



L'environnement pratique

Rayonnement non ionisant

Stations de base pour téléphonie mobile (GSM)

Recommandation sur les mesures

COMPLÉMENT



m e t a s
métrologie et accréditation suisse



Office fédéral de
l'environnement,
des forêts et
du paysage
OFEFP

Valeur juridique de cette publication

La présente publication est une recommandation élaborée par l'OFEFP en tant qu'autorité de surveillance. Elle s'adresse en premier lieu aux autorités d'exécution. Elle concrétise des notions juridiques indéterminées provenant de lois et d'ordonnances et permet ainsi une application uniforme de la législation. De telles recommandations (appelées aussi directives, instructions, manuels, guides, aides pratiques) paraissent dans la collection « L'environnement pratique / Vollzug Umwelt ». Ces recommandations garantissent l'égalité devant la loi ainsi que la sécurité du droit, tout en favorisant la recherche de solutions adaptées aux cas particuliers. Si l'autorité en tient compte, elle peut partir du principe que ses décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions ne sont pas exclues; selon la jurisprudence, il faut cependant prouver leur conformité avec le droit existant.

Editeur

Office fédéral de métrologie et d'accréditation, METAS
Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP)
L'OFEFP est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC)

Rédaction

Section Rayonnement non ionisant, OFEFP
Section RF, CEM et trafic, METAS

Photos Couverture

© Emanuel Ammon / AURA et OFEFP

Langues

La présente publication est également disponible en allemand.

Téléchargement du fichier PDF

Un fichier pdf de la présente publication peut être téléchargé par Internet :
<http://www.electrosmog-suisse.ch>
<http://www.buwalshop.ch>

COMPLÉMENT

à la recommandation sur les mesures relatives aux stations de base pour téléphonie mobile (GSM)

1. But

Au milieu de l'année 2002, l'OFEFP et METAS ont publié la recommandation sur les mesures relatives aux stations de base pour téléphonie mobile (GSM)¹(ci-après : « Recommandation sur les mesures »). La présente communication, destinée aux autorités d'exécution, aux opérateurs de téléphonie mobile et aux laboratoires de mesure, constitue la réponse que les deux offices concernés souhaitent apporter aux questions soulevées par l'application de cette recommandation. L'évaluation technique des stations de base combinées GSM/UMTS, si l'UMTS n'est pas encore en service, en constitue le point central (§ 2). Cette partie vaut comme solution transitoire en attendant que les installations UMTS entrent en service et puissent être évaluées selon des procédures spécifiques.

2. Mesures de réception de stations émettrices GSM/UMTS, si l'UMTS n'est pas encore en service.

La mise en place du réseau UMTS a déjà entraîné l'octroi de centaines d'autorisations pour des stations émettrices UMTS. Il s'agit souvent de compléments à des installations GSM existantes. Toutefois, actuellement et jusqu'à la mise en service effective du réseau UMTS, seule fonctionne la partie GSM des installations combinées GSM/UMTS, donc pas encore comme décrit dans l'autorisation. Il n'est donc pas encore possible stricto sensu d'effectuer les mesures de réception correspondantes. Il serait toutefois important de pouvoir le faire dès que possible. Dans ce qui suit, nous recommandons une procédure permettant d'extrapoler le futur rayonnement UMTS à partir d'une mesure de rayonnement GSM1800² et d'évaluer ainsi de façon définitive les installations combinées GSM/UMTS. La procédure s'applique lorsque les conditions suivantes sont remplies :

- Les rayonnements GSM1800 et UMTS sont émis par la même antenne, dans la même direction.
- L'atténuation directionnelle en direction de l'emplacement de la mesure ne doit pas être plus faible pour l'UMTS que pour le GSM1800.

Si ces conditions ne sont pas remplies, il faut soit attendre la mise en service de l'UMTS pour effectuer la mesure de réception, soit appliquer la procédure transitoire proposée par la SICTA³.

