Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

Bundesamt für Kommunikation BAKOM
Abteilung Konzessionen und Frequenzmanagement (KF)
Sektion Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

4 décembre 2025

Rapport de l'OFCOM

Intensité de champ électrique dans la zone de rayonnement des antennes de téléphonie mobile adaptatives et conventionnelles

Mesures d'intensité de champ effectuées en 2025 au moyen d'une station de mesure

Résumé

Depuis avril 2019, les installations de téléphonie mobile existantes sont équipées d'antennes adaptatives qui, contrairement aux antennes conventionnelles, disposent d'une caractéristique de rayonnement dynamique, ce qui signifie qu'elles émettent des signaux radio spécifiquement en direction d'un smartphone ou d'un autre récepteur. Ce principe permet de réduire l'exposition des personnes tierces au rayonnement et d'améliorer l'efficience énergétique de la couverture radio.

Au printemps et en été 2025, l'OFCOM a effectué différentes mesures sur des antennes conventionnelles et adaptatives des opérateurs de services mobiles Swisscom, Sunrise et Salt. Ces mesures avaient pour but de documenter les différentes caractéristiques de rayonnement de ces deux types d'antennes et de montrer l'évolution dans le temps de l'intensité de champ électrique sur des sites concrets. Les experts de l'OFCOM ont mesuré les signaux radio émis et les ont représentés dans le temps. Dans le cadre de cette étude, l'intensité de champ a été mesurée sur différents sites pendant une semaine. Les mesures ont à chaque fois été réalisées au moins sur un site extérieur et un site intérieur.

Les mesures confirment que l'intensité de champ des antennes conventionnelles augmente dans l'intégralité de la zone de rayonnement durant la transmission de données utiles, indépendamment d'où se situe le récepteur.
En revanche, les signaux radio des antennes adaptatives ne sont mesurables que si les terminaux des utilisateurs qui demandent des données se trouvent à proximité du site de mesure. Cela se traduit par des valeurs moyennes d'intensité de champ plus faibles comparativement aux antennes conventionnelles.
En outre, la comparaison avec la campagne de mesures de 2022 montre que le rayonnement n'a pratiquement pas changé.

Impressum

Direction et réalisation du projet :
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Office fédéral de la communication (OFCOM)
Division Concessions et gestion des fréquences KF
Section compatibilité électromagnétique CEM

Auteurs :
André Trabold, OFCOM
Samuel Gsteiger, OFCOM

Accès aux sites de mesure avec l'aimable autorisation de :
Conciergerie du campus de l'OFSP, Liebefeld
Conciergerie de l'école de Neuenhof, Neuenhof
Conciergerie de l'entreprise Hasler, Winterthour

Table des matières

1 Contexte 3
2 Données techniques 3
2.1 Stations de téléphonie mobile 3
2.1.1 KONI/BE173-1 4
2.1.2 AG008-1 4
2.1.3 ZH_2440A 5
2.2 Station de mesure mobile 5
3 Mesure de l'intensité de champ 6
3.1 Sélection des sites de mesure 6
3.1.1 Installation KONI/BE173-1 6
3.1.2 Installation AG008-1 7
3.1.3 Installation ZH_2440A 8
3.2 Résultats des mesures 9
3.2.1 Définitions 9
3.2.2 KONI/BE173-1 12
3.2.3 AG008-1 18
3.2.4 ZH_2440A 23
3.3 Analyse 28
4 Conclusions 29
Abréviations 30
Références 30
Annexe 1 : Données brutes des diagrammes de mesure 30

1 Contexte

Depuis l'introduction de la 5G en avril 2019, des antennes adaptatives ont aussi été montées sur les installations de téléphonie mobile. Les antennes conventionnelles utilisées jusque-là transmettent les données mobiles avec une caractéristique de rayonnement fixe (diagramme d'antenne fixe) dans toute la zone de couverture, vers les terminaux. Les antennes adaptatives, en revanche, envoient les signaux utiles spécifiquement en direction du récepteur correspondant. Aucune donnée utile n'est générée ni transmise dans les zones non concernées de la zone de couverture.

Entre l'automne 2021 et le printemps 2022, l'OFCOM a mené une campagne de mesures sur les installations de téléphonie mobile de Swisscom, Sunrise et Salt dans le but de mesurer et de représenter ponctuellement les signaux radio émis par les antennes conventionnelles et adaptatives. Cette campagne a été menée de manière similaire à celle réalisée en 2022 ; elle visait à documenter les différentes caractéristiques de rayonnement des antennes conventionnelles et adaptatives, et à montrer l'évolution dans le temps de l'intensité de champ électrique sur des sites concrets. Les experts de l'OFCOM ont examiné les valeurs maximales obtenues avec les deux types d'antennes ainsi que leur intensité de champ moyenne. Ils ont aussi relevé le rapport entre la valeur maximale et la valeur moyenne (max/moyenne) et examiné si des différences apparaissent entre les antennes conventionnelles et adaptatives.

L'intensité de champ électrique a été mesurée à différents endroits de la zone de réception des antennes, également appelée cellule radio. Les valeurs en liaison descendante (downlink), soit les différentes bandes de fréquence de téléphonie mobile des 700 à 3800 MHz, sont différenciées et présentées séparément. Les mesures ont été effectuées durant le printemps et l'été 2025.
Pour chacun des trois opérateurs, l'OFCOM a sélectionné les mêmes stations mobiles et les mêmes sites qu'en 2022 afin d'obtenir des résultats les plus représentatifs possibles. Les mesures ont été effectuées à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.
Les stations de téléphonie mobile sélectionnées disposent à la fois d'antennes conventionnelles et adaptatives.

Les opérateurs n'ont pas été informés des mesures avant la campagne. Les mesures offrent un relevé ponctuel de la situation avec les réglages actuels du réseau. Il n'est en revanche plus possible de tirer rétroactivement des conclusions concrètes sur le nombre de récepteurs actifs ou le volume de données transmises.

Ces mesures ne doivent pas être comparées aux examens techniques réalisés lors de la mise en service d'une installation. Ces expertises examinent si l'installation respecte les valeurs limites légales de rayonnements non ionisants (RNI) sur des lieux à utilisation sensible (LUS) (mesures de réception RNI). Ces mesures ne constituent pas non plus un monitoring RNI, leur but étant d'examiner les caractéristiques du rayonnement et non de déterminer l'exposition.

2 Données techniques

2.1 Stations de téléphonie mobile

Pendant toutes les mesures, les stations de téléphonie mobile ont fonctionné avec le facteur de correction activé et la limitation de puissance automatique, comme autorisés selon l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI) en vigueur.

Les puissances d'émission ERP maximales définies pendant la campagne de mesures, le cas échéant après application du facteur de correction, sont arrondies à 50 W. Les puissances d'émission par secteur et par bande de fréquences sont énumérées ci-dessous. Le secteur sélectionné est toujours le secteur qui couvre les sites de mesure. Ces données permettent d'estimer approximativement la couverture sur les sites de mesure.

2.1.1 KONI/BE173-1

Cette station est une installation partagée (« site sharing ») par Swisscom et Sunrise, respectivement société responsable et co-utilisatrice.

KONI (Swisscom)

Des antennes conventionnelles et adaptatives sont en exploitation, sur toutes les bandes possibles de la bande basse (700 - 900 MHz) et de la bande haute (1800 - 3600 MHz).

Technologie	Fréquence	Secteur 1	Secteur 3	Type d'antenne
• LTE (4G) / NR (5G)*	700 MHz :	400 Werp	400 Werp	Antenne conventionnelle
• LTE (4G)	800 MHz :	400 Werp	350 Werp	Antenne conventionnelle
• UMTS (3G)	900 MHz :	100 Werp	100 Werp	Antenne conventionnelle
• LTE (4G)	1800 MHz :	200 Werp	200 Werp	Antenne conventionnelle
• LTE (4G) / NR (5G)*	2100 MHz :	300 Werp	250 Werp	Antenne conventionnelle
• LTE (4G)	2600 MHz :	50 Werp	50 Werp	Antenne conventionnelle
• NR (5G)	3600 MHz :	350 Werp	800 Werp	Antenne adaptative

* Répartition dynamique de la bande de fréquences pour l'utilisation des technologies 4G et 5G

BE173-1 (Sunrise)

Sur cette station ne sont installées que des antennes conventionnelles à bande basse et haute.

Technologie	Fréquence	Secteur C	Type d'antenne
• LTE (4G)	800 MHz :	400 Werp	Antenne conventionnelle
• UMTS (3G)	900 MHz :	250 Werp	Antenne conventionnelle
• LTE (4G)	1800 MHz :	550 Werp	Antenne conventionnelle
• LTE (4G)	2100 MHz :	250 Werp	Antenne conventionnelle

2.1.2 AG008-1

Cette station est une installation de Sunrise (pas de « site sharing »).

Des antennes conventionnelles et adaptatives sont en exploitation, sur toutes les bandes possibles de la bande basse (800 - 900 MHz) et de la bande haute (1800 - 3600 MHz), à l'exception de la bande des 700 MHz.

Technologie	Fréquence	Secteur B	Type d'antenne
• LTE (4G)	800 MHz :	150 Werp	Antenne conventionnelle
• UMTS (3G)	900 MHz :	200 Werp	Antenne conventionnelle
• NR (5G)	900 MHz :	50 Werp	Antenne conventionnelle
• LTE (4G)	1800 MHz :	450 Werp	Antenne conventionnelle
• LTE (4G)	2100 MHz :	50 Werp	Antenne conventionnelle
• LTE (4G)	2600 MHz :	550 Werp	Antenne conventionnelle
• NR (5G)	3700 MHz :	800 Werp	Antenne adaptative

Remarque :
Sur cette installation, la bande des 900 MHz se partage entre les deux technologies 3G et 5G.

2.1.3 ZH_2440A

Cette station est une installation de Salt (pas de « site sharing »).

Des antennes conventionnelles et adaptatives sont en exploitation, sur toutes les bandes possibles de la bande basse (700 - 900 MHz) et de la bande haute (1800 - 3600 MHz).

Technologie	Fréquence	Secteur 1	Secteur 3	Type d'antenne
• NR (5G)	700 MHz :	300 Werp	100 Werp	Antenne conventionnelle
• LTE (4G)	800 MHz :	300 Werp	200 Werp	Antenne conventionnelle
• UMTS (3G)	900 MHz :	400 Werp	300 Werp	Antenne conventionnelle
• LTE (4G)	1800 MHz :	550 Werp	600 Werp	Antenne conventionnelle
• UMTS (3G)	2100 MHz :	250 Werp	300 Werp	Antenne conventionnelle
• LTE (4G)	2100 MHz :	500 Werp	450 Werp	Antenne conventionnelle
• LTE (4G)	2600 MHz :	600 Werp	450 Werp	Antenne conventionnelle
• NR (5G)	3500 MHz :	400 Werp	300 Werp	Antenne adaptative

Remarque :
Sur cette installation, la bande des 2100 MHz se partage entre les deux technologies 3G et 4G.

2.2 Station de mesure mobile

La station de mesure suivante a été utilisée pour toutes les mesures :

Fabricant de la station de mesure :	Narda
Type de station de mesure :	AMS-8061
Numéro d'inventaire :	2015-07
Numéro de série de la station de mesure :	000WX60301
Type de sonde de mesure :	EHA-2B-01
Numéro de série de la sonde de mesure :	000WX50708
Bande de fréquences de la sonde de mesure :	100 kHz à 6 GHz
Linéarité de la sonde de mesure :	≤ ± 2 dB
Réponse en fréquence de la sonde de mesure :	≤ ± 3 dB
Anisotropie totale de la sonde de mesure :	< 3.5 dB à 6 GHz
Dernier calibrage :	08.04.2024

Réglages des mesures :

Bandes de fréquences :	743 – 788 MHz; 791 – 821 MHz; 925 – 960 MHz; 1442 – 1517 MHz; 1805 – 1880 MHz; 2110 – 2170 MHz; 2570 – 2685 MHz; 3500 – 3580 MHz; 3580 – 3700 MHz; 3700 – 3800 MHz.
Intervalle d'enregistrement :	6 minutes
Plage de mesure :	0.01 - 160 V/m
Sensibilité :	0.01 V/m
Résolution :	0.01 V/m
Procédé de mesure :	Mesure à large bande séquentielle de chaque bande de fréquences
Temps d'observation/bande :	1 seconde
Temps de revisite/bande :	10 secondes
Largeur de bande de la mesure :	En fonction de la bande de fréquences mesurée
Détecteur :	RMS et Peak en V/m
Valeur de mesure enregistrée :	RMS et Peak (Max Hold) en V/m, sur des intervalles de 6 minutes
Valeur de mesure utilisée :	Peak (Max Hold) en V/m, sur des intervalles de 6 minutes

Remarque :
La station de mesure dispose d'une antenne isotrope et mesure les champs électriques, indépendamment de la direction d'émission. Elle mesure principalement les émissions de la station de téléphonie mobile correspondante à proximité de laquelle elle est placée. Les stations voisines n'ont donc tout au plus qu'une faible influence.

