

MOBILITÉ NUMÉRIQUE



L'évolution des télécoms mobiles

MOBILITÉ NUMÉRIQUE

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : Internet des objets : IdO

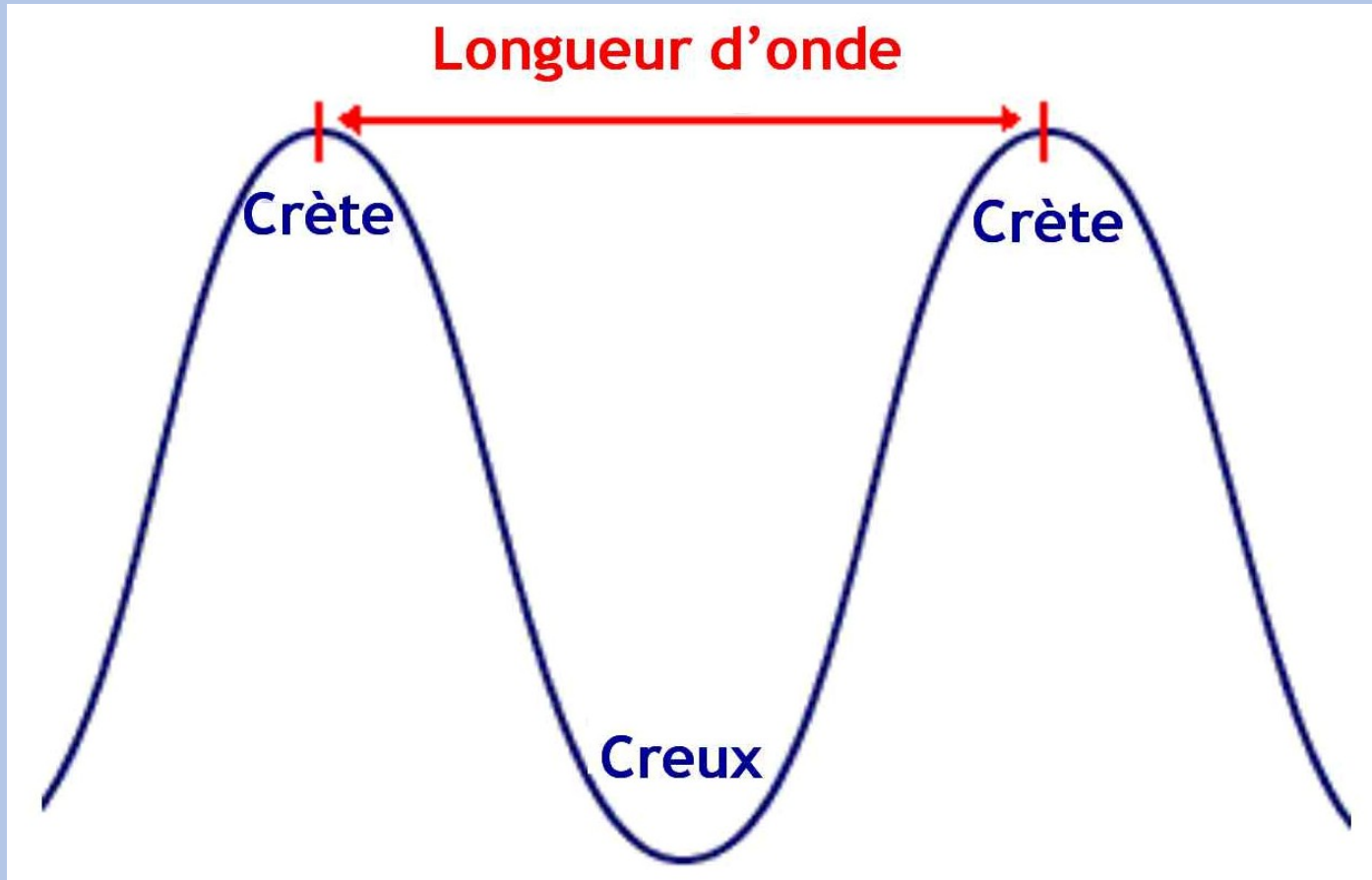
 **Wi-Fi**TM: Réseau local

 **Bluetooth**: Connexion rapprochée

Effets de l'énergie RF sur la santé

Conclusion

Ondes électromagnétiques



Longueur d'onde (λ) : Distance entre deux crêtes.

