



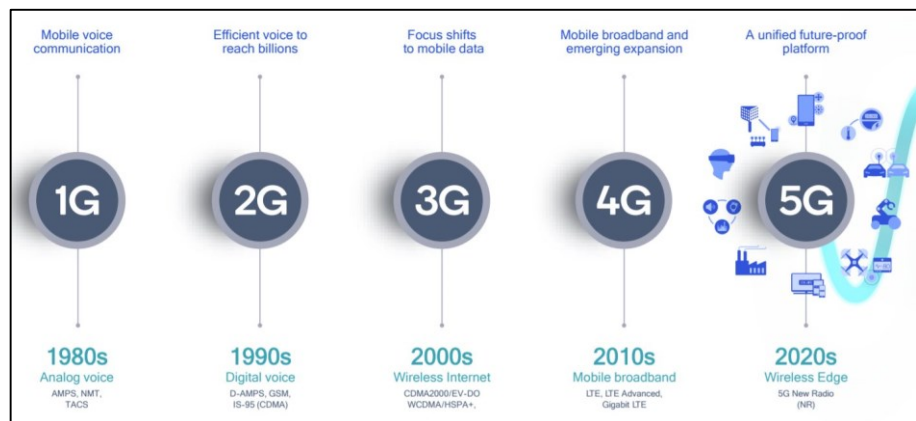
GLOSSAIRE, ASPECTS TECHNIQUES ET ABRÉVIATIONS en corrélation avec la 5G

Note : ce Glossaire non exhaustif regroupe des définitions et abréviations couramment employées dans divers domaines liés à la 5G (termes techniques, études scientifiques, organisations...). Les informations sont issues de différentes sources afin de livrer les meilleures précisions possibles et d'apporter un éclairage sur des notions parfois complexes.

5G

En télécommunications, depuis les années 1980, avec l'adoption de la téléphonie sans fil de 1ère génération (1G), se sont succédées: la 2G (1991, premiers SMS), la 3G (2001, premières vidéos), et la 4G (2009, Internet haut débit). La 5G est donc la cinquième génération des standards pour la téléphonie mobile, avec un débit ultra performant, une diminution importante du temps de latence et une grande fiabilité. Un large réseau d'antennes permet que les connexions téléphoniques sans fil aient lieu presque partout, en complément des réseaux filaires qui permettent eux, une connexion câblée à internet (ADSL, fibre optique...).

Cependant, la technologie 5G a été conçue pour un usage beaucoup plus vaste que la téléphonie mobile : réalité virtuelle, opérations chirurgicales à distance, véhicules autonomes, connexion d'objets électroménagers (Internet des objets), etc.



5G-PPP : 5G Public Private Partnership

Le Partenariat Public-Privé d'Infrastructure 5G (PPP 5G) est une initiative conjointe entre la Commission Européenne et l'industrie européenne des TIC (fabricants de TIC, opérateurs de télécommunications, prestataires de services, PME et institutions de recherche), qui a pour tâche de mutualiser les efforts de différents organismes et de partenaires du privé.

Le 5G PPP ne succède pas au consortium 3GPP dont la finalité est d'assurer une coopération entre organismes régionaux de standardisation des télécommunications. Celui-ci a notamment permis à des normes pour les réseaux mobiles de troisième et de quatrième génération d'éclore. C'est cette organisation qui devrait également assurer la standardisation de la 5G comme il l'a déjà fait pour le LTE-A (LTE Advanced), la véritable norme de quatrième génération.

Cette initiative européenne (la 5G PPP Association) vise à définir un cadre technologique pour les communications mobiles de cinquième génération qu'elle va tenter d'imposer à l'échelle mondiale. Son but est de renforcer l'industrie européenne afin de rivaliser sur les marchés mondiaux et ouvrir de nouvelles opportunités d'innovation. Le PPP 5G fournira des solutions, des architectures, des technologies et des normes pour les infrastructures de communication omniprésentes dans la prochaine décennie. Le défi pour le PPP 5G est de garantir le leadership de l'Europe dans les domaines des villes intelligentes, de la santé en ligne, des transports intelligents, de l'éducation ou encore dans le divertissement et les médias.



AFSSET : Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail

L'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET) a fusionné au 1^{er} juillet 2010 avec l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA) pour former l'Agence Nationale chargée de la Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES). L'AFSSE créée en 2001, est devenue AFSSET en 2005 du fait de l'élargissement de ses missions au champ de la santé au travail. Elle a pour but d'assurer la protection de la santé humaine dans les milieux concernés.

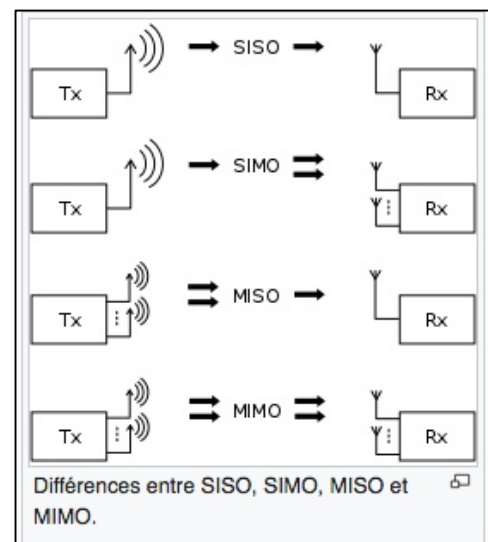
ANFR : Agence Nationale des Fréquences

Gère l'ensemble des fréquences radioélectriques en France. Cette ressource rare et stratégique, utilisée pour toutes les communications sans fil, appartient au domaine public de l'État qui en a confié la gestion à l'ANFR. À ce titre, elle a pour mission de négocier, au niveau international, les futurs usages des bandes de fréquences et de défendre les positions françaises. Elle autorise également toutes les implantations de sites d'émission (>5 watts) sur le territoire et s'assure du respect des limites d'exposition du public aux ondes. Enfin, elle contrôle l'utilisation des fréquences et assure une bonne cohabitation de leurs usages par l'ensemble des utilisateurs.

<https://www.anfr.fr>

ANTENNE MIMO (dite "Intelligente") : Multiple-Input Multiple-Output ou MI ("entrées multiples, sorties multiples" en français)

Technique de multiplexage utilisée dans les radars, réseaux sans fil et les réseaux mobiles permettant des transferts de données à plus longue portée et avec un débit plus élevé qu'avec des antennes utilisant la technique SISO (Single-Input Single-Output). Alors que les anciens réseaux Wi-Fi ou les réseaux GSM standards utilisent une seule antenne au niveau de l'émetteur et du récepteur, MIMO utilise plusieurs antennes tant au niveau de l'émetteur (par exemple un routeur) que du récepteur (par exemple un PC portable ou un smartphone).



ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail.

Établissement public à caractère administratif placé sous la tutelle des ministères chargés de la Santé, de l'Agriculture, de l'Environnement, du Travail et de la Consommation. L'ANSES assure des missions de veille, d'expertise, de recherche et de référence sur un large champ couvrant la santé humaine, la santé et le bien-être animal ainsi que la santé végétale. Elle offre une lecture transversale des questions sanitaires en évaluant les risques et les bénéfices sanitaires, souvent au prisme des sciences humaines et sociales. Ses missions de veille, de vigilance et de surveillance permettent de nourrir l'évaluation des risques (chimiques, biologiques, physiques...) auxquels un individu peut être exposé, volontairement ou non, à tous les âges et moments de sa vie, qu'il s'agisse d'expositions au travail, pendant ses transports, ses loisirs, ou via son alimentation. L'ANSES assure par ailleurs l'évaluation de l'efficacité et des risques des

médicaments vétérinaires, des produits phytopharmaceutiques, matières fertilisantes, supports de culture et de leurs adjuvants, ainsi que des biocides, afin de délivrer les autorisations de mise sur le marché. Elle réalise également l'évaluation des produits chimiques dans le cadre de la réglementation REACh. Plusieurs catégories d'acteurs peuvent saisir l'ANSES : l'État, les parties prenantes représentées à son conseil d'administration, les syndicats. L'Agence peut par ailleurs s'autosaisir lorsqu'elle le juge nécessaire. Elle est chargée de l'évaluation de l'impact sanitaire associé au déploiement de la 5G.

<https://www.anses.fr/fr>

ARCEP : Autorité de Régulation des Communications Electroniques, des Postes et de la distribution de la Presse.

Autorité administrative indépendante (AAI) chargée d'assurer la régulation des secteurs des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse. L'Arcep est indépendante des acteurs économiques et du pouvoir politique. Architecte et gardien des réseaux d'échanges internet, fixes, mobiles, postaux et désormais chargée de moderniser la distribution de la presse, elle œuvre pour que ces réseaux se développent comme un « bien commun ».