3 Mesure de l'intensité de champ

L'intensité de champ électrique est mesurée sur différents sites dans la zone de rayonnement de la cellule radio. Les valeurs en liaison descendante des antennes conventionnelles et adaptatives sont enregistrées séparément, ce qui permet d'examiner les différentes caractéristiques de rayonnement des antennes.

3.1 Sélection des sites de mesure

Les sites de mesure sont déterminés de façon à être répartis dans la zone de rayonnement de l'installation de téléphonie mobile. Ils se trouvent à l'intérieur des bâtiments, près de postes de travail, dans les salles de classe, et à l'extérieur sur les trottoirs, devant les façades et sur les toits.

3.1.1 Installation KONI/BE173-1

Deux sites de mesure, l'un à l'intérieur et l'autre à l'extérieur, ont été sélectionnés sur le campus de l'OFSP à Liebefeld. Ces sites se trouvent dans la zone de couverture de la station KONI de Swisscom, qui est équipée d'antennes conventionnelles et adaptatives. La station BE173-1 de Sunrise est installée sur le même site, mais ne dispose que d'antennes conventionnelles.
La mesure extérieure a été faite sur le toit d'un abri à vélos. Le site de mesure à l'intérieur a été choisi pour permettre une comparaison avec « l'intensité de champ électrique de l'installation » déterminée selon la fiche de données spécifique au site [2] du LUS.

Figure 1: Site de mesure #1 Toit de l'abri à vélos

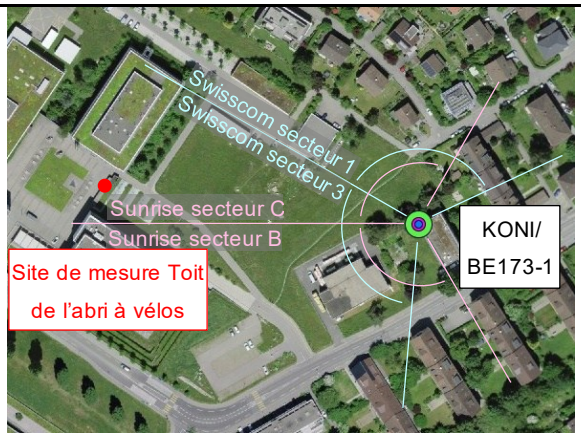

Figure 2: Site de mesure #1, image satellite

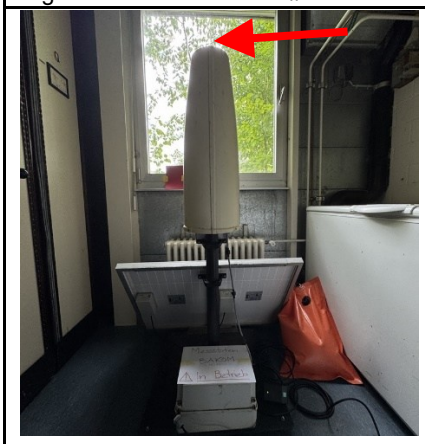

Figure 3: Site de mesure #2 Atelier Bienenhaus

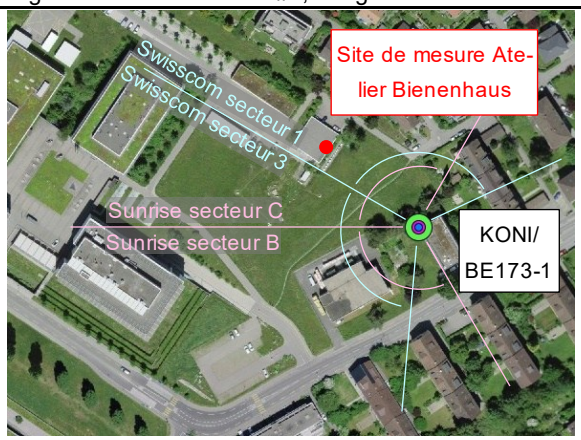

Figure 4: Site de mesure #2, image satellite

Coordonnées des sites de mesure : #1 Toit de l'abri à vélos - 2'598'797.6 / 1'197'622.7
#2 Atelier Bienenhaus (LUS 5) - 2'598'913.1 / 1'197'644.4

3.1.2 Installation AG008-1

Dans le complexe scolaire de Neuenhof, deux sites de mesure, un à l'intérieur et l'autre à l'extérieur, ont été déterminés. Ils se trouvent dans la zone de couverture de la station AG008-1 de Sunrise, qui est équipée d'antennes conventionnelles et adaptatives.
Le site de mesure à l'extérieur sur le toit de l'aula a été déterminé de manière à être exposé dans la zone de rayonnement de la station. En outre, une partie du bâtiment scolaire et, plus loin, l'administration communale de Neuenhof se situent derrière, dans l'alignement.
Le site de mesure à l'intérieur de l'ancien bâtiment de l'école a été choisi pour permettre une comparaison avec « l'intensité de champ électrique de l'installation » déterminée selon la fiche de données spécifique au site [2] du LUS.

Figure 5: Site de mesure #1 Toit aula

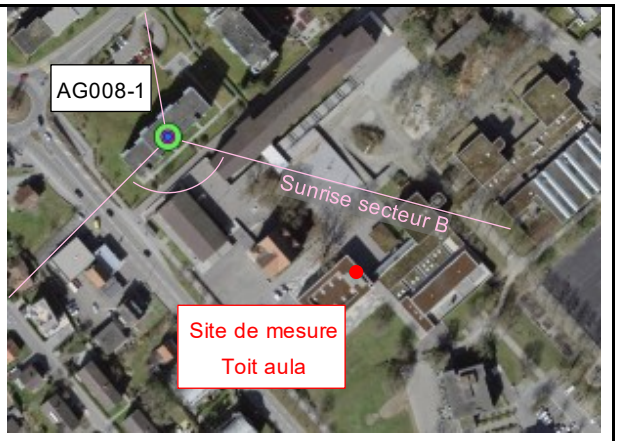

Figure 6: Site de mesure #1, image satellite

Figure 7: Site de mesure #2, intérieur du bâtiment

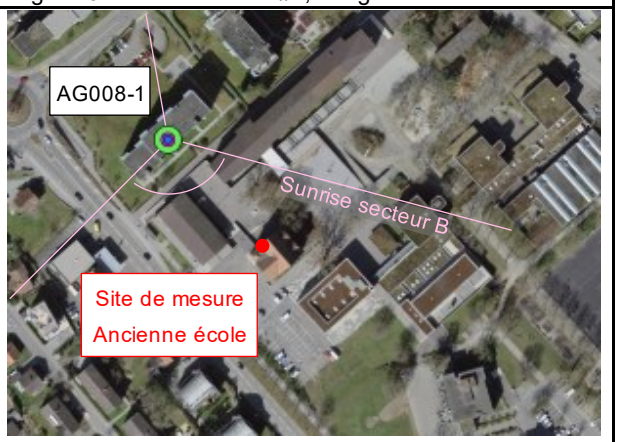

Figure 8: Site de mesure #2, image satellite

Coordonnées des sites de mesure : #1 Toit aula - 2'666'931.1 / 1'256'012.6
#2 Ancien bâtiment école - 2'666'885.8 / 1'256'027.8

3.1.3 Installation ZH_2440A

Deux sites de mesure, un à l'intérieur et l'autre à l'extérieur, ont été sélectionnés sur le site de l'entreprise Hasler à Winterthour, sur le toit de l'entreprise et dans un bureau (école professionnelle de Winterthour en 2022). Ils se trouvent dans la zone de couverture de la station ZH_2440A de Salt, qui est équipée d'antennes conventionnelles et adaptatives.

Le site de mesure extérieur, sur le toit de l'entreprise Hasler, a été déterminé de manière à être exposé dans la zone de rayonnement de la station, car un bâtiment scolaire (école préprofessionnelle de Winterthour) et l'Office fédéral des routes OFROU se trouvent derrière, dans l'alignement. Par rapport à la campagne de mesures de 2022, la station de mesure a dû être déplacée légèrement en direction de la station de téléphonie mobile ZH_2440A de Salt : une installation photovoltaïque a entre-temps été construite sur le toit et l'emplacement de la mesure de 2022 est occupé par un panneau solaire. Le site de mesure dans le bureau de l'entreprise Hasler a été choisi pour permettre une comparaison avec « l'intensité de champ électrique de l'installation » déterminée selon la fiche de données spécifique au site [2] du LUS. Depuis 2022, l'affectation du lieu a changé : le site de mesure ne se trouve plus dans une salle de classe, mais dans un bureau aménagé au même endroit.

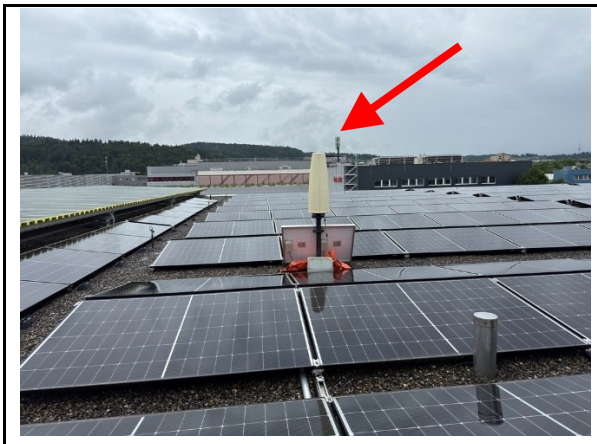

Figure 9: Site de mesure #1 Toit société Hasler

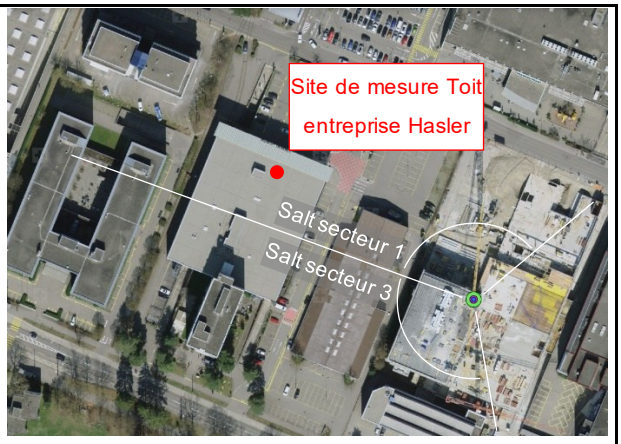

Figure 10: Site de mesure #1, image satellite

Figure 11: Site de mesure #2 Bureau 1 au 4e étage

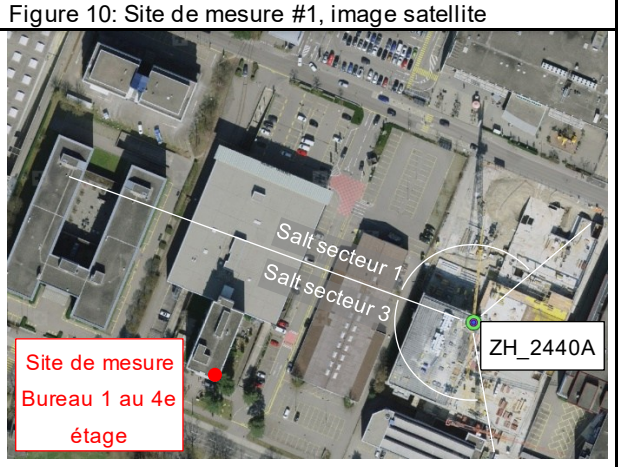

Figure 12: Site de mesure #2, image satellite

Coordonnées des sites de mesure : #1 Toit entreprise Hasler - 2'699'307.4 / 1'261'194.6
#2 Ecole professionnelle bureau 1 au 4e étage – 2'699'280.9 / 1'261'110.4

3.2 Résultats des mesures

3.2.1 Définitions

Données applicables pour tous les diagrammes de mesure suivants :

- L'axe y indique l'intensité de champ mesurée en V/m de manière linéaire.
- L'axe x est l'axe de temps, sur une grille horaire de 6 heures, chaque jour entier et la date correspondante sont indiqués comme ligne principale. Les mesures ont été effectuées pendant 6 à 7 jours sur chacun des sites.

