



FSM – Forschungsstiftung
Strom und Mobilkommunikation
FSM – Swiss Research Foundation for
Electricity and Mobile Communication



«Zones de tension» Champs électromagnétiques



Conseils et consignes

- Les champs électromagnétiques diminuent lorsque la distance par rapport à la source augmente. À partir d'une distance d'environ 30 cm, la plupart des petits appareils ménagers ne présentent plus aucune intensité de champ prépondérante.
- Garder la distance constitue la mesure la plus simple pour réduire son exposition aux champs électromagnétiques.
- Toute personne souhaitant être exposée au minimum aux champs électromagnétiques pendant son sommeil doit veiller à ce que des appareils et des lignes canalisations électriques (y compris dans les murs et les sols) ne se trouvent pas à proximité immédiate du lieu de sommeil.
- Placer les appareils électroniques destinés à la surveillance des enfants en bas âge à une distance suffisante de ces derniers (1 m environ).
- Ne pas utiliser les couvertures ou les coussins chauffants pendant toute la nuit.
- Les champs magnétiques ne sont pas blindés par les murs. Il est judicieux de vérifier si une pièce attenante contient un appareil qui produit des champs magnétiques particulièrement importants, tel qu'une chaudière ou un chauffage électrique; aménager ou adapter les pièces en conséquence.
- Ne pas mettre en place de chauffage électrique ni de radiateur mobile à proximité immédiate des lieux de sommeil ou de travail.
- Il est possible d'utiliser un interrupteur pour les pièces sensibles (par exemple les chambres à coucher ou les pièces de jeu pour enfants) afin de couper les champs pendant la nuit.
- Éteindre totalement les appareils non utilisés. Débrancher la fiche des appareils en mode veille (brochure Electrosuisse «Détendu – grâce à l'efficacité»).
- Pour tous ceux qui souhaitent maintenir le rayonnement des téléphones mobiles à un niveau minimal: utiliser un kit mains libres ou téléphoner avec l'une des dernières technologies (3G ou 4G).

Table de matières

Préface	3
Généralités Bases	4
Que signifie la notion de champ électromagnétique? Que signifie la notion d'électrosmog? Quels sont les effets produits par les champs électromagnétiques sur le corps? Quelle est la mission de l'État?	
Domaine privé	6
Quelle est l'importance de l'exposition aux champs des appareils électroménagers? Le rayonnement à haute fréquence est-il généré par les appareils ménagers? Les moyens de communication.	
Télécommunication et transport	8
Les installations émettrices privées, commerciales et publiques. Quelles sont les nuisances causées par les tramways et les chemins de fer? Qu'en est-il des champs électromagnétiques dans les voitures et les véhicules électriques?	
Architecture et planification électrique	10
Quelles sont les expositions en milieu intérieur? L'enveloppe du bâtiment permet-elle de produire un effet de blindage? Installations électriques et équipement.	
Approvisionnement en électricité	12
Quelle est la situation en termes d'immission autour des lignes aériennes? Les câbles doivent-ils être enterrés? Quelles sont les influences de la transformation de la haute tension en basse tension?	
Domaine médical	14
Qu'est-ce qu'un tomographe à résonance magnétique (TRM)? La sensibilité aux interférences des implants électroniques. Quelles sont les différentes applications thérapeutiques des champs électromagnétiques?	
Autorités	16
Quelles sont les valeurs limites internationales? Qu'en est-il de la Suisse? Qui assume la responsabilité? Comment les biens de consommation sont-ils contrôlés?	
Santé et recherche	18
Quel est l'état actuel de nos connaissances? Que ne savons-nous pas encore? La recherche en Suisse.	
Spectre électromagnétique: explications	20
Le spectre électromagnétique: domaines, des exemples, des propriétés	22
Glossaire	23

Bases

Champs électromagnétiques

Également appelés «électrosmog», les champs électromagnétiques sont des rayons non ionisants. Outre les champs électromagnétiques, ces derniers englobent également les infrarouges et la lumière visible. L'adjectif non ionisant signifie que l'énergie rayonnée ne suffit pas à casser les structures moléculaires dans le corps. Les champs électromagnétiques sont subdivisés en champs statiques, à basse fréquence et à haute fréquence. En cas d'intensité suffisante, les champs électromagnétiques sont susceptibles de nuire au corps humain à tel point que la santé peut être mise en danger. Le législateur a édicté des valeurs limites afin d'empêcher qu'un tel risque ne se produise.

Les effets biologiques

Les champs magnétiques à basse fréquence génèrent à l'intérieur du corps des tensions susceptibles de perturber ou de d'irriter les nerfs et les muscles. Les champs électriques à basse fréquence, quant à eux, ne produisent guère d'effet et ils sont donc en grande partie considérés comme inoffensifs pour la santé. L'énergie rayonnée des champs électromagnétiques à haute fréquence est absorbée par le corps et transformée en chaleur, ce qui entraîne l'augmentation de la température du corps ou du tissu de la partie du corps irradié.

La propagation des champs dans l'espace

L'intensité d'un champ dépend de la distance par rapport à la source qui le génère. Plus la distance augmente, plus un champ électromagnétique faiblit rapidement. Une distance double signifie que l'énergie du champ est quatre fois plus faible. Autrement dit, les composantes du champ, le champ électrique et magnétique, sont alors chacune divisées par deux.

Les valeurs limites

L'ordonnance suisse définit deux catégories de valeurs limites: les valeurs limites d'immission et les valeurs limites de l'installation. Les valeurs limites d'immission sont déterminées en fonction des directives adoptées à l'échelle internationale (ICNIRP, p. 17). Elles fixent un niveau d'exposition maximal qui ne porte pas atteinte à la santé d'après les conclusions d'études scientifiques, avec de grandes marges de sécurité. Les valeurs limites d'immission doivent être généralement respectées partout. Nettement plus strictes, les valeurs limites de l'installation ne s'appliquent qu'aux habitations, aux bureaux, aux écoles, aux hôpitaux, aux terrains de jeux pour enfants, etc. Ce sont des dispositions préventives. Comme la science n'a pas prouvé avec précision si un faible rayonnement est susceptible de produire des effets néfastes à long terme, le législateur a édicté des limites d'émission prudentes.

Le spectre électromagnétique

Rayonnement non ionisant

Champs à basse fréquence (de 0,1 Hz à 30 kHz)



Chemin de fer






























Alimentation électrique et utilisation






Champs à haute fréquence



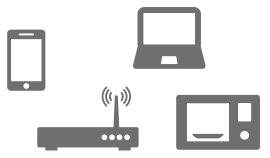
L'intensité des champs magnétiques à des distances différentes

Appareil (sélection arbitraire)	Distance par rapport à l'utilisateur		
	Proche, jusqu'à 3 cm environ	Moyenne, jusqu'à 30 cm environ	Lointaine, jusqu'à 100 cm environ
Sèche-cheveux			
Aspirateur			
Fer à repasser			
Cuisinière électrique			
Micro-ondes			
Machine à café			
Réfrigérateur			
Mixeur			
Machine à laver / Sèche-linge			

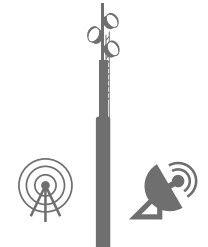
Intensités de champ magnétique en microtesla (selon l'OFEN, 2005):

-  plusieurs centaines de microteslas
-  jusqu'à 10 microteslas environ
-  au-dessous de 1 microtesla






WLAN
Micro-ondes




Infrarouge




Lumière visible

Rayons UV



Rayons gamma



Rayons X



«Les champs électriques et magnétiques sont partout.»



Préface

Depuis le lancement de la lampe à incandescence à la fin du 19e siècle, l'usage de l'électricité s'est généralisé dans pratiquement tous les domaines de la vie. Outre l'avantage indéniable présenté par les installations et les appareils électriques, certains effets susceptibles d'être produits par leur utilisation se révèlent toutefois indésirables. Ainsi, la génération de tensions et la circulation du courant entraînent automatiquement la formation de champs électriques et magnétiques. Ces derniers sont invisibles et bien souvent désignés par le terme «électrosmog». Les effets des champs électromagnétiques sur les personnes ont fait l'objet de recherches scientifiques approfondies et le législateur a édicté des valeurs limites reposant sur ces connaissances afin de prévenir le moindre risque. Les valeurs limites de la SUVA restreignent l'exposition sur les lieux de travail et celles de l'ORNI (Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant) limitent les champs électromagnétiques des installations, tels que les lignes à haute tension, les émetteurs TV et radio et les stations de base pour téléphonie mobile.