<https://www.arcep.fr/larcep.html>

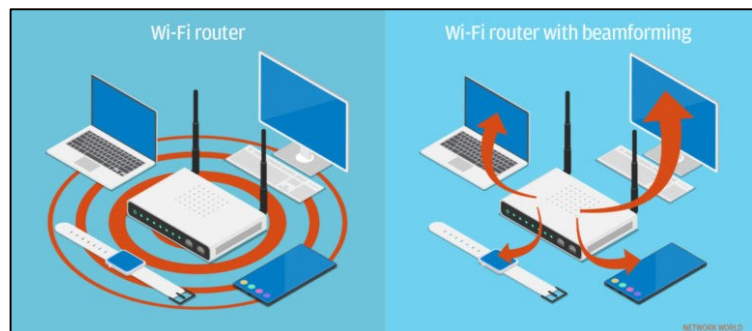
ARIASE

Entreprise privée (une marque de la société *Bemove*), courtier spécialisé en offres Internet et forfaits mobiles. Son métier est d'accompagner les particuliers dans la recherche d'un abonnement adapté à leur besoin et à leur budget. En ligne depuis octobre 2002, Ariase.com est un portail web dédié aux opérateurs et aux offres télécoms dont l'ambition est de répondre aux questions que les internautes se posent sur les fournisseurs d'accès et les technologies. Pour atteindre ces objectifs, l'équipe Ariase développe ses propres outils gratuitement, accessibles en ligne.

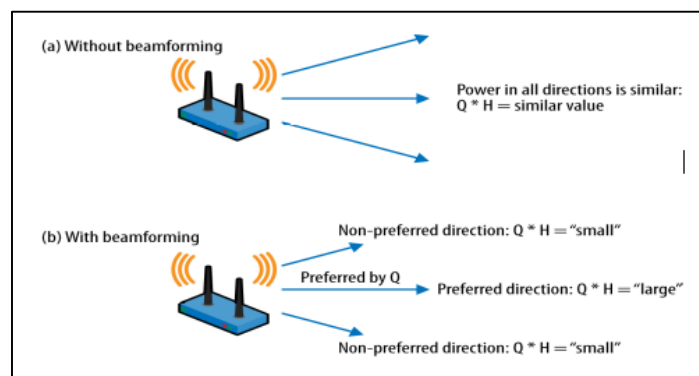
<https://www.ariase.com>

BEAMFORMING (ou focalisation)

Aussi appelé « filtrage spatial », « formation de faisceaux » ou « formation de voies », le beamforming exploite les ondes électromagnétiques pour améliorer la précision des connexions WiFi et 5G, stimule la puissance du signal et élimine les zones mortes. La technique consiste à détecter un récepteur (smartphone, ordinateur...) puis focaliser un signal



sans fil vers ce dispositif de réception spécifique. Pour cela il réduit les niveaux de puissance dans d'autres directions, au lieu de diffuser ce signal dans toutes les directions à partir d'une antenne radio, comme c'est habituellement le cas. La connexion, plus directe, est plus rapide et plus fiable qu'elle ne le serait sans formation de faisceau. En concentrant un signal dans une direction spécifique, le beamforming permet d'envoyer un signal de meilleure qualité au récepteur. Cela signifie en pratique que le transfert d'information sera plus rapide et moins sujet aux erreurs, et ce, sans avoir besoin d'augmenter la puissance de diffusion. Le beamforming est en quelque sorte le Graal des réseaux sans fil et l'objectif qu'ambitionnent la plupart des techniques visant à améliorer les communications sans fil. De plus, étant donné que l'on ne diffuse le signal que dans les directions où l'on a besoin de le diffuser, le beamforming peut réduire les interférences subies par les personnes qui essaient de capter d'autres signaux.



Les limites du beamforming concernent principalement les ressources de calcul dont il a besoin. Il y a beaucoup de situations où le temps et les ressources de puissance requis par les calculs de formation de faisceau finissent par rendre ses avantages nuls. Mais l'amélioration continue de la puissance et de l'efficacité des processeurs fait que

les techniques de beamforming sont devenues suffisamment abordables pour être intégrées dans les équipements de réseaux grand public.

Jusqu'à présent, c'est sur les réseaux WiFi locaux que l'on avait le plus de chance d'être confronté au beamforming. Mais, avec le déploiement des réseaux 5G, cette situation est sur le point de changer. La 5G utilise des radiofréquences dans la bande des 30 à 300 GHz. Si ces fréquences peuvent transmettre les données beaucoup plus rapidement, elles sont aussi beaucoup plus sensibles aux interférences et elles ont plus de difficultés à traverser les objets physiques. De nombreuses technologies sont nécessaires pour surmonter ces problèmes, y compris en diminuant la taille des cellules, en augmentant massivement la couverture MIMO, notamment par la multiplication du nombre d'antennes sur les stations 5G. Et, bien sûr, avec le beamforming. Si la 5G décolle comme l'espèrent les opérateurs, le jour viendra où nous utiliserons tous les jours le beamforming, sans le savoir.

BIOINITIATIVE (Rapports)

Groupement de scientifiques internationaux, dont la première publication est le « Rapport BioInitiative » d'Août 2007 qui vise à donner des « *Arguments pour des seuils de protections du public fondés sur les effets biologiques des rayonnements électromagnétiques (EBF et MO)* ». Il rassemble dans 610 pages, plus de 1.500 conclusions concordantes au terme de plusieurs années d'études et d'analyses scientifiques internationales (7000 études sur le sujet), et démontre la dangerosité des champs électromagnétiques (basses fréquences, radio-fréquences, Wi-Fi...). Validé et soutenu par l'Agence Européenne de l'Environnement ainsi que par le Parlement Européen, il fait donc autorité en Europe en matière d'ondes électromagnétiques et leurs effets sur la santé, mais ne fait pourtant pas l'unanimité auprès des législateurs (certaines normes nationales restent dramatiquement trop élevées, en France notamment) et reste controversé au même titre que beaucoup d'autres études scientifiques sur le sujet. En Décembre 2012 le rapport est amélioré : 29 scientifiques internationaux compilent 1800 nouvelles études scientifiques qui démontrent que les utilisateurs de téléphones portables, les futurs parents, les jeunes enfants et les femmes enceintes sont exposés à un risque particulier. Ils considèrent que les études scientifiques des 5 années passées montrent que la situation s'est empirée depuis 2007. Dans le même temps, l'exposition quotidienne aux champs électromagnétiques a significativement augmentée.

BLUETOOTH

Norme de communication permettant l'échange bidirectionnel de données à très courte distance en utilisant des ondes radio UHF sur une bande de fréquence de 2,4 GHz. Sa destination est de simplifier les connexions entre les appareils électroniques en supprimant des liaisons filaires.

CEM/EMF : Champs Electromagnétiques / Electromagnetic Fields

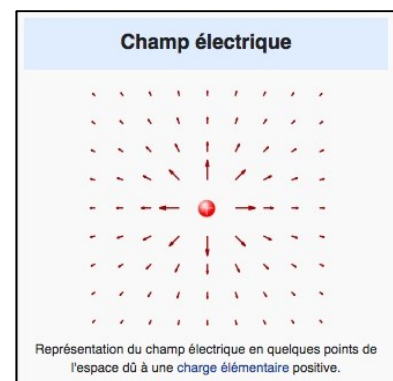
(voir à Champ Electromagnétique).

CES : Comité d'Experts Spécialisés (rapports ANSES)

CHAMP ELECTRIQUE

Un champ électrique est provoqué par des particules chargées électriquement et se mesure en Volts par mètre (V/m). L'intensité du champ diminue à mesure qu'augmente la distance à sa source. Un champ électrique statique (appelé également champ électrostatique) est un champ électrique qui ne varie pas avec le temps (fréquence de 0 Hz). Les champs électriques statiques sont générés par des charges électriques qui sont fixes dans l'espace. Ils diffèrent des champs qui varient au fil du temps, tels que les champs électromagnétiques générés par les appareils utilisant du courant alternatif (AC) ou par les téléphones mobiles, etc.

En physique, le champ électrique est le champ vectoriel créé par des particules électriquement chargées. Plus précisément, en présence d'une particule chargée, les propriétés locales de l'espace sont modifiées, ce que traduit justement la notion de champ. Si une autre charge se trouve dans ce champ, elle subira l'action de la force électrique exercée à distance par la particule : le champ électrique est en quelque sorte le « médiateur » de cette action à distance.



Représentation du champ électrique en quelques points de l'espace dû à une charge élémentaire positive.

CHAMP ELECTROMAGNETIQUE (CEM ou Champ EM) / ELECTROMAGNETIC FIELDS (EMF)

Les champs électromagnétiques sont une combinaison de champs électrique et magnétique. Ils sont générés naturellement ou à cause d'activités humaines.