Selon la recommandation sur les mesures, les mesures de rayonnement GSM, effectuées aux endroits appropriés, sont soit des mesures à large bande soit des mesures à sélection de fréquence. On s'assurera lors des mesures que les antennes dont l'autorisation fait état d'un

¹ Stations de base pour téléphonie mobile (GSM), Recommandation sur les mesures, L'environnement pratique, OFEFP et METAS, Berne, 2002

² L'extrapolation à partir de GSM1800 est ce qui se fait en règle générale. S'il n'est émis que du GSM900 et non pas du GSM1800 via une antenne tribande, il est admis de déroger à la règle et de mesurer le GSM900 pour extrapoler l'UMTS. Les conditions sont alors les mêmes que pour GSM1800.

³ Selon cette procédure on mesure un signal test à bande étroite émis par l'antenne UMTS dans la bande de fréquence UMTS (cf. : http://www.sicta.ch/deutsch/pdf/Broschure_ohne_Berichte.pdf ; § 5.6.7, p. 45)

domaine angulaire pour leur direction d'émission soient orientées dans la direction émettrice critique (cf. § 4). La seule modification par rapport à la recommandation sur les mesures concerne l'extrapolation du résultat de mesure au mode d'exploitation déterminant. La procédure d'extrapolation décrite ci-après est considérée comme un complément à la recommandation sur les mesures. Les entreprises de mesure accréditées pour effectuer les mesures selon la recommandation sur les mesures sont automatiquement accréditées pour appliquer la méthode d'extrapolation décrite ci-après.

Voici à titre d'illustration une installation comportant trois antennes GSM900 et trois antennes à bandes duales GSM1800/UMTS, dont les caractéristiques techniques sont les suivantes :

Cellule i	Antenne	Direction principale de propagation	Service de radiocommunication	Puissance d'émission actuelle (ERP) P_i du BCCH	Puissance d'émission admise (ERP) $P_{i,adm}$
1	A1	0°	GSM900	85 W	600 W
2	A2	120°	GSM900	73 W	600 W
3	A3	240°	GSM900	73 W	600 W
4a	A4	60°	GSM1800	175 W	900 W
5a	A5	180°	GSM1800	175 W	900 W
6a	A6	300°	GSM1800	160 W	900 W
4b	A4	60°	UMTS	0	1000 W
5b	A5	180°	UMTS	0	1000 W
6b	A6	300°	UMTS	0	1000 W

2.1 Mesure de large bande

L'extrapolation s'effectue selon le schéma du paragraphe 5.3 de la recommandation sur les mesures. L'alimentation combinée (GSM1800 et UMTS) au moyen d'une antenne à bande duale vaut comme alimentation d'une seule cellule (ainsi les cellules 4a et 4b de l'exemple ci-dessus sont assemblées en une seule cellule). La puissance d'émission actuelle P_i d'une telle cellule i correspond à la puissance d'émission du BCCH utilisée au cours de la mesure relative au GSM1800; la puissance d'émission admise est égale à la somme des puissances admises (GSM1800 et UMTS) pour cette cellule.

Voici les facteurs d'extrapolation K_i pour l'exemple précédent:

Cellule i	Antenne	Direction principale de propagation	Service de radiocommunication	Puissance d'émission actuelle (ERP) P_i du BCCH	Puissance d'émission admise (ERP) $P_{i,adm}$	Facteur d'extrapolation K_i
1	A1	0°	GSM900	85 W	600 W	2,66
2	A2	120°	GSM900	73 W	600 W	2,87
3	A3	240°	GSM900	73 W	600 W	2,87
4a+4b	A4	60°	GSM1800/UMTS	175 W	1900 W	3,30
5a+5b	A5	180°	GSM1800/UMTS	175 W	1900 W	3,30
6a+6b	A6	300°	GSM1800/UMTS	160 W	1900 W	3,45

Le facteur d'extrapolation le plus élevé est égal à 3,45. Cette valeur sera utilisée dans le calcul de la valeur d'appréciation selon l'équation (4) de la recommandation sur les mesures. Si le maximum mesuré (localement) E_{max} vaut par exemple 1,2 V/m, la valeur d'appréciation E_A est obtenue comme suit:

$$E_A = 1,2 \text{ V/m} \cdot 3,45 = 4,14 \text{ V/m}.$$

Ainsi, la valeur limite de l'installation de 5 V/m est respectée.

