

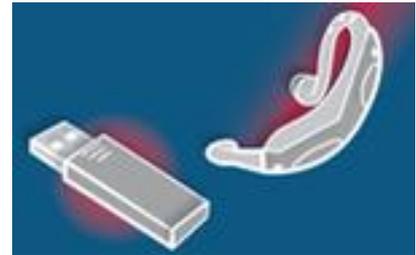


Bluetooth

Date:

25 octobre 2016

Bluetooth est une technologie de communication qui permet de relier divers appareils entre eux au moyen d'une liaison radio. Elle est utilisée pour transmettre des données entre des ordinateurs de bureau, ordinateurs portables, tablettes, smartphones, imprimantes, scanners, caméras vidéo et photo ainsi que d'autres équipements électroniques domestiques et personnels.



Les appareils Bluetooth existent en trois classes de puissance, numérotées 1, 2 et 3, qui se différencient par les puissances d'émission et les portées de transmission (tableau 1).

Tableau 1: Classes de puissance des émetteurs Bluetooth

Classe de puissance	Puissance d'émission de crête (mW)	Puissance d'émission maximale (mW)	Puissance d'émission minimale (mW)	Portée (m)	Indice DAS limite (W/kg)
1	100	76	1	100	0,5
2	2,5	1,9	0,25	40	0,03
3	1	0,8	-	10	0,01

Les appareils Bluetooth des classes 2 et 3 émettent un rayonnement de faible puissance et de portée restreinte. La plupart des équipements utilisés près du corps appartiennent à ces classes de puissance. S'ils sont utilisés à proximité du corps, les émetteurs Bluetooth de la classe 1 peuvent exposer les utilisateurs à des charges de rayonnement comparables à celles de smartphones ou de téléphones mobiles en mode d'émission.

Tous les appareils Bluetooth, quelle que soit leur classe de puissance, respectent les valeurs limites d'émission recommandées au niveau international. Il subsiste encore des incertitudes quant aux effets sur la santé d'une exposition prolongée au rayonnement à haute fréquence ; une exposition de courte durée au rayonnement à haute fréquence émis par les appareils Bluetooth ne présente toutefois aucun risque.

Kit mains libres Bluetooth pour réduire l'exposition au rayonnement des téléphones mobile

Il est recommandé d'utiliser un kit mains libres Bluetooth de la classe de puissance 2 ou 3 afin de réduire l'exposition au rayonnement lors d'une conversation au moyen d'un téléphone mobile. L'oreillette Bluetooth émet un rayonnement beaucoup plus faible que l'appareil téléphonique, ce qui réduit sensiblement l'exposition au niveau de la tête.



Bluetooth (IEEE 802.15) est la première norme créée pour les transmissions vocales ou le transfert de données sur de courtes distances (aussi appelée norme WPAN, pour Wireless Personal Area Network). Très petits, peu coûteux et utilisant peu de courant, les émetteurs Bluetooth ont rapidement équipé de nombreux appareils. Bluetooth permet de transférer des données sur de courtes distances entre des ordinateurs, tablettes et smartphones, leurs périphériques et divers équipements électroniques domestiques.

Applications typiques:

- kits mains libres pour téléphones mobiles ou téléphones sans fil
- téléphones sans fil pour la téléphonie par internet (Voix sur IP, VoIP)
- connexions sans fil d'appareils audio et vidéo, lecteurs MP3 et casques d'écoute
- connexion sans fil entre ordinateurs, imprimantes, souris, caméras numériques, etc.
- connexion avec l'antenne de téléphonie mobile extérieure des voitures
- monitoring des patients dans les hôpitaux
- capteurs de santé et capteurs de forme connectés aux téléphones mobiles

1 Données techniques

Bluetooth fait appel à la transmission radio dans la bande de fréquence réservée ISM (Industrial, Scientific & Medical). Cette plage est libre de droits et identique partout dans le monde (2.4 GHz – 2.4835 GHz ; longueur d'onde : env. 12,5 cm). Elle permet donc aux itinérants d'utiliser leurs équipements sur tous les continents. La technique des sauts de fréquence (1600 sauts par seconde) garantit la qualité, la sécurité des transmissions et l'absence d'interférence avec d'autres appareils. [1]

Les nouveaux modèles Bluetooth introduits ces dernières années offrent des débits de données plus élevés et une sécurité accrue, tout en consommant moins de courant. Malgré une largeur de bande limitée, le Bluetooth Version 2.0 transmet à une vitesse accrue, tandis que le Bluetooth Highspeed Version 3.0 combine la technologie Bluetooth avec la technologie WLAN. Le Bluetooth Version 4.0 est principalement utilisé pour l'informatique vestimentaire (capteurs intégrés dans des habits) et l'internet des objets (commande à distance de l'éclairage, du chauffage ou d'applications de sécurité, compteurs intelligents ou équipements domestiques communiquant par voie électronique). Sa consommation de courant est tellement faible qu'il peut équiper des capteurs de santé et des suiveurs d'activité de très petites dimensions et de faible poids, tout en offrant une très grande autonomie. La version 4.2, dotée du protocole IPv6, offre une connexion internet sûre et autonome, qui permet le contrôle à distance d'un nombre accru d'appareils pourvus de la même technologie, où qu'ils se trouvent dans le monde.

