que le facteur de correction repose sur des bases scientifiques erronées. Il n'est notamment pas pertinent d'affirmer que l'OFEV s'est basé, pour fixer le facteur de correction, sur des études qui se fondent toutes sur des scénarios d'utilisation très conservateurs. Les études utilisées se basaient sur différents scénarios avec un nombre différent d'utilisateurs et de sous-réseaux ainsi qu'un temps de connexion et une méthode de beamforming différents. En résumé, les puissances d'émission des antennes adaptatives, moyennées sur 6 minutes, se situaient, selon les scénarios, dans une fourchette comprise entre environ 1 % (0,01 ou -20 dB) et 50 % (0,5 ou 3 dB) de la puissance maximale théorique. Les études ont également montré que la différence entre la puissance d'émission maximale déterminée et la puissance maximale théorique dépendait de la taille de l'antenne, c'est-à-dire du nombre de sous-réseaux (OFEV, Explications relatives aux antennes adaptatives, chapitre 6). Il n'y a rien à redire au fait que l'OFEV se soit appuyé sur ces résultats pour déterminer le facteur de correction qui a été repris par le Conseil fédéral dans l'ORNI. La valeur du facteur de correction se fonde sur des points de vue scientifiques et le recourant ne parvient pas à démontrer en quoi sa détermination serait erronée.

6.3.

6.3.1 Le recourant conteste en outre le fait que les nouvelles dispositions introduites dans l'ORNI prévoient que le calcul de l'intensité de champ électrique dans un LUS ne se base plus sur la puissance d'émission maximale, mais sur la puissance d'émission moyenne calculée sur 6 minutes. Cela autorise des valeurs de crête supérieures aux valeurs limites de l'installation. Se référant à diverses études, le plaignant fait valoir que ce sont surtout ces valeurs de crête qui sont déterminantes pour les effets sur la santé. Le niveau de protection est abaissé en conséquence et la marge de sécurité créée par la valeur limite de l'installation disparaît.

6.3.2 Il convient tout d'abord de rappeler que le calcul de la moyenne des immissions n'est pas étranger à l'ORNI et au droit de la protection de l'environnement en général. L'instance inférieure et l'OFEV font remarquer à juste titre que les valeurs limites d'immissions dans les fréquences déterminantes pour la téléphonie mobile ne doivent pas non plus être respectées à chaque instant, mais en moyenne sur 6 minutes (ch. 11, al. 1, annexe 2 ORNI). Des dépassements temporaires de la valeur limite d'immissions sont donc également admissibles. Par ailleurs, la réglementation fixée au ch. 61, al. 1, let. d, annexe 1 ORNI, selon laquelle les installations émettant moins de 800 heures par an sont dispensées du respect des valeurs limites de l'installation, repose sur le principe que les valeurs limites de l'installation ne deviennent pertinentes que si elles sont dépassées pendant une période prolongée ; un dépassement de courte durée est toléré (cf. également ALEXANDER REY, Installations de téléphonie mobile : rapport entre le droit fédéral de l'environnement, le droit de l'aménagement du territoire et le droit des constructions, en particulier le droit de la procédure de construction, URP 2021 p. 153 ss, p. 175 s.). En outre, le droit de l'environnement connaît également le calcul déterminé pour d'autres nuisances, comme le bruit routier ou le bruit industriel et artisanal (ch. 32 annexe 3 et ch. 32 annexe 6 de l'ordonnance du 15 décembre 1986 sur la protection contre le bruit [OPB ; RS 814.41] ; cf. REY, op. cit.)

6.3.3 L'affirmation du recourant selon laquelle l'introduction du facteur de correction et le calcul de la moyenne de la puissance d'émission suppriment la marge de sécurité prévue par la valeur limite de

l'installation n'est pas non plus pertinente. Comme l'OFEV l'explique dans sa consultation et comme il ressort également de ses explications sur les antennes adaptatives (cf. p. 22), en appliquant le facteur de correction avec l'effet de correction le plus important de 0,1, la valeur de crête de la puissance d'émission en service peut être au maximum dix fois supérieure à la puissance d'émission déclarée sur la fiche de données spécifiques au site. Cela signifie en même temps que l'intensité de champ électrique calculée pour un LUS et générée par une antenne adaptative (unique) ne peut être dépassée à court terme que de 3,2 fois au maximum. Si l'on considère que - comme dans le cas présent - une station émettrice de téléphonie mobile avec antennes adaptatives est dans la plupart des cas également équipée d'antennes conventionnelles, l'intensité de champ de l'ensemble de l'installation augmente à court terme d'un petit facteur (OFEV, Explications relatives aux antennes adaptatives, p. 22). Dans cette mesure, on ne peut pas reprocher au Conseil fédéral que l'ORNI révisée ne contienne plus de marge de sécurité pour les antennes de téléphonie mobile adaptatives. En moyenne sur 6 minutes, la marge de sécurité est maintenue dans les mêmes proportions qu'auparavant et même pour les pics de puissance, qui ne peuvent être que de courte durée, une marge de sécurité déterminante est toujours prévue par rapport à la valeur limite d'immissions.