2.2 Mesure à sélection de fréquence

Les canaux BCCH de toutes les cellules GSM de l'installation sont mesurés individuellement. L'extrapolation s'effectue selon le schéma du paragraphe 6.3 de la recommandation sur les mesures. Au contraire de la méthode utilisée lors de la mesure à large bande (§ 2.2), l'alimentation UMTS vaut comme alimentation d'une cellule indépendante. Comme puissance d'émission actuelle P_i d'une telle cellule UMTS on prend la puissance d'émission du BCCH utilisée au cours de la mesure relative au GSM1800, émise par la même antenne.

Voici les facteurs d'extrapolation K_i pour l'exemple précédent :

Cellule i	Antenne	Direction principale de propagation	Service de radiocommunication	Puissance d'émission actuelle (ERP) P_i du BCCH	Puissance d'émission admise (ERP) $P_{i,adm}$	Facteur d'extrapolation K_i
1	A1	0°	GSM900	85 W	600 W	2,66
2	A2	120°	GSM900	73 W	600 W	2,87
3	A3	240°	GSM900	73 W	600 W	2,87
4a	A4	60°	GSM1800	175 W	900 W	2,27
5a	A5	180°	GSM1800	175 W	900 W	2,27
6a	A6	300°	GSM1800	160 W	900 W	2,37
4b	A4	60°	UMTS	175 W ¹⁾	1000 W	2,39
5b	A5	180°	UMTS	175 W ¹⁾	1000 W	2,39
6b	A6	300°	UMTS	160 W ¹⁾	1000 W	2,50

1) BCCH de GSM1800

Le tableau ci-dessous présente le résultat d'une mesure à sélection de fréquence hypothétique et son extrapolation au mode d'exploitation déterminant.

Cellule i	Antenne	Service de radiocommunication	Valeur mesurée $E_{i,max}$ du BCCH	Facteur d'extrapolation K_i	Valeur extrapolée $E_{i,e}$
1	A1	GSM900	0,10 V/m	2,66	0,27 V/m
2	A2	GSM900	0,12 V/m	2,87	0,34 V/m
3	A3	GSM900	0,63 V/m	2,87	1,81 V/m
4a	A4	GSM1800	0,08 V/m	2,27	0,18 V/m
5a	A5	GSM1800	0,69 V/m	2,27	1,57 V/m
6a	A6	GSM1800	0,18 V/m	2,37	0,43 V/m
4b	A4	UMTS	0,08 V/m ¹⁾	2,39	0,19 V/m
5b	A5	UMTS	0,69 V/m ¹⁾	2,39	1,65 V/m
6b	A6	UMTS	0,18 V/m ¹⁾	2,50	0,45 V/m

1) Valeur mesurée pour le BCCH de GSM1800

La valeur d'appréciation E_A est calculée, à partir de ce résultat, selon l'équation (7) de la recommandation sur les mesures GSM. Il est conseillé de calculer préalablement les sommes des intensités de champ E_{GSM} et E_{UMTS} , de les indiquer séparément dans le rapport de mesure et de les combiner ensuite pour donner la valeur d'appréciation de l'installation.

$$E_{GSM} = \sqrt{\sum_{GSM} E_{i,e}^2} = \sqrt{0,27^2 + 0,34^2 + \dots + 0,43^2} \text{ V/m} = 2,48 \text{ V/m}$$

$$E_{UMTS} = \sqrt{\sum_{UMTS} E_{i,e}^2} = \sqrt{0,19^2 + 1,65^2 + 0,45^2} \text{ V/m} = 1,72 \text{ V/m}$$

Pour l'ensemble de l'installation, la valeur d'appréciation E_A égale

$$E_A = \sqrt{E_{GSM}^2 + E_{UMTS}^2} = \sqrt{2,48^2 + 1,72^2} \text{ V/m} = 3,02 \text{ V/m}.$$

Ainsi, la valeur limite de l'installation de 5 V/m est respectée.

3. Déclaration de l'UMTS dans la fiche de données spécifique au site

La déclaration autonome de l'opérateur du réseau sur la fiche de données spécifique au site sert de base à l'octroi du permis de construire de l'installation. Elle engage l'opérateur. Le permis de construire octroie au requérant le droit d'exploiter l'installation aux conditions déclarées. Après la mise en service, l'autorité vérifie, éventuellement seulement de façon aléatoire, si l'installation est exploitée selon les conditions de l'autorisation. Les grandeurs de l'installation, importantes pour ce qui est de la charge de RNI, sont :

- type(s) d'antennes, diagramme d'antenne de chaque service de radiocommunication inclus;
- niveau de chaque antenne au-dessus du sol;
- azimuth et élévation de la direction d'émission de chaque antenne;
- puissance d'émission (ERP) pour chaque service de radiocommunication.