Les diagrammes de mesure montrent les bandes de fréquences inférieures à 3 GHz, qui comprennent toutes les bandes de liaison descendante des trois opérateurs. Les bandes de fréquences des 3.5 à 3.8 GHz ont été représentées séparément pour chaque opérateur, afin de pouvoir les examiner plus en détail. Les couleurs ont été attribuées comme suit :

- vert : 3x bande basse (bandes des 700, 800 et 900 MHz)
- jaune : 2x bande haute inférieure (bandes des 1400 et 1800 MHz)
- bleu : 2x bande haute moyenne (bandes des 2100 et 2600 MHz)
- rouge : 3x bande haute supérieure (bandes des 3500, 3600 et 3700 MHz)
- brun : Intensité de champ totale de toutes les bandes de fréquences mesurées. L'intensité de champ totale sur les 10 bandes de fréquences est représentée par une ligne pointillée.

$$\text{Intensité de champ sur les 10 bandes: } E_{Res10} = \sqrt{\sum_{i=1}^{10} E_i^{\,2}} \qquad \text{Formule 1}$$

où E_i est la valeur max hold enregistrée sur 6 minutes de la bande de fréquence *i*-ème.

La ligne continue représente l'intensité de champ totale sans les bandes de fréquence des 3.5 à 3.8 GHz.

$$\text{Intensité de champ sur les 7 bandes: } E_{Res7} = \sqrt{\sum_{i=1}^{7} E_i^{\,2}} \qquad \text{Formule 2}$$

où E_i est la valeur max. hold enregistrée sur 6 minutes de la bande de fréquences *i*-ème.

- violet : La ligne continue représente la valeur limite de l'installation (VLInst). La ligne pointillée correspond à « l'intensité de champ électrique de l'installation » déterminée selon la fiche de données spécifique au site [2].

Outre les diagrammes de mesure, trois tableaux sont disponibles pour chaque site.
Le premier tableau prend en compte les valeurs par bande de fréquences suivantes :

- Val. min : valeur minimale de toutes les valeurs de mesure enregistrées (valeurs 6 min. max. hold) sur toute la durée de la mesure sur site

- Val. max. : valeur maximale de toutes les valeurs de mesure enregistrées (valeurs 6 min. max. hold) sur toute la durée de la mesure sur site

- Valeur moyenne : valeur moyenne arithmétique de toutes les valeurs de mesure enregistrées (valeurs 6 min. max. hold) sur toute la durée de la mesure sur site. Cette valeur donne l'intensité de champ moyenne.

$$\text{Valeur moyenne} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} E$$

Formule 3

où *n* est le nombre de valeurs max hold enregistrées sur 6 min.

- Rapport val. max./moyenne : Ce rapport peut donner une indication de la variabilité de la direction de transmission des antennes adaptatives. En comparant une antenne adaptative à une antenne conventionnelle, il faut s'attendre à un rapport plus faible car la valeur moyenne est plus petite en raison de la direction de transmission variable.

- Puissance d'émission installée : La puissance d'émission installée dans le secteur où se trouve le site de mesure.

- Largeur de bande installée : La largeur de bande installée dans le secteur où se trouve le site de mesure.

Dans le deuxième tableau, les valeurs minimale et maximale sont indiquées par les intensités de champ totales qui en résultent (courbes brunes E_{Res7} et E_{Res10}, voir ci-dessus). La valeur moyenne arithmétique est aussi indiquée.

- Valeur moyenne arithmétique de toutes les valeurs E_{Res10} (toutes les bandes des 700 MHz à 3.8 GHz) :

$$\text{Valeur moyenne:} \quad E_{Total} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} E_{Res10}$$

Formule 4

où *n* est le nombre de valeurs E_{Res10}.

- Valeur moyenne arithmétique de toutes les valeurs E_{Res7} (toutes les bandes des 700 MHz à 2.6 GHz, sans les bandes des 3.6 à 3.8 GHz) :

$$\text{Valeur moyenne:} \quad E_{<3GHz} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} E_{Res7}$$

Formule 5

où *n* est le nombre de valeurs E_{Res7}.

Le troisième tableau montre les parts de la puissance d'émission installée et de la largeur de bande installée de la bande de fréquences >3 GHz sur la station de téléphonie mobile :

$$\text{Pourcentage} > 3\text{GHz de puissance d'émission installée} = \frac{P_{Inst>3GHz}}{P_{InstTotal}}$$

Formule 6

où $P_{Inst>3GHz}$ est la puissance d'émission installée [Werp] dans la bande >3GHz
et $P_{InstTotal}$ est la somme des puissances d'émission installées [Werp] de toutes les bandes de fréquences.

$$\text{Pourcentage } > 3\text{GHz de la largeur de bande totale } = \frac{BW_{>3GHz}}{BW_{Total}}$$ Formule 7

où $BW_{>3GHz}$ est la largeur de bande installée dans la bande >3GHz et BW_{Total} est la somme des largeurs de bande de toutes les bandes de fréquences installées.

3.2.2 KONI/BE173-1

Premier site de mesure : Toit de l'abri à vélos

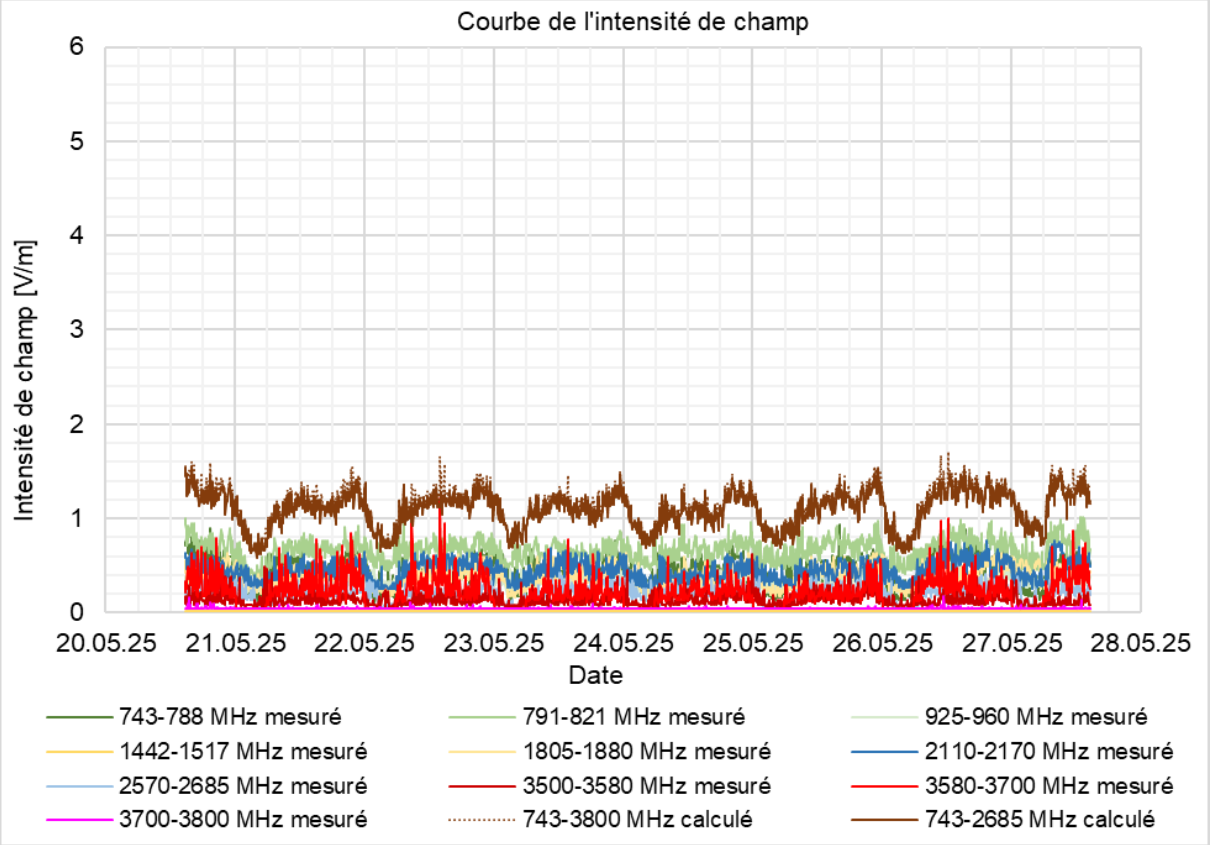

Figure 13: Diagramme de mesure du site #1 Toit de l'abri à vélos (échelle uniforme)

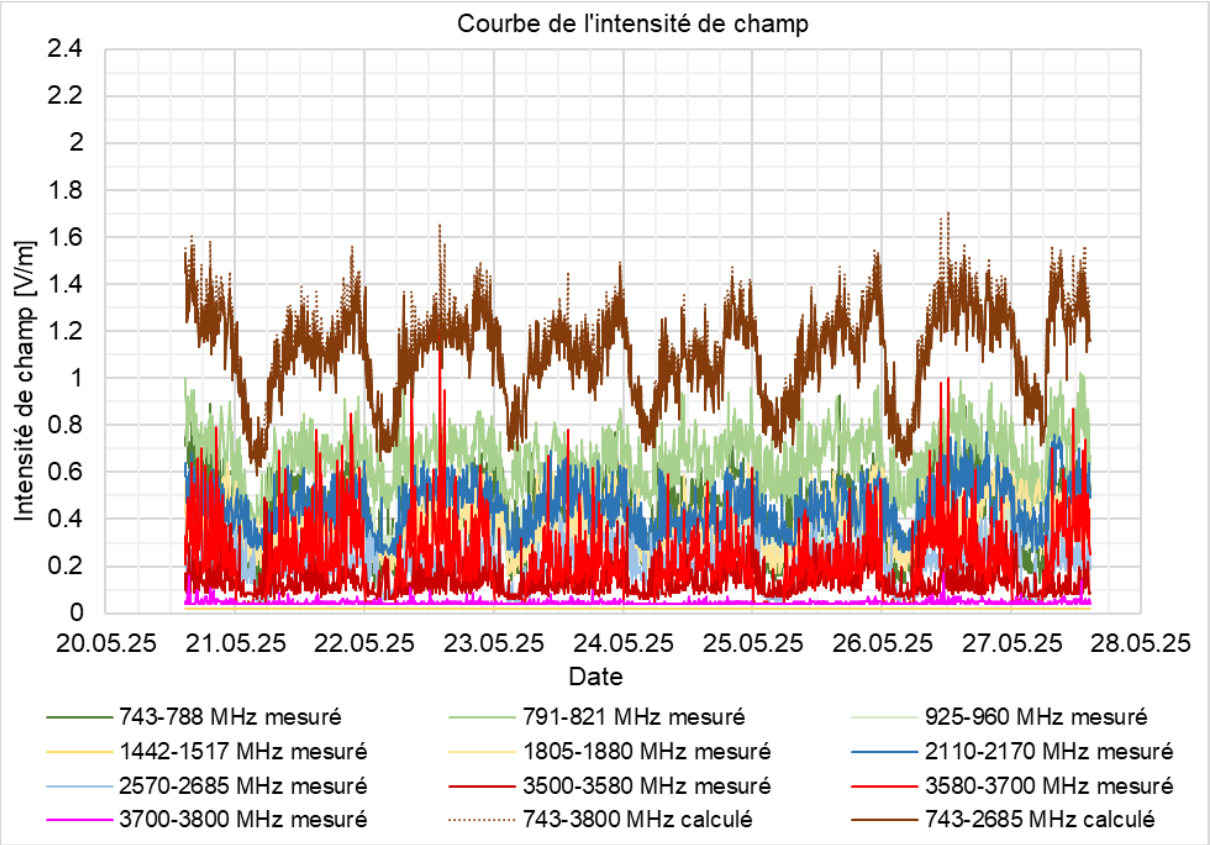

Figure 14: Diagramme de mesure du site #1 Toit de l'abri à vélos (échelle agrandie)

Valeurs mesurées :

Bande de fréquence	min. [V/m]	max. [V/m]	Valeur moyenne [V/m]	Rapport max/moyenne	Puissance d'émission instal. [Werp]	Largeur de bande installée [Werp]	
743 - 788 MHz (Peak)	0.11	0.93	0.45	2.1	400	45	*
791 - 821 MHz (Peak)	0.38	1.02	0.66	1.5	750	30	*
925 - 960 MHz (Peak)	0.22	0.64	0.35	1.8	350	35	*
1442 - 1517 MHz (Peak)	0.02	0.02	0.02				
1805 - 1880 MHz (Peak)	0.16	0.64	0.40	1.6	750	75	*
2110 - 2170 MHz (Peak)	0.24	0.77	0.45	1.7	500	60	*
2570 - 2685 MHz (Peak)	0.05	0.44	0.21	2.1	50	115	*
3500 - 3580 MHz (Peak)	0.06	0.62	0.14	4.4			
3580 - 3700 MHz (Peak)	0.04	1.21	0.21	5.7	800	120	*
3700 - 3800 MHz (Peak)	0.04	0.17	0.04	3.8			