Les champs naturels sont, par exemple, le champ magnétique terrestre (CMT) statique auquel nous sommes constamment exposés, les champs électriques provoqués par les charges électriques dans les nuages ou par l'électricité statique produite quand deux objets sont frottés l'un contre l'autre, ou encore les champs électriques et magnétiques provoqués soudainement par la foudre, etc. Ces champs électriques et magnétiques terrestres sont des champs continus générés par les charges électriques présentes dans l'atmosphère (champ électrique), ou par les courants magmatiques, l'activité solaire et atmosphérique (champ magnétique). Ces champs sont de l'ordre de 100 à 150 V/m pour le champ électrique atmosphérique (il peut atteindre 20 000 V/m sous un orage).

Les champs électromagnétiques d'origine humaine (artificiels) sont par exemple générés par des sources de fréquence extrêmement basse, telles que les lignes électriques, les câblages et les appareils électroménagers, de même que par des sources de plus haute fréquence comme les ondes radio, les ondes de télévision et, plus récemment, celles des téléphones portables et de leurs antennes.

Par extension, un rayonnement électromagnétique est l'action d'un appareil émettant un champ électromagnétique, comme une antenne relais par exemple. Pour mesurer le rayonnement, on utilise un radiomètre, qui quantifie la puissance d'un rayonnement électromagnétique frappant par unité de surface perpendiculaire à sa direction (le terme scientifique est "l'éclairement énergétique" ou "irradiance"). Dans le système international d'unités, elle s'exprime en watts par mètre carré (W/m^2) mais on peut aussi le convertir en W/cm^2 .

Exemple : la radiation du soleil reçue par la terre se mesure. Ce rayonnement a une puissance moyenne de $1361 W/m^2$.

Dans le cas d'une antenne relais, les variations de puissance de rayonnement dépendent de plusieurs paramètres :

- Le réglage de la puissance maximum d'émission : la puissance d'émission maximum est ajustée au départ par l'opérateur de téléphonie mobile en fonction de l'étendue de la couverture souhaitée et des contraintes locales.
- Le nombre de communications simultanées sur cette même antenne relais : plus l'antenne a de communications à gérer en simultanée plus elle émet fortement. Donc plus il y a d'opérateurs utilisant une même antenne, plus celle-ci émet fortement.
- Le type de communication (communication téléphonique ou accès internet) : un accès internet (comme 4G ou 5G) nécessite plus de débit et de puissance d'émission qu'un simple appel téléphonique au niveau d'un smartphone mais également au niveau de l'antenne relais.
- Le niveau de réception de chacun des utilisateurs : plus le niveau de réception d'un utilisateur est mauvais (zone mal couverte) plus le smartphone doit émettre fortement pour communiquer avec l'antenne relais. De même, l'antenne relais est également obligée d'émettre plus fortement pour communiquer avec le smartphone. L'antenne relais est capable d'ajuster le niveau de puissance émis indépendamment pour chacun des utilisateurs.

Concernant la 5G, les mesures de David BRUNO (expert en ondes électromagnétiques) sur le terrain montrent que les antennes relais 5G dans la bande 3,5 GHz (3,4 à 3,8 GHz) émettront à elles seules des rayonnements électromagnétiques deux fois plus forts que la somme des antennes relais des technologies 2G, 3G et 4G réunies ($16029 W$ pour 2G+3G+4G contre $31600 W$ pour la 5G). S'ajoutent d'autres bandes de fréquences (5G) prévues et qui restent à tester (700 MHz et 26 GHz). Pour lui, les riverains proches des antennes relais seront exposés dans un futur proche à des niveaux de densité de puissance en W/m^2 , au minimum 3 fois supérieurs à ceux d'aujourd'hui.

CHAMP MAGNETIQUE TERRESTRE (CMT)

Dans tout l'espace, autour et à l'intérieur de la Terre se trouve un champ magnétique. Plusieurs phénomènes naturels ou artificiels se somment et constituent le champ magnétique total, qui varie constamment selon les variations des sources qui le génèrent. Ecran protecteur contre les particules à haute énergie en provenance du cosmos, le champ magnétique est fortement affecté par les événements de météo de l'espace, qui peuvent perturber tous les systèmes technologiques terrestres. Son étude permet de comprendre tout autant la structure et la dynamique interne de la Terre que les phénomènes qui se produisent dans la haute atmosphère et dans l'espace.

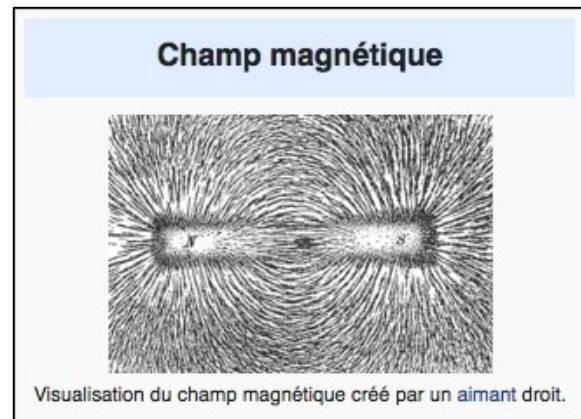
- **GÉODYNAMO** : Le champ magnétique de la Terre est en premier lieu généré à l'intérieur de la Terre, par l'effet de dynamo dû aux mouvements de convection dans le noyau terrestre, composé à 90% de fer liquide. Ces mouvements sont générés par le refroidissement progressif du noyau et de la graine solide située au centre de la Terre. Il en résulte un champ magnétique dipolaire, incliné d'environ 10° par rapport à l'axe de rotation de la Terre.
- **LITHOSPHERE** : Une petite partie du champ magnétique terrestre provient des roches aimantées de la croûte terrestre. L'analyse de l'aimantation des roches des fonds océaniques a notamment permis de mettre en évidence les inversions des pôles, qui se produisent environ une fois par million d'années.

CHAMPS MAGNETIQUES

L'intensité d'un champ magnétique est mesurée en Gauss (G) ou en Tesla (T). L'intensité du champ diminue à mesure qu'augmente la distance à sa source.

Les champs magnétiques statiques sont des champs magnétiques qui ne varient pas avec le temps (fréquence de 0 Hz). Ils sont générés par un aimant ou par un flux constant d'électricité, par exemple dans les appareils utilisant du courant continu (DC). Ils diffèrent des champs qui varient au fil du temps, tels que les champs électromagnétiques générés par les appareils utilisant du courant alternatif (AC) ou par les téléphones mobiles, etc.

En physique, dans le domaine de l'électromagnétisme, le champ magnétique est une grandeur ayant le caractère d'un champ vectoriel, c'est-à-dire caractérisée par la donnée d'une norme, d'une direction et d'un sens, définie en tout point de l'espace et permettant de modéliser et quantifier les effets magnétiques du courant électrique ou des matériaux magnétiques comme les aimants permanents. La présence du champ magnétique se traduit par l'existence d'une force agissant sur les charges électriques en mouvement (dite force de Lorentz) et par divers effets affectant certains matériaux (diamagnétisme, paramagnétisme, ferromagnétisme, etc.). La grandeur qui détermine l'interaction entre un matériau et un champ magnétique est la susceptibilité magnétique. Les différentes sources de champ magnétique sont les aimants permanents, le courant électrique (c'est-à-dire le déplacement d'ensemble de charges électriques), ainsi que la variation temporelle d'un champ électrique (par induction électromagnétique).



CIRC/IARC : Centre International de Recherche sur le Cancer / International Agency for Research on Cancer

Agence intergouvernementale de recherche sur le cancer, créée en 1965 par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) des Nations unies. Depuis 2003, le centre fait partie du Cancéropôle Lyon-Auvergne-Rhône-Alpes (CLARA). Les principaux États qui financent le CIRC en 2015 sont: Allemagne, Australie, Autriche, Belgique, Brésil, Canada, Danemark, Espagne, États-Unis d'Amérique, Fédération de Russie, Finlande, France, Inde, Irlande, Italie, Japon, Maroc, Norvège, Pays-Bas, Qatar, République de Corée, Royaume-Uni, Suède, Suisse et Turquie.

COURANT VAGABOND

Un courant vagabond (ou courant parasite) est un courant électrique généralement de faible valeur qui circule de façon non maîtrisée dans les milieux et matériaux conducteurs (terre, tuyaux en métal, acier du béton armé des bâtiments, etc.) autres que les installations prévues à cet effet (fil, câble, etc.). La définition exclut les courants éphémères (court-circuit), qui peuvent être générés par le dysfonctionnement soudain d'un appareil, ainsi que le courant tellurique.