La population est exposée partout et au quotidien aux champs électromagnétiques générés par des équipements techniques. La majorité de ces champs est produite par l'usage d'appareils électriques et électroniques. Cette brochure fournit des informations concernant les champs électromagnétiques, les endroits où ils se produisent, leurs effets sur les personnes et la façon dont il est possible de les influencer ou de les réduire dans un environnement personnel.

Electrosuisse

Association pour l'électrotechnique, les technologies de l'énergie et de l'information

FSM – Fondation de recherche sur l'électricité et la communication mobile

Généralités | Bases

Les champs électromagnétiques sont présents partout où l'électricité est utilisée. Même si l'humanité renonçait à l'énergie électrique, elle serait toujours entourée de champs électromagnétiques d'origine naturelle. À propos des champs générés par des équipements techniques auxquels se consacre cette brochure,

«La plus grande nuisance est générée par les appareils ménagers.»

la manière et la quantité constituent deux paramètres déterminants quant à la question de savoir si ce sont les avantages ou les risques associés qui finissent par prendre le dessus. À titre d'exemple, les champs des services de radiocommunication ne sont pas un effet secondaire, mais bel et bien leur essence même. Un principe similaire est valable pour les applications thérapeutiques dans le domaine médical. Ainsi, plus personne ne souhaite renoncer aux images fournies par un tomographe à résonance magnétique (TRM) en matière de diagnostic.

Que signifie la notion de champ électromagnétique?

La notion de champ électromagnétique constitue un terme collectif qui désigne différentes formes de champs électriques, magnétiques et électromagnétiques (voir page 20).

Que signifie la notion d'électrosmog?

Le terme électrosmog désigne la plupart du temps ce qui a été décrit plus haut sous la notion de champ électromagnétique. Ce terme est parfois employé de façon restreinte et signifie donc le rayonnement non ionisant indésirable qui est généré pendant l'utilisation et le transport de l'énergie électrique. Les champs électromagnétiques et l'électrosmog sont inodores, invisibles et la plupart du temps impossibles à percevoir. Dans certaines circonstances, ils sont également susceptibles de nuire à la santé.

Où se trouvent les champs électromagnétiques?

Les champs électromagnétiques générés par des équipements techniques se trouvent en milieu extérieur, par exemple autour des lignes, des antennes et des stations transformatrices,

ainsi qu'à l'intérieur des trains ou des bâtiments, et ce, principalement pendant l'utilisation d'appareils électriques et électroniques, tels que des aspirateurs, des sèche-cheveux, des téléphones mobiles, des ordinateurs, des babyphones, des casques sans fil, des chauffe-eau électriques et des plaques de cuisson à induction. Les champs présentent des intensités très différentes. Les conditions relatives aux homologations des appareils et les directives concernant les infrastructures (réseau électrique, services de radiocommunication) permettent à l'État de garantir une limitation des nuisances.

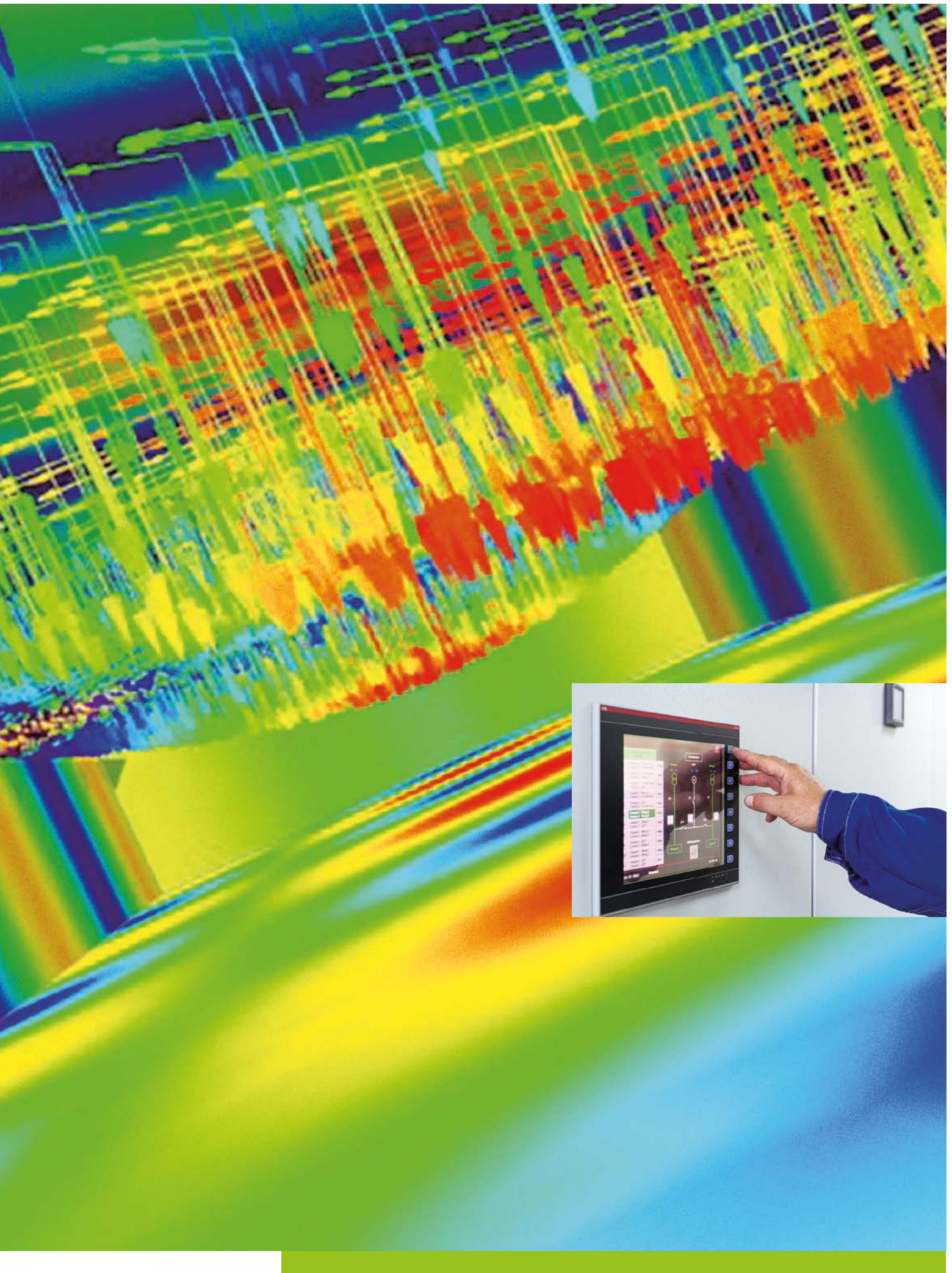
Les risques des champs électromagnétiques

Comparés à d'autres risques sanitaires, les champs électromagnétiques peuvent être considérés en règle générale comme relativement inoffensifs. L'intensité, la durée et la fréquence de l'effet produit par les champs électromagnétiques constituent les facteurs déterminants à ce propos. Dans le cas de plaintes sanitaires, celles-ci se réfèrent quasi exclusivement à des indispositions et donc rarement à des troubles organiques clairement diagnosticables d'un point de vue médical. Le lien de causalité entre de tels troubles et les champs électromagnétiques (dans le cadre des intensités autorisées par la loi) n'est pas scientifiquement prouvé.

Les risques sanitaires sont connus dans le cas de champs à très forte intensité. Toutefois, les valeurs limites empêchent que les personnes ne soient exposées à des intensités de champ qui présenteraient de tels risques.

Le contrôle de l'État

L'État dispose du mandat constitutionnel dont le but consiste à protéger la santé publique et l'environnement. L'électrosmog fait partie des phénomènes qui sont soumis à son observation permanente. Dans l'Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI), l'État limite les immissions et les émissions de champ des installations afin de protéger la population. De plus, les valeurs indicatives de la SUVA s'appliquent à la limitation de l'exposition au rayonnement sur le lieu de travail. L'homologation des produits permet de limiter les émissions des appareils ménagers et électroniques.