Limite de bruit, en dessous de cette valeur maximale aucun rapport n'est calculé [V/m]: 0.1

* Bandes de fréquences actives pour KONI/BE173-1

Tableau 1: Bandes de fréquences mesurées au site de mesure #1 Toit de l'abri à vélos

L'intensité de champ totale peut être déterminée à partir des intensités de champ mesurées dans chaque bande :

Bande de fréquence	Intensité de champ totale résultante calculée		
	min. [V/m]	max. [V/m]	Valeur moyenne [V/m]
743 - 3800 MHz	0.59	1.71	1.14
743 - 2685 MHz	0.58	1.55	1.10

Tableau 2: Intensité de champ totale du site de mesure #1 Toit de l'abri à vélos

Les antennes adaptatives ont les parts suivantes dans la puissance d'émission installée et dans la bande passante totale :

Partie > 3 GHz de la puissance d'émission installée dans le secteur	Partie > 3 GHz de la largeur de bande totale dans le secteur
22%	25%

Tableau 3: Parts en pourcent, site de mesure #1 Toit de l'abri à vélos

Analyse des résultats des mesures sur ce site :

- La bande des 800 MHz est légèrement dominante.
- L'intensité de champ totale est principalement influencée par plusieurs bandes.
- Le trafic de données dans la bande des 3.5 à 3.8 GHz est légèrement en recul durant le week-end (24.05 et 25.05.2025); généralement, il y a davantage de trafic de données durant les jours ouvrables.
- Des pics de signal sont clairement visibles dans la bande des 3.5 à 3.8 GHz.
- Le rapport entre les val. max./moyenne est le plus fort dans la bande des 3.5 à 3.8 GHz de l'antenne adaptative, avec une valeur de 5.7. Il n'est jamais supérieur à 2.1 dans les bandes de fréquences avec des antennes conventionnelles.
- La part de l'antenne adaptative n'est presque pas visible dans le résultat de l'intensité de champ totale dans le Tableau 2. Alors que les valeurs maximales avec et sans la bande des 3.5 à 3.8 GHz diffèrent (resp. 1.71 V/m et 1.55 V/m), leurs valeurs moyennes sont presque identiques (resp. 1.14 V/m et 1.10 V/m). Le diagramme de mesure montre que les deux courbes sont souvent presque identiques, à l'exception de nombreux pics de signal.

- Sur cette installation de téléphonie mobile, la bande installée des 3.6 GHz occupe 25% de la largeur de bande totale installée.

Deuxième site de mesure : Atelier Bienenhaus

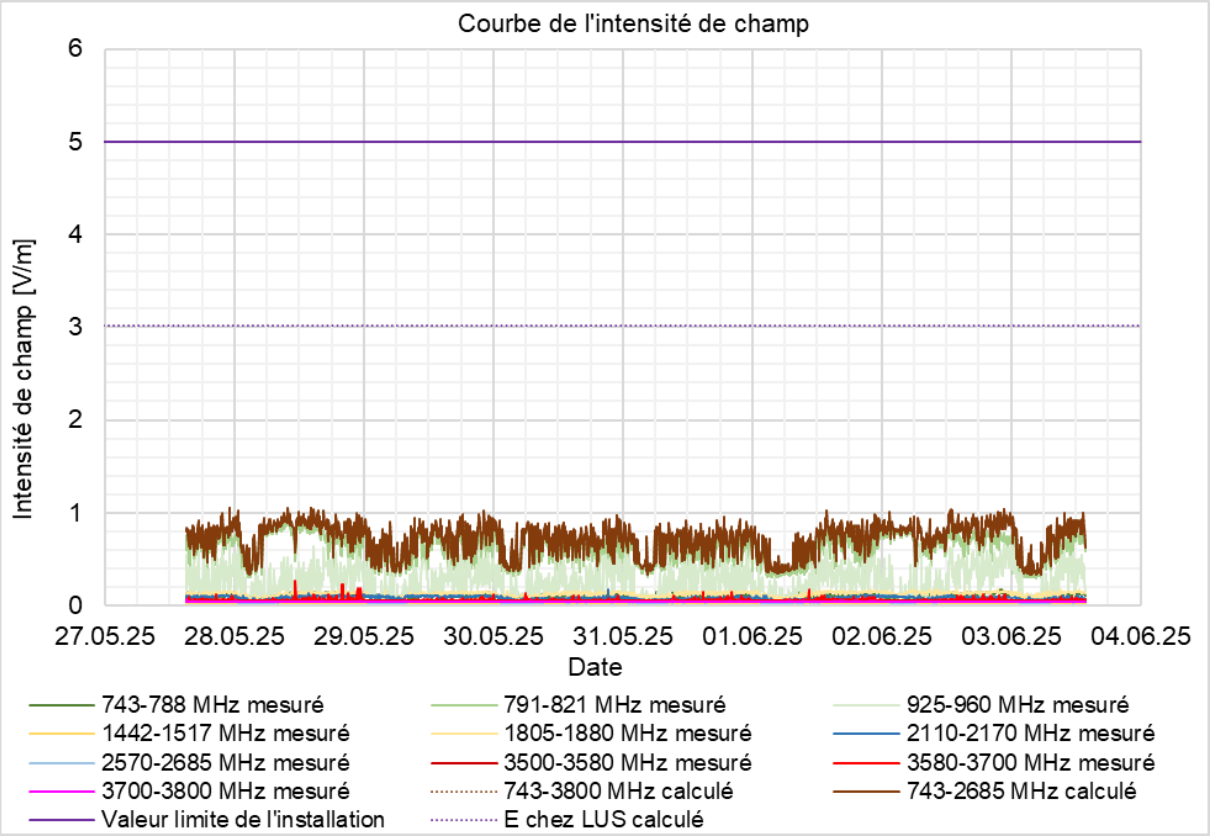

Figure 15: Diagramme de mesure du site #2 Atelier Bienenhaus (échelle uniforme)

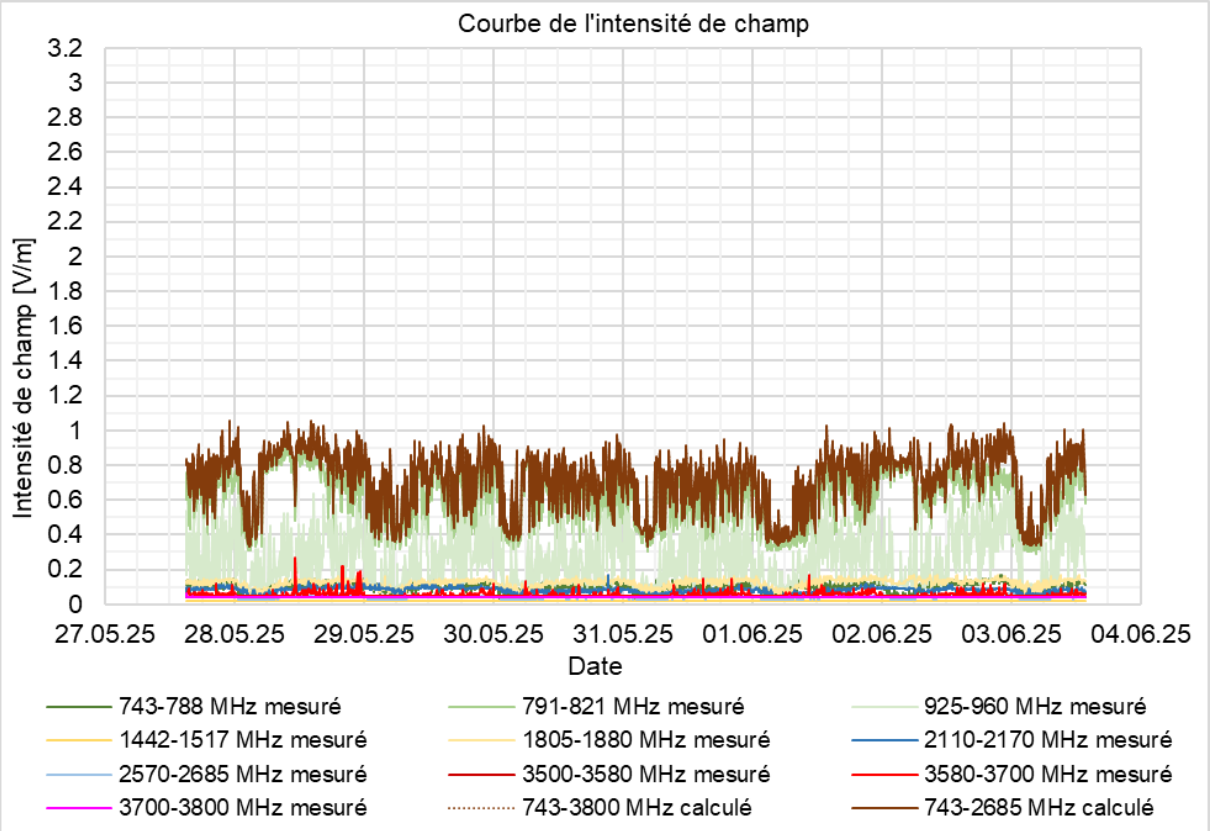

Figure 16: Diagramme de mesure du site #2 Atelier Bienenhaus (échelle agrandie)

Valeurs mesurées :

Bande de fréquence	min. [V/m]	max. [V/m]	Valeur moyenne [V/m]	Rapport max/moyenne	Puissance d'émission instal. [Werp]	Largeur de bande installée [Werp]	
743 - 788 MHz (Peak)	0.02	0.17	0.10	1.7	400	45	*
791 - 821 MHz (Peak)	0.29	0.91	0.62	1.5	800	30	*
925 - 960 MHz (Peak)	0.09	0.68	0.27	2.6	350	35	*
1442 - 1517 MHz (Peak)	0.02	0.02	0.02				
1805 - 1880 MHz (Peak)	0.05	0.17	0.12	1.4	750	75	*
2110 - 2170 MHz (Peak)	0.03	0.17	0.08	2.1	550	60	*
2570 - 2685 MHz (Peak)	0.03	0.07	0.04		50	115	*
3500 - 3580 MHz (Peak)	0.04	0.09	0.04				
3580 - 3700 MHz (Peak)	0.04	0.27	0.06	4.8	350	120	*
3700 - 3800 MHz (Peak)	0.04	0.06	0.04				

Limite de bruit, en dessous de cette valeur maximale aucun rapport n'est calculé [V/m]: 0.1

* Bandes de fréquences actives pour KONI/BE173-1

Tableau 4: Bandes de fréquences mesurées sur le site de mesure #2 Atelier Bienenhaus

L'intensité de champ totale peut être déterminée à partir des intensités de champ mesurées dans chaque bande :

Bande de fréquence	Intensité de champ totale résultante calculée		
	min. [V/m]	max. [V/m]	Valeur moyenne [V/m]
743 - 3800 MHz	0.34	1.06	0.72
743 - 2685 MHz	0.33	1.06	0.71

Tableau 5: Intensité de champ totale du site de mesure #2 Atelier Bienenhaus

Les antennes adaptatives ont les parts suivantes dans la puissance d'émission installée et dans la bande passante totale :

Partie > 3 GHz de la puissance d'émission installée dans le secteur	Partie > 3 GHz de la largeur de bande totale dans le secteur
11%	25%

Tableau 6: Parts en pourcent, site de mesure #2 Atelier Bienenhaus

Analyse des résultats des mesures sur ce site :

- La bande de fréquences dominante est la bande des 800 MHz.
- L'intensité de champ totale est en grande partie influencée par la bande dominante des 800 MHz, mais aussi par la bande des 900 MHz.
- Un trafic de données très faible a été mesuré dans cette direction dans la bande des 3.5 à 3.8 GHz.
- Le rapport entre les val. max./moyenne est le plus fort dans la bande des 3.5 à 3.8 GHz de l'antenne adaptative, avec une valeur de 4.8. Il n'est jamais supérieur à 2.6 dans les bandes de fréquences avec des antennes conventionnelles. Cette différence relativement petite provient du trafic de données très faible mesuré dans la bande des 3.5 - 3.8 GHz.
- La part de l'antenne adaptative n'est presque pas visible dans l'intensité de champ totale dans le Tableau 5. Les valeurs maximales avec et sans la bande des 3.5 à 3.8 GHz ne diffèrent pas (1.06 V/m), et leurs valeurs moyennes sont presque identiques (0.72 V/m et 0.71 V/m). Le diagramme de mesure montre que les deux courbes sont presque identiques.
- L'intensité de champ totale sur toutes les bandes disponibles dépasse rarement et très faiblement une intensité de champ de 1 V/m. Il s'avère que l'intensité de champ totale reste toujours

inférieure à « l'intensité de champ électrique de l'installation » de 3.02 V/m telle que déterminée selon la fiche de données spécifique au site (LUS numéro 5).