6.3.4 En ce qui concerne les études citées par le recourant, la Cour de recours en matière de construction les a déjà examinées en détail. Dans son recours au Tribunal fédéral, le recourant se réfère aux mêmes études et avance les arguments déjà invoqués devant le Tribunal des recours en matière de construction. Le recourant n'a pas examiné les considérants du Tribunal des recours en matière de construction, ni dans la procédure de première instance, ni dans celle du Tribunal fédéral. Les conclusions des instances de recours cantonales, selon lesquelles les études citées ne fournissent pas d'indications permettant de considérer l'aménagement du facteur de correction mis en œuvre dans l'ORNI comme incompatible avec le principe de précaution, peuvent être approuvées. Dans la mesure où le recourant se réfère aux rapports de KERSTIN HUG ET AL. (Beurteilung der Evidenz für biologische Effekte schwacher Hochfrequenzstrahlung, juin 2014) et du groupe de travail "Téléphonie mobile et rayonnement" (Bericht Mobilfunk und Strahlung, 18 novembre 2019) établis sur mandat de l'OFEV ou se réfère à l'étude de PANAGOPOULOS ET AL. (Real versus Simulated Mobile Phone Exposures in Experimental Studies, 2015), le Tribunal fédéral s'est déjà prononcé à ce sujet dans l'arrêt 1C_100/2021 du 14 février 2023. A cette occasion, il a nié, en s'appuyant notamment sur ces études, l'existence d'indices scientifiques suffisants selon lesquels la "pulsation" du rayonnement provoquerait des effets négatifs sur la santé si les valeurs limites en vigueur étaient respectées (arrêt 1C_100/2021 du 14 février 2023 consid. 5.6). Dans la mesure où l'étude plus ancienne de A.H. FREY (Differential biologic effects of pulsed and continuous electromagnetic fields and mechanisms of effect, 1974), citée par le recourant, est pertinente, il ne ressort pas de la remarque du recourant qu'une référence à des valeurs moyennes serait exclue. En se référant également à une consultation de CINDY SAGE ET AL. auprès de la Federal Communications Commission des Etats-Unis, à une étude de KOSTOFF ET AL. (Adverse health effects of 5G mobile networking technology under real-life conditions, 2020) et à un communiqué de presse des Médecins en faveur de l'Environnement, le recourant n'est pas non plus en mesure de démontrer que seules les valeurs de pointe seraient pertinentes pour d'éventuels effets sur la santé. Dans l'ensemble, les études citées ne permettent pas de conclure que la moyenne de la puissance d'émission des antennes adaptatives ne serait pas appropriée comme base de calcul de l'intensité de champ électrique dans un LUS et que le principe de précaution ne pourrait être suffisamment pris en compte qu'en se basant sur les valeurs maximales de la puissance d'émission survenant pendant une courte période.

6.4 En résumé, les caractéristiques particulières du signal des antennes adaptatives justifient une approche différenciée de celle des antennes conventionnelles. Avec l'approche du pire cas des antennes adaptatives, le rayonnement effectif dans l'environnement de l'installation serait globalement surestimé, car la puissance d'émission maximale n'est pas émise simultanément pour chaque direction d'émission, comme c'est le cas pour les antennes conventionnelles. En moyenne, l'exposition au rayonnement dans l'environnement des antennes adaptatives est inférieure à celle des antennes conventionnelles.

Dans ce contexte, il n'est pas contestable, eu égard au principe de précaution (art. 11, al. 2, LPE), que les nouvelles dispositions introduites au ch. 63 de l'annexe 1 ORNI prévoient que la puissance d'émission ne doit plus être respectée au maximum, mais - comme les valeurs limites d'immissions - en moyenne sur six minutes. Les dépassements de la valeur limite de l'installation ainsi rendus possibles ne sont que de courte durée ; la plupart du temps, cette valeur est respectée et il existe toujours une nette marge de sécurité par rapport aux dangers avérés pour la santé. La limitation automatique de la puissance garantit que la valeur limite de l'installation n'est pas dépassée en

moyenne sur 6 minutes et que les pics de puissance supérieurs ne sont donc que de courte durée. Globalement, l'application du facteur de correction ne conduit donc pas à une baisse du niveau de protection par rapport aux antennes conventionnelles en raison de la caractéristique de rayonnement particulière des antennes adaptatives. Selon l'état actuel des connaissances, le ch. 63 de l'annexe 1 ORNI tient suffisamment compte du principe de précaution.

Le grief du recourant selon lequel le ch. 63, al. 2 et 3, annexe 1 ORNI serait illégal s'avère donc infondé.

7.