La mise en place du réseau UMTS a entraîné, ces derniers mois, le dépôt de nombreuses fiches de données spécifiques au site et de nombreuses demandes de permis de construire. Souvent l'UMTS sera installé sur des stations émettrices GSM existantes et l'émission se fera au moyen d'une antenne émettrice GSM1800 existante. Il est ainsi souvent arrivé que seule la somme des puissances d'émission GSM1800 et UMTS a été déclarée sur la fiche de données spécifique au site. Cela est contraire à l'aide à l'exécution ⁴(p. 36) : « Pour les antennes qui sont utilisées pour deux services de radiocommunication (p.ex. GSM1800 et UMTS), on remplit deux colonnes. L'ERP figurant sur la fiche complémentaire 1 (par antenne) doit donc être réparti de manière appropriée. »

Lors des mesures de réception, le résultat sera extrapolé à la puissance d'émission autorisée. A terme, les rayonnements GSM et UMTS seront saisis par des méthodes spécifiques et devront être extrapolés individuellement. C'est pourquoi il est indispensable d'indiquer séparément, dès le dépôt de la demande de permis de construire, les puissances d'émission maximales prévues pour le GSM1800 et l'UMTS, même si les deux services de radiocommunication sont

⁴ Stations de base pour téléphonie mobile et raccordements sans fil (WLL), Recommandation d'exécution de l'ORNI, L'environnement pratique, OFEFP 2002

émis par la même antenne, car ces valeurs engagent l'opérateur. Dans ce cas, il y a lieu de remplir, sur les fiches complémentaires 2 à 4 de la fiche de données spécifique au site, une colonne pour le GSM1800 et une pour l'UMTS.

4. Vérification des directions d'émission des antennes lors des mesures de réception

L'azimut et l'élévation de la direction d'émission de chaque antenne d'une installation émettrice de téléphonie mobile sont fixés dans le permis de construire. Il est possible de préciser un domaine angulaire concernant ces directions d'émission, domaine dans lequel les antennes peuvent être réorientées sans notification aux autorités. Ces angles ou domaines angulaires figurent sur la fiche de données spécifique au site. Si l'autorisation fait état d'un domaine angulaire, la « direction émettrice critique » est indiquée pour chaque LSM ou chaque LUS examiné. Il s'agit de l'orientation de l'antenne, située dans le domaine angulaire autorisé, conduisant, au lieu considéré, à la charge de RNI maximale.

Selon la recommandation sur les mesures, l'opérateur du réseau est tenu d'indiquer au mandataire ou à l'entreprise de mesure les directions d'émission des antennes utilisées au moment de la mesure. Ces indications seront également reportées dans le rapport de mesure. Si l'orientation actuelle des antennes ne correspond pas à la direction d'émission critique, il y a lieu de réorienter les antennes dans ladite direction pour la durée de la mesure. Or, de telles réorientations ne peuvent être effectuées que par l'opérateur. Par principe, une mesure de réception ne peut donc, dans ce cas, être effectuée qu'avec la participation active de l'opérateur. Si la direction d'émission critique d'une antenne donnée diffère d'un LUS à un autre, on réorientera les antennes en conséquence si le mandat prévoit d'effectuer des mesures en de tels lieux.

Bien que l'orientation correcte des directions d'émission relève de la responsabilité de l'opérateur, il est recommandé de procéder à une vérification sommaire de ces orientations lors d'une mesure de réception. L'entreprise de mesure peut le faire visuellement, de loin, sans devoir pénétrer sur le site de l'installation. Cette vérification sommaire permet de reconnaître les orientations éventuelles qui se situeraient clairement en dehors du domaine autorisé. Son résultat doit être consigné dans le rapport de mesure.