Domaine privé

Conjointement avec le secteur industriel et celui des services, les ménages privés appartiennent à la catégorie des plus grands consommateurs d'électricité. La majorité des nuisances quotidiennes dues aux champs électromagnétiques provient d'appareils qui sont exploités à l'intérieur des habitations. Cela permet d'influencer de telles nuisances dans notre environnement direct par l'adoption d'un comportement approprié.

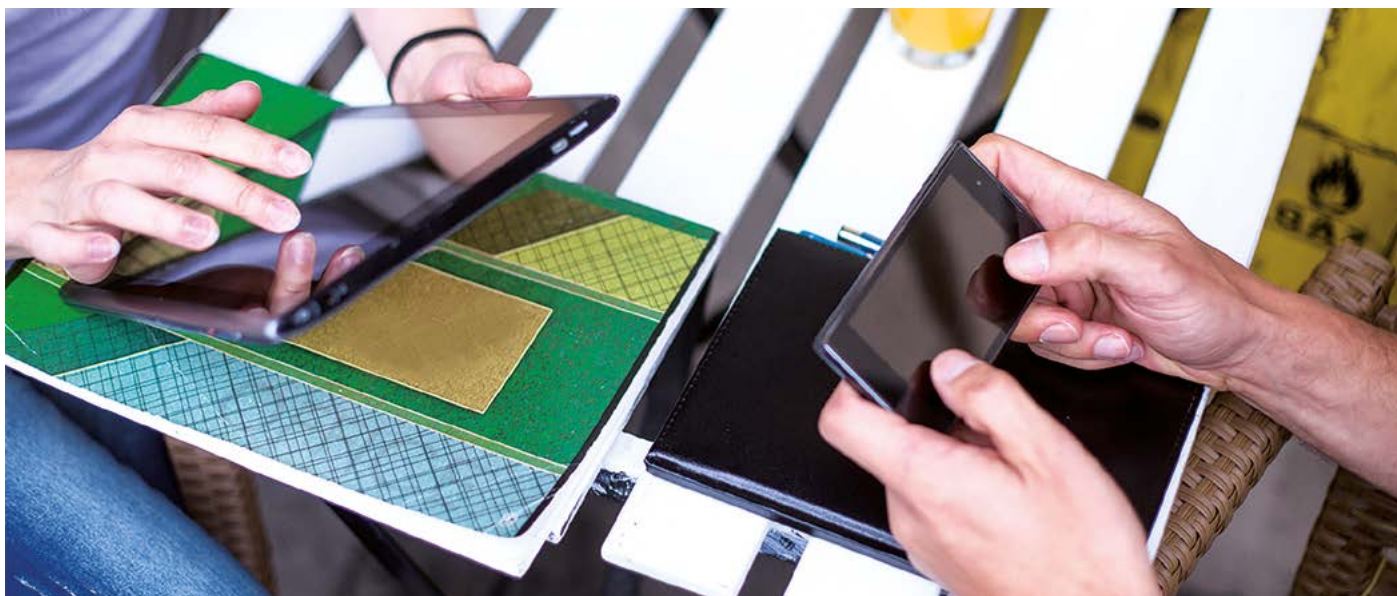
Les appareils électroménagers

Les appareils électroménagers produisent des champs magnétiques et électriques à basse fréquence. Tous les appareils ne génèrent pas des champs d'une intensité identique. Le législateur surveille principalement les champs magnétiques. Ces derniers sont particulièrement prononcés aux endroits où circulent des courants importants (appareils de grandes puis-

ligents et bien d'autres équipements encore. Toutefois, les puissances d'émission de ces appareils sont faibles et ces derniers n'émettent pas en permanence la plupart du temps, mais uniquement lorsqu'ils sont en cours d'utilisation. Si la transmission d'informations est censée s'effectuer dans deux directions, chaque appareil est alors à la fois émetteur et récepteur. Ce sont les émetteurs qui produisent des champs tandis que l'antenne de télévision posée sur le toit ou sur le balcon ne fait que recevoir des signaux.

Service continu

Il n'est pas prouvé que les expositions de longue durée à un rayonnement faible nuisent à la santé de l'organisme. Pour toute personne souhaitant réduire son exposition à un niveau minimal à titre préventif, il est recommandé d'éteindre ou de débrancher les appareils s'ils



sances) et/ou si des bobines sont utilisées (par exemple les appareils équipés de moteurs électriques et la production de chaleur électrique). Le rayonnement à haute fréquence des appareils ménagers Les champs électromagnétiques à haute fréquence générés à l'intérieur des habitations proviennent des applications de radio-communication domestiques dont le nombre ne cesse de croître: les téléphones sans fil, les radiocommandes, les casques sans fil, les installations de surveillance, les compteurs intel-

ne sont pas utilisés. Un tel comportement permet également d'économiser de l'électricité. En outre, le principe suivant est toujours valable: plus la distance est importante par rapport à la source, plus les nuisances liées aux champs diminueront. C'est la raison pour laquelle il convient principalement de veiller à l'emplacement des appareils en service continu et de penser au fait que les murs et les sols ne produisent aucun effet de blindage pour les champs magnétiques à basse fréquence.

Les chambres à coucher

Les informations fournies par la section «Service continu» sont tout particulièrement valables pour les chambres à coucher en raison des longues périodes de présence à l'intérieur de ces pièces.

Les téléphones mobiles

Avec plus de 10 millions d'appareils, le nombre des téléphones mobiles est nettement supérieur à celui des habitants de toute la Suisse. La quantité de données transmises est multipliée par deux chaque année. De nouvelles technologies de plus en plus performantes font leur apparition et ne cessent de faire augmenter l'efficacité, autrement dit le rayonnement nécessaire à la transmission d'une unité d'information. En dépit de débits supérieurs, la technologie UMTS fonctionne avec un rayonnement nettement inférieur à celui de la technologie GSM plus ancienne (www.emf.ethz.ch).

Pendant une conversation, un téléphone mobile cause à l'utilisateur une nuisance supérieure à celle générée par la station émettrice la plus puissante. Ce phénomène est dû au fait que le téléphone mobile est tenu très près de la tête au cours de son utilisation. En revanche, la distance minimale entre une personne et une installation émettrice s'élève pratiquement toujours à plusieurs dizaines de mètres. C'est pourquoi le rayonnement d'une station émettrice se répand sur tout le corps alors que dans le cas du téléphone mobile, la nuisance locale concerne avant tout la région de la tête (voir image page 19).

Un indice international relatif au rayonnement (DAS pour débit d'absorption spécifique) s'applique aux téléphones mobiles. Cette valeur indique la quantité de puissance rayonnée maximale qui est absorbée par la tête pendant l'utilisation du téléphone. Plus ce chiffre est bas, plus le rayonnement d'un téléphone mobile est faible à pleine puissance. D'après les normes de produits, il est interdit de dépasser une puissance de 2 watts par kilogramme du poids corporel (W/kg) (www.izmf.de).

Les téléphones sans fil

La plupart des stations de base DECT émettent en service continu à la différence des combinés qui produisent des émissions uniquement pendant les conversations. La puissance d'émission d'une station de base augmente avec le nombre de combinés. C'est la raison pour laquelle il est recommandé de ne pas installer les

stations sur des bureaux régulièrement utilisés et d'observer une certaine distance vis-à-vis de ces dernières. Des versions plus récentes (ECO DECT) émettent uniquement pendant les conversations.

WLAN

L'expression Wireless Local Area Network (WLAN) désigne un réseau local sans fil. Les «hotspots» (stations émettrices) sont créés de plus en plus souvent dans les espaces publics. Ils permettent d'obtenir un accès à l'Internet haut débit. Les portées vont jusqu'à 30 m dans les bâtiments et même jusqu'à 300 m en milieu extérieur. À une distance de 1 m d'une station émettrice, les intensités de champ atteignent un niveau bien inférieur à la valeur limite, et ce, également en cas de forte sollicitation du point d'accès. Les modules radio intégrés dans les terminaux se trouvent souvent uniquement à quelques centimètres de l'utilisateur. D'après les mesures effectuées, les nuisances sont pratiquement toutes inférieures à celles causées par les téléphones mobiles. Les modules radio peuvent être éteints sans le moindre problème s'ils ne sont pas utilisés.

«Tout un chacun influence son exposition par son propre comportement.»