En outre, le plaignant se plaint d'une violation de l'art. 12, al. 1 et 2, et de l'art. 14, al. 2, ORNI, car le système d'assurance qualité (système AQ) est inadéquat. Il critique notamment le fait que le système d'assurance qualité actuel ignore que les antennes adaptatives sont en grande partie commandées par logiciel. Pour que le système d'assurance qualité puisse contrôler de manière fiable le respect des valeurs limites RNI, une surveillance en temps réel est nécessaire. Il conteste également le fait que le diagramme d'antenne ne soit pas représenté dans le système AQ, de sorte que les autorités d'exécution ne peuvent pas vérifier si la forme du diagramme d'antenne initialement réglée correspond à celle autorisée, ni si le diagramme d'antenne est modifié en cours d'exploitation. Contrairement à ce qu'affirme l'OFEV, le diagramme d'antenne représenté sur la fiche de données spécifiques au site n'est pas enveloppant ; il peut prendre de nombreuses autres formes.

7.1 L'instance inférieure constate que, contrairement à l'affirmation du recourant, les diagrammes d'antenne enveloppants englobent tous les diagrammes d'antenne qui pourraient théoriquement se produire. Pour le système d'assurance qualité, les antennes adaptatives ne nécessitent donc pas une conception fondamentalement nouvelle, mais seulement l'ajout de certains paramètres. Une surveillance en temps réel n'est toujours pas nécessaire. En outre, l'OFCOM a validé le système d'assurance qualité de l'intimée et confirmé son exactitude au moyen d'un certificat. Il ne faut pas non plus s'attendre à des manipulations au moyen d'un logiciel de commande. Dans l'ensemble, l'instance inférieure conclut que le système d'assurance qualité permet de vérifier le respect des valeurs limites, même avec des antennes adaptatives.

7.2 L'OFEV constate que les systèmes AQ des opérateurs de téléphonie mobile n'ont pas dû être adaptés pour contrôler l'exploitation conforme à l'autorisation des antennes adaptatives autorisées sans facteur de correction au moyen de l'approche du pire cas. Pour que les systèmes d'assurance qualité puissent également surveiller l'exploitation des antennes adaptatives avec facteur de correction, il faudrait représenter dans les systèmes certains paramètres supplémentaires qui ont une influence sur la puissance d'émission et le comportement de rayonnement. Ceux-ci concerneraient notamment l'application correcte du facteur de correction ainsi que le fonctionnement correct de la limitation automatique de la puissance. Par ailleurs, l'OFCOM a validé l'extension des systèmes d'assurance qualité pour les antennes adaptatives.

7.3 Selon la jurisprudence, le respect de la puissance apparente rayonnée au sens de l'art. 3, al. 9 ORNI doit être vérifié par l'autorité d'octroi du permis de construire (**ATF 128 II 378** consid. 4). En ce qui concerne le gain maximal de l'antenne, on se base sur les indications du fabricant de l'antenne concernant le type d'antenne correspondant (cf. **ATF 128 II 378** consid. 4.2 ; arrêt 1A.160/2004 du 10 mars 2005 consid. 3.3). Déjà dans le cas d'antennes de téléphonie mobile non adaptatives, la puissance qui leur est fournie pouvait être régulée par l'exploitant du réseau au moyen d'une télécommande (**ATF 128 II 378** consid. 4.2 ; arrêt 1A.160/2004 du 10 mars 2005 consid. 3.3 ; cf. également OFCOM, Expertise, Contrôle de la puissance rayonnée [ERP] des stations de base de téléphonie mobile, 30 septembre 2005, p. 5). Notamment pour contrôler la puissance d'émission d'une station de téléphonie mobile réglée à distance, l'OFEV a publié la circulaire "Assurance qualité pour le respect des valeurs limites de l'ORNI dans le cas des stations de base pour téléphonie mobile et raccordements sans fil d'abonnés" du 16 janvier 2006 (ci-après : OFEV, circulaire QS-System). Cette circulaire exige que chaque opérateur de réseau crée une ou plusieurs bases de données d'assurance qualité ou d'AQ dans lesquelles sont enregistrés et mis à jour en permanence, pour chaque station émettrice, tous les composants matériels et les réglages d'appareils qui influencent la puissance émettrice équivalente (ERP) ou les directions d'émission. Ce recueil de données doit notamment contenir des informations sur le réglage à distance de la puissance de sortie de l'amplificateur. En outre, le système AQ doit disposer d'une routine de contrôle automatisée qui compare, une fois par jour ouvrable, les puissances d'émission et les directions d'émission effectivement réglées de toutes les antennes du réseau concerné avec les valeurs ou les domaines

angulaires autorisés. Si le système d'assurance qualité constate des dépassements, un protocole d'erreurs doit être généré automatiquement. Les procès-verbaux d'erreur doivent être envoyés spontanément tous les deux mois à l'autorité d'exécution et conservés pendant au moins 12 mois. Pour la modification à distance et manuelle des réglages ainsi que le remplacement de composants matériels importants pour le rayonnement non ionisant, il convient de définir des processus garantissant que les réglages/spécifications modifiés sont enregistrés et immédiatement repris dans la base de données AQ (OFEV, circulaire Système AQ, p. 2 s. ch. 3). L'état de la mise en œuvre et le bon fonctionnement du système AQ doivent être contrôlés périodiquement, la première fois fin 2006 (OFEV, circulaire Système AQ, p. 4 ch. 6 ; arrêt 1C_527/2021 du 13 juillet 2023 consid. 7.1). Selon le supplément à la recommandation d'exécution, les systèmes AQ pour les antennes adaptatives doivent être documentés et surveillés avec des paramètres supplémentaires qui ont une influence sur la puissance d'émission et le comportement de rayonnement (OFEV, supplément à la recommandation d'exécution, ch. 5) :