- Sur cette installation de téléphonie mobile, la bande installée des 3.6 GHz occupe 25% de la largeur de bande totale installée.
- Toutes les mesures ont été effectuées fenêtre fermée. Pour une mesure de réception du LUS, la fenêtre aurait dû être ouverte pendant la mesure.

3.2.3 AG008-1

Premier site de mesure : Toit de l'aula

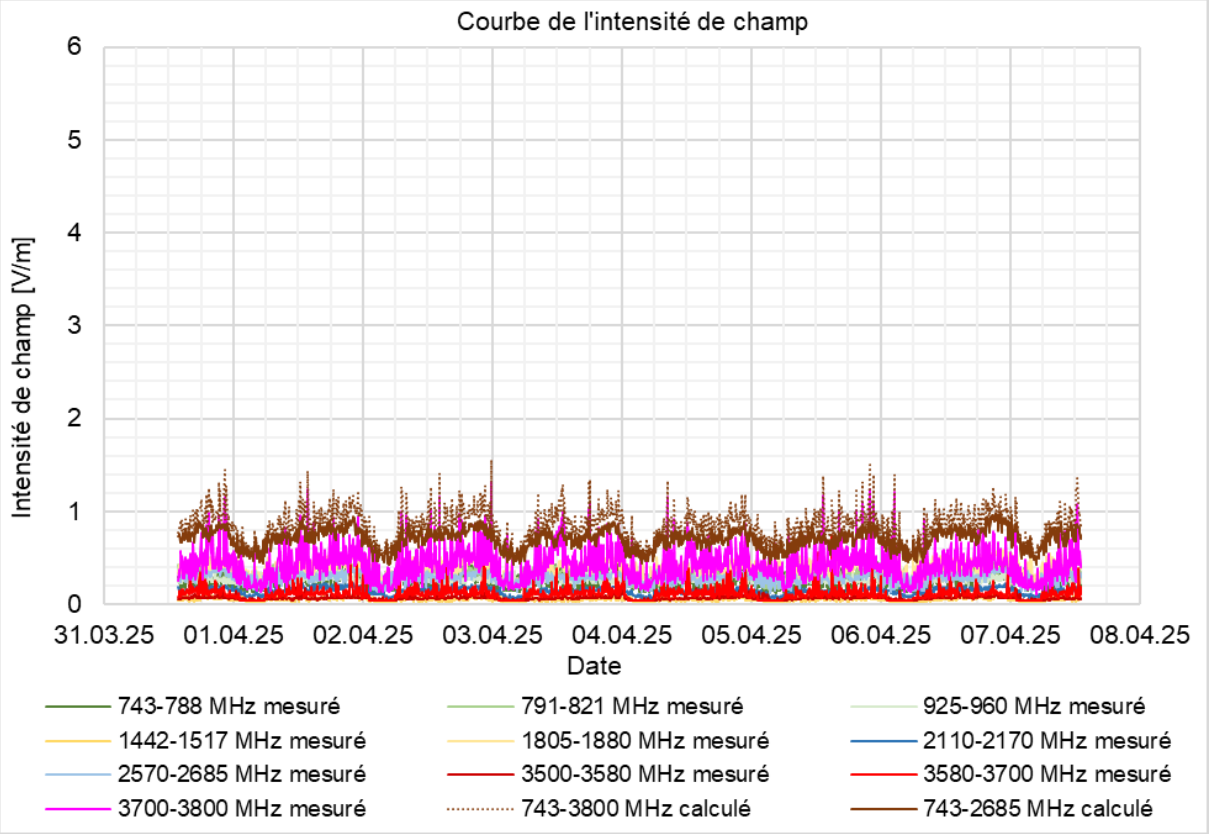

Figure 17: Diagramme de mesure du site #1 Toit aula (échelle uniforme)

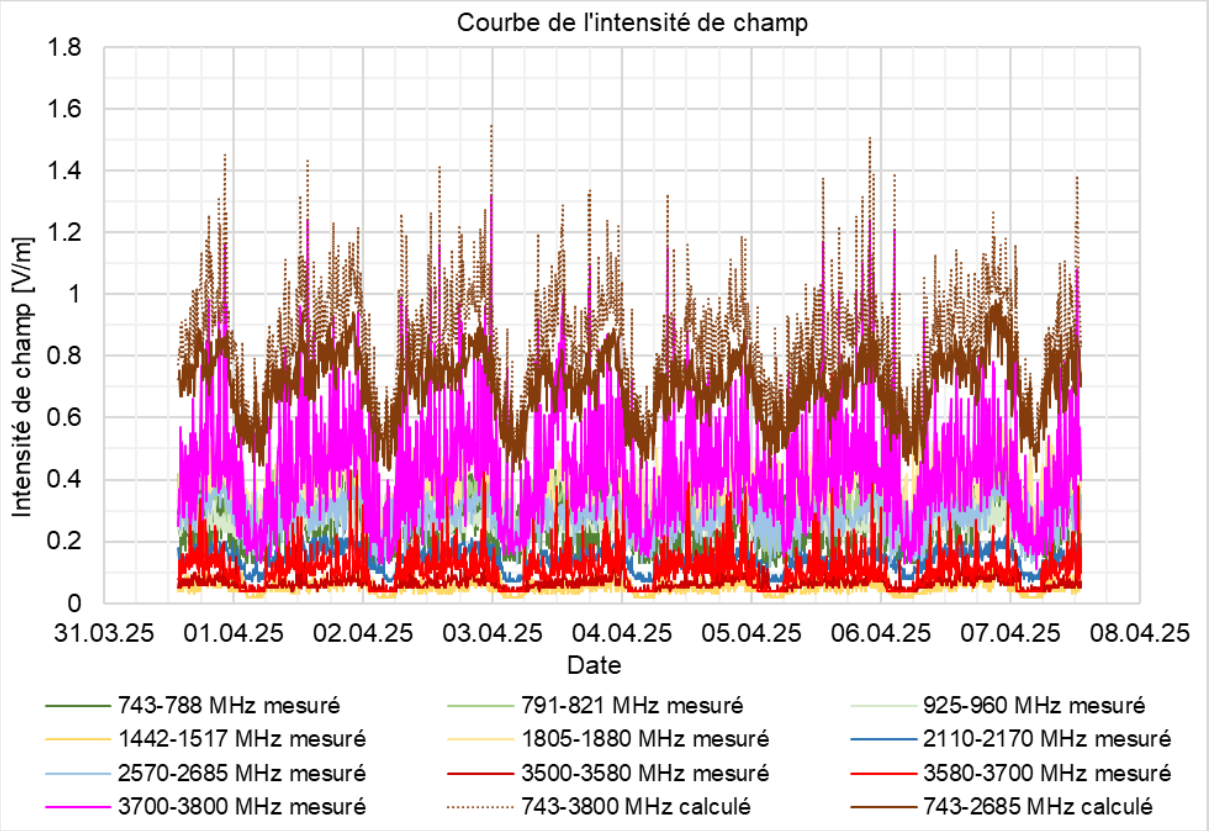

Figure 18: Diagramme de mesure du site #1 Toit aula (échelle agrandie)

Valeurs mesurées :

Bande de fréquence	min. [V/m]	max. [V/m]	Valeur moyenne [V/m]	Rapport max/moyenne	Puissance d'émission instal. [Werp]	Largeur de bande installée [Werp]	
743 - 788 MHz (Peak)	0.12	0.51	0.26	2.0			
791 - 821 MHz (Peak)	0.16	0.44	0.31	1.4	150	30	*
925 - 960 MHz (Peak)	0.21	0.42	0.26	1.6	250	35	*
1442 - 1517 MHz (Peak)	0.02	0.11	0.05	2.1			
1805 - 1880 MHz (Peak)	0.16	0.58	0.38	1.5	450	75	*
2110 - 2170 MHz (Peak)	0.07	0.22	0.14	1.6	50	60	*
2570 - 2685 MHz (Peak)	0.12	0.45	0.28	1.6	550	115	*
3500 - 3580 MHz (Peak)	0.04	0.21	0.07	3.2			
3580 - 3700 MHz (Peak)	0.04	0.74	0.11	6.7			
3700 - 3800 MHz (Peak)	0.11	1.32	0.42	3.1	800	100	*

Limite de bruit, en dessous de cette valeur maximale aucun rapport n'est calculé [V/m]: 0.1

* Bandes de fréquences actives pour AG008-1

Tableau 7: Bandes de fréquences mesurées sur le site de mesure #1 Toit aula

L'intensité de champ totale peut être déterminée à partir des intensités de champ mesurées dans chaque bande :

Bande de fréquence	Intensité de champ totale résultante calculée		
	min. [V/m]	max. [V/m]	Valeur moyenne [V/m]
743 - 3800 MHz	0.45	1.55	0.84
743 - 2685 MHz	0.42	0.98	0.70

Tableau 8: Intensité de champ totale du site de mesure #1 Toit aula

Les antennes adaptatives ont les parts suivantes dans la puissance d'émission installée, dans la bande passante totale et dans l'intensité de champ totale qui en résulte :

Partie > 3 GHz de la puissance d'émission installée dans le secteur	Partie > 3 GHz de la largeur de bande totale dans le secteur
36%	24%

Tableau 9: Parts en pourcent, site de mesure #1 Toit aula

Analyse des résultats des mesures sur ce site :

- La bande de fréquences dominante est la bande des 3.5 à 3.8 GHz.
- L'intensité de champ est surtout influencée par la bande des 3.5 à 3.8 GHz et par la bande des 1.8 GHz.
- Le trafic de données dans la bande des 3.5 à 3.8 GHz est très marqué dans cette direction et visible grâce à de nombreux pics de signal.
- Le rapport entre les val. max./moyenne n'est jamais supérieur à 1.6 dans les bandes de fréquences avec des antennes conventionnelles. Il atteint la valeur 3.1 dans la bande des 3.5 à 3.8 GHz de Sunrise.
- La part de l'antenne adaptative est clairement visible dans l'intensité de champ totale dans le Tableau 8. Les valeurs maximales avec et sans la bande des 3.5 à 3.8 GHz diffèrent très clairement (1.55 V/m et 0.98 V/m), tout comme leurs valeurs moyennes (0.84 V/m resp. 0.70 V/m). Le diagramme de mesure montre que les deux courbes ne se recoupent pas en raison des nombreux pics de signal forts dans la bande des 3.5 à 3.8 GHz.
- Sur cette installation de téléphonie mobile, la bande installée des 3.7 GHz occupe 24% de la largeur de bande totale installée.