Puissance d'émission

Bluetooth existe en trois classes de puissance et de portée, adaptées aux besoins des différentes applications (tableau 1).



La puissance d'émission effective est la plupart du temps inférieure à la puissance maximale, car l'appareil n'émet qu'à la puissance nécessaire pour que le récepteur puisse recevoir le signal. Le récepteur mesure la puissance d'émission et peut indiquer à l'émetteur qu'il doit, si possible, augmenter ou réduire sa puissance. Cette régulation de la puissance a aussi pour effet de prolonger la durée de vie de la batterie et de réduire les perturbations entre les réseaux Bluetooth.

Tableau 1 : Classes de puissance des émetteurs Bluetooth

Classe de puissance	Puissance d'émission de crête (mW)	Puissance d'émission maximale (mW)	Puissance d'émission minimale (mW)	Portée (m)	Indice DAS limite (W/kg)
1	100	76	1	100	0,5
2	2,5	1,9	0,25	40	0,03
3	1	0,8	-	10	0,01

La puissance d'émission et par conséquent l'exposition au rayonnement ne sont pas constantes. La régulation de la puissance est obligatoire pour les appareils de la classe de puissance 1, facultative pour ceux des classes 2 et 3.

Structure d'émission

Bluetooth utilise différents profils de communication, selon les applications. Chaque appareil ne prend cependant en charge que certains profils, de sorte que deux appareils ne sont compatibles et ne peuvent communiquer entre eux que s'ils ont un profil en commun. Lorsque des appareils Bluetooth dotés du même profil de communication sont à portée l'un de l'autre, une liaison s'établit automatiquement. Jusqu'à huit appareils peuvent être connectés dans le réseau qui se forme ainsi, appelé picoréseau. Ce réseau fonctionne selon le mode maître/esclave : un appareil « maître » gère les connexions avec les appareils « esclaves ».

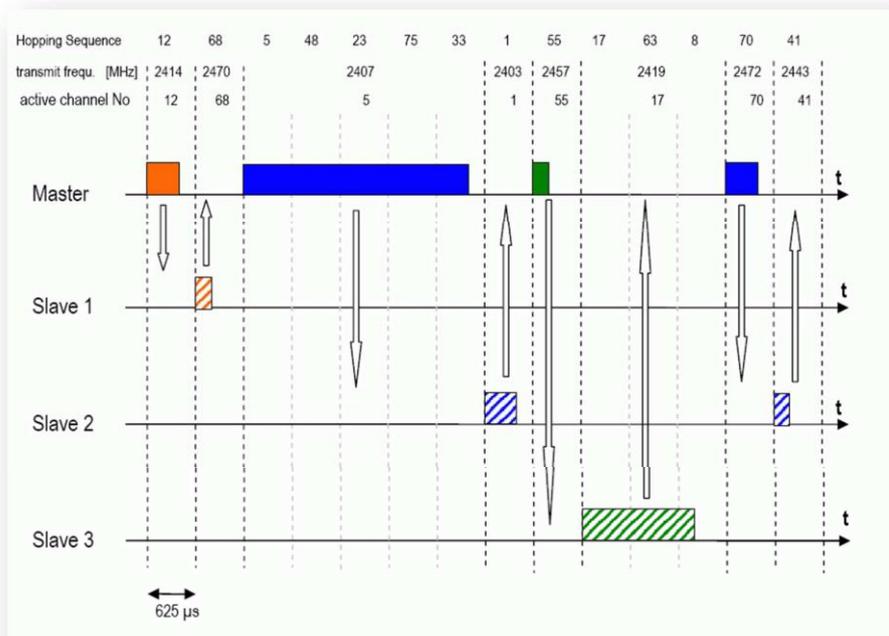


Figure 1 : Illustration d'une structure périodique Bluetooth : le maître transmet via les canaux 12, 5, 55 et 70, les esclaves via les canaux 68, 1, 17 et 41. Dans les canaux 5 et 17, la transmission de grands paquets de données se fait sur respectivement cinq et trois périodes. Le taux d'utilisation des différents intervalles de temps varie en fonction de la taille des paquets de données (Source de l'image: [2])



Lorsqu'il n'y a pas d'échange de données, les esclaves n'émettent pas et ne reçoivent que sporadiquement; le maître envoie en revanche régulièrement (p. ex. une fois par seconde) des balises (beacon) pour permettre à ses esclaves de rester synchronisés.