- Statut, si l'antenne est utilisée de manière adaptative
- Facteur de correction K AA
- Indication du mode d'exploitation (diagramme d'antenne réglé, resp. "scénario de couverture") ; le mode d'exploitation correspond-il au diagramme enveloppant ? (L'antenne fonctionne-t-elle donc de manière à ce que tous les diagrammes d'antenne possibles se situent à l'intérieur du diagramme d'antenne enveloppant ?)
- Contrôle si la limitation automatique de la puissance est activée
- Intervalle de temps sur lequel la moyenne de la puissance d'émission est calculée lors de la limitation automatique de la puissance (6 minutes)
- Indication du Duty Cycle lorsque l'antenne fonctionne avec TDD.

7.4 Le Tribunal fédéral s'est déjà penché à plusieurs reprises sur les systèmes QS en relation avec l'exploitation d'antennes adaptatives, les jugements rendus jusqu'à présent étant à chaque fois basés sur des antennes autorisées selon le scénario le plus pessimiste. Le Tribunal fédéral a expliqué qu'une surveillance en temps réel n'était pas nécessaire, car le système AQ ne saisit et ne contrôle pas la puissance d'émission momentanée, mais la puissance maximale. Certes, la puissance d'émission maximale est réglée à distance pour chaque antenne depuis la centrale de commande de l'opérateur de téléphonie mobile. Toutefois, ces réglages sont statiques et ne sont modifiés que tous les quelques mois ou encore plus rarement, raison pour laquelle on ne peut pas supposer que les centrales de commande n'accordent des puissances d'émission plus élevées que pendant quelques heures ou minutes. Dans le cas des antennes adaptatives, qui sont évaluées selon le scénario du pire, les diagrammes d'antenne enveloppants couvrent en outre toutes les caractéristiques des différents diagrammes d'antenne ou beams possibles (sur l'ensemble : Arrêts 1C_5/2022 du 9 avril 2024 consid. 4 ; 1C_45/2023 du 16 janvier 2024 consid. 6 ; 1C_251/2022 du 13 octobre 2023 consid. 4 ; tous avec références).

7.5 En principe, ce qui est dit pour les antennes adaptatives évaluées selon le scénario le plus défavorable s'applique également aux antennes auxquelles un facteur de correction est appliqué. Il convient toutefois de noter que, par rapport au scénario le plus défavorable, la puissance émettrice maximale (ERPmax) et la puissance émettrice déclarée sur la fiche de données spécifiques au site (ERPn) ne sont pas identiques, mais que la seconde peut s'écarter de la première au maximum du facteur de correction (cf. consid. 3.3 ci-dessus). Dans cette mesure, ce n'est plus (seulement) la puissance d'émission maximale qui est déterminante, mais aussi et surtout la puissance d'émission moyennée sur 6 minutes en fonctionnement, qui ne doit pas dépasser la puissance d'émission équivalente corrigée (ch. 63, al. 2, annexe 1 ORNI). Cet aspect doit être pris en compte par les paramètres supplémentaires susmentionnés, qui doivent être documentés et surveillés dans le système AQ. Le recourant ne parvient pas à démontrer que le système AQ, avec les compléments correspondants, ne doit pas être en mesure de contrôler l'exploitation conforme à l'autorisation d'antennes adaptatives avec application du facteur de correction.

Le recourant ne parvient pas à faire valoir son argument selon lequel la puissance d'émission des antennes adaptatives devrait être surveillée en temps réel. Avec la limitation automatique de puissance requise, la puissance totale émise par l'antenne adaptative dans un secteur radio est détectée en permanence via une application logicielle. En cas de pics de puissance de courte durée, la puissance est réduite afin que la puissance d'émission moyenne sur une période de 6 minutes ne dépasse pas la puissance d'émission déclarée (OFEV, Explications relatives aux antennes adaptatives, p. 22). Le système d'assurance qualité vérifie ensuite si cette limitation automatique de la

puissance est activée. L'obligation d'équiper les antennes adaptatives d'une limitation automatique de la puissance et le contrôle de celle-ci dans le système AQ constituent donc une surveillance permanente de la puissance d'émission, qui garantit que la puissance d'émission n'est pas dépassée dans le mode d'exploitation déterminant. On ne voit pas dans quelle mesure une surveillance en temps réel allant au-delà serait nécessaire.