Bluetooth

Bluetooth est un standard radio destiné au transfert de données sans fil à proche distance. Il est souvent utilisé pour les souris sans fil, les claviers de PC ou les imprimantes. Bluetooth se distingue de la technologie WLAN par une portée inférieure et un mode de transmission différent. Il existe trois catégories de puissance. Seule la catégorie la plus haute voit les valeurs de champ se déplacer dans une plage semblable à celle du WLAN.

Télécommunication et transport

La communication sans fil et les moyens de transport électriques exploitent et produisent des champs électromagnétiques. En général, la nuisance causée par les champs électromagnétiques des transports électriques est considérée comme bien moins problématique que celle générée par les gaz d'échappement des moteurs à combustibles fossiles.

Les installations émettrices pour la téléphonie mobile (stations de base)

Un réseau de téléphonie mobile se compose de milliers d'installations émettrices. À l'heure actuelle, la Suisse compte plus de 15 000 équipements de cette nature. Les stations de base sont reliées entre elles par faisceau hertzien (antennes paraboliques de petite taille) ou par la fibre optique. Chaque station de base couvre l'environnement le plus proche et dessert les téléphones mobiles dans cette zone. Les villes possédant un grand nombre d'utilisateurs bénéficient donc de la mise en place d'installations émettrices en conséquence. Les cellules y sont petites et les puissances d'émission peu élevées. Les régions rurales disposent d'un nombre moins important d'émetteurs qui présentent toutefois des puissances et des portées nettement supérieures. L'intensité du rayonnement d'une installation dépend essentiellement de son niveau de sollicitation. En période d'activité quotidienne intense, les puissances sont nettement supérieures que pendant la nuit où il y a peu de conversations téléphoniques.

«La distance par rapport à la source est déterminante pour l'exposition aux champs.»

Les installations émettrices pour la radiodiffusion, le faisceau hertzien et les radioamateurs

La Suisse compte environ 400 stations de radio et 600 émetteurs de télévision qui sont installées la plupart du temps à l'écart des zones d'habitation. À l'heure actuelle, les stations de radio passent progressivement à la technique numérique. Les programmes numériques ont une qualité supérieure et sont diffusés à une puissance d'émission inférieure. Les installations de radio privées et professionnelles (par exemple le contrôle du trafic aérien ou l'armée) émettent également des ondes

électromagnétiques à haute fréquence. En moyenne, l'exposition aux installations radio est inférieure à celle aux stations de base de téléphonie mobile bien plus fréquentes (un aperçu des sites, des intensités d'émission et des services d'installations radio en Suisse est disponible sur le site Web www.funksender.ch).

Les installations de surveillance destinées aux marchandises et aux personnes

Les installations destinées à l'identification des personnes ou à la détection et à la vérification des marchandises reposent la plupart du temps sur des technologies à haute fréquence, tant dans la logistique que dans la vente de marchandises par exemple grâce à la méthode RFID (Radio Frequency Identification). Les puces RFID (balises) servent notamment de marquage d'articles, de marques à l'oreille pour les animaux, de passeports biométriques, de cartes de contrôle, de dispositifs d'immobilisation dans les clés de voiture, de cartes journalières pour les installations sportives et de badges pour le contrôle d'accès aux bâtiments. Les distances de lecture peuvent être de plusieurs mètres. La plupart du temps, les balises ne produisent pas d'émissions actives. Elles reflètent uniquement le rayonnement émis par une installation (par exemple un système de protection d'articles dans un magasin).

Les chemins de fer

À la différence du courant industriel et domestique à 50 Hz, les chemins de fer sont alimentés à une fréquence est de 16,7 Hz. Le passage du courant dans les caténaires est moins constant que dans les lignes à haute tension car seuls les tronçons parcourus conduisent du courant. À ce propos, l'intensité du courant au démarrage du train ou lors de la récupération est particulièrement élevée. En cas de trafic important, les caténaires sont susceptibles de produire des champs magnétiques relativement forts. Toutefois, l'intensité de ces derniers diminue au fur et à mesure que la distance par rapport au fil de contact augmente. À une distance de 10 mètres du tracé, les moyennes sur 24 heures pour les tronçons à fort trafic sont pratiquement toutes inférieures à la valeur limite de l'installation d'un microtesla. Les champs magnétiques font également l'objet d'une mesure à l'intérieur des trains. Ils peuvent s'élever jusqu'à quelques microteslas.

Les moyens de transport à courant continu

Les tramways, les trolleybus et certains chemins de fer à voie étroite utilisent le courant continu. Ces moyens de transport génèrent des champs électriques et magnétiques statiques. En temps normal, la nuisance causée par les champs de ces chemins de fer est inférieure à celle produite par le champ électrique naturel de l'atmosphère ou par le champ magnétique terrestre.

Les voitures

Le système électrique de bord de la voiture génère des champs électromagnétiques allant de quelques hertz à environ 1000 Hz. Selon l'emplacement des appareils électriques, tels que la batterie, la génératrice, l'allumage et la clima-

tisation, on mesure des valeurs différentes sur les sièges. Les champs sont la plupart du temps très faibles. Les intensités maximales des champs magnétiques sont mesurées en cas de pneus non démagnétisés dans la zone des pieds des passagers.

Les véhicules électriques ne produisent aucune nuisance supplémentaire due aux champs.

Les vélos électriques

La compatibilité électromagnétique (CEM) des vélos à propulsion auxiliaire électrique doit faire l'objet d'un contrôle. Ces derniers ne présentent donc aucun potentiel perturbateur notable. Aucun élément négatif n'a été constaté en ce qui concerne d'éventuelles nuisances pour la santé.



Architecture et planification électrique

Le choix du site nécessite la prise en considération par les architectes de l'exposition aux champs produits par des installations électriques voisines. Plusieurs zones dans lesquelles il est interdit de construire sont définies par la loi. Les bâtiments d'habitation, les installations scolaires, les hôpitaux ou les immeubles de bureaux doivent être situés dans des zones où les champs sont particulièrement faibles pendant que les entrepôts, les magasins ou de manière générale les lieux utilisés par des personnes durant une courte période peuvent être exposés à des nuisances supérieures.

L'enveloppe des bâtiments

Les enveloppes des bâtiments sont susceptibles d'atténuer ou de blinder les champs électriques et électromagnétiques. L'effet produit dépend de la fréquence du champ et des matériaux de construction. Les champs magnétiques à basse fréquence ne peuvent pratiquement pas être blindés. Un effet d'atténuation sur le rayonnement à haute fréquence est produit par les murs et les sols en béton grâce aux barres d'armature posées. Le bois et les briques ne produisent en revanche pratiquement aucun effet d'atténuation.



Les pièces d'intérieur

Les chambres à coucher et les chambres d'enfant sont considérées comme particulièrement sensibles. S'il est souhaité que les intensités de champ atteignent un niveau minimal dans ces pièces, il convient de veiller à ce que les installations et les appareils de grande taille, tels que les chaudières ou les chauffages électriques, soient bien placés car le respect des distances réduit l'intensité des champs de manière efficace. Il est également possible d'installer des interrupteurs afin d'éliminer les champs à basse fréquence pendant la nuit. Les champs magnétiques à basse fréquence et le rayonnement à haute fréquence constituent un défi particulier en matière de blindage. Ils peuvent être endigués efficacement par la mise en place de plusieurs mesures hautement spécialisées et très onéreuses.

Les installations électriques

L'Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI) règle l'effet produit par les champs à l'intérieur des bâtiments et générés par les installations électriques. Plusieurs prescriptions techniques relatives à la mise en œuvre de conducteurs et de systèmes de répartition ont pour but de maintenir les immissions à un niveau minimal.

L'équipement électrique

Les plaques de cuisson à induction: elles produisent des champs magnétiques dans une plage de fréquence comprise entre 20 et 50 kHz. Les champs magnétiques parasites peuvent être générés lorsque la plaque de cuisson n'est pas recouverte entièrement par le fond de la poêle ou si un ustensile de cuisson inapproprié est utilisé. Dans le cas d'une utilisation conforme, les immissions sont nettement inférieures aux valeurs limites, et ce, également à quelques centimètres de distance.

Les fours à micro-ondes: les fours à micro-ondes permettent de réchauffer des aliments avec un fort rayonnement à haute fréquence. Les appareils sont conçus de telle sorte que le rayonnement reste à l'intérieur de ces derniers pour exploiter l'énergie entièrement dans le but de réchauffer les aliments. Il est recommandé de lire attentivement les prescriptions de sécurité et la notice d'utilisation.