Champs magnétiques de basse fréquence des appareils Bluetooth :

Les appareils Bluetooth n'utilisent du courant que lors de l'envoi ou de la réception de données, ce qui active et désactive à chaque fois la batterie. Cela génère des champs magnétiques de basse fréquence, compris entre 1 Hz (émission des balises) et quelques milliers de Hz.

2 Mesure de l'exposition

La charge de rayonnement à haute fréquence subie par l'utilisateur se mesure en déterminant la quantité d'énergie absorbée dans le corps par unité de temps (s) et unité de poids (kg). Cette charge est indiquée par l'indice de débit d'absorption spécifique (indice DAS), dont l'unité est le Watt par kilogramme (W/kg).

L'indice DAS est la référence pour les appareils Bluetooth utilisés près du corps. Pour les appareils plus distants, le champ électrique est également un indicateur pertinent.

Les indices DAS et les champs électriques de quelques applications Bluetooth ont été mesurés dans le cadre d'une étude commandée par l'OFSP [3, 4] ; les appareils suivants ont été testés :

- deux clés USB Bluetooth des classes de puissance 1 et 2, testées à leur débit et puissance d'émission maximums,
- agenda électronique (assistant numérique personnel, PDA) de la classe de puissance 2,
- deux modèles de kits mains libres de la classe de puissance 3 (détermination de l'indice DAS uniquement).



Figure 2 : Dispositif de mesure de l'indice DAS. A gauche, fantôme anthropomorphe sous forme de table, avec le robot de positionnement de la sonde ; à droite : fantôme anthropomorphe avec émetteur Bluetooth. Source de l'image : [3].

Indice DAS

Des mesures ont été effectuées en différents points d'un fantôme anthropomorphe simulant les propriétés d'un corps humain (figure 2). Les indices DAS obtenus ont tous été inférieurs à la valeur limite de 2 W/kg recommandée par la CIPRNI (Commission internationale de la protection contre le rayonnement non ionisant) (tableau 2) [5].



Tableau 2 : Indices DAS d'appareils Bluetooth des classes de puissance 1, 2 et 3

	Classe de puissance	DAS (W/kg)
Clé USB Bluetooth	1	0,466
Clé USB Bluetooth	2	0,0092
Agenda électronique	2	0,01
Kits mains libres	3	0,00117 - 0,00319

Champ électrique

La figure 3 montre l'intensité du champ électrique à proximité de clés USB Bluetooth utilisées à leur puissance d'émission maximale. On voit que le champ électrique diminue rapidement avec la distance: les intensités mesurées à 20 cm des appareils étaient déjà respectivement 20 et 150 fois inférieures à la valeur limite de 61 V/m recommandée par la CIPRNI [5].

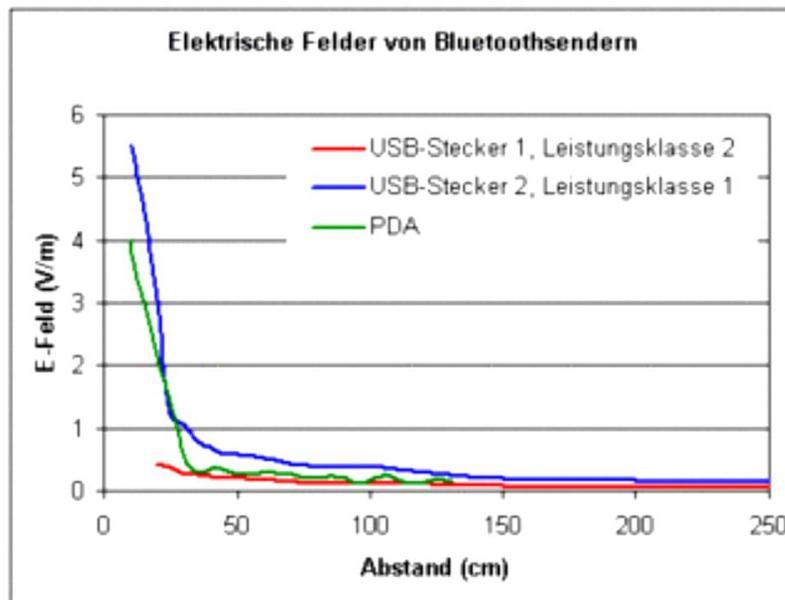


Figure 3 : Champs électriques (Champ E) de deux clés USB Bluetooth de classes de puissance différentes et d'un PDA, en fonction de la distance. L'intensité du champ diminue très rapidement avec la distance. Les mesures ont été effectuées avec les émetteurs utilisés à leur puissance d'émission maximale [3, 4].