Si l'autorisation précise un domaine angulaire pour les directions d'émission, une coordination préalable entre l'entreprise de mesure et l'opérateur du réseau est nécessaire. Avant d'effectuer une mesure, il y a lieu de se renseigner sur les caractéristiques actuelles de l'installation concernée (puissances d'émission et directions d'émission). Si le réglage actuel de la direction d'émission ne correspond pas à la direction d'émission critique figurant sur la fiche de données spécifique au site, un représentant de l'opérateur du réseau, présent au moment de la mesure, doit réorienter les antennes.

5. Information des autorités sur l'exécution de mesures de réception

Les mesures de réception sont généralement ordonnées par l'autorité qui délivre les autorisations. Il est souvent de son intérêt d'assister à la réalisation de la mesure. C'est pourquoi on recommande aux opérateurs d'informer suffisamment tôt le service chargé de la protection contre le rayonnement non ionisant (RNI) et la commune du site de l'installation du moment exact auquel il est prévu d'effectuer une mesure de réception. L'opérateur peut déléguer cette tâche à l'entreprise de mesure.

6. Mesures de réception dans des locaux de grandes dimensions

Selon la recommandation sur les mesures, la valeur limite de l'installation est considérée comme respectée si, en un lieu à utilisation sensible, – dans la pratique il s'agit principalement de locaux – la charge locale maximale de RNI provenant de l'installation ne dépasse pas la VLInst lorsque l'installation fonctionne dans son mode d'exploitation déterminant. Lors de l'utilisation de la méthode à sélection de fréquence, on enregistrera la valeur maximale pour chaque BCCH en balayant le « volume de mesure » au moyen de l'antenne de mesure. Les valeurs locales maximales sont ensuite additionnées. Par « volume de mesure » on entendait jusqu'ici le volume du local situé entre 0,5 et 1,75 m au-dessus du sol. Il peut arriver que les maxima des différents BCCH ne se situent pas exactement au même endroit. La structure du champ à l'intérieur du local pouvant varier avec le temps, il est possible que les maxima des intensités de champ des différents BCCH puissent se déplacer, tout en coïncidant localement plus tard. L'addition des valeurs maximales en tient compte et livre une valeur d'appréciation fiable.

Toutefois, si un local est très grand et si les endroits des intensités maximales de champ des divers BCCH sont très éloignés les uns des autres, il est improbable que ces maxima puissent se déplacer au point de pouvoir coïncider localement. Une telle situation se présente, par exemple, lorsque le rayonnement pénétrant dans un local provient de deux antennes faisant certes partie de la même installation mais décalées l'une par rapport à l'autre. Exemple type : deux antennes sur le toit d'un bâtiment de 50 m de long, fixées sur les bords opposés, à une distance d'environ 50 m. A l'étage supérieur de ce bâtiment, les valeurs maximales locales des deux BCCH se situent à la verticale de l'antenne correspondante ou à proximité de cette verticale; elles sont donc séparées de quelques dizaines de mètres. Si l'étage supérieur de ce bâtiment est un local d'un seul tenant, par exemple un grand bureau, la somme arithmétique des deux maxima donnerait une intensité de champ peu réaliste, ne pouvant, par principe, apparaître en un point du local. C'est pourquoi il est précisé ci-après ce qu'il faut entendre par « volume de mesure ». Cette précision ne change rien au fait que le local est à considérer dans sa totalité comme lieu à utilisation sensible.

Au sens de la recommandation sur les mesures, on entend par volume de mesure :

- le volume situé entre 0,5 et 1,75 m au-dessus du sol et à une distance de 0,5 m des murs, lorsque la surface du local est inférieure ou égale à 25 m²;
- le volume situé entre 0,5 et 1,75 m au-dessus du sol et ayant une surface de base de 25 m², lorsque la surface du local est supérieure à 25 m². Il y a lieu de saisir, à l'intérieur de ce volume, les valeurs maximales locales des différents BCCH, de les extrapoler au mode d'exploitation déterminant et de les additionner. En règle générale, il faut effectuer la mesure dans plusieurs volumes de cette dimension, le volume de mesure déterminant étant celui qui génère la valeur d'appréciation la plus élevée.

Lors de l'utilisation de la méthode à large bande, cette précision est inutile, car, par principe, les sondes à large bande mesurent la somme des intensités de champ en un point de l'espace.