L'éclairage: les lampes modernes (LED, lampes à économie d'énergie) ne présentent pratiquement aucune nuisance. Les éclairages halogènes à basse tension génèrent des champs magnétiques relativement importants en raison des courants assez forts et des distances élevées entre les conducteurs.

«Prendre en compte les influences des champs dans la planification.»

La norme sur les installations à basse tension (NIBT)

La Loi sur la protection de l'environnement exige que l'on limite à titre préventif les effets qui pourraient devenir nuisibles ou incommodants pour les personnes. Le rayonnement non ionisant est considéré comme un tel effet par le législateur. C'est la raison pour laquelle les champs électromagnétiques des installations électriques ou radio sont également régulés par le législateur en ce qui concerne les nuisances causées aux appareils et aux installations. Désormais, un chapitre entier sera consacré à ce sujet dans la NIBT 2015.

Approvisionnement en électricité

Plus la tension est élevée, moins les pertes en ligne sont importantes dans le transport de l'électricité. C'est la raison pour laquelle elle est transformée à de très hautes tensions (jusqu'à 380 000 V) pour le transport sur de grandes distances. Cette tension est ensuite abaissée dans les sous-stations progressivement jusqu'à 440 et 230 V, soit le niveau d'alimentation le plus bas (basse tension).

Les lignes à haute tension et les lignes aériennes

Dans certaines conditions atmosphériques, il est possible d'identifier de petites décharges électriques sur les lignes à haute tension. Elles

génèrent un crépitement audible. Même si ce petit bruit paraît dangereux, il ne l'est pas. Les décharges sont dues aux tensions locales élevées des conducteurs susceptibles de provoquer des ionisations spontanées de l'air.

Les intensités maximales des champs sont mesurées aux endroits où les lignes sont les plus proches du sol. La valeur limite d'immission est respectée de justesse en ces points. La distance par rapport au conducteur sous tension permet de réduire rapidement l'intensité des champs électriques. Ces derniers sont distordus et atténués par des objets.

La conductivité des enveloppes des bâtiments suffit à blinder un champ électrique externe pra-



tiquement dans son intégralité. En revanche, les champs magnétiques des lignes à haute tension pénètrent facilement à l'intérieur de la maison par l'enveloppe du bâtiment. Même les murs en béton ne produisent aucun effet de blindage. L'intensité d'un champ magnétique d'une ligne à haute tension dépend de l'intensité du courant, de la disposition géométrique et du fonctionnement des conducteurs. L'intensité de champ maximale se trouve directement sous la ligne pour les champs magnétiques. La valeur limite d'immission est également respectée à cet endroit. La valeur limite de l'installation demeure au-dessous d'un microtesla dans le cas d'une exploitation optimisée à une distance d'environ 50 m du tracé d'une grande ligne à très haute tension. A partir d'une distance d'environ 100 m, les champs magnétiques provoqués par les installations et les appareils situés à l'intérieur de l'habitation sont supérieurs à ceux de la ligne aérienne.

Les câbles enterrés

Dans la mesure du possible, les câbles sont enterrés pour la distribution d'électricité locale. En revanche, le transport d'énergie sur de grandes distances ne s'effectue pratiquement que par l'intermédiaire de lignes aériennes à haute tension. La question de savoir si un nombre croissant de câbles enterrés seront posés à l'avenir dans le réseau à haute tension relève du domaine de la politique et de l'économie.

Les câbles enterrés permettent de rapprocher les conducteurs les uns des autres. L'intensité des champs magnétiques diminue très rapidement avec la distance. Toutefois, ces câbles ne sont pas enterrés à une profondeur très importante. C'est la raison pour laquelle l'intensité des champs magnétiques est relativement élevée directement au-dessus des câbles. Les valeurs limites d'immission sont pratiquement atteintes directement au-dessus des câbles à 2 conducteurs à une profondeur de 0,8 m avec un courant de 750 A. La valeur limite de l'installation demeure toutefois au-dessous d'un microtesla à seulement quelques mètres de distance.

Les stations transformatrices

Le passage de la très haute tension à la basse tension sur la prise s'effectue par l'intermédiaire de plusieurs niveaux de transformation. Le passage de la moyenne tension à la basse tension est réalisé en différents points du réseau de distribution. Les champs magnétiques les plus intenses sont générés par le transformateur et les jeux de barres qui lui sont raccordés. L'abaissement de la tension entraîne toujours une augmentation du courant et par conséquent un champ magnétique plus important.

«Plus la tension augmente, plus les pertes diminuent.»

Les installations photovoltaïques

Les installations photovoltaïques fonctionnent en premier lieu avec du courant continu et génèrent des champs statiques, électriques et magnétiques sans importance d'un point de vue biologique. Le champ magnétique est comparable à celui de la terre à une distance comprise entre 30 et 50 cm par rapport à la ligne. Les onduleurs génèrent également des champs d'une fréquence supérieure. Les intensités des champs sont comparables à celles des appareils ménagers de grande puissance.

Domaine médical

La médecine a très vite exploité les champs électriques à des fins diagnostiques et thérapeutiques. L'invention du tomographe à résonance magnétique (TRM) a permis de fournir un nouvel appareil extrêmement performant. Une représentation ne serait-ce que relativement détaillée des applications des champs électromagnétiques dans le domaine médical dépasserait largement le cadre et l'orientation de cette brochure. Ainsi, cette dernière aborde des exemples sélectionnés d'usages des champs électromagnétiques à des fins diagnostiques et thérapeutiques.

«Les champs peuvent présenter des avantages dans le domaine médical.»

Le tomographe à résonance magnétique (TRM)

Un TRM fournit une vue en trois dimensions de l'intérieur du corps humain. Au contraire des appareils de radiographie ou des scanners, un TRM n'utilise pas de rayons X et recourt à des champs électromagnétiques. Cette technologie est très complexe. Il est nécessaire de combiner les champs les plus différents afin de générer les informations indispensables à une vue en trois dimensions. À ce propos, ce procédé fait appel à des champs magnétiques statiques forts produits par des bobines supraconductrices, à des champs magnétiques à gradient et à des champs d'impulsion à haute fréquence. Au regard des avantages diagnostiques et thérapeutiques, les effets secondaires connus du TRM (vertiges, sensations de chaleur, indisposition) présentent une dimension négligeable. Le personnel de tomographie bénéficie d'une formation appropriée. Toutes les dispositions relatives à la sécurité au travail doivent être respectées.

Les dispositifs médicaux d'aide à la vie

Ces dispositifs comprennent des appareils électroniques implantables, tels que des stimulateurs cardiaques, des défibrillateurs ou des stimulateurs actifs d'organes, de muscles ou de nerfs. Des dysfonctionnements des implants causés par des champs électromagnétiques externes doivent être évités. Une attention toute particulière est accordée aux systèmes de sécurité électroniques. Toutefois, la plupart des appareils sont conçus pour résister aux perturbations

La SUVA à édicter des recommandations pour les activités sur les lieux de travail.

Les applications thérapeutiques

Il existe toute une série de procédés et d'appareils thérapeutiques qui fonctionnent avec des champs électromagnétiques à basse et haute fréquence. De plus, des applications avec champs électromagnétiques pulsés (CEMP) sont également disponibles. L'avantage thérapeutique offert par de nombreuses applications prête toutefois à discussion. Certains usages sélectionnés sont présentés dans les paragraphes suivants.

La thérapie à basse fréquence: les champs électromagnétiques à basse fréquence peuvent stimuler les nerfs et les muscles car ils génèrent des tensions et des courants à l'intérieur du corps. De telles thérapies par champs magnétiques souvent pulsés sont employées afin d'atténuer les douleurs et d'améliorer la circulation sanguine. L'avantage thérapeutique n'est pas prouvé scientifiquement. L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) déconseille l'utilisation de ces produits (tapis à champs magnétiques). Les irradiations après fractures destinées à accélérer la croissance des os ou la stimulation ciblée de régions cérébrales (stimulation transcraniale par champs magnétiques) constituent d'autres applications des champs magnétiques pulsés. L'avantage de ces applications est prouvé cliniquement, mais il suscite toutefois quelques contestations de la part de certains scientifiques.