En ce qui concerne les arguments du recourant en rapport avec le diagramme d'antenne enveloppant, il ne peut pas non plus être suivi. L'OFEV a certes admis dans des procédures antérieures qu'il n'était pas exclu que des développements futurs d'antennes adaptatives limitent par logiciel les directions d'émission ou les diagrammes d'antenne pouvant être émis et que, par conséquent, le diagramme enveloppant ne comprenne plus toutes les directions d'émission physiquement possibles pour un scénario demandé dans la procédure d'autorisation. Ce risque a toutefois été contré par le fait que le mode d'exploitation (diagramme d'antenne ou "Coverage Scario") doit désormais être indiqué dans le système AQ, ce qui permet d'évaluer si le mode d'exploitation correspond au diagramme enveloppant et si l'antenne est exploitée de manière à ce que tous les diagrammes d'antenne possibles se situent à l'intérieur du diagramme d'antenne enveloppant. Le recourant ne parvient pas à démontrer pourquoi les diagrammes d'antenne figurant sur la fiche de données spécifiques au site ne sont pas des diagrammes enveloppants, contrairement à ce qu'affirme l'OFEV, mais pourquoi de nombreuses autres formes sont possibles. Il ressort de l'addendum à la recommandation d'exécution que les diagrammes d'antenne tiennent compte du gain maximal possible de l'antenne pour chaque direction d'émission. Ces diagrammes d'antenne enveloppants doivent contenir tous les scénarios ou constellations pour lesquels l'antenne adaptative est prévue. Enfin, le système d'assurance qualité permet de s'assurer que la constellation en service est conforme au diagramme d'antenne enveloppant (cf. OFEV, supplément à la recommandation d'exécution, p. 11).

Il convient en outre de souligner que l'OFCOM a confirmé dans un rapport de validation que les paramètres nécessaires au contrôle des antennes adaptatives sont correctement représentés dans les systèmes AQ des opérateurs et que les systèmes sont adaptés aux antennes adaptatives (cf. rapport de validation du 8 juillet 2021 sur la limitation automatique de la puissance ;

<<https://www.bakom.admin.ch>> sous Télécommunications > Technologie > 5G > Les conditions d'exploitation des antennes adaptatives sont remplies [visité le : 25 octobre 2024]). En outre, le système d'assurance qualité a été vérifié par un organisme de contrôle externe et un certificat correspondant a été délivré (<<https://www.bafu.admin.ch>> sous Thème électrosmog et lumière > Informations spécialisées > Mesures contre l'électrosmog > Téléphonie mobile : assurance qualité [visité le 25 octobre 2024]).

Il est toutefois vrai que le contrôle par les systèmes AQ peut être faussé en cas d'informations incorrectes fournies par les opérateurs de téléphonie mobile. Il y a quelques années, on a ainsi constaté, sur la base de contrôles aléatoires dans le canton de Schwyz, que la hauteur ou l'orientation de plusieurs antennes n'avaient pas été reportées correctement dans la base de données AQ. En 2019, le Tribunal fédéral a donc demandé à l'OFEV de faire effectuer ou de coordonner un nouveau contrôle des systèmes AQ à l'échelle nationale. Entre-temps, les premiers résultats d'un projet pilote avec des contrôles sur place de 76 installations de téléphonie mobile sont disponibles (OFEV, Système d'assurance qualité pour les installations de téléphonie mobile : projet pilote contrôles sur place 2022, 2 avril 2024, <<https://www.bafu.admin.ch>> sous Thème électrosmog et lumière > Informations spécialisées > Mesures électrosmog > Téléphonie mobile : assurance qualité [visité le 25 octobre 2024]). Ces premiers résultats ne remettent pas fondamentalement en question la jurisprudence actuelle du Tribunal fédéral. Il convient d'attendre les résultats définitifs de l'examen de l'OFEV. Pour l'heure, il n'y a en tout cas aucune raison de nier le fonctionnement des systèmes AQ sur la base de ces résultats (arrêt 1C_459/2023 du 12 août 2024 consid. 9.3 ; sur l'ensemble : Arrêt 1C_5/2022 du 9 avril 2024 consid. 4.6 avec renvois).

7.6 Au vu de ce qui précède, il faut partir du principe, sur la base des connaissances actuelles, que le système AQ existant est en mesure de vérifier que les antennes adaptatives utilisées en tenant compte d'un facteur de correction sont exploitées conformément à l'autorisation.

8.

Le recourant fait en outre valoir une violation de l'art. 12, al. 2, ORNI et du ch. 64 de l'annexe 1 ORNI, car la pertinence des réflexions n'est pas prise en compte dans le calcul de l'intensité de champ dans les LUS. Comme les directions d'émission des panneaux d'antennes se recoupent horizontalement, il se peut qu'un LUS soit rayonné directement par le premier panneau, puis indirectement par le biais de réflexions du deuxième panneau et enfin directement par le premier panneau. Chaque panneau

peut alors utiliser pendant un certain temps la puissance maximale, facteur de correction compris. Cela a pour conséquence que la valeur limite peut être dépassée en moyenne sur 6 minutes dans un LUS. Il n'est donc pas établi que la présente installation d'antennes puisse respecter en tout temps la valeur limite de l'installation dans tous les LUS.