Deuxième site de mesure : Intérieur de l'ancien bâtiment d'école

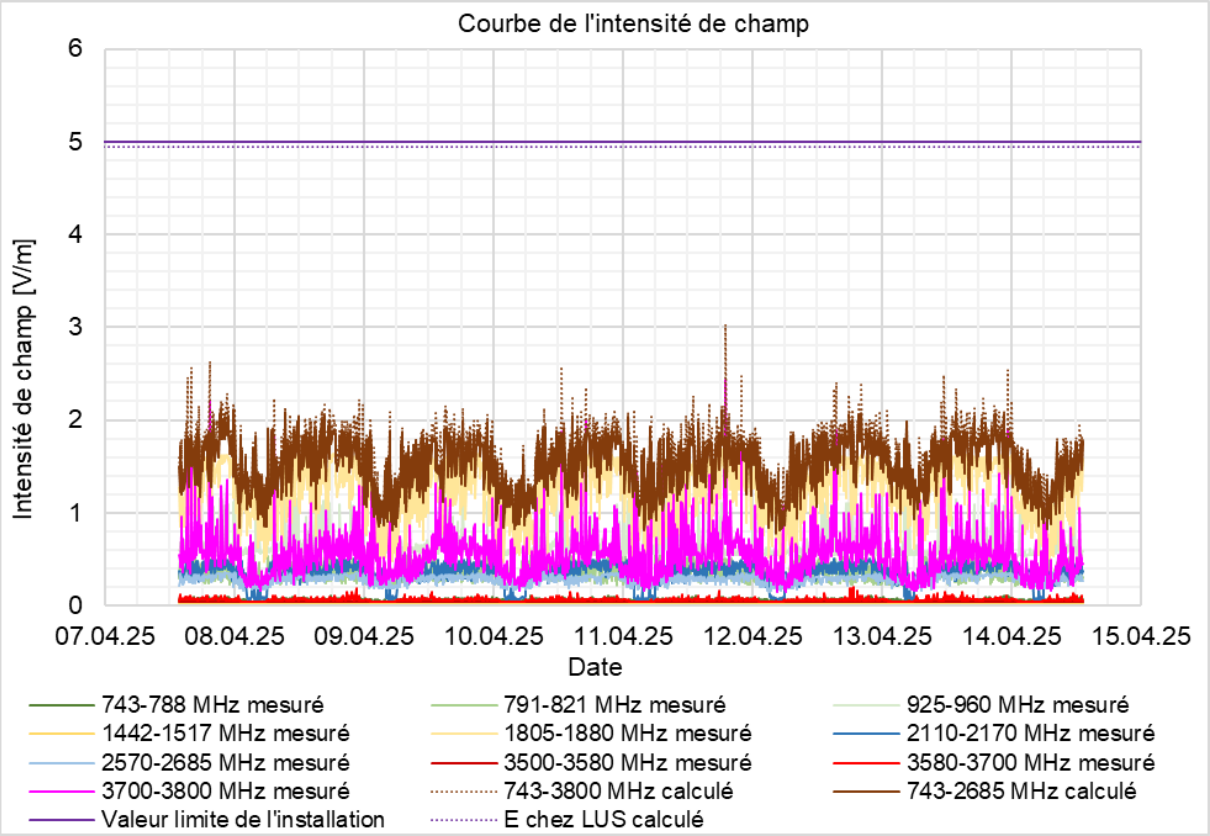

Figure 19: Diagramme de mesure du site #2 Intérieur de l'ancien bâtiment de l'école (échelle uniforme)

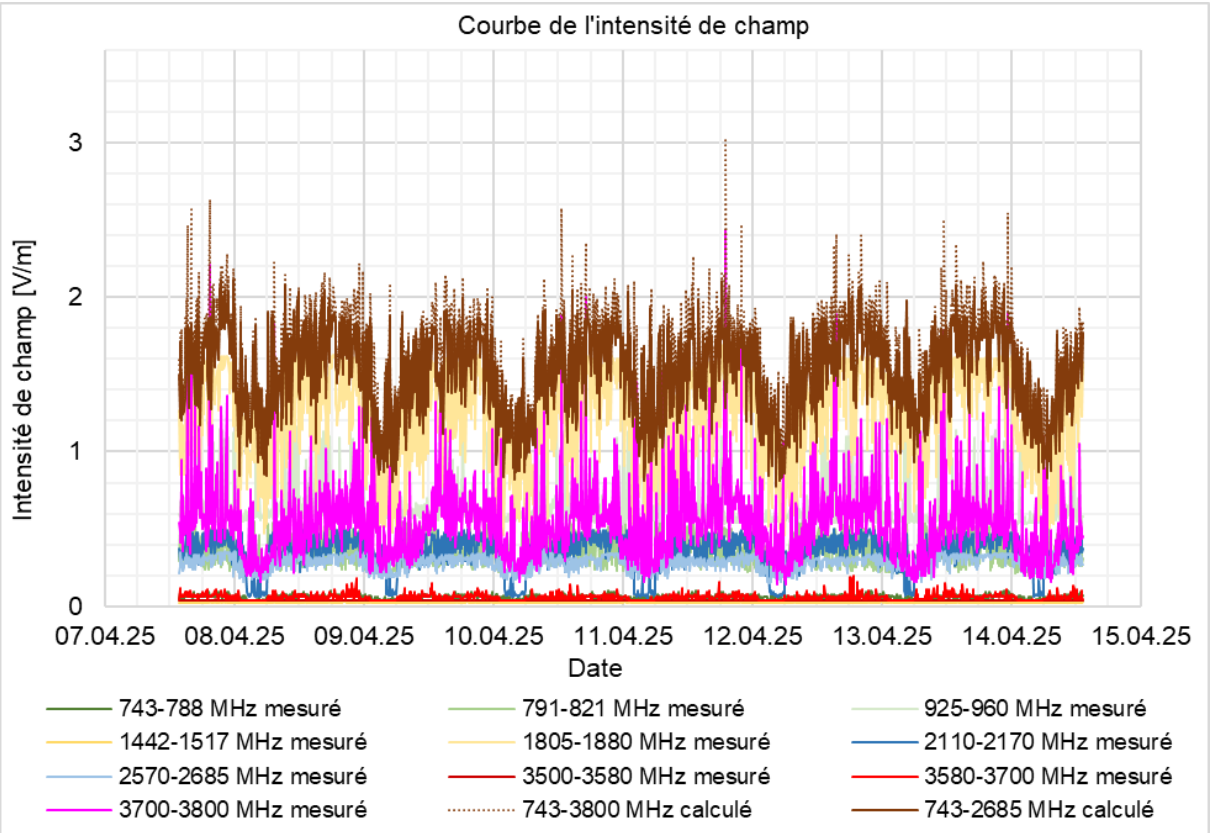

Figure 20: Diagramme de mesure du site #2 Intérieur de l'ancien bâtiment de l'école (échelle agrandie)

Valeurs mesurées :

Bande de fréquence	min. [V/m]	max. [V/m]	Valeur moyenne [V/m]	Rapport max/moyenne	Puissance d'émission instal. [Werp]	Largeur de bande installée [Werp]	
743 - 788 MHz (Peak)	0.03	0.10	0.06	1.7			
791 - 821 MHz (Peak)	0.20	0.56	0.34	1.6	150	30	*
925 - 960 MHz (Peak)	0.52	1.19	0.64	1.9	250	35	*
1442 - 1517 MHz (Peak)	0.02	0.03	0.02				
1805 - 1880 MHz (Peak)	0.45	1.73	1.22	1.4	450	75	*
2110 - 2170 MHz (Peak)	0.05	0.51	0.34	1.5	50	60	*
2570 - 2685 MHz (Peak)	0.15	0.38	0.28	1.3	550	115	*
3500 - 3580 MHz (Peak)	0.04	0.05	0.04				
3580 - 3700 MHz (Peak)	0.04	0.20	0.06	3.4			
3700 - 3800 MHz (Peak)	0.14	2.43	0.54	4.5	800	100	*

Limite de bruit, en dessous de cette valeur maximale aucun rapport n'est calculé [V/m]: 0.1

* Bandes de fréquences actives pour AG008-1

Tableau 10: Bandes de fréquences mesurées sur le site de mesure #2 Intérieur de l'ancien bâtiment de l'école

L'intensité de champ totale peut être déterminée à partir des intensités de champ mesurées dans chaque bande :

Bande de fréquence	Intensité de champ totale résultante calculée		
	min. [V/m]	max. [V/m]	Valeur moyenne [V/m]
743 - 3800 MHz	0.85	3.03	1.62
743 - 2685 MHz	0.78	2.11	1.51

Tableau 11: Intensité de champ totale du site de mesure #2 Intérieur de l'ancien bâtiment de l'école

Les antennes adaptatives ont les parts suivantes dans la puissance d'émission installée et dans la bande passante totale :

Partie > 3 GHz de la puissance d'émission installée dans le secteur	Partie > 3 GHz de la largeur de bande totale dans le secteur
36%	24%

Tableau 12: Parts en pourcent, site de mesure #2 Intérieur de l'ancien bâtiment de l'école

Analyse des résultats des mesures sur ce site :

- La bande de fréquences dominante est la bande des 1800 MHz.
- L'intensité de champ totale est influencée par la bande dominante des 1800 MHz, à l'exception de pics de signal.
- Le trafic de données dans la bande des 3.5 à 3.8 GHz est régulier dans cette direction et visible grâce à des pics de signal sporadiques.
- Le rapport entre les val. max./moyenne est le plus fort dans la bande des 3.5 à 3.8 GHz de l'antenne adaptative, avec une valeur de 4.5. Il n'est jamais supérieur à 1.9 dans les bandes de fréquences avec des antennes conventionnelles.
- La part de l'antenne adaptative est clairement reconnaissable dans l'intensité de champ totale dans le Tableau 11. Les valeurs maximales avec et sans la bande des 3.5 à 3.8 GHz diffèrent très clairement (3.03 V/m et 2.11 V/m), tout comme leurs valeurs moyennes (1.62 V/m et 1.51 V/m). Le diagramme de mesure montre que les deux courbes ne se recoupent pas en raison des nombreux pics de signal forts dans la bande des 3.5 à 3.8 GHz.

- L'intensité de champ totale sur toutes les bandes disponibles dépasse très rarement 2.6 V/m et reste constamment inférieure à 3.1 V/m. Il s'avère que l'intensité de champ totale reste toujours inférieure à « l'intensité de champ électrique de l'installation » de 4.94 V/m déterminée selon la fiche de données spécifique au site (LUS numéro 5).

- Sur cette installation de téléphonie mobile, la bande installée des 3.7 GHz occupe 24% de la largeur de bande totale installée.

- Toutes les mesures ont été effectuées fenêtre fermée. Pour une mesure de réception du LUS, la fenêtre aurait dû être ouverte pendant la mesure.

3.2.4 ZH_2440A

Premier site de mesure : Toit de l'entreprise Hasler

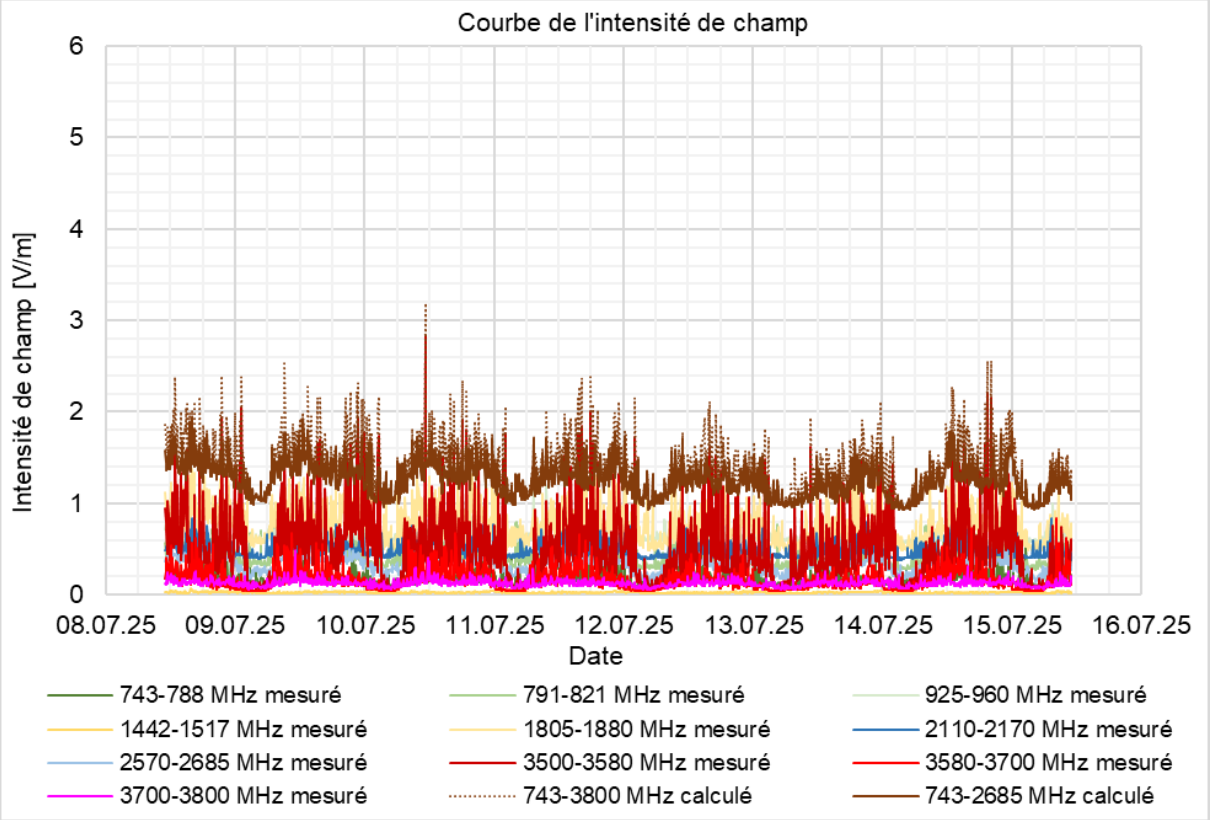

Figure 21: Diagramme de mesure du site #1 Toit entreprise Hasler (échelle uniforme)