La thérapie à haute fréquence: le réchauffement du tissu constitue l'effet recherché. Ce phénomène est également appelé diathermie. Les applications reposent sur le fait que le tissu absorbe l'énergie rayonnante des champs électromagnétiques à haute fréquence et la transforme en chaleur. L'effet produit diffère en fonction de la fréquence employée et de l'intensité du rayonnement. Les champs à très haute fréquence réchauffent uniquement la toute dernière couche de peau (par exemple la thérapie aux infrarouges) et un rayonnement à ondes plus longues est en revanche susceptible de pénétrer davantage dans le tissu. La thérapie par ondes courtes réchauffe la totalité du corps. Il est recommandé de soumettre le réchauffement local ciblé de régions du corps ou d'organes à un contrôle médical.



Autorités

La forte augmentation avant toute des applications de radiocommunication a permis de commencer à réguler officiellement l'exposition au rayonnement à partir de la moitié des années 90. Les directives nationales existantes, telles que la Loi sur la protection de l'environnement, de même que les recommandations internationales relatives à la limitation de l'exposition au rayonnement ont été prises en considération.

Le contexte international

La Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) est l'une des organisations internationales majeures en ce qui concerne les recom-

mandations de protection dans le domaine des champs électromagnétiques. Son objectif consiste à définir des valeurs limites homogènes et fiables pour les expositions aux champs électromagnétiques qui s'appuient sur des études scientifiques. Ainsi, elle distingue les valeurs limites valables pour l'ensemble de la population de celles qui s'appliquent aux travailleurs. Ces dernières sont moins strictes car le personnel peut être formé sur les lieux de travail exposés.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a repris les recommandations de l'ICNIRP et conseille aux pays membres de les appliquer. L'Union européenne a publié en 1999 une



«Recommandation relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques». Le document repose au même titre sur les recommandations de l'ICNIRP et laisse le soin aux États membres de les appliquer. Ces derniers peuvent également édicter des prescriptions plus strictes ou détaillées.

Les mesures adoptées en Suisse.

En 2000, le Conseil fédéral mis en vigueur l'«Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant» (ORNI). Son objectif de cette dernière consiste à mettre un terme aux répercussions pour lesquelles il est prouvé qu'elles sont nuisibles à la santé. L'ORNI reprend ainsi essentiellement les normes définies par l'ICNIRP. En outre, elle s'est également appuyée sur la Loi sur la protection de l'environnement pour promulguer des valeurs limites d'émission plus strictes pour les lieux dits à utilisation sensible (habitations, écoles, hôpitaux, bureaux, etc.). Il s'agit à ce propos de valeurs limites préventives qui sont mentionnées dans l'ordonnance sous le terme de «valeurs limites de l'installation» et qui se distinguent des «valeurs limites d'immission» empruntées à l'ICNIRP.

Répartition des tâches entre la Confédération et les cantons

La section Rayonnements non ionisants (RNI) de l'Office fédéral de l'environnement (OFEN) est compétente pour les questions relatives à l'ORNI. L'application de cette dernière est prise en charge par d'autres offices fédéraux, et notamment les services cantonaux, en fonction du type d'installation. Seules quelques villes de plus grande taille disposent de leurs propres services. Pour tout renseignement, l'Office fédéral de l'environnement (OFEN) ou le Département des travaux publics et de l'aménagement du territoire du canton en question fournira les informations souhaitées.

Un choix minutieux des sites pour les bâtiments neufs

L'administration cantonale garantit le respect des dispositions de l'ORNI. Elle contrôle si les planifications d'installations ou de bâtiments respectent les dispositions légales. Dans le cas contraire, les permis de construire sont refusés. Pour la planification des zones, les planificateurs en aménagement du territoire utilisent les informations de l'Inspection fédérale des installations à courant fort (ESTI) lorsqu'il s'agit, par exemple, des immissions des lignes à haute tension. L'ESTI dispose des renseignements techniques nécessaires concernant les installations électriques et elle est en mesure de définir les distances minimales.

«Réglementer les valeurs limites à l'échelle internationale.»

Les biens de consommation

Les appareils portables sont principalement soumis à l'application de normes d'appareils établies par des institutions telles que la CEI, le Cenelec, l'ICNIRP ou le CES (www.electrosuisse.ch). En Suisse viennent s'ajouter d'autres lois et prescriptions nationales, telles que l'Ordonnance sur les matériels électriques à basse tension (OMBT). Les normes assurent notamment le respect des standards relatifs à la compatibilité électromagnétique (CEM) des appareils. La conformité des appareils à la CEM garantit que ces derniers ne produisent pas d'interférences mutuelles au cours de leur fonctionnement. L'exposition maximale des personnes aux champs électromagnétiques est réglementée par les normes de produits, tel que c'est le cas pour les téléphones mobiles avec le DAS (voir page 7).

Santé et recherche

Les effets des champs électromagnétiques sur la santé humaine font l'objet d'études scientifiques depuis plusieurs décennies. Il est prouvé qu'un très fort rayonnement est susceptible de mettre en danger la santé des personnes. Les mécanismes d'action biologiques pertinents sont connus. C'est la raison pour laquelle la majorité des chercheurs se consacrent au rayonnement faible (intensités de champ inférieures aux valeurs limites), ainsi qu'aux effets possibles à long terme. Il est maintes fois supposé qu'un rayonnement faible est susceptible de mettre en danger la santé humaine.

L'électrosensibilité

Certaines personnes réagissent aux champs électromagnétiques avec une certaine sensibilité. Elles sont considérées comme électrosensibles. Un rayonnement faible à basse ou haute fréquence déclenche chez ces personnes des symptômes d'indisposition, tels que des maux de tête, des troubles du sommeil ou de la nervosité. Jusqu'à présent, aucun critère n'a été reconnu en faveur d'un diagnostic objectif concernant de telles indispositions. La recherche a réalisé des examens approfondis sur l'électrosensibilité ces dix dernières années, tant en laboratoire dans le cadre d'expériences à court terme que dans l'environnement des équipements d'infrastructure au moyen d'études à long terme menées auprès de riverains. Il a été impossible de prouver que les champs électromagnétiques constituent la cause des symptômes rapportés. En revanche, plusieurs indications claires révèlent la présence d'effets placebo.

«Beaucoup de réponses et de questions nouvelles.»

Un risque de cancer accru?

Le principal intérêt en termes de politique sanitaire et en relation avec les champs électromagnétiques converge vers le risque de cancer. Le Centre international pour la recherche sur le cancer (CIRC) appartenant à l'OMS a considéré les champs magnétiques à basse fréquence et le rayonnement électromagnétique à haute fréquence comme «peut-être cancérigènes». Une telle évaluation montre d'une part qu'aucune preuve n'existe quant à un éventuel risque accru et, de l'autre, qu'il est également impossible d'exclure ce dernier. Le manque actuel de données constitue la raison d'une telle incertitude.

Dans le cas des champs magnétiques à basse fréquence, le risque de leucémie chez les enfants qui habitent près de lignes à haute tension se trouve au centre des préoccupations. S'agissant des champs électromagnétiques à haute fréquence, la priorité concerne le risque de tumeur cérébrale en cas d'utilisation de téléphones mobiles à long terme (plus de 10-15 ans). Dans ces deux domaines, il est actuellement impossible de rendre un jugement final. Sur la base des connaissances actuelles, des risques importants ne sont pas envisageables.