8.1 Dans sa réponse à la consultation, l'OFEV confirme que les réflexions ne sont pas prises en compte dans le calcul de l'intensité de champ électrique dans un LUS. Le modèle de propagation en espace libre recommandé pour le calcul des prévisions ne tient pas compte - à l'exception des atténuations dues aux bâtiments - de ce qui se passe avec le rayonnement après son émission par l'antenne (cf. OFEFP, Rayonnement non ionisant, stations de base pour téléphonie mobile et raccordements optiques, Recommandation d'exécution de l'ORNI, 2002 [ci-après : OFEFP, Recommandation d'exécution], chap. 2.3.1). La prise en compte des réflexions dans chaque cas particulier ne serait pas possible avec un effort proportionné. En raison de ces simplifications dans le calcul, la recommandation d'exécution de l'OFEFP (§ 2.1.8) recommande de procéder à une mesure de réception de RNI dans les LUS critiques après la mise en service de l'installation. L'OFEV s'efforce toutefois de développer la prévision calculée et de l'adapter aux nouvelles circonstances, dans la mesure où cela est techniquement possible et dans le cadre d'un effort proportionné. Par ailleurs, selon l'OFEV, il est peu probable que deux antennes adaptatives irradient alternativement le même LUS avec un faisceau chacune. Il s'agit d'un scénario hypothétique.

8.2 Le Tribunal fédéral s'est déjà penché sur la problématique des réflexions sur les antennes adaptatives et a reconnu que celles-ci pouvaient entraîner des écarts substantiels par rapport aux intensités de champ calculées. Il a donc constaté que les réflexions attendues sur de grandes surfaces ne devaient pas être ignorées dans le cadre du calcul du pronostic. En conséquence, les prévisions calculées doivent être développées et adaptées aux nouvelles conditions, dans la mesure où cela est techniquement possible et dans le cadre d'un effort proportionné (cf. arrêt 1C_459/2023 du 12 août 2024 consid. 9.4 ; 1C_5/2022 du 9 avril 2024 consid. 5.3 ; 1C_45/2023 du 16 janvier 2024 consid. 8.2 ; sur l'ensemble de l'arrêt 1C_100/2021 du 14 février 2023 consid. 7.2.4 avec renvois). Il incombera à l'OFEV de vérifier si les réflexions essentielles peuvent au moins être saisies avec un effort proportionné et si sa recommandation d'exécution doit être adaptée dans ce sens. Quoi qu'il en soit, la recommandation d'effectuer en règle générale une mesure de réception de RNI après la mise en service de l'installation si, selon le pronostic calculé, la valeur limite de l'installation est atteinte à 80 % dans un LUS, compense déjà dans une certaine mesure la non-prise en compte des réflexions dans le cadre du pronostic (arrêts 1C_5/2022 du 9 avril 2024 consid. 5.4 ; 1C_45/2023 du 16 janvier 2024 consid. 8.3 ; 1C_481/2022 du 13 novembre 2023 consid. 6.4 avec renvois). Si la mesure de réception révèle une charge de RNI plus élevée que le pronostic calculé, c'est le résultat de la mesure qui prévaut. S'il s'avère donc que la valeur limite de l'installation est dépassée lors de l'exploitation à la puissance émettrice autorisée, l'autorité ordonne une réduction de la puissance émettrice ou une autre adaptation de l'installation (OFEFP, Recommandation d'exécution, chap. 2.1.8).

8.3 Ces explications peuvent être transposées de la même manière aux antennes adaptatives auxquelles un facteur de correction est appliqué. Il incombe donc au recourant de rendre plausible, sur la base des circonstances concrètes (en particulier la topographie), que la non-prise en compte des réflexions dans le cas d'espèce pourrait conduire à un dépassement de la valeur limite de l'installation dans les LUS (cf. arrêts 1C_459/2023 du 12 août 2024 consid. 9.4 ; 1C_481/2022 du 13 novembre 2023 consid. 6.4 avec référence). Il n'est pas en mesure de le démontrer de manière plausible en se référant uniquement au scénario, hypothétique et improbable selon l'OFEV, selon lequel deux antennes adaptatives pourraient irradier alternativement le même LUS avec un faisceau chacune. Son grief s'avère donc infondé.

La demande du recourant visant à obtenir un rapport de l'office ou une expertise indépendante sur la question de savoir si des mesures de réception juridiquement suffisantes peuvent être effectuées pour les antennes adaptatives et si les mesures de réception déjà effectuées sur des installations mises en service correspondent aux valeurs pronostiquées sur la fiche de données spécifiques au site doit être rejetée. Le recourant ne justifie aucunement pourquoi les mesures de réception prévues pour les antennes adaptatives ne seraient pas appropriées. Il méconnaît en outre le fait que le Tribunal fédéral a déjà confirmé à plusieurs reprises que les méthodes de mesure recommandées par l'Institut fédéral de métrologie (METAS) pour effectuer les mesures de réception sont adaptées à leur but (arrêts 1C_459/2023 du 12 août 2024 consid. 10 ; 1C_314/2022 du 24 avril 2024 consid. 6.3 avec renvois).

9.