7. Exigences posées aux rapports de mesure

Selon le paragraphe 4.9 de la recommandation sur les mesures, le rapport de mesure doit être suffisamment détaillé pour que toutes les étapes de la mesure et de l'exploitation des valeurs mesurées puissent être comprises. Les services cantonaux chargés de la protection contre le rayonnement non ionisant (RNI) et les opérateurs collaborent actuellement en vue de la standardisation des rapports de mesure. A cet effet, l'OFEFP et METAS souhaiteraient faire deux remarques générales :

- Le rapport de mesure d'une entreprise accréditée doit comporter le logo du Service d'accréditation suisse (SAS)



STS (xy)

ainsi que le numéro d'accréditation (xy) correspondant. Ce n'est qu'ainsi que la mesure est considérée comme accréditée. La méthode (au sens des définitions du champ d'application de l'accréditation) utilisée pour effectuer la mesure et la référence (p. ex. recommandation sur les mesures OFEFP/METAS, norme d'évaluation interne, NE) servant de base à celle-ci doivent figurer bien en vue dans le rapport de mesure. En revanche, les mesures ou les calculs effectués par une entreprise accréditée selon une méthode ne faisant pas partie de son domaine d'accréditation ne peuvent pas être déclarés comme évaluation accréditée et le logo SAS ne peut pas être utilisé dans le rapport de mesure.

En revanche, le logo SAS peut être utilisé par un laboratoire qui emploie, au cours d'un mandat donné, à la fois des méthodes faisant partie de son champ d'accréditation et d'autres qui n'en font pas partie. Les résultats des méthodes non accréditées doivent toutefois être mentionnés séparément dans le rapport et comporter la mention « hors domaine d'accréditation ». Le résultat d'un calcul combinant des données accréditées et non accréditées n'est pas considéré comme accrédité. En général, la partie du rapport concernant les méthodes accréditées doit être nettement moins importante que celle concernant les méthodes non accréditées.

Les entreprises de mesure accréditées pour les mesures de RNI figurent sur la page d'accueil du site Internet du Service d'accréditation suisse (SAS), à l'adresse <http://www.sas.ch/fr/sas-index.html> (indiquer « ORNI » dans la case mot-souche). La liste est actualisée en permanence par le SAS. Sont également mentionnées les méthodes de mesure pour lesquelles les entreprises ont obtenu leur accréditation. Ainsi, certaines entreprises ont demandé l'accréditation uniquement pour les mesures à large bande, d'autres pour les mesures à large bande et les méthodes de mesure sélective (« méthode par balayage »), quelques-unes pour des procédés qui leur sont propres et qui ne figurent pas dans la recommandation sur les mesures de l'OFEFP/METAS.

- Il est recommandé de faire figurer, en tête du rapport de mesure, un condensé daté et signé⁵ dont le contenu et la forme correspondent au rapport. Ce condensé comportera, pour chaque lieu de mesure, la valeur d'appréciation déterminée pour le mode d'exploitation déterminant ainsi que la valeur limite correspondante. Afin d'éviter toute confusion, on renoncera à mentionner dans le condensé des résultats de mesure ou des valeurs extrapolées ne se référant pas au mode d'exploitation déterminant. De telles données complémentaires figureront parmi les détails du rapport de mesure.

8. Mesures de réception incorrectes

Si le mandant d'une mesure de réception ou l'autorité ou des tiers constatent qu'une entreprise accréditée effectue une mesure de façon incorrecte ou livre des rapports incomplets ou incorrects, le mandant peut exiger de l'entreprise de mesure qu'elle répète ou rectifie la mesure. L'entreprise de mesure doit fournir des pièces justificatives de ces incidents conformément à la norme ISO/IEC 17025. Elle doit aussi les présenter et les justifier en détail au Service d'accréditation suisse (SAS) lors des contrôles périodiques.

Si les défauts se répètent, ils peuvent être signalés directement au SAS avec copie du rapport de mesure. Ces défauts ne doivent toutefois concerner que les mesures pour lesquelles l'entreprise est accréditée et porter sur des fautes et omissions, et non pas sur des aspects formels des résultats de mesure. Le SAS enquête d'office sur des incidents de ce genre, mais facture les frais à la partie plaignante si les reproches sont infondés.

Adresse: Société d'accréditation suisse (SAS), METAS, Lindenweg 50, 3003 Berne-Wabern

⁵ La signature vaut pour la totalité du rapport de mesure.