Autres effets

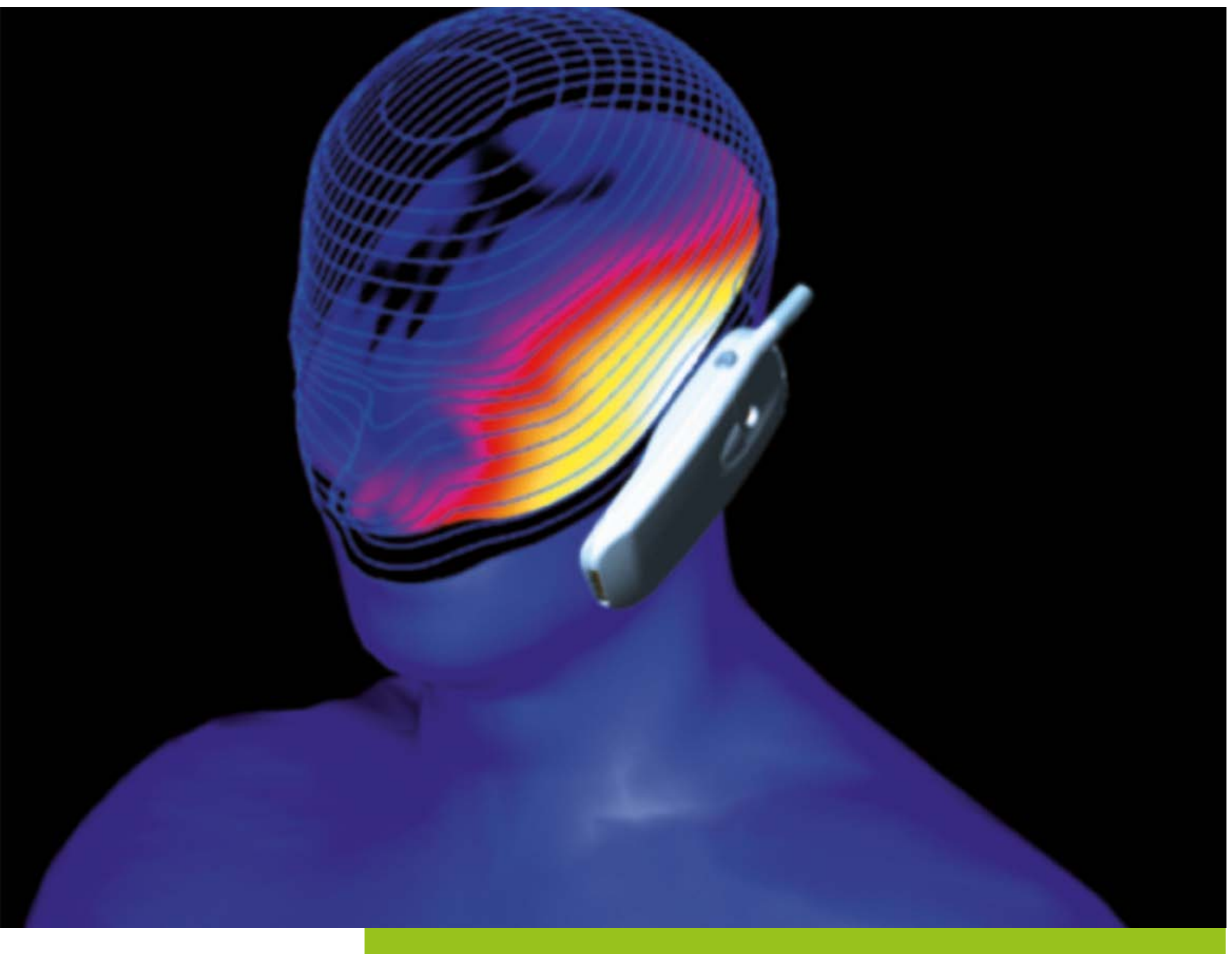
Les champs magnétiques à basse fréquence présentent des motifs de suspicion en ce qui concerne la maladie d'Alzheimer. Ce constat se réfère principalement aux personnes fortement exposées sur leur lieu de travail et non pas à la population dans son ensemble ni aux expositions quotidiennes. L'absence de données suffisamment solides empêche la plupart du temps de pouvoir évaluer d'autres conclusions de façon sérieuse.

S'agissant des champs électromagnétiques à haute fréquence, les motifs de suspicion se réfèrent notamment à la fécondité, ainsi qu'aux effets génotoxiques éventuels. Toutefois, la prudence est de mise quant à ces affirmations. En effet, les données disponibles se révèlent hétérogènes et bien souvent contradictoires. Par conséquent, il est actuellement impossible de tirer des conclusions sérieuses.

Les activités de recherche

Des recherches sur les champs électromagnétiques sont menées depuis des décennies à l'échelle suisse et internationale. Outre les sujets abordés qui ne permettent pas encore de rendre de jugement final d'un point de vue scientifique, la question qui intéresse principalement les chercheurs est celle de savoir si et comment des champs électromagnétiques de faible intensité (inférieures aux valeurs limites) sont susceptibles de produire un effet sur l'organisme ou sur ses cellules. Jusqu'à présent, aucun mécanisme biologique n'a encore été découvert dans les études portant sur les cellules et les animaux. La présence d'un tel mécanisme contribuerait de façon déterminante à une meilleure interprétation des résultats actuels concernant les différents signes cliniques.

La Confédération avait financé un programme scientifique de quatre ans destiné à mener des recherches sur ces sujets. Celui-ci est désormais achevé. À l'heure actuelle, la Fondation pour la recherche sur l'électricité la communication mobile (FSM) domiciliée à l'EPF de Zurich constitue la seule institution en Suisse qui soutient de façon ciblée la recherche sur les champs électromagnétiques. Toutefois, les chercheurs peuvent également compter à intervalles réguliers sur les moyens fournis par les autorités fédérales et notamment l'OFSP et l'OFEN. De plus, ils s'engagent avec succès dans plusieurs projets internationaux.



Spectre électromagnétique

Là où des particules chargées électriquement (électrons ou ions) sont présentes, des tensions apparaissent. Là où des particules chargées électriquement se déplacent, des courants circulent. Les tensions et les courants génèrent des champs électriques et magnétiques. Nous distinguons en rapport avec les tensions et les courants produits par des équipements techniques notamment trois types de champs: les champs électriques et magnétiques à basse fréquence et les champs électromagnétiques à haute fréquence. Dans notre environnement, ils se révèlent omniprésents et il est impossible, en temps normal, de les percevoir directement d'un point de vue sensoriel.

Le champ électrique à basse fréquence

Les champs électriques trouvent leur origine dans des particules chargées. Plus la différence de charge est grande, plus l'intensité du champ électrique est importante. L'unité de mesure de l'intensité des champs électriques est le volt par mètre (V/m).

La tension du réseau oscille 50 fois par seconde (de + 325 V à - 325 V). La fréquence du courant est donc de 50 hertz (Hz). La fréquence du réseau des chemins de fer est de 16,7 Hz. Les deux fréquences se trouvent dans la gamme la plus basse du spectre électromagnétique et appartiennent donc à la catégorie des basses fréquences.

Les matériaux conducteurs permettent de légèrement blinder les champs électriques. D'un point de vue sanitaire, les champs électriques à basse fréquence sont considérés comme peu problématiques. Les intensités maximales des champs électriques sont mesurées au quotidien au-dessous des lignes à haute tension. A l'intérieur des bâtiments, les champs sont générés notamment par des appareils ménagers, des câbles et des batteries.

Le champ magnétique à basse fréquence

Chaque conducteur de courant génère un champ magnétique dans son environnement. Plus le courant est fort, plus le champ magnétique est important. L'intensité de champ diminue avec la distance par rapport à la ligne. Le champ magnétique est mesuré en ampère par mètre (A/m).

Outre l'intensité des champs magnétiques, l'induction magnétique s'est établie comme une deuxième grandeur de mesure. C'est la différence de flux magnétique dans différents matériaux. Elle est exprimée en microtesla (μT).

Le courant du réseau oscille à 50 Hz comme la de tension. Les fréquences inférieures à quelques dizaines de milliers d'hertz sont appelées «basses fréquences». C'est la raison pour laquelle les champs magnétiques en relation avec des applications électriques sont considérés comme des champs magnétiques à basse fréquence.