Enfin, le requérant se plaint d'une violation du principe de précaution (art. 11, al. 2, LPE), car les valeurs limites actuelles de l'installation ne seraient plus défendables au vu des nouvelles connaissances scientifiques concernant les effets du rayonnement de la téléphonie mobile sur la santé. Il cite une série d'études et part du principe qu'il existe des connaissances scientifiques solides sur les effets (biologiques) nocifs non thermiques. Le plaignant critique en outre le fait que l'OFEV s'appuie sur l'ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) pour fixer les valeurs limites. En outre, d'autres études soulignent l'importance du stress oxydatif et l'électrohypersensibilité doit être particulièrement prise en compte.

9.1 L'instance inférieure fait remarquer qu'elle a déjà examiné en détail, dans des jugements antérieurs, les résultats des recherches présentés par le requérant. Elle est ainsi parvenue à la conclusion, toujours pertinente, que le droit d'ordonnance tient suffisamment compte de l'état actuel des connaissances scientifiques sur les risques pour la santé émanant des antennes de téléphonie mobile et que la réglementation des valeurs limites par voie d'ordonnance n'est pas critiquable eu égard au pouvoir d'appréciation dont dispose le Conseil fédéral.

9.2 Dans sa prise de position, l'OFEV conclut en résumé que, sur la base de l'état actuel de la science et de l'expérience, l'OFEV et le groupe consultatif d'experts qu'il a institué ne voient toujours pas la nécessité d'adapter le concept de protection ou les valeurs limites de l'ORNI. Cela vaut également pour les antennes de téléphonie mobile adaptatives, qui fonctionnent avec les fréquences actuellement autorisées. En particulier, il n'existe actuellement pas d'indices scientifiques suffisants pour démontrer que la transmission des signaux des antennes adaptatives ou les variations d'intensité du rayonnement, plus marquées avec de telles antennes, auraient des effets négatifs sur la santé si les valeurs limites en vigueur étaient respectées.

En outre, avec la révision de l'ORNI du 17 avril 2019, le Conseil fédéral a chargé l'OFEV de relever les immissions de RNI dans l'environnement et de publier périodiquement une vue d'ensemble nationale de l'exposition de la population au rayonnement (cf. art. 19b, al. 1, ORNI). Depuis 2022, un rapport annuel serait établi sur ces mesures d'exposition. Les résultats montreraient que la population est globalement exposée de manière modérée. Aux endroits mesurés, la charge a été clairement inférieure aux valeurs limites d'immissions. En outre, l'OFEV soutient des projets de recherche sur les effets du RNI. Dans le cadre de la mise en œuvre de la motion Graf-Litscher 19.4073 et conformément à la décision du Conseil fédéral du 22 avril 2020, l'OFEV a attribué sept projets de recherche pluriannuels sur les effets du RNI sur la santé et l'environnement. Ces projets ont débuté entre la fin de l'année 2022 et le printemps 2023. Enfin, un réseau national de conseil médical sur le rayonnement non ionisant (MedNIS) a été ouvert en septembre 2023 sur mandat de l'OFEV. Les objectifs du réseau de conseil sont d'améliorer le conseil médical aux personnes souffrant de troubles qu'elles attribuent aux rayonnements non ionisants et d'améliorer la compréhension du thème de l'électrosensibilité.

9.3 Selon la jurisprudence, le fait de renoncer à des certitudes scientifiques lors de la fixation des valeurs limites de l'installation ne permet pas de conclure que seuls des résultats scientifiques provisoires ou basés sur l'expérience peuvent servir de référence lors de la détermination concrète de ces valeurs limites. Il appartient en premier lieu aux autorités compétentes de suivre la recherche internationale et l'évolution technique concernant le rayonnement non ionisant généré par les installations de téléphonie mobile et de proposer, le cas échéant, une adaptation des valeurs limites réglées dans l'ORNI. Pour apporter un soutien technique, l'OFEV a convoqué en 2014 le groupe consultatif d'experts RNI (BERENIS), qui passe en revue les travaux scientifiques publiés sur le sujet et sélectionne pour une évaluation détaillée ceux qui, selon lui, pourraient avoir une importance pour la protection de l'homme. Les évaluations de BERENIS sont publiées environ quatre fois par an sous forme de newsletter (sur l'ensemble : arrêt 1C_527/2021 du 13 juillet 2023 consid. 4.1 avec renvois).

9.4 L'existence d'effets non thermiques est incontestée. On ne sait toutefois pas comment de tels effets se produisent. De même, l'état actuel des connaissances ne permet pas de dire si et dans quelles conditions ils deviennent un risque pour la santé (<<https://www.bafu.admin.ch>> sous Thème électrosmog et lumière > Informations spécialisées > Effets de l'électrosmog > Haute fréquence, consulté le 25 octobre 2024). Dans l'arrêt 1C_100/2021 du 14 février 2023, le Tribunal fédéral a conclu, en tenant compte de l'édition spéciale de la newsletter de BERENIS de janvier 2021, qu'il fallait clarifier par des études supplémentaires si les champs électromagnétiques générés par les installations de téléphonie mobile pouvaient entraîner des modifications de l'équilibre oxydatif des