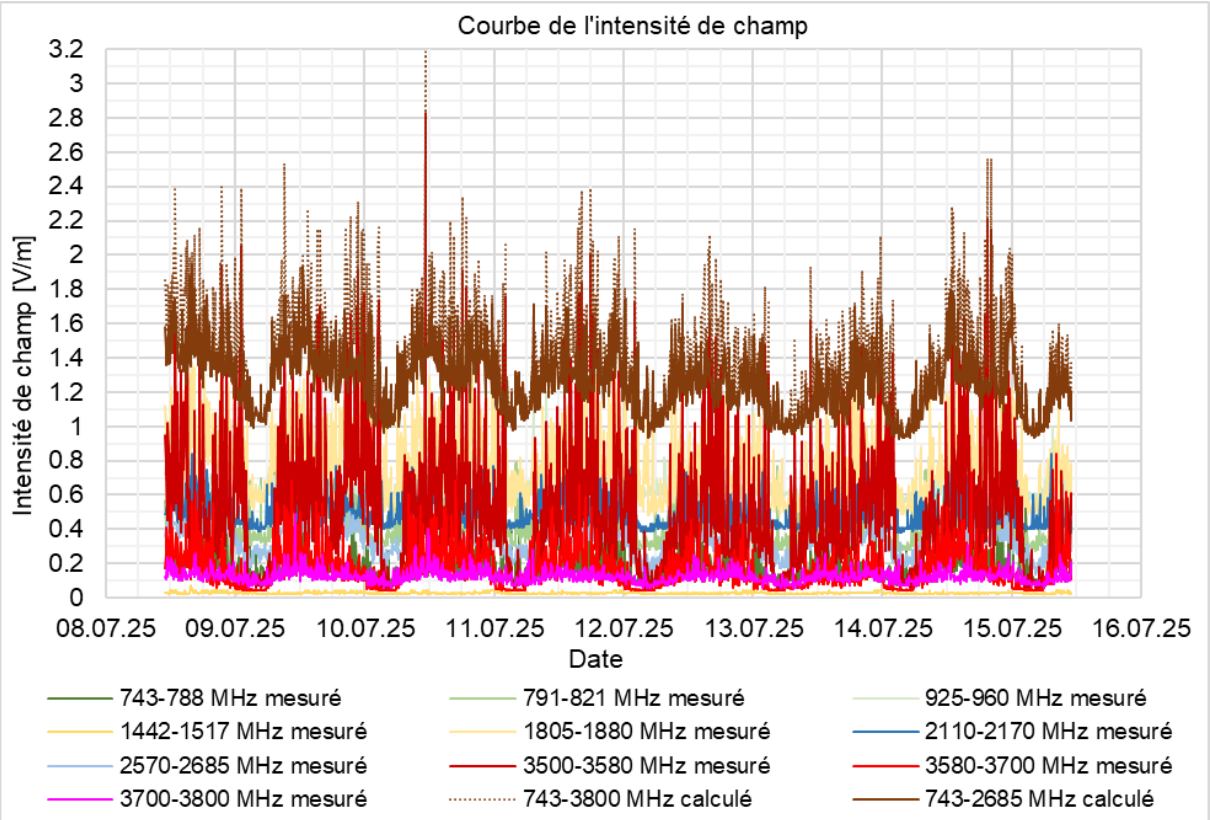

Figure 22: Diagramme de mesure du site #1 Toit entreprise Hasler (échelle agrandie)

Valeurs mesurées :

Bande de fréquence	min. [V/m]	max. [V/m]	Valeur moyenne [V/m]	Rapport max/moyenne	Puissance d'émission instal. [Werp]	Largeur de bande installée [Werp]	
743 - 788 MHz (Peak)	0.07	0.67	0.18	3.8	300	45	*
791 - 821 MHz (Peak)	0.27	0.81	0.46	1.8	300	30	*
925 - 960 MHz (Peak)	0.53	1.25	0.62	2.0	400	35	*
1442 - 1517 MHz (Peak)	0.02	0.07	0.03				
1805 - 1880 MHz (Peak)	0.48	1.47	0.77	1.9	550	75	*
2110 - 2170 MHz (Peak)	0.38	0.85	0.48	1.8	750	60	*
2570 - 2685 MHz (Peak)	0.13	0.51	0.33	1.5	600	115	*
3500 - 3580 MHz (Peak)	0.05	2.83	0.50	5.6	400	80	*
3580 - 3700 MHz (Peak)	0.04	0.84	0.16	5.2			
3700 - 3800 MHz (Peak)	0.06	0.49	0.12	3.9			

Limite de bruit, en dessous de cette valeur maximale aucun rapport n'est calculé [V/m]: 0.1

* Bandes de fréquences actives pour ZH_2440A

Tableau 13: Bandes de fréquences mesurées sur le site de mesure #1 Toit entreprise Hasler

L'intensité de champ totale peut être déterminée à partir des intensités de champ mesurées dans chaque bande :

Bande de fréquence	Intensité de champ totale résultante calculée		
	min. [V/m]	max. [V/m]	Valeur moyenne [V/m]
743 - 3800 MHz	0.94	3.19	1.41
743 - 2685 MHz	0.93	1.94	1.26

Tableau 14: Intensité de champ totale du site de mesure #1 Toit entreprise Hasler

Les antennes adaptatives ont les parts suivantes dans la puissance d'émission installée et dans la bande passante totale :

Partie > 3 GHz de la puissance d'émission installée dans le secteur	Partie > 3 GHz de la largeur de bande totale dans le secteur
12%	18%

Tableau 15: Parts en pourcent, site de mesure #1 Toit entreprise Hasler

Analyse des résultats des mesures sur ce site :

- Aucune bande de fréquences n'est dominante.
- L'intensité de champ totale est influencée de manière similaire par différentes bandes de fréquences.
- Le trafic de données dans la bande des 3.5 GHz est marqué dans cette direction et visible grâce aux nombreux pics de signal.
- Le rapport entre les val. max./moyenne n'est jamais supérieur à 2.0 pour les bandes de fréquences avec des antennes conventionnelles, hormis dans la bande des 700 MHz, où il se situe à 3.8. Cette valeur s'explique par un trafic de données bref, répétitif et important. Ce rapport atteint la valeur 5.6 dans la bande des 3.5 GHz.
- La part de l'antenne adaptative est clairement visible dans l'intensité de champ totale dans le Tableau 14. Les valeurs maximales avec et sans la bande des 3.5 à 3.8 GHz diffèrent clairement (3.19 V/m et 1.94 V/m), tout comme leurs valeurs moyennes (1.41 V/m et 1.26 V/m). Le diagramme de mesure montre que les deux courbes ne se recoupent pas en raison des nombreux pics de signal forts dans la bande des 3.5 à 3.8 GHz.
- Sur cette installation de téléphonie mobile, la bande installée des 3.5 GHz occupe 18% de la largeur de bande totale installée.

Deuxième site de mesure : Bureau 1 au 4e étage

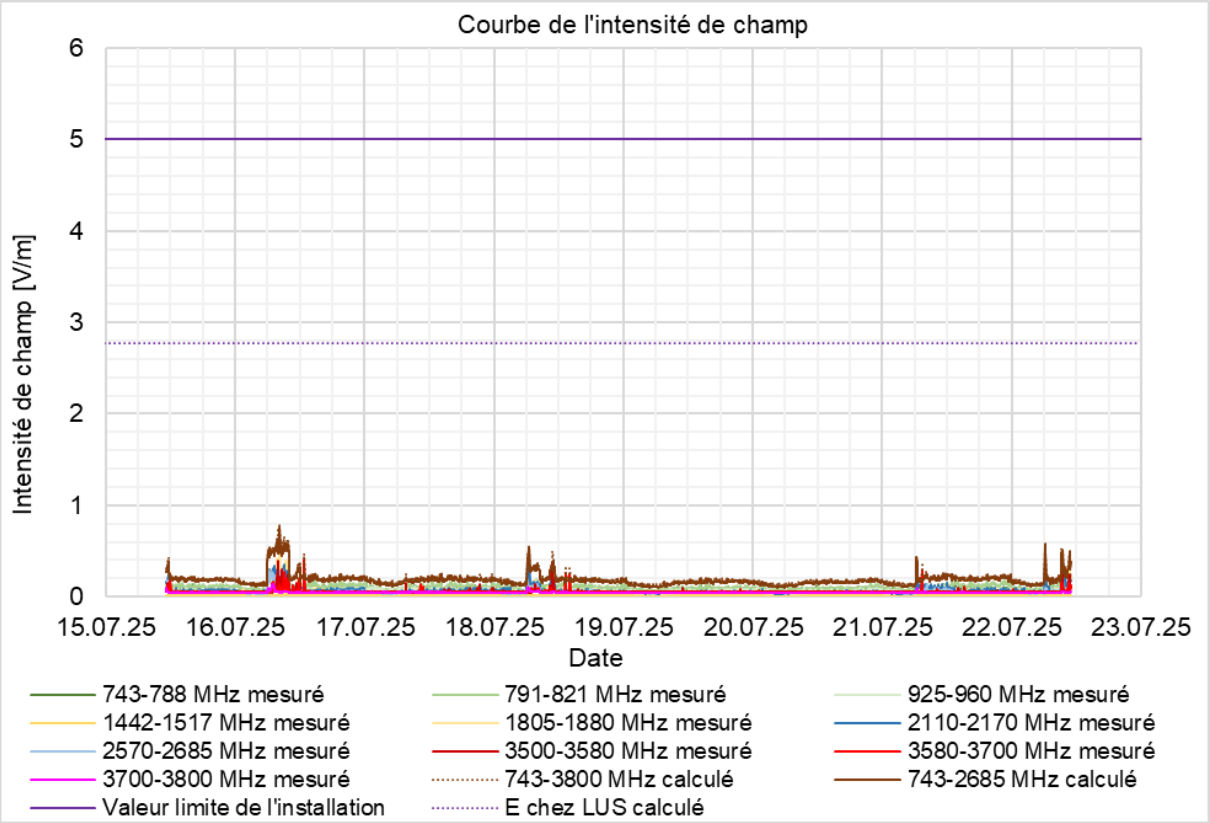

Figure 23: Diagramme de mesure du site #2 Bureau 1 au 4e étage (échelle uniforme)

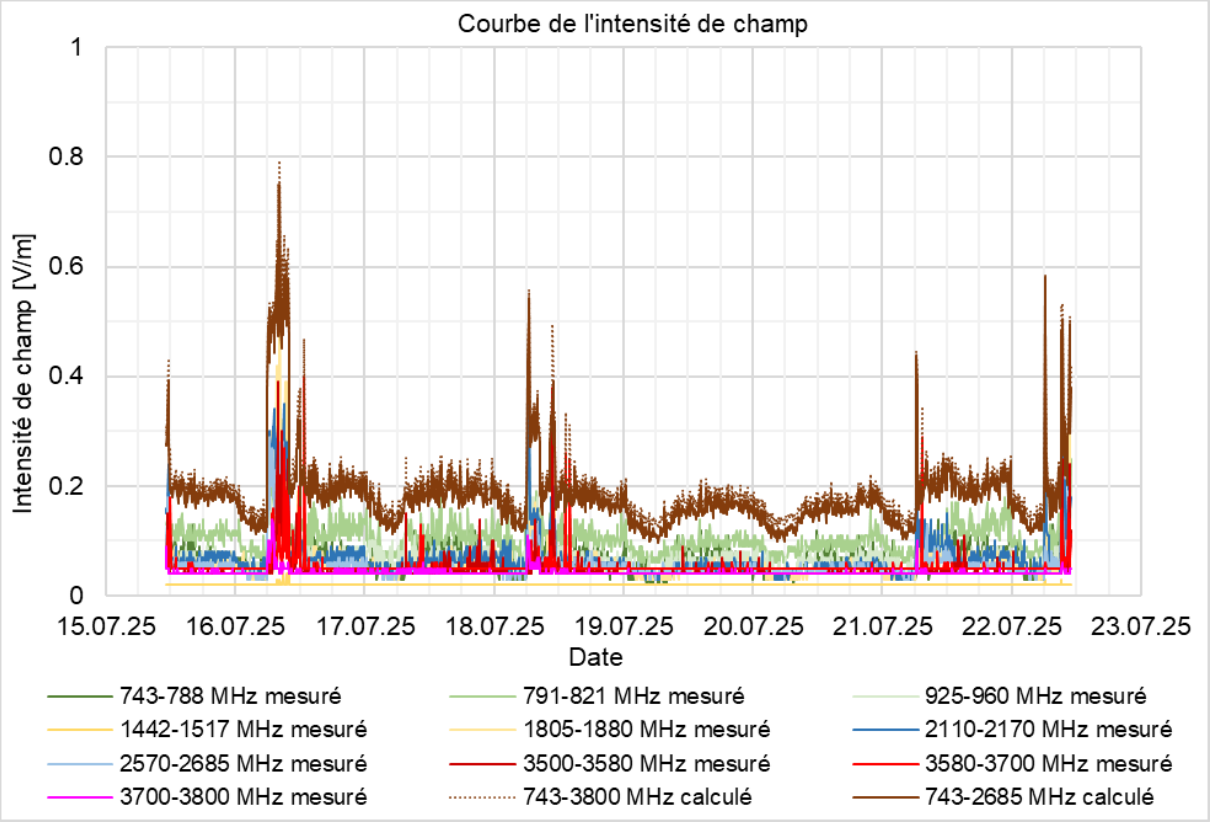

Figure 24: Diagramme de mesure du site #2 Bureau 1 au 4e étage (échelle agrandie)