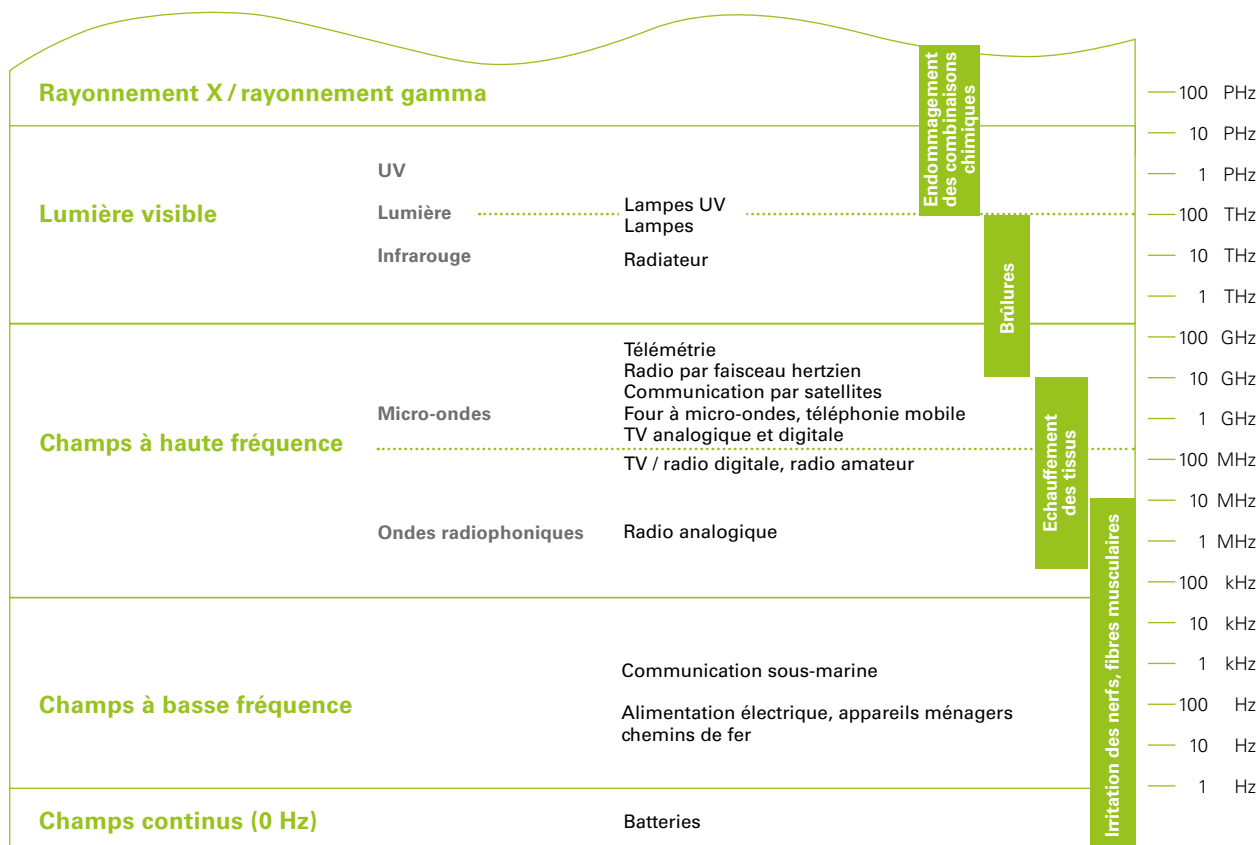
Les champs magnétiques à basse fréquence traversent le corps, les murs et les enveloppes pratiquement sans encombre. Ils sont très difficiles à blinder. Ils disparaissent automatiquement pour les appareils éteints car la plupart des champs magnétiques générés par des équipements techniques sont dépendants du courant.

Le champ électromagnétique

À partir d'une fréquence avoisinant les 30 000 Hz, les champs électromagnétiques donnent lieu à un phénomène spécial qui apparaît de façon prononcée: le champ est en mesure de se rendre indépendant. Il se détache de sa source et peut se «reproduire» librement dans l'espace sous la forme d'une onde électromagnétique. Toutes les applications de radiocommunication reposent sur ce principe.

Les champs électromagnétiques à haute fréquence sont décrits dans les notions relatives au rayonnement. Leur fréquence constitue un aspect du rayonnement. Elle est exprimée par des abréviations d'origine grecque, telles que kilo pour mille, méga pour million, giga pour milliard (100 mégahertz équivalent donc à 100 millions de hertz et à 100 millions d'oscillations par seconde). L'intensité du rayonnement représente un deuxième aspect. Elle est définie par la puissance électrique exprimée en watt (W). La densité surfacique de puissance (W/m^2) constitue l'unité déterminante au regard de l'effet biologique. Elle indique la puissance rayonnée (watt) qui traverse un segment de surface (mètre carré). La densité surfacique de puissance peut être convertie en intensité de champ (V/m par exemple). Elle est également l'unité utilisée par la législation.

Le spectre électromagnétique: domaines, des exemples, des propriétés



Glossaire

V	Volt, unité de mesure de la tension électrique
V/m	Volt par mètre, unité de mesure de l'intensité de champ électrique
A	Ampère, unité de mesure de l'intensité du courant électrique
A/m	Ampère par mètre, unité de mesure de l'intensité de champ magnétique
T	Tesla, unité de mesure de l'induction magnétique
µT	Microtesla, équivaut à un millionième de tesla
Hz	Hertz, nombre d'oscillations par seconde; 1 Hz équivaut à une oscillation par seconde
kHz	1 kilohertz correspond à 1000 Hertz (spécification de fréquence)
MHz	1 megahertz correspond à 1000 kilohertz (spécification de fréquence)
GHz	1 gigahertz correspond à 1000 megahertz (spécification de fréquence)
THz	1 terahertz correspond à 1000 gigahertz (spécification de fréquence)
PHz	1 petahertz correspond à 1000 terahertz (spécification de fréquence)
W	Watt, unité de mesure de la quantité d'énergie par intervalle de temps (puissance)
W/m²	Watt pro m ² , unité de mesure de la densité surfacique de puissance
EMF	Champs électromagnétiques ou «électrosmog»; plage de fréquence: de 0 Hz à 300 GHz
CES	Comité Electrotechnique Suisse
CEI	Commission électrotechnique internationale
CENELEC	Comité européen de normalisation électrotechnique
ICNIRP	Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants
GSM	Système mondial de communication avec les mobiles (Global System for Mobile Communications), norme pour la téléphonie mobile de deuxième génération (2G)
UMTS	Système universel de télécommunication avec les mobiles (Universal Mobile Telecommunications System), norme pour la téléphonie mobile de troisième génération (3G)
LTE	Evolution à long terme (Long Term Evolution), norme pour la téléphone mobile de quatrième génération (4G)
DECT	Télécommunications numériques sans fil améliorées (Digital Enhanced Cordless Telecommunications), norme pour les téléphones sans fil
DAS	Débit d'absorption spécifique. Grandeur physique destinée à mesurer la puissance rayonnée que la tête absorbe lors de l'utilisation du téléphonie et qu'elle transforme en chaleur. Une puissance de 2 watts par kilogramme de poids corporel (W/kg) constitue la limite maximale autorisée.

Adresses complémentaires

Editeur et responsable du contenu

Electrosuisse et FSM – Fondation de recherche sur l'électricité et la communication mobile

Sources des images

S. 5 + 19: ETH Zürich

Copyright

Copies et publications avec donnée de la source souhaitée. Disponible en français, allemand et italien également en format PDF. Jusqu'à 10 exemplaires gratuit; de plus grandes quantités sur demande: www.electrosuisse.ch; en version PDF ou imprimé.

Informations complémentaires

Les organisations suivantes vous informent sur les différents aspects des champs électromagnétiques :

www.esti.admin.ch
www.bafu.admin.ch
www.bakom.admin.ch
www.bag.admin.ch
www.suva.ch
www.mobilfunkstudien.org
www.emf.ethz.ch
www.emf-portal.org
www.icnirp.org
www.izmf.de
www.who.int

Autres brochures d'information de cette série :

«Créer le contact», (Mobilité électrique)
«Energie solaire – évidemment», Photovoltaïque: technique et infrastructure
«LED's go !», Conseils et consignes à propos de l'éclairage LED
«Détendu – grâce à l'efficacité», Une utilisation raisonnable de l'électricité

Indication

La présente brochure a un but purement informatif. Elle a été établie avec le plus grand soin. Aucune garantie n'est donnée quant à son exactitude, son exhaustivité et son actualité. En particulier, elle ne dispense pas de consulter et de respecter les recommandations, normes et prescriptions actuelles. Une responsabilité pour des dommages découlant de la consultation et du respect de ces informations est expressément rejetée (état mai 2015).

Avec le soutien de



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE

www.bfe.admin.ch



www.hager.ch

SATW

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften
Académie suisse des sciences techniques
Accademia svizzera delle scienze tecniche
Swiss Academy of Engineering Sciences

www.satw.ch

Avec le soutien de



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Starkstrominspektorat ESTI
Inspection fédérale des installations à courant fort ESTI
Ispettorato federale degli impianti a corrente forte ESTI
Inspecturat federal d'installaziuns a current ferm ESTI

www.esti.admin.ch



Electrosuisse
Luppenstrasse 1
Postfach 269
CH-8320 Fehraltorf

T +41 44 956 11 11
info@electrosuisse.ch
www.electrosuisse.ch