cellules avec des effets à long terme ou sur la santé des personnes (arrêt cité, consid. 5.5.1). En outre, il a nié l'existence d'indices suffisants issus de la science selon lesquels la "pulsation" du rayonnement provoquerait des effets négatifs sur la santé si les valeurs limites en vigueur étaient respectées (arrêt cité, consid. 5.6). En résumé, il a conclu que les valeurs limites d'immissions et de l'installation de l'ORNI en vigueur étaient conformes au droit (arrêt cité, consid. 5.7). Cette appréciation a été confirmée à plusieurs reprises depuis lors (arrêts 1C_176/2022 du 18 juillet 2024 consid. 4.3.2 ; 1C_45/2023 du 16 janvier 2024 consid. 9.3 ; 1C_301/2022 du 3 novembre 2023 consid. 5.3 s. ; 1C_527/2021 du 13 juillet 2023 consid. 4.4 ; chaque fois avec renvois).

Le recourant ne parvient pas à démontrer dans quelle mesure cette jurisprudence récente serait dépassée en se référant aux études et rapports invoqués dans le recours, dont la plupart ont déjà été pris en compte dans des procédures antérieures devant le Tribunal fédéral. En particulier, son affirmation selon laquelle l'ICNIRP, ses membres, d'autres organes internationaux ainsi que les autorités fédérales se trouveraient dans une situation de conflit d'intérêts et seraient partiaux, n'est pas de nature à mettre en doute les appréciations sur l'état actuel de la science concernant les effets des rayonnements à haute fréquence sur la santé. Même avec ses explications sur l'électrohypersensibilité, le recourant ne parvient pas à démontrer de manière compréhensible pourquoi une adaptation des valeurs limites de l'ORNI serait indiquée (cf. arrêts 1C_176/2022 du 18 juillet 2024 consid. 4.3.2 ; 1C_45/2023 du 16 janvier 2024 consid. 9.3 ; 1C_45/2022 du 9 octobre 2023 consid. 7.5 ; 1C_527/2021 du 13 juillet 2023 consid. 4.4). En ce qui concerne la prise en compte des connaissances empiriques, un réseau national de conseil médical en matière de rayonnement non ionisant a notamment été ouvert sur mandat de l'OFEV (OFEV, Protection contre le rayonnement de la téléphonie mobile : ouverture du centre de conseil, communiqué de presse du 8 septembre 2023 ; <<https://www.bafu.admin.ch>> [visité le 25 octobre 2024]). Le service interdisciplinaire dirigé par des médecins doit enregistrer systématiquement les cas individuels et rendre compte régulièrement à l'OFEV et à l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) des observations de cas individuels et des éventuelles corrélations systématiques. Cela doit permettre d'acquérir des connaissances en vue de la déduction de la recherche sur les cas et/ou de l'examen de mesures (Groupe de travail "Téléphonie mobile et rayonnement", rapport "Téléphonie mobile et rayonnement", 18 novembre 2019, p. 105 ; arrêt 1C_176/2022 du 18 juillet 2024 consid. 4.3.2).

Il faut donc partir du principe que les autorités spécialisées compétentes se sont acquittées de leur tâche consistant à suivre la recherche internationale ainsi que l'évolution technique concernant le rayonnement non ionisant généré par les installations de téléphonie mobile et, le cas échéant, à demander une adaptation des valeurs limites fixées dans l'ORNI.

Le fait qu'un facteur de correction ait été appliqué à l'antenne adaptative litigieuse ne conduit pas à une autre conclusion. Comme nous l'avons vu, le niveau de la valeur limite de l'installation n'a pas été modifié par la révision de l'ORNI et sa légalité n'est donc pas fondamentalement remise en question. La question de savoir si le principe de précaution est suffisamment pris en compte par les nouvelles bases de calcul de l'intensité de champ effective dans un LUS (cf. ch. 63, al. 2 et 3, annexe 1 ORNI) a été examinée plus haut et la réponse a été affirmative (cf. supra consid. 6).

10.

Au vu de ce qui précède, le recours doit être rejeté dans la mesure où il y a lieu d'entrer en matière.

Dans cette issue de la procédure, le recourant est condamné aux frais (art. 66 al. 1 LTF).

Conformément à la pratique, aucune indemnité de partie n'est allouée à l'intimée, représentée par son service juridique interne, dans la procédure du Tribunal fédéral (art. 68 al. 1 et 2 LTF ; arrêt 1C_527/2021 du 13 juillet 2023 consid. 9 avec renvois).

En conséquence, le Tribunal fédéral reconnaît

1.

Le recours est rejeté dans la mesure où il y a lieu d'y entrer.

2.

Les frais de justice de 4'000 francs sont mis à la charge du requérant.

3.

Aucune indemnité de partie n'est accordée.

4.

Le présent arrêt est communiqué par écrit aux parties, à la Direction de la construction de la ville de Zurich, au Tribunal administratif du canton de Zurich, 1re section, 1re chambre, et à l'Office fédéral de l'environnement.

Lausanne, le 9 décembre 2024

Au nom de la Ire section de droit public
du Tribunal fédéral suisse

Le président : Kneubühler

Le greffier : Vonlanthen