DAS : Débit d'Absorption Spécifique

Il représente le débit avec lequel l'énergie produite par un équipement, par exemple un téléphone mobile, est absorbée par l'organisme. Le DAS (SAR en anglais) est mesuré sur l'ensemble du corps ou sur une partie et s'exprime en watts par kilogramme (W/kg). L'absorption de champs

électromagnétiques entraîne une élévation de température des tissus dans le corps (effet thermique : l'oreille qui chauffe lors d'un appel mobile), d'où la nécessité d'établir pour la santé, des normes de protection aux appareils. Au sein de l'Union européenne, la limite de DAS pour la "tête" et le "tronc" est de 2 W/kg, pour les "membres" de 4 W/kg, pour 10 grammes de tissu durant une exposition de 6 minutes. Pour l'exposition de l'intégralité du corps humain, le seuil du DAS corps entier est de 0,08 watt/kg.

DFA : Desserte par Fibre de l'Abonné

Technologie de raccordement d'un particulier à la fibre optique.

EBF/ELF : Extrêmement Basse Fréquence / Extremely Low Frequency

Bande de rayonnement électromagnétique (radiofréquences) comprise entre 3 et 30 Hz (longueur d'onde de 100 000 à 10 000 km).

EFFET THERMIQUE/NON THERMIQUE

Dans le domaine de l'exposition aux champs électromagnétiques, on distingue les effets thermiques et les effets non thermiques.

Lorsque nous sommes exposés aux rayonnements radiofréquences, notre corps absorbe une certaine quantité d'énergie. Celle-ci dépend de divers facteurs, dont l'intensité du rayonnement à l'endroit où nous nous trouvons, sa fréquence, la taille et l'orientation du corps par rapport à la direction de propagation du rayonnement, etc. Cette absorption d'énergie peut produire une élévation de température qui résulte du "frottement" entre les molécules qui constituent les tissus de l'organisme. Cet effet dit "thermique" est connu de longue date. Il est d'ailleurs utilisé dans les fours à micro-ondes pour chauffer les aliments ainsi que dans certaines thérapies médicales (certaines physiothérapies). Pour les tissus les plus sensibles (présents par exemple dans l'œil), un échauffement de l'ordre de 1 à 2°C peut avoir des conséquences irréversibles.

Les effets "non thermiques" (ou "athermiques") sont tout effet sans lien avec l'échauffement pouvant résulter de l'interaction des champs électromagnétiques sur un organisme biologique. Ces effets ne provenant pas d'une augmentation de la température, peuvent résulter d'une interaction électrique, magnétique ou électromagnétique. Les effets "non thermiques" ne sont pas facile à déterminer et font débat entre les scientifiques. On peut noter de possibles influences sur la production d'hormones, les gènes, l'immunité, la production des protéines, etc.

FCC : Federal Communications Commission

La Commission Fédérale des Communications est une agence indépendante (c'est à dire qui n'est rattachée à aucun département exécutif fédéral du gouvernement des États-Unis) créée par le Congrès américain en 1934. Elle est chargée de réguler les télécommunications ainsi que les contenus des émissions de radio, télévision et Internet. La plupart des responsables de commission (commissaires) sont nommés par le président des États-Unis.

<https://www.fcc.gov/>

FFTe : Fédération Française des Télécoms

Créée le 24 septembre 2007, la FFTélécoms est une association régie par la loi de 1901 qui réunit les opérateurs de télécommunications en France. Elle est présidée depuis le 15 juin 2020 par Nicolas Guerin, qui succède à Arthur Dreyfuss, Secrétaire Général d'Altice France/SFR.

<https://www.fftelecoms.org/>

FIBRE OPTIQUE/FTTH : Fiber To The Home (Fibre optique jusqu'au domicile)

Réseau de télécommunications physique terrestre qui permet notamment l'accès à internet à très haut débit et dans lequel la fibre optique se termine au domicile de l'abonné. En 2018, les réseaux FTTH commerciaux peuvent atteindre jusqu'à 10 Gbit/s, contre un maximum de 20 Mbit/s en ADSL 2+ et 100 à 200 Mbit/s en VDSL2. Ils permettent également une meilleure latence, l'absence de sensibilité aux perturbations électromagnétiques, et un débit stable pour des lignes jusqu'à environ 30 km de longueur. Le coût de déploiement de la fibre optique est cependant évoqué comme contrainte. Une fibre optique est un fil dont l'âme, très fine, en verre ou en plastique, à la

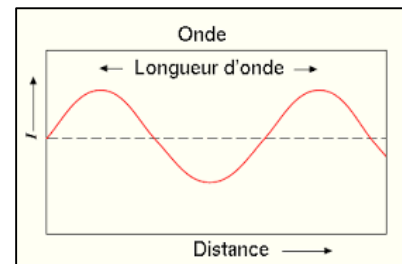


propriété de conduire la lumière et sert pour la fibroscopie, l'éclairage ou la transmission de données numériques. Elle offre un débit d'information nettement supérieur à celui des câbles coaxiaux et peut servir de support à un réseau « large bande » par lequel transitent aussi bien la télévision, le téléphone, la visioconférence ou les données informatiques. Le principe de la fibre optique date du début du XXe siècle [...]. Entourée d'une gaine protectrice, la fibre optique peut être utilisée pour conduire de la lumière entre deux lieux distants de plusieurs centaines, voire milliers de kilomètres. Le signal lumineux codé par une variation d'intensité est capable de transmettre une grande quantité d'information. En permettant les communications à très longue distance et à des débits jusqu'alors impossibles, les fibres optiques ont constitué l'un des éléments clés de la révolution des télécommunications. Ses propriétés sont également exploitées dans le domaine des capteurs (température, pression, etc.), dans l'imagerie et dans l'éclairage.

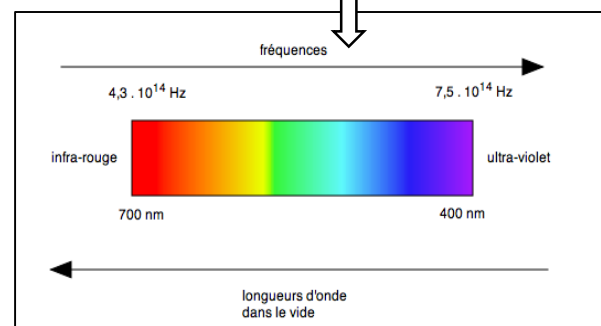
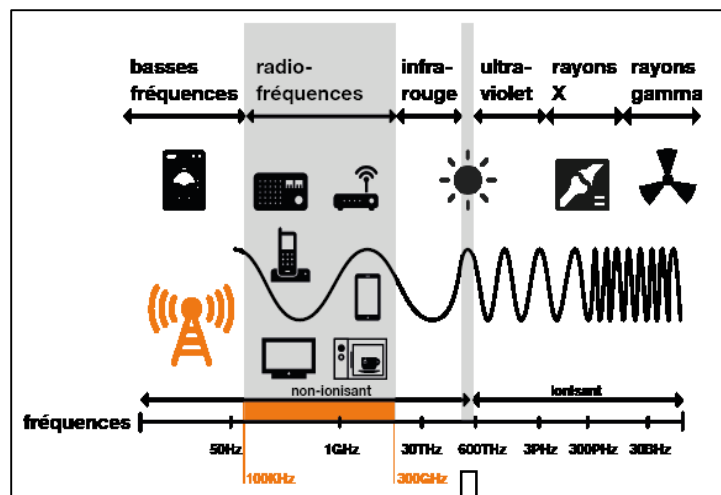
FREQUENCE ET ONDES ELECTROMAGNETIQUES

La technologie qui permet les télécommunications n'est pas si complexe. La transmission d'un appel téléphonique se fait grâce à des ondes électromagnétiques, c'est-à-dire un mouvement d'énergie à la vitesse de la lumière, sans aucun déplacement de matière. C'est la répétition d'un courant alternatif qui, lorsqu'il est introduit dans une antenne par exemple, génère une onde électromagnétique qui se propage dans l'air et permet la communication sans fil.

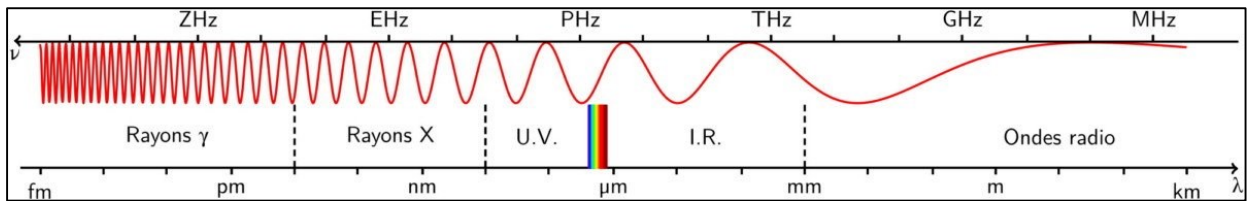
Prenons l'exemple d'une corde fixée à un mur, et dont l'autre extrémité se trouve dans votre main. En agitant votre main, vous créez un mouvement de va-et-vient qui fait bouger la corde telle une vague : c'est une onde. Aucune matière n'est transportée de votre main au mur, étant donné que la corde est toujours dans votre main après agitation de votre poignet.



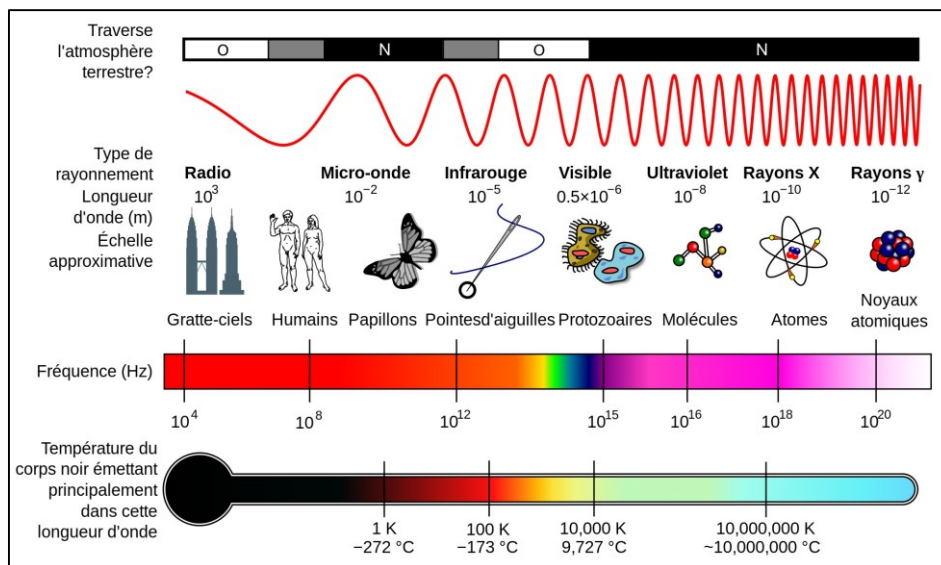
Les ondes sont catégorisées selon leur fréquence, qui n'est autre que le nombre d'ondulations qui atteignent le mur à chaque seconde. Toutes les ondes électromagnétiques se déplacent donc à différentes fréquences : les ondes radioélectriques sont comprises entre 100kHz et 300 GHz et largement utilisées (chaînes de télévision, stations radio, WiFi, systèmes de communication par satellite...) ; au-delà, on entre dans les ondes optiques avec les infra-rouges (Téra Hz), puis dans les ondes visibles à l'œil nu (les couleurs de l'arc-en-ciel, représentées par le soleil dans le schéma ci-contre) puis dans les ultraviolets (Péta Hz), les rayons X... Elles ont toutes des utilisations différentes dans la société comme le montre les symboles sur le schéma ci-contre.



Les télécommunications sont permises par des ondes électromagnétiques radioélectriques (fréquence inférieure à 300 milliards Hz). Pour les ondes actuelles (dont 4G), l'espace entre deux vaguelettes est mesuré en centimètres. La 5G sort de ce cadre puisqu'elle utilisera un éventail d'ondes dont l'espace entre vaguelettes se mesure en millimètres (ondes millimétriques), de fréquences 10 à 30 fois plus élevées que celles de la génération actuelle.



En physique, la fréquence est le nombre de fois qu'un phénomène périodique se reproduit par unité de mesure du temps. Son unité dans le système international d'unités est le Hertz (Hz). Les ondes électromagnétiques se propagent à la vitesse de la lumière, et elles ont donc une longueur d'onde égale au rapport de la vitesse de la lumière sur la fréquence. Ces fréquences ont donc des longueurs d'ondes différentes, et selon leurs longueurs elles sont catégorisées en basses ou hautes fréquences. En gardant le même exemple de la corde, une agitation calme de votre poignet qui tient la corde engendre de grandes vagues ayant donc une basse fréquence. Un mouvement rapide du poignet permet, à l'inverse, à de nombreuses vaguelettes serrées d'atteindre le mur à chaque seconde : vous avez cette fois généré une onde de haute fréquence. Plus la fréquence de l'onde est élevée, plus l'énergie transportée est importante.



La longueur d'onde permet de classer les diverses vibrations électromagnétiques que nos technologies produisent en :

- Ondes d'Extrêmement Basses Fréquences (EBF ou ELF : Extremely Low Frequencies) allant de 0 Hertz à 10 Kilohertz, avec une longueur d'onde supérieure à 30 kilomètres (le réseau électrique, les transformateurs, les moteurs, les alternateurs, l'électroménager, les postes de soudures...).
- Ondes de Radiofréquences (RF), allant de 10 Kilohertz à 300 Mégahertz avec une longueur d'onde comprise entre 30 kilomètres et 1 mètre (la radio diffusion, les radios balises ou phares, les ordinateurs, la TV, la FM, la AM, la CB, l'électrothermie industrielle et médicale...).
- Ondes d'Hyperfréquences (HF) ou micro-ondes (MO), allant de 300 Mégahertz à 300 Gigahertz, avec une longueur d'onde comprise entre 1 mètre et 1 millimètre (les radars civils et militaires, les fours à micro-ondes, la téléphonie mobile, des faisceaux Hertiens, les satellites...).

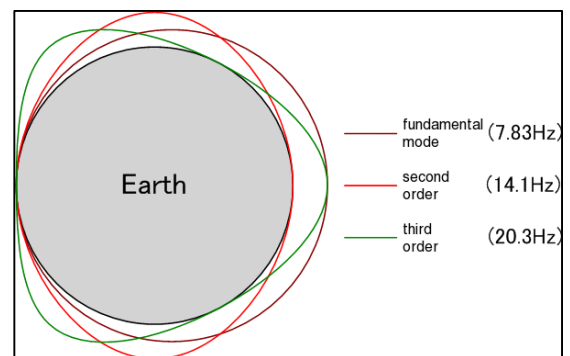
Nature du rayonnement	Dénomination	Fréquence	longueur d'onde	Utilisation
ELF (Extrêmement Basses Fréquences)	ELF	de 1 Hz à 10 kHz	de 300 000 km à 100 km	Courants industriels (réseaux électriques) 50 Hz, 60Hz, 16,6 Hz.
RF (Radiofréquences)	VLF (Très basses fréquences)	de 10 kHz à 30 kHz	de 100 km à 10 km	Radio-communications (sous-marins), Moniteurs vidéo cathodiques d'ordinateurs.
	LF (Basses fréquences)	de 30 kHz à 500 kHz	de 10 km à 600 m	Radio-diffusion, Radio-télégraphie, Radio-balises.
	PO (Petites ondes)	de 500 kHz à 1500 kHz	de 600 m à 200 m	Radio-diffusion.
	OM (Ondes moyennes)	de 1,5 MHz à 6 MHz	de 200 m à 50 m	Radio-diffusion, radio-phares (radio-balises).
	OC (Ondes courtes)	de 6 MHz à 30 MHz	de 50 m à 10 m	Radio-diffusion, radio-télégraphie à grande distance, Modèles réduits téléguidés, C.B., Appareils de diathermie pour kinésithérapie.
	VHF (Très hautes fréquence, ondes très courtes)	de 30 MHz à 300 MHz	de 10 m à 1 m	Télévision, Radio en fréquences modulée.
HF (Hyperfréquences)	UHF et SHF (Ondes ultra-courtes) = Hyperfréquences ou micro-ondes	de 300 MHz à 300 GHz	de 1 m à 1 mm	Radar, Téléphones mobiles, Téléphones DECT, Connexions de périphériques de P.C., Fours à micro-ondes, Faisceaux hertziens, communications par satellites.
Autres	IR (Rayonnement infra-rouge)	de 300 GHz à $3,75 \cdot 10^{14}$ Hz	de 1 mm à 800 nm	Chauffage, systèmes de surveillance et de détection.
	Lumière visible	de $3,75 \cdot 10^{14}$ Hz à $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz	de 800 nm à 400 nm	Eclairage, Laser, enseignes lumineuses.
	Ultra-violet proche	de $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz à 10^{16} Hz	de 400 nm à 300 nm	Lumière noire, Fluorescence, Détection des faux billets, Eclairages d'ambiance avec fluorescence.

Source CRIIREM - Légende : 1 kHz = 1 kilohertz = 1 000 Hz
1 MHz = 1 Mégahertz = 1 000 000 Hz
1 GHz = 1 Gigahertz = 1 000 000 000 Hz
1 GHz = 1 000 MHz
1 nm = 10^{-9} m

FREQUENCE/RESONANCES DE SCHUMANN

Ensemble de pics spectraux dans le domaine d'extrêmement basse fréquence (3 à 30 Hz) du champ électromagnétique terrestre. Il comprend plusieurs "modes" (harmoniques), dont le principal et le plus connu a une longueur d'onde égale à la circonférence de la planète et une fréquence de 7,83 Hz.

Ces valeurs sont nommées d'après le physicien allemand Winfried Otto Schumann qui les prédit dans les années 1950, et qui furent observées et mesurées dans les années 1960.



On parle ainsi de la fréquence naturelle de la terre (ou du champ magnétique terrestre) de 7,83 Hz sur laquelle les rythmes biologiques des êtres vivants sont accordés. Les ondes cérébrales d'une personne sont en résonance avec cette fréquence : un électroencéphalogramme permet de mesurer les fréquences des ondes du cerveau humain : ondes "Thêta" de 4 à 7 Hz en relaxation profonde, ondes "Alpha" de 8 à 13 Hz en réveil calme, et ondes "Bêta" de 14 à 30 Hz en activités courantes. Il a été démontré dans des études scientifiques que ces fréquences sont essentielles pour une bonne santé physique et psychologique, soit un système immunitaire sain. Se déconnecter de ces vibrations naturelles engendrerait donc des effets néfastes.

HERTZ

Le hertz (symbole : Hz) est l'unité dérivée de fréquence du Système international (SI). Un hertz est la mesure de la fréquence de répétition d'un événement qui se répète une fois par seconde (s^{-1} ou $1/s$).

KHz : Kilohertz - 1000 Hertz = 1 Kilohertz

MHz : Méga Hertz - 1 million de Hertz = 1000 Kilohertz = 1 Mégahertz

GHz : Gigahertz - 1 milliard de Hertz = 1000 Mégahertz = 1 Gigahertz

THz : TéraHertz - 10^{12} Hz = 1 TéraHertz

ICNIRP : International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

Organisation indépendante à but non lucratif, l'ICNIRP fournit des avis et des conseils scientifiques sur les effets sur la santé et l'environnement des rayonnements non ionisants (NIR) afin de protéger les personnes et l'environnement contre une exposition NIR nuisible (rayonnements électromagnétiques tels que les ultraviolets, la lumière, les infrarouges et les ondes radioélectriques, et aussi les ondes mécaniques telles que les infrarouges et les ultrasons. Dans la vie quotidienne, les sources courantes de NIR comprennent le soleil, les appareils électroménagers, les téléphones portables, le Wi-Fi et les fours à micro-ondes). L'ICNIRP joue depuis près de trois décennies un rôle de premier plan dans la fixation des limites d'expositions du public aux ondes électromagnétiques, en fournissant les lignes directrices des normes, lesquelles sont largement suivies par les gouvernements du monde entier.

L'indépendance et la crédibilité de l'ICNIRP sont controversées du fait des conflits d'intérêts mis à jour entre l'organisation et l'industrie des télécoms.

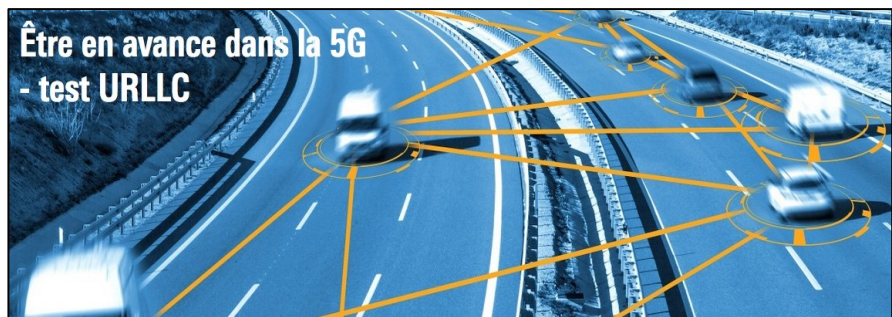
<https://www.icnirp.org/>

IdO/IoT : Internet des Objets / Internet of Things

L'Internet des objets est l'interconnexion entre l'Internet et des objets, des lieux et des environnements physiques. L'appellation désigne un nombre croissant d'objets connectés à l'Internet permettant ainsi une communication entre nos biens dits physiques et leurs existences numériques. Ces formes de connexions permettent de rassembler de nouvelles masses de données sur le réseau et donc, de nouvelles connaissances et formes de savoirs. Considéré comme la troisième évolution de l'Internet, baptisé Web 3.0 (parfois perçu comme la généralisation du Web des objets mais aussi comme celle du Web sémantique) qui fait suite à l'ère du Web social, l'Internet des objets revêt un caractère universel pour désigner des objets connectés aux usages variés, dans le domaine de la e-santé, de la domotique ou de la « mesure de soi » (quantified self).

L'Internet des objets est en partie responsable d'un accroissement exponentiel du volume de données générées sur le réseau, à l'origine du big data (ou mégadonnées). La croissance toujours exponentielle du nombre d'objets connectés dans la première moitié des années 2020 risque d'avoir un impact durable sur l'environnement et pose des problèmes non négligeables (sécurité, libertés individuelles, etc.).

Exemple-phare: la voiture connectée autonome serait un véhicule apte à rouler sans l'intervention d'un conducteur, grâce à des capteurs, des ordinateurs intégrés, des caméras, etc. reliés à Internet par les antennes et les satellites.



Le concept vise à développer et produire un véhicule pouvant réellement circuler sur la voie publique, dans le trafic, sans intervention humaine en toutes situations.

Autres exemples: les montres connectées qui mesurent vos données physiques, les compteurs d'eau et d'électricité qui mesurent vos consommations de manière détaillée, les smartphones, wifi, etc.

IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers

L'Institut des Ingénieurs Electriciens et Electroniciens, est une organisation à but non lucratif de droit américain. Elle compte plus de 400 000 membres et possède différentes branches dans plusieurs parties du monde. L'IEEE est constituée d'ingénieurs électriciens, d'informaticiens, de professionnels du domaine des télécommunications, etc. L'organisation a pour but de promouvoir la connaissance et l'éducation dans le domaine de l'ingénierie électrique (électricité et électronique).

<https://www.ieee.org/>

IEM/EMP : Impulsion Electromagnétique / Electromagnetic Pulse

Emission d'ondes électromagnétiques brève et de très forte amplitude qui peut détruire de nombreux appareils électriques et électroniques (reliés au courant et non protégés) et brouiller les télécommunications. Cette impulsion peut être générée artificiellement par une explosion nucléaire ou un générateur à micro-ondes, mais peut aussi être d'origine naturelle, comme la foudre ou

l'électricité statique. Les applications d'une IEM peuvent être militaires, mais aussi industrielles ou médicales.

LTE : Long Term Evolution

Evolution des normes de téléphonie mobile GSM/EDGE, CDMA2000, TD-SCDMA et UMTS.

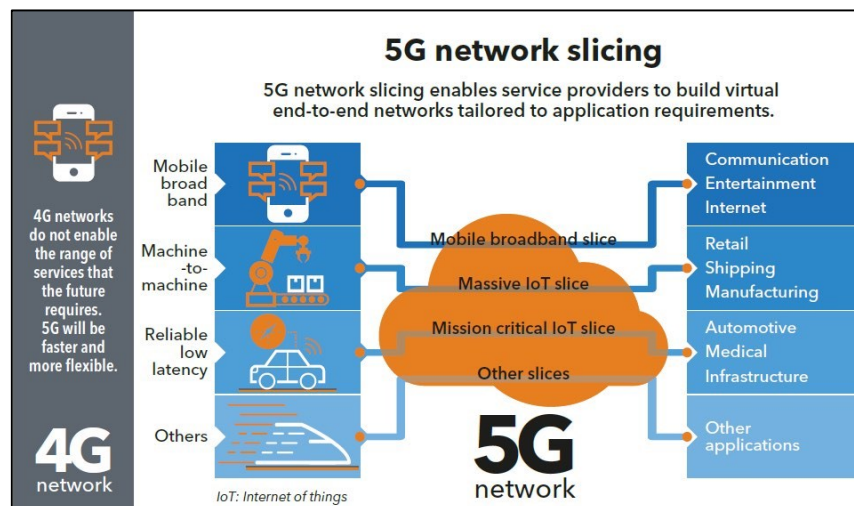
Le LTE a d'abord été considéré comme une norme de troisième génération « 3,9G » car proche de la 4G ; mais il ne satisfaisait pas toutes les spécifications imposées par l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) et le consortium 3GPP (coopération entre organismes de normalisation en télécommunications) pour les normes 4G, notamment en termes de bande passante et de débits utilisables. La norme LTE n'est pas figée, le consortium 3GPP la fait évoluer en permanence (en général, une nouvelle version tous les 12 à 18 mois).

MO/RF : Micro-Ondes / RadioFréquences

Les micro-ondes sont des rayonnements électromagnétiques de longueur d'onde intermédiaire entre l'infrarouge et les ondes de radiodiffusion. Elles se situent dans la gamme de fréquences 300 MHz - 300 GHz.

NETWORK SLICING

Concept qui permet une "découpe" virtuelle d'un réseau de télécommunications en plusieurs tranches (slices). Cela permet de fournir des performances différentes associées à chaque tranche, et donc d'allouer des ressources dédiées par type d'usage ou d'objet ; par exemple en termes de fiabilité, de bande passante, de latence... Chaque tranche de réseau correspond ainsi à un usage, sans empiéter sur les autres. Le network slicing est déjà utilisé techniquement avec la 4G et sera rendu plus simple grâce à la 5G car c'est une technologie qui repose sur une architecture réseau virtualisée, à la différence des générations précédentes. Cette architecture virtualisée permet de configurer des tranches de réseau et d'y associer des fonctions de routage et de calcul destinées au contrôle des données. Dit autrement, elle permet le multiplexage de réseaux logiques virtuels et indépendants sur la même infrastructure de réseau physique. Chaque tranche de réseau est un réseau de bout en bout isolé, conçu pour répondre aux diverses exigences demandées par une application particulière.



ONDE

Une onde est la propagation d'une perturbation produisant sur son passage une variation réversible des propriétés physiques locales du milieu. Elle se déplace avec une vitesse déterminée qui dépend des caractéristiques du milieu de propagation. Il existe trois principaux types d'ondes :

- Les ondes mécaniques se propagent à travers une matière physique dont la substance se déforme. Par exemple, les ondes sonores se propagent via des molécules d'air qui entrent en collision avec leurs voisines. Lorsque les molécules entrent en collision, elles rebondissent aussi l'une contre l'autre. Cela empêche alors les molécules de continuer à se déplacer dans la direction de la vague ;
- Les ondes électromagnétiques [cf. FREQUENCE/ONDES ELECTROM. pour plus de détails] ne nécessitent pas de support physique. Au lieu de cela, elles consistent en des oscillations périodiques de champs électriques et magnétiques générés à l'origine par des particules chargées, et peuvent donc voyager à travers le vide ;
- Les ondes gravitationnelles ne nécessitent pas non plus de support. Ce sont des déformations de la géométrie de l'espace-temps qui se propagent.

ONDES MILLIMÉTRIQUES

Les ondes millimétriques ont une longueur d'onde resserrée, allant de 1 mm à 1 cm. En principe, leur fréquence va de 30 à 300 GHz (entre 3 et 30 GHz, on parle plutôt d'ondes centimétriques), mais on peut parler de bandes millimétriques lorsqu'elles sont supérieures à 24 GHz. Cette tranche est nommée EHF (extrêmement haute fréquence). Les fréquences de cette bande étaient jusque-là utilisées par l'armée française, l'administration en charge de la météorologie et par le Centre national d'études spatiales.

La 5G prévoit d'utiliser dans sa troisième phase de déploiement, des bandes de fréquences supérieures à 24 GHz. Ces ondes millimétriques, correspondent à des fréquences 10 à 30 fois plus élevées que celles actuellement utilisées par les réseaux mobiles (700 MHz à 2600 MHz en France) et offrent des capacités de très haut débit. En revanche, leur propagation est plus limitée : la portée n'est que de quelques centaines de mètres. La transmission n'est souvent possible qu'en ligne directe, sans obstacle entre l'émetteur et le terminal.

OMS/WHO : Organisation Mondiale de la Santé / World Health Organization

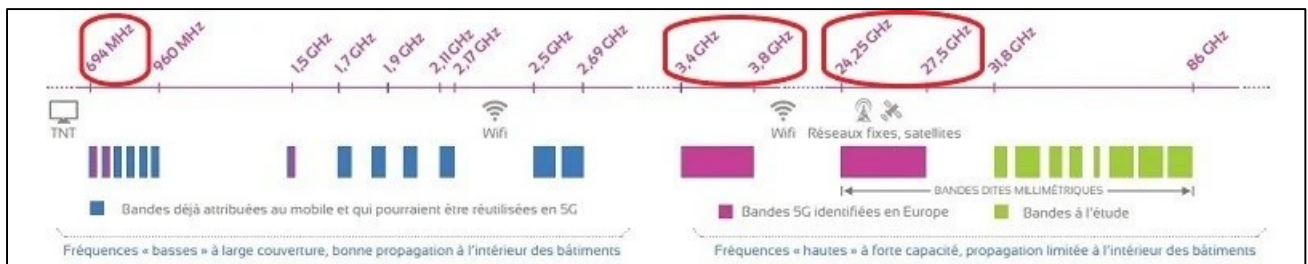
Agence spécialisée de l'Organisation des Nations unies (ONU) pour la santé publique créée en 1948. Elle dépend directement du Conseil économique et social des Nations unies et son siège se situe à Pregny-Chambésy, dans le Canton de Genève, en Suisse. Selon sa Constitution, l'OMS a pour objectif d'amener tous les peuples des États membres et partenaires au niveau de santé le plus élevé possible ; la santé étant définie dans ce même document comme un « état de complet bien-être physique, mental et social et ne consistant pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ». L'indépendance de l'OMS est largement controversée du fait de ses financements, de conflits d'intérêts et pour ses directives parfois jugées non neutres.

<https://www.who.int/fr>

PLAGES/BANDES DE FREQUENCE ET BANDE PASSANTE

Les ondes radio utilisent plusieurs "bandes" ou "plages" de fréquences, bien définies, qui ont différents usages et différentes propriétés. On les appelle également des "bandes passantes".

Le schéma ci-dessous montre les bandes passantes utilisées pour la 3G et la 4G (en bleu), celles visées actuellement par la 5G en Europe (en rose), et les possibilités d'évolution pour l'avenir (en vert). On retrouve dans les bandes passantes roses les trois fréquences prévues pour la 5G (entourées en rouge) : celle des 700 MHz dite en "fréquences basses", celle des 3,5 GHz dite en "fréquences hautes" et celle des 26 GHz en "hyperfréquences".



Le tableau ci-dessous montre bien les trois bandes passantes prochainement utilisées par la 5G et leurs avantages/inconvénients (voir le nombre d'étoiles) pour : la pénétration à l'intérieur des bâtiments, leur portée (distance entre l'antenne et le récepteur) et leur débit (vitesse de transfert des données). Ce sont ces "bandes de fréquences" que l'Etat français s'apprête à vendre aux opérateurs, lesquels achètent le droit d'exploiter ces parties du spectre radioélectrique.

LES BANDES DE FREQUENCES ENVISAGEES POUR LES DEPLOIEMENTS DE LA 5G			
A moyen terme, les antennes 5G pourront utiliser trois bandes de fréquences, aux propriétés physiques différentes. D'autres bandes sont à l'étude.			
	PÉNÉTRATION À L'INTÉRIEUR	PORTÉE	DÉBIT
La bande 700 MHz : déjà attribuée aux opérateurs (depuis fin 2015), elle est pleinement disponible depuis mi-2019.	★★★★	★★★★	★
La bande 3,4 – 3,8 GHz : souvent identifiée, en Europe, comme la bande « cœur 5G », elle offre un bon ratio couverture/débit.	★★	★★★★	★★★★
La bande 26 GHz : bande « millimétrique », avec des fréquences très élevées jusqu'à présent utilisées pour les liaisons satellitaires ou d'infrastructure, elle permettra des débits très importants dans des cellules de petite taille.	★	★	★★★★

RAYONNEMENT IONISANT/NON IONISANT

Les rayonnements les plus énergétiques transfèrent assez d'énergie aux électrons de la matière pour les arracher de leur atome. Les atomes ainsi privés de certains de leurs électrons sont alors chargés positivement. Les atomes voisins qui accueillent les électrons se chargent négativement. Les atomes chargés positivement ou négativement sont appelés ions.

Les rayonnements capables de provoquer de telles réactions sont dits "ionisants". Par leur énergie, les rayonnements ionisants sont pénétrants, c'est-à-dire qu'ils peuvent traverser la matière. Le pouvoir de pénétration dépend du type de rayonnement et du pouvoir d'arrêt de la matière. Les rayons ionisants sont de natures et de sources variées (naturelles : radioactivité, rayonnements cosmiques... ou artificielles : radiographie, substances rejetées par les centrales nucléaires...). On considère que c'est à des longueurs d'onde inférieures à 0,1 μm qu'un rayonnement électromagnétique est ionisant. Parmi le spectre électromagnétique, sont donc considérés comme ionisants les rayons gamma, les rayons X et certains ultraviolets. Un rayonnement ionisant possède assez d'énergie pour créer des dommages dans la matière qu'il traverse. En atteignant un organisme vivant, il peut endommager ses constituants cellulaires (ADN, organites) et même être mortel en cas de dose élevée.