Valeurs mesurées :

Bande de fréquence	min. [V/m]	max. [V/m]	Valeur moyenne [V/m]	Rapport max/moyenne	Puissance d'émission instal. [Werp]	Largeur de bande installée [Werp]	
743 - 788 MHz (Peak)	0.02	0.16	0.06	2.5	100	45	*/**
791 - 821 MHz (Peak)	0.06	0.36	0.11	3.4	200	30	*/**
925 - 960 MHz (Peak)	0.04	0.20	0.07	3.0	300	35	*/**
1442 - 1517 MHz (Peak)	0.02	0.04	0.02				
1805 - 1880 MHz (Peak)	0.03	0.63	0.06	10.3	600	75	*/**
2110 - 2170 MHz (Peak)	0.03	0.40	0.07	5.8	750	60	*/**
2570 - 2685 MHz (Peak)	0.03	0.37	0.06	6.6	450	115	*/**
3500 - 3580 MHz (Peak)	0.04	0.39	0.05	8.3	300	80	*/**
3580 - 3700 MHz (Peak)	0.04	0.40	0.05	7.5			
3700 - 3800 MHz (Peak)	0.04	0.14	0.04	3.3			

Limite de bruit, en dessous de cette valeur maximale aucun rapport n'est calculé [V/m]: 0.1

* Bandes de fréquences actives pour ZH_2440A

** Le rapport max/moyenne est si élevé en raison de pics isolés qui ont été mesurés alors que la fenêtre du bureau était ouverte et que l'effet protecteur de la fenêtre n'était donc plus présent.

Tableau 16: Bandes de fréquences mesurées sur le site de mesure #2 Bureau 1 au 4e étage

L'intensité de champ totale peut être déterminée à partir des intensités de champ mesurées dans chaque bande :

Bande de fréquence	Intensité de champ totale résultante calculée		
	min. [V/m]	max. [V/m]	Valeur moyenne [V/m]
743 - 3800 MHz	0.12	0.79	0.20
743 - 2685 MHz	0.10	0.75	0.18

Tableau 17: Intensité de champ totale du site de mesure #2 Bureau 1 au 4e étage

Les antennes adaptatives ont les parts suivantes dans la puissance d'émission installée et dans la bande passante totale :

Partie > 3 GHz de la puissance d'émission installée dans le secteur	Partie > 3 GHz de la largeur de bande totale dans le secteur
11%	18%

Tableau 18: Parts en pourcent, site de mesure #2 Bureau 1 au 4e étage

Analyse des résultats des mesures sur ce site :

- Les intensités de champ mesurées sont faibles. Il est probable que les vitres des fenêtres soient recouvertes d'un film métallique qui atténue fortement le rayonnement électromagnétique. Parfois, la fenêtre dans ce bureau est ouverte le matin, ce que l'on peut constater en observant l'augmentation de l'intensité de champ le matin.

- Aucune bande de fréquences n'est dominante.

- L'intensité de champ totale est influencée de manière similaire par différentes bandes de fréquences.

- Pratiquement aucun trafic de données n'a été mesuré dans cette direction dans la bande des 3.5 à 3.8 GHz. Les fréquences les plus élevées semblent être absorbées de manière particulièrement forte.

- Le rapport entre les. val. max./moyenne n'est pas significatif pour cette mesure, car la fenêtre du bureau a été ouverte plusieurs fois et l'effet de blindage de la fenêtre a disparu. L'ouverture de la fenêtre a donc considérablement faussé le calcul.

- La part de l'antenne adaptative n'est presque pas visible dans l'intensité de champ totale dans le Tableau 17. Les valeurs maximales avec et sans la bande des 3.5 à 3.8 GHz ne diffèrent

guère (0.79 V/m et 0.75 V/m), tout comme leurs valeurs moyennes (0.20 V/m et 0.18 V/m). Le diagramme de mesure montre que les deux courbes sont presque identiques, à l'exception de quelques pics de signal.

- L'intensité de champ totale sur toutes les bandes disponibles dépasse très rarement et très faiblement 0.7 V/m, et ce seulement avec la fenêtre ouverte. Il s'avère que l'intensité de champ totale reste toujours inférieure à « l'intensité de champ électrique de l'installation » de 2.77 V/m déterminée selon la fiche de données spécifique au site (LUS numéro 9).

- Sur cette installation de téléphonie mobile, la bande installée des 3.5 GHz occupe 18% de la largeur de bande totale installée.

- À part quelques matins, les mesures ont toujours été effectuées fenêtre fermée. Pour une mesure de réception du LUS, la fenêtre aurait dû être ouverte pendant la mesure.

3.3 Analyse

Les courbes de mesure des sites analysés ont permis d'observer que :

- Les antennes conventionnelles montrent de fortes variations de l'intensité du champ au cours de la journée. Celle-ci est significativement plus élevée le jour que la nuit.
  Par contre, la différence d'intensité de champ pour les antennes adaptatives est moins marquée entre le jour et la nuit. Certes, la communication est plus intense pendant la journée, mais seuls les pics de signal du trafic de données dans une direction sont visibles. Sur le deuxième site de mesure de AG008-1, à l'intérieur de l'ancien bâtiment d'école et sur le troisième site de mesure de ZH_2440A, sur le toit de l'entreprise Hasler, ces pics de signal sont les plus visibles pendant la journée, dans la bande des 3.5 à 3.8 GHz.

- L'intensité de champ minimale est l'une des plus faibles dans les bandes de fréquences installées avec des antennes adaptatives, alors que le rapport entre les val. max./moyenne est le plus grand. Ce constat indique que les données sont transmises à l'utilisateur de manière directive et ne sont mesurables pour les autres récepteurs qu'avec une très faible intensité de champ.

- Les diagrammes de mesure montrent que les deux courbes se superposent dans presque toutes les bandes de fréquences avec et sans la bande des 3.5 à 3.8 GHz. Sur le deuxième site de mesure de AG008-1, sur le toit de l'aula, la part de la bande des 3.5 à 3.8 GHz par rapport à l'intensité de champ totale est la plus élevée et donc la plus visible.
  L'intensité de champ totale qui en résulte est presque identique pour les deux courbes et exactement la même dans l'Atelier Bienenhaus (intérieur).

- Sur les sites de mesure extérieurs, l'intensité de champ totale (valeur moyenne) n'est jamais supérieure à 1.5 V/m, et la valeur de pointe maximale ne dépasse pas 3.2 V/m.
  L'intensité de champ totale reste en tout temps nettement inférieure à la valeur limite d'immission (entre 36 et 61 V/m selon la fréquence).

- Sur les sites de mesure intérieurs, l'intensité de champ totale (valeur moyenne) n'est jamais supérieure à 1.7 V/m, et la valeur de pointe maximale ne dépasse pas 3.1 V/m.
  L'intensité de champ totale est toujours nettement inférieure à « l'intensité de champ électrique de l'installation » déterminée selon la fiche de données spécifique au site du LUS et se situe de toute manière en dessous de la valeur limite de l'installation de 5 V/m.

- Sur 4 des 6 sites de mesure, les valeurs de pointe de l'intensité de champ des bandes de fréquences des antennes adaptatives sont plus élevées que celles des antennes conventionnelles. Elles sont cependant toujours inférieures à 2.9 V/m.

- Sur le site ZH_2440A, les rapports entre les val. max./moyenne ne peuvent pas être utilisés pour une interprétation, car la mesure a été faussée par les ouvertures répétées de la fenêtre. Pour les antennes conventionnelles, les rapports entre les val. max./moyenne se situent entre 1.3 et 3.8, et sont plus faibles que pour les antennes adaptatives, où les rapports se situent entre 3.1 et 5.7. Il s'agit donc d'une indication claire de l'émission directionnelle des données utiles avec les antennes adaptatives.

- La part des puissances d'émission installées [Werp] pour les antennes adaptatives se situe entre 11 et 36 % de la puissance d'émission totale installée [Werp] dans le secteur considéré.

- La part de la largeur de bande des antennes adaptatives se situe entre 18 et 25 % de la largeur de bande totale dans le secteur considéré.

4 Conclusions

Les mesures effectuées dans le cadre de ce rapport confirment les caractéristiques de transmission suivantes :

- Avec les antennes conventionnelles, l'intensité de champ augmente dans toute la zone de rayonnement de l'antenne pendant la transmission des données utiles, indépendamment de l'emplacement du récepteur.

- En revanche, avec les antennes adaptatives, les signaux radio ne sont détectés qu'au niveau du récepteur et dans sa proximité immédiate. Dans le reste de la zone de rayonnement, l'intensité de champ électrique n'augmente pas pendant la transmission des données.

- Globalement, sur l'ensemble des trois installations de téléphonie mobile, les signaux radio des antennes adaptatives sont en moyenne nettement plus faibles que ceux des antennes conventionnelles.

Pratiquement rien n'a changé par rapport aux mesures effectuées en 2022 [3]:

- Sur les deux sites de mesure à proximité de l'installation KONI/BE173-1, les mesures de 2025 font apparaître davantage de pics de signaux qu'en 2022, le nombre de récepteurs 5G ayant augmenté depuis. Les intensités de champ totales restent toutefois au même niveau tant sur le toit de l'abri à vélos que sur le LUS (zone intérieure Bienenhaus).

- Sur les deux sites de mesure à proximité de l'installation AG008-1, les mesures de 2025 font apparaître davantage de pics de signaux sur les antennes adaptatives qu'en 2022, le nombre de récepteurs 5G ayant augmenté depuis. Les intensités de champ totales n'augmentent que marginalement (toit aula), voire sont plus faibles sur le LUS (zone intérieur Ancien bâtiment d'école).

- Sur les deux sites de mesure à proximité de l'installation ZH_2440A, les pics de signal mesurés en 2025 sont comparables avec les mesures de 2022, et les intensités de champ totales se situent au même niveau, tant sur le toit de l'entreprise Hasler que dans le LUS fenêtre fermée (aujourd'hui bureau de l'entreprise Hasler).

La comparaison des deux séries de mesures en 2022 et en 2025 montre que les intensités de champ de réception sont restées pratiquement identiques concernant les valeurs maximale et moyenne enregistrées sur les mêmes sites de mesures. L'évolution temporelle est également très identique.

Abréviations

AG008-1	Station de téléphonie mobile de Sunrise à Neuenhof
VLInst	Valeur limite de l'installation au sens de l'ORNI [1]
OFSP	Office fédéral de la santé publique
OFCOM	Office fédéral de la communication
BE173-1	Station de téléphonie mobile de Sunrise à Liebefeld
E	Intensité de champ électrique en [V/m]
KONI	Station de téléphonie mobile de Swisscom à Liebefeld
RNI	Rayonnement non ionisant
LUS	Lieu à utilisation sensible au sens de l'ORNI [1]
Werp	Puissance de rayonnement effective en [W]
ZH_2440A	Station de téléphonie mobile de Salt à Winterthour

Références

[1]	Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI, 814.710)
[2]	Calcul selon « Stations de base pour téléphonie mobile et raccordements sans fil, Recommandation d'exécution de l'ORNI, OFEFP 2002 », y compris compléments correspondants ainsi que les modifications du 22 novembre 2024 de la recommandation d'exécution de l'ORNI « Stations de base pour téléphonie mobile et raccordements sans fil (WLL) », publiées en 2002 par l'OFEFP, relatives aux prévisions calculées
[3]	Rapport « Intensité de champ électrique dans la zone de rayonnement des antennes de téléphonie mobile adaptatives et conventionnelles » du 8 décembre 2022

Annexe 1 : Données brutes des diagrammes de mesure

Les données brutes des diagrammes de mesure figurent dans le fichier « Rohdaten_données brutes_dati grezzi_2025.xls ».