Normalement, l'émetteur Bluetooth diminue la puissance d'émission lorsque la liaison entre les appareils est bonne, afin d'économiser de l'énergie et d'éviter les interférences avec d'autres appareils. Les valeurs de champ électrique et d'indice DAS sont ainsi encore plus faibles.



3 Effets sur la santé

Selon les connaissances actuelles et d'après les mesures d'exposition disponibles, le rayonnement à haute fréquence des réseaux Bluetooth est trop faible pour être absorbé à une dose provoquant une augmentation de la température corporelle, signe d'un effet aigu sur la santé.

Champs électromagnétiques de haute fréquence

En 2011, le Centre international pour la recherche sur le cancer (CIRC) a déclaré les champs électromagnétiques de haute fréquence comme « peut-être cancérigènes pour l'homme » (groupe 2B) [6]. Cette déclaration est toutefois uniquement fondée sur des études qui indiquent un possible lien entre l'utilisation de téléphones mobiles ou téléphones sans fil et l'apparition de tumeurs cérébrales. Le CIRC juge les données disponibles limitées, car ces études présentent des défauts en ce qui concerne la méthodologie et l'estimation de la durée de l'exposition. En ce qui concerne d'autres maladies ou symptômes, aucun lien avec l'exposition au rayonnement dû aux téléphones mobiles et téléphones sans fil n'a pu être établi. De plus, le CIRC n'a pu observer aucune corrélation entre les effets sur la santé et le rayonnement à haute fréquence généré par d'autres appareils, comme ceux qui utilisent la technologie Bluetooth. Des effets à court terme ne sont pas à craindre, car les valeurs limites actuelles protègent contre les dommages aigus.

Effets sur le nerf auditif

Différentes études sur des animaux ont montré que le rayonnement électromagnétique d'émetteurs Bluetooth n'avait pas d'effet sur l'oreille interne ni sur les fonctions auditives. De même, des essais sur des êtres humains ont montré que l'activité du nerf auditif n'était pas significativement modifiée sous l'effet d'émetteurs Bluetooth [7, 8].

4 Dispositions légales

En tant qu'installations terminales de télécommunication, les appareils Bluetooth sont soumis à l'ordonnance sur les installations de télécommunication [9]. Celle-ci indique quelles normes techniques peuvent être utilisées pour évaluer le rayonnement électromagnétique. Il s'agit de normes publiées par le Comité européen de normalisation électrotechnique (CENELEC) [10 et 11-13], qui décrivent les procédures à suivre pour mesurer le rayonnement de différents appareils.



5 Bibliographie

1. BAKOM, Faktenblatt Wireless Local Area Networks (WLAN) & Radio Local Area Networks (RLAN), 17.3.2006
2. Forschungsvorhaben Bestimmung der Exposition bei Verwendung kabelloser Übermittlungsverfahren in Haushalt und Büro. Abschlussbericht.
3. Kramer A. et al. Development of Procedures for the Assessment of Human Exposure to EMF from Wireless Devices in Home and Office Environments. 2005. IT'IS Bericht.
4. Kühn S et al. Development of Procedures for the EMF Exposure Evaluation from Wireless Devices in Home and Office Environments. Supplement 1: Close-to-Body and Base Station Wireless Data Communication Devices. 2006. IT'IS Bericht.
5. ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), Health Physics 74, (4): 494-522; 1998.
6. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 102, 2012, Non-ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields.
7. Yildirim G et.al. Effects of electromagnetic fields formed by bluetooth on hearing (2013) Journal of International Advanced Otology, 9 (1), pp 61-70.
8. Mandalà M. et al., Effect of bluetooth and mobile phone electromagnetic fields on the human auditory nerve (2014) Laryngoscope, 124 (1), pp. 255-259.
9. Verordnung über Fernmeldeanlagen (SR 784.101.2 – FAV) vom 1.1.2015.
10. EN 50401:2006, Product standard to demonstrate the compliance of fixed equipment for radio transmission (110 MHz — 40 GHz) intended for use in wireless telecommunication networks with the basic restrictions or the reference levels related to general public exposure to radio frequency electromagnetic fields, when put into service
11. CENELEC. EN SN 50360: 2013-01 Product standard to demonstrate the compliance of mobile telephones with basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (300 MHz - 3 GHz). Deutsche Fassung EN 50360:2001 + Cor.:2006 + A1:2012.
12. DIN EN 62209-1:2007-03. Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Human models, instrumentation, and procedures - Part 1: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for hand-held devices used in close proximity to the ear (frequency range of 300 MHz to 3 GHz) (IEC 62209-1:2005); German version EN 62209-1:2006.
13. IEC. 62209-2:2010 Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Human models, instrumentation, and procedures - Part 2: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for wireless communication devices used in close proximity to the human body (frequency range of 30 MHz to 6 GHz).

Service technique et d'information sur les rayonnements non-ionisants

Office fédéral de la santé publique OFSP

emf@bag.admin.ch