

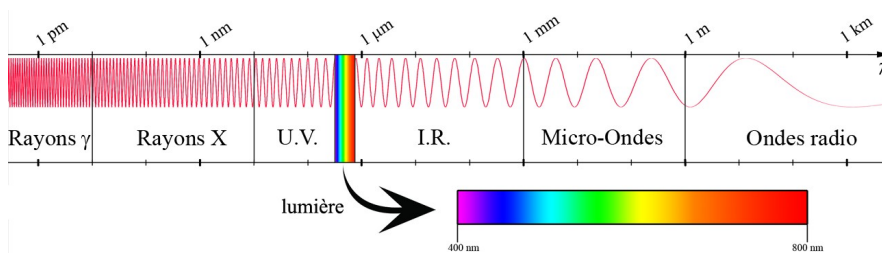


C'EST QUOI UNE ONDE ÉLECTROMAGNÉTIQUE ?

À regarder (≈ 5 min) :
<https://youtu.be/LgOH6xxCBOA>



La lumière est aussi une onde électromagnétique, au même titre que les ondes radios, les micro-ondes, les rayons X, etc.



DE LA 1G À LA 4G

p.23 :

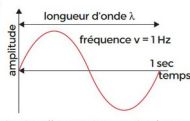
DOCUMENT 3 Comparaison des fréquences, du débit Internet et de la portée

	Basse fréquence		Haute fréquence		
	800 MHz	900 MHz	1 800 MHz	2 100 MHz	2 600 MHz
Fréquence	800 MHz	900 MHz	1 800 MHz	2 100 MHz	2 600 MHz
Technologie	4G	2G / 3G	2G / 4G	3G	4G
Portée (distance maximale de réception) en km					
Urbain	0,95	0,87	0,39	0,34	0,29
Campagne	13,79	13,08	9,9	9,38	8,85

Jonathan Estevez/Tibius.be, 26 mai 2016.

Sur les smartphones, la GSM (Global System for Mobile), la 3G ou la 4G sont des modes d'accès sans fil à Internet qui dépendent d'une **fréquence**. En France, deux fréquences sont attribuées aux opérateurs selon les technologies : une basse fréquence et une haute fréquence (**au-delà de 1 000 MHz**). **Plus une bande de fréquences est haute, moins elle porte loin**, mais elle absorbera une grande quantité de trafic à un point donné. **Plus une bande de fréquences est basse, plus elle se diffuse**. Un deuxième aspect d'une fréquence est sa **largeur**, exprimée elle aussi en mégahertz. **Plus elle est large, plus elle peut apporter de débit** et donc supporter d'utilisateurs.

Fréquence : Nombre de fois que se reproduit un phénomène périodique (phénomène qui se reproduit, identique à lui-même, à intervalles de temps égaux) par unité de temps. Elle s'exprime en Hertz (Hz) et mégahertz (MHz).



Plus une fréquence est basse, plus elle se diffuse loin, et mieux elle pénètre les bâtiments (murs, etc.).

Depuis 1976, différentes normes ont été utilisées pour la téléphonie mobile. En voici quelques-unes françaises, de la première génération (1G) à la cinquième (5G).

- **1G** : normes de télécommunications analogiques introduites dans les **années 1980**.

→ **Radiocom 2000** : déployée en France par France Télécom à partir de **1986**.

Utilise la technologie numérique pour la signalisation (gestion des appels et des connexions) la modulation analogique pour la voix.

Voir [cette vidéo](#) (< 1 min) et [celle-ci](#) (< 1 min).

En 1988, le réseau Radiocom 2000 compte jusqu'à 60 000 abonnés et plus de 90 % des appareils sont installés à bord de véhicules. Son utilisation est avant tout professionnelle et on est très loin d'un phénomène de masse.

Bande de fréquence utilisée : autour des **400 MHz** (fréquences attribuées dynamiquement en fonction des besoins).

- **2G** : la principale différence entre la 1G et la 2G concerne les signaux radio utilisés ; en effet, les réseaux 1G sont analogiques, tandis que les réseaux 2G sont numériques. La 1G présentait de nombreux défauts : service de communication mobile médiocre, non sécuritaire (appels non cryptés) et coûteux.

→ **GSM**¹ : norme commercialisée en France en 1992 (opérateur Itinérés de France Télécom).

La France abandonne la 1G au profit exclusif de la 2G à partir du 28 juillet 2000.

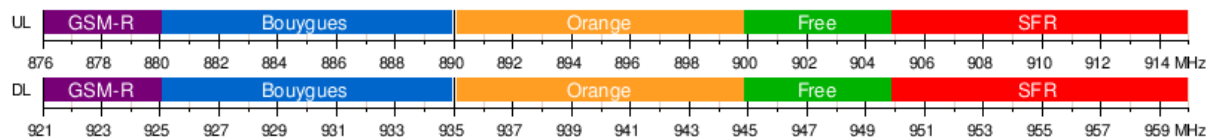
Aujourd'hui, certains (dont les belges) appellent encore un portable « un GSM ».

En quelques années, le nombre de lignes mobiles dépassent le nombre de lignes fixes : en France, on dénombre en 2001 pas moins de 35 millions d'abonnements mobiles contre 34 millions de lignes fixes.

Débit maximum théorique de données descendantes (téléchargement) : 9,6 kb/s.

Bande de fréquences : 900 MHz (880-915 MHz pour l'envoi de la voix ou des données depuis le mobile et 925-960 MHz pour la réception des informations venant du réseau).

Une variante du GSM, le DCS (ou GSM 1800) utilise la bande des 1 800 MHz. Très vite, les téléphones supportant la norme GSM pouvaient utiliser les deux bandes : 900 et 1800. Exemple de partage des fréquences GSM 900 selon les opérateurs, depuis 2011 (arrivée de Free mobile) :



→ **GPRS**² (≈ 2001) : norme dérivée du GSM permettant un débit de données plus élevé.

Aussi qualifiée 2,5G ou 2G+. Considéré aujourd'hui comme excessivement lent et dépassé, c'est pourtant le premier à permettre l'échange de datas (ainsi que des SMS³, appels et MMS⁴). En pratique, même les simples communications ont du mal à être de qualité.

Débit maximum théorique de données descendantes (téléchargement) : 171,2 kb/s (en pratique, environ 50 kb/s en moyenne).

→ **EDGE**⁵ (≈ 2004) : norme dérivée du GSM permettant un débit de données plus élevé.

Aussi qualifiée 2,75G ou 2G+. C'est la pré-3G.

Usages limités aux appels, et messages et mails sans photos...

Débit maximum théorique de données descendantes (téléchargement) : 384 kb/s (en pratique, environ 100 kb/s en moyenne).

Bande de fréquences : identiques à celle du GPRS.



1 Global System for Mobile Communications

2 General Packet Radio Service

3 Short Message Service : permet l'envoi de messages écrits de 160 caractères maximum.

4 Multimedia Messaging Service : service de messagerie multimédia, apparu en 2002 en France.

5 Enhanced Data rates for GSM Evolution

- **3G** : les normes 2G étaient basées essentiellement sur le service voix (oui, un téléphone servait... à téléphoner). Ce modèle disparaît avec l'avènement de la 3G qui permet l'accès au web ou le visionnage de vidéos.
Apparue vers **2004** en France, la téléphonie mobile de troisième génération a été mise en place et a nécessité le déploiement d'un nouveau réseau physique.

→ **UMTS**⁶ :

En 2007, Orange France ne couvrait en 3G que 65 % de la population (fin 2009, 87 % de la population). Fin 2012, les taux de couverture 3G sont supérieurs à 98 % pour Orange et SFR et de plus de 94 % pour Bouygues Telecom.

Les abonnés sont alors en mesure de surfer sur le web, d'accéder à leur emails, d'envoyer des photos et des vidéos, grâce à un débit convenable.

Débit maximum théorique de données descendantes (téléchargement) : **1,920 Mb/s** (en pratique, environ 384 kb/s en moyenne pour une utilisation piétonne, et 144 kb/s pour une utilisation mobile en mouvement rapide – comme dans une voiture ou un train – et en zones éloignées d'une antenne).

Bande de fréquences : **900 MHz** et **2 100 MHz**.

→ **HSPA**⁷ : version améliorée de la 3G.

Aussi qualifiée **3G+** ou **3,5G**.

Débit théorique maximal de **14,4 Mb/s** (\approx 3,6 Mb/s en pratique).

La vitesse de chargement d'une vidéo de qualité est alors acceptable.

→ **HSPA+** : version améliorée de la HSPA.

Aussi qualifiée **3,75G**.

Débit théorique maximal de **21 Mb/s** (\approx 5 Mb/s en pratique).

En doublant la connexion (le mobile se connecte deux fois à l'antenne pour bénéficier de deux fois plus de débit, c'est la technologie *Dual Carrier*), on obtient un débit maximal de **42 Mb/s**. De même, **84 Mb/s** en mode multi antennes MIMO 2x2.

On peut recevoir et envoyer des données volumineuses sans trop se poser de questions. On commence à atteindre une vitesse confortable.

- **4G** (\approx **2012**) : une des particularités de la 4G est d'avoir un « cœur de réseau » basé sur IP et de ne plus offrir de mode commuté (établissement d'un circuit pour transmettre un appel « voix »), ce qui signifie que les communications téléphoniques utilisent la voix sur IP (paquets) : pour simplifier, avec la 4G, tout passe directement par Internet !

→ **LTE**⁸ :

Aussi qualifiée **3,9G** avant d'être acceptée comme 4G.

Débit théorique maximal de **150 Mb/s** (\approx 30 Mb/s en pratique).

Bande de fréquences : **700/800 MHz**, **1 800 MHz**, **2 100 MHz** et **2 600 MHz**.

6 Universal Mobile Telecommunications System

7 High Speed Packet Access

8 Long Term Evolution

→ **LTE-Advanced** : arrivée en **2015**, mais déploiement progressif jusqu'à 2021.

Aussi qualifiée **4G+**. Permet de cumuler plusieurs fréquences, dont les différentes connexions s'additionnent. Bien sûr, il faut être dans une zone bien couverte, avec un téléphone compatible et un forfait adapté.

Débit théorique maximal de **600 Mb/s**, voire **1 Gb/s** (≈ 80 Mb/s en pratique).

p.23 :

DOCUMENT 4 Trafic selon les fréquences

En France, l'ARCEP distribue les licences aux opérateurs. Prenons l'exemple de la 4G. Sur la bande des 800 MHz (une fréquence basse), Orange, SFR et Bouygues Telecom possèdent 10 MHz de largeur de bande chacun, ce qui correspond à un débit théorique de 75 Mb/s maximum. Sur la bande des 2 600 MHz, Orange et Free ont 20 MHz de largeur de bande, ils peuvent donc proposer jusqu'à 150 Mb/s chacun.

Avec l'augmentation des clients, une nouvelle technologie est née : **la 4G+**. Un smartphone équipé peut capter les trois fréquences 4G et cumuler les trois débits. Supposons un opérateur disposant de 10 MHz de largeur de bande sur le 800 MHz, 20 MHz sur le 1 800 MHz et 15 MHz sur le 2 600 MHz. Soit $75 \text{ Mb/s} + 150 \text{ Mb/s} + 112,5 \text{ Mb/s} = 337,5 \text{ Mb/s}$. Le client pourra donc profiter théoriquement d'un débit allant jusqu'à 337,5 Mb/s.

La 5G, annoncée pour la décennie 2020, promet des débits jusqu'à 10 Gb/s. En comparaison, les débits actuels des réseaux Ethernet vont de 10 Mb/s à 1 Gb/s et pour le Wi-Fi, de 11 Mb/s à 450 Mb/s.

ET LA 5G ?

D'après certains, « le réseau 5G constitue le futur de la téléphonie mobile, puisqu'il permettra aux abonnés de profiter de l'ultra haut débit, tout en limitant la consommation d'énergie des smartphones. Son débit maximal devrait être de 1 Gbit/s pour les téléchargements. Aujourd'hui, le réseau 5G est encore en test, même s'il est utilisé lors d'opérations militaires. Pour l'instant, cette technologie reste très onéreuse, et l'on estime qu'elle ne sera proposée au grand public qu'en 2020. Pour en bénéficier, vous devrez alors investir dans un smartphone compatible. »

Mais tout cela pose de nombreux problèmes écologiques et sanitaires...

À regarder (≈ 6 min) :
<https://youtu.be/PUoXqizbyjY>



À regarder (≈ 2 min) :
<https://youtu.be/whWyG50qusc>

À lire (≈ 10 min) :

→ Réseau 5G : la course au haut débit au détriment de notre santé ?

<http://marketing-digital.audencia.com/reseau-5g-course-haut-debit-detriment-de-sante/>

→ Vrai ou fake : l'impact de la 5G sur l'environnement sera-t-il mauvais ?

https://www.francetvinfo.fr/internet/telephonie/5g/environnement-quel-va-etre-limpact-ecologique-de-la-5g_4110387.html