Fréquence : Nombre de cycles / seconde (Hertz).

Ondes électromagnétiques

**Dans un milieu donné, (*vide, air, liquide, etc.*),
fréquence et longueur d'onde sont liées par la formule :**

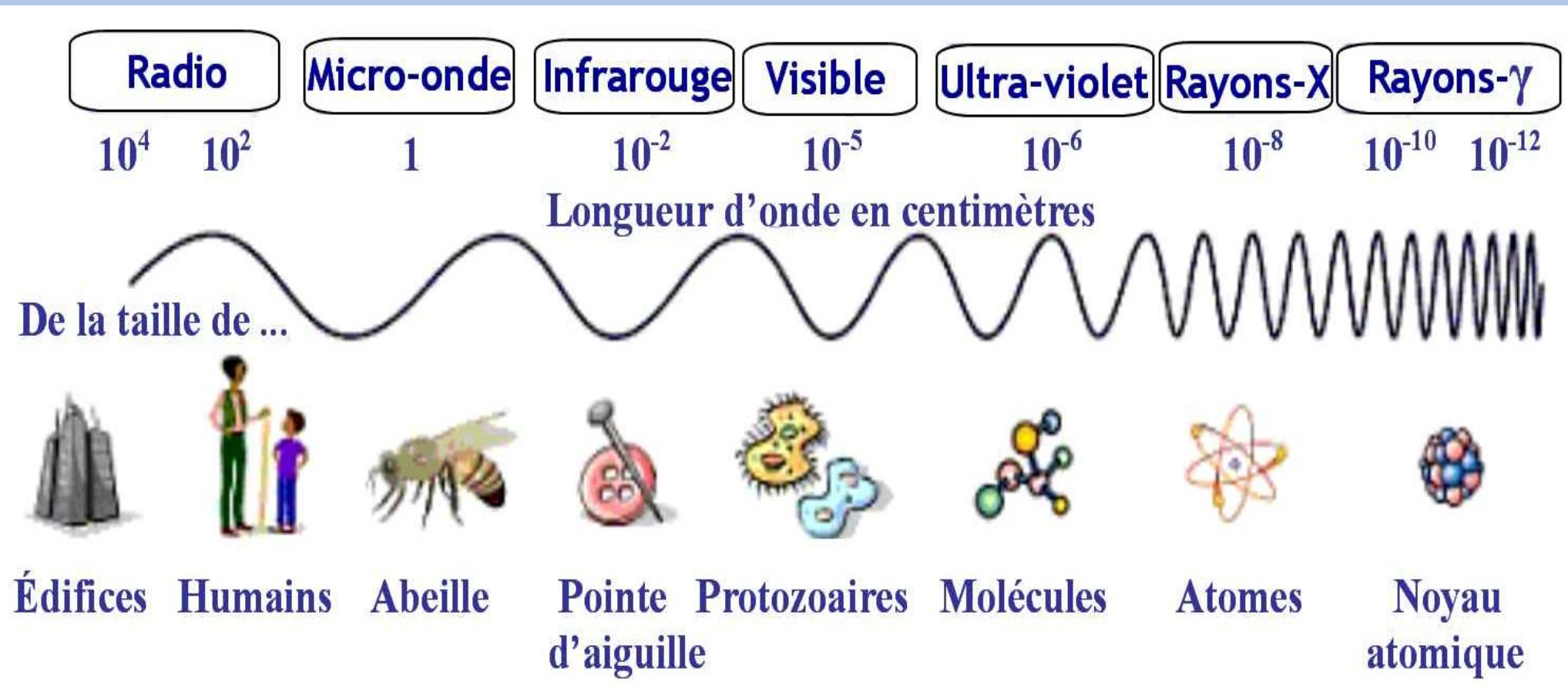
$$\lambda = c / f \quad \text{où :}$$

- **λ : longueur d'onde en mètre (m),**
- **c : célérité (vitesse) de propagation de l'onde en mètre par seconde (m/s),**
- **f : fréquence (Hz).**