Un rayonnement électromagnétique ne disposant pas de suffisamment d'énergie pour induire une ionisation est dit "non ionisant". Parmi les rayonnements non-ionisants, on compte les rayonnements du proche ultraviolet, la lumière visible, l'infrarouge, les micro-ondes et les ondes radio. La lumière du soleil, largement filtrée par l'atmosphère terrestre, arrive à la surface de la terre essentiellement composée de rayonnements non-ionisants (à l'exception notable de certains rayonnements ultraviolets). Certains de ces rayonnements peuvent avoir des effets biologiques, dont l'un des principaux effets est un chauffage du corps. En termes d'effets biologiques potentiels, les rayonnements non ionisants peuvent être divisés en :

- Les radiations de la gamme optique et de l'infra-rouge peuvent exciter des électrons ;
- Les radiations dont la longueur d'onde est plus petite que le corps peuvent induire un chauffage du corps par courants induits (micro-ondes et rayonnements électromagnétiques de haute fréquence) ;
- Les radiations dont la longueur d'onde est bien plus grandes que le corps humain peuvent plus rarement causer un chauffage via courants induits.

SLICING

(voir à Network Slicing).

SMART CITIES : Ville intelligente

Ville utilisant les technologies de l'information et de la communication (TIC) pour améliorer la qualité des services urbains ou réduire leurs coûts. C'est une zone urbaine qui utilise différents capteurs électroniques de collecte de données pour fournir des informations, lesquelles permettent de gérer les données collectées auprès des citoyens, des dispositifs mécaniques, des actifs, et sont traitées et analysées pour surveiller et gérer les systèmes de circulation et de transport, les centrales électriques, les réseaux d'approvisionnement en eau, la gestion des déchets, les systèmes d'information, les écoles, les bibliothèques et les hôpitaux.

Le concept de ville intelligente intègre les TIC et divers dispositifs physiques connectés au réseau, constituant l'Internet des objets, pour optimiser l'efficacité des opérations et des services urbains et se connecter aux citoyens.

TDD : Time Division Duplex

Le Duplex par Séparation Temporelle est une technique permettant à un canal de télécommunication utilisant une même ressource de transmission (un canal radio par exemple), de multiplexer dans le temps l'émission et la réception. Cette technique présente un avantage certain dans le cas où les débits d'émission et de réception sont variables et asymétriques. Lorsque le débit d'émission augmente ou diminue, davantage ou moins de bande passante peut être allouée. Un autre avantage de cette technique concerne les terminaux mobiles se déplaçant à très faible vitesse ou en position fixe. Dans ce cas, la technique de « beamforming » est très efficace avec un système TDD.

TIC : Technologies de l'Information et de la Communication

La technologie de l'information (TI ou IT pour Information Technology) appelé aussi Système Informatique, désigne le domaine technique du traitement de l'information, souvent dans un contexte professionnel. Avec la numérisation des systèmes de communication et pour tenir compte de l'intégration de leur gestion aux technologies de l'information, on utilise l'expression Technologies de l'Information et de la Communication (TIC).

Les TIC rassemblent une large gamme de produits informatiques dont l'utilisation principale est de produire et d'échanger de l'information (ordinateurs, téléphones portables et tablettes, logiciels et réseaux virtuels qui accompagnent ces matériels informatiques). Ils jouent un rôle majeur dans la compétitivité des entreprises et dans l'efficacité des administrations et des services publics (santé, éducation, sécurité). Les TIC sont devenus également un enjeu crucial pour la production et la diffusion des biens culturels.

Au sein de l'administration, l'adoption des technologies numériques a d'ores et déjà amorcé des évolutions profondes, dans ses relations avec les citoyens mais aussi dans sa propre organisation. Les TIC ont en effet trois conséquences importantes sur l'organisation de l'administration:

- elles accélèrent les processus de décision et remettent en cause les usages traditionnels
- elles provoquent une évolution rapide des tâches administratives en supprimant les plus répétitives et les moins valorisantes,
- elles renforcent l'autonomie des agents et permettent de révéler la performance et la valeur ajoutée de chacun au sein d'une même équipe.

Cette modernisation des services publics par le passage à l'e-administration entraîne une réflexion sur les impacts en termes d'investissement et de coût. La dématérialisation progressive et systématique des procédures administratives facilite la vie du citoyen en lui permettant de réduire les déplacements physiques et l'attente, aujourd'hui incontournables, pour obtenir des documents administratifs.

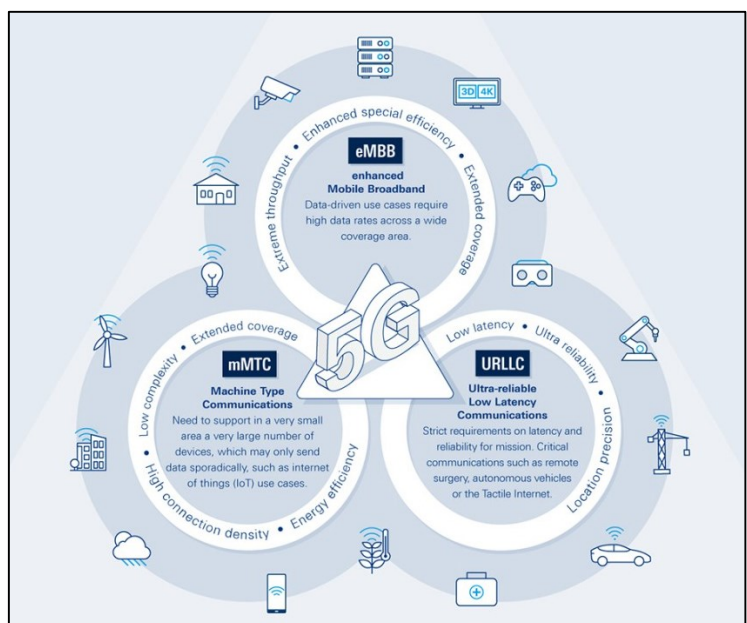
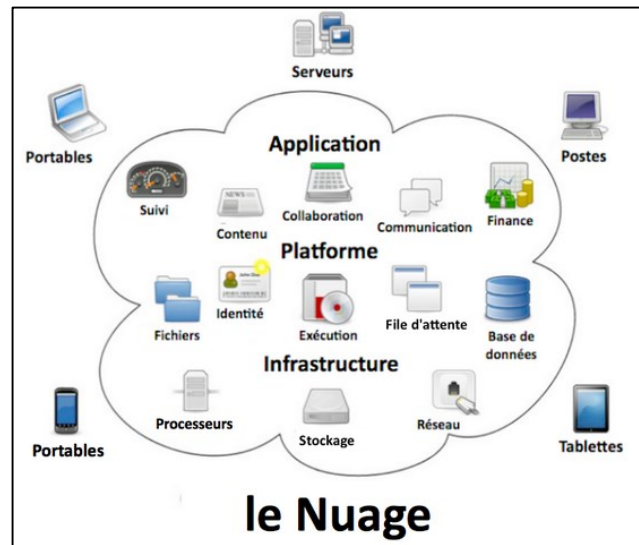
UHF : Ultra Hautes Fréquences / Ultra High Frequency

La bande UHF est la bande du spectre radioélectrique comprise entre 300 MHz et 3 000 MHz, soit les longueurs d'onde de 1 m à 0,1 m.

URLLC : Ultra Reliable Low Latency Communications

La prochaine étape majeure dans les communications mobiles au-delà de la LTE (4G) définit des exigences difficiles. La prochaine génération de réseaux mobiles, propre à la 5G, introduit un changement fondamental à l'égard de l'utilisateur et du cadre technologique central de l'application, avec l'objectif de rendre plus flexible la prise en charge de trois cas d'utilisation importants :

- La large bande mobile améliorée eMBB (Enhanced mobile broadband)
- Les communications de type machine massive (mMTC)
- Les communications à faible latence, très fiables (URLLC)



Les Communications à Faible Latence très Fiables couvrent entièrement une nouvelle série de cas pratiques, en prenant en charge de nouvelles exigences allant des industries verticales telles que la conduite autonome pour l'industrie automobile, la consultation à distance pour l'e-santé au clouds robotisés pour l'industrie 4.0. Les exigences des applications sont : une latence améliorée, une fiabilité accrue, une disponibilité supérieure et une sécurité plus élevée.

WiMAX : Worldwide Interoperability for Microwave Access

WiMAX désigne un standard de communication sans fil. Aujourd'hui il est surtout utilisé comme système de transmission et d'accès à Internet à haut débit, portant sur une zone géographique étendue. Ce terme est également employé comme label commercial, à l'instar du Wi-Fi.

ZONE BLANCHE

Une zone blanche est, dans le domaine des télécommunications, une zone du territoire qui n'est pas desservie par un réseau donné, plus particulièrement un réseau de téléphonie mobile ou par Internet ; par extension ce terme décrit aussi les zones du territoire français (environ 3000 communes en 2009) qui sont couvertes depuis 2009 par un accord de partage entre les trois principaux opérateurs de téléphonie mobile.

Il s'agit souvent des zones les moins densément peuplées (typiquement les zones rurales), pour lesquelles les opérateurs n'ont pas d'intérêt à investir dans les équipements nécessaires, car ils ne peuvent pas espérer une exploitation rentable. C'est la dimension territoriale de la fracture numérique.