Ondes électromagnétiques

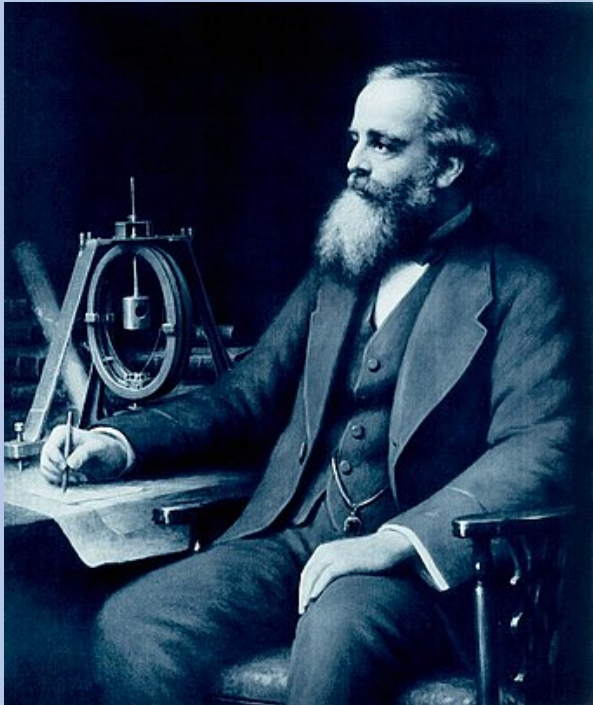
***Dans le vide, la lumière a une vitesse (célérité) de
299 792 458 m / s (environ 300 000 Km/s), alors
que dans une fibre optique, elle se déplace à
environ 200 000 Km/s.***

Ondes électromagnétiques



Ondes électromagnétiques

James Clerk Maxwell
(1831-1879)



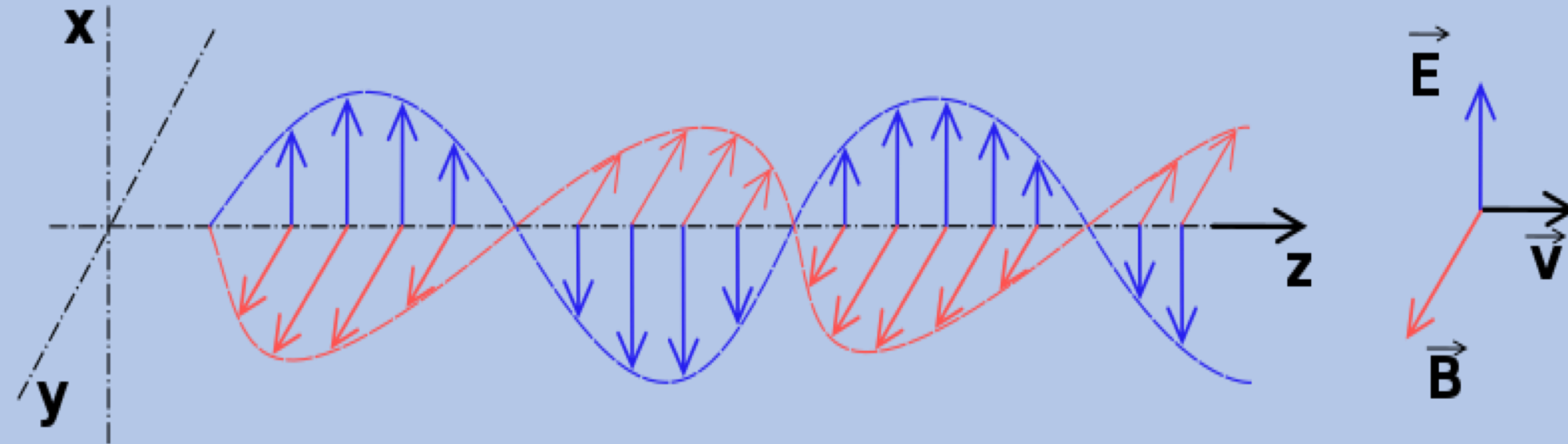
- a unifié en un seul ensemble d'équations, (*« Équations de Maxwell »*), l'électricité, le magnétisme et l'induction.
- Il fut aussi le premier à avoir interprété la lumière comme un phénomène électromagnétique.

Ondes électromagnétiques

- **Maxwell a aussi démontré que les champs électriques et magnétiques se propagent dans l'espace sous la forme d'une onde, à la vitesse de la lumière.**

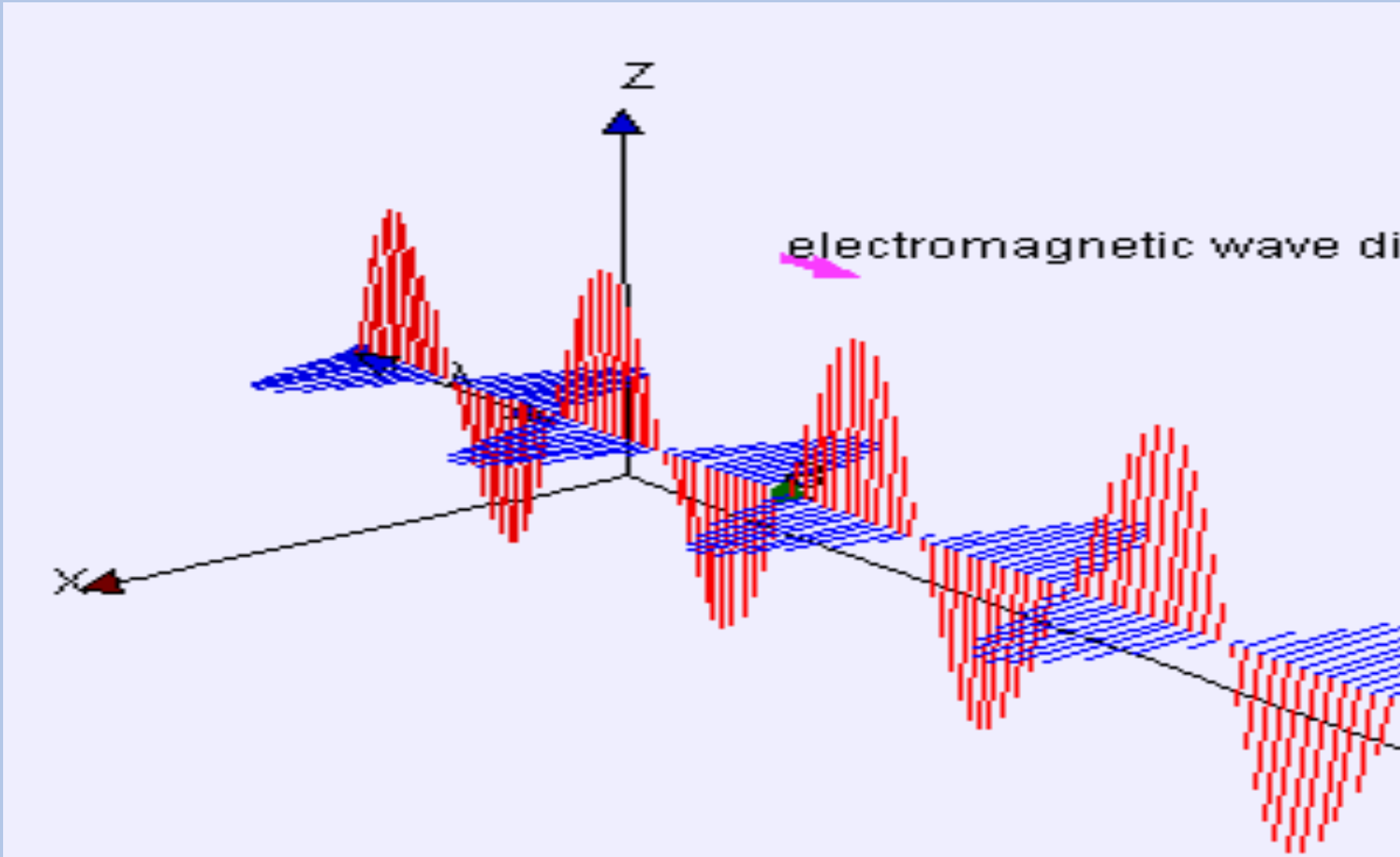
En 1931, pour le centenaire de la naissance de Maxwell, Einstein décrivait les travaux de Maxwell comme les « plus profonds et fructueux que la physique ait connus depuis le temps de Newton ».

Ondes électromagnétiques



Une onde électromagnétique est la propagation d'un champ électrique E et d'un champ magnétique B associés, perpendiculaires entre eux et à la direction de propagation.

Ondes électromagnétiques



Ondes électromagnétiques

Ondes radio

Au Canada, c'est le ministère d'

**« Innovation, Sciences et
Développement économique Canada
(ISDE) »**

**qui attribue les fréquences aux divers
utilisateurs.**

Ondes radio



RADIO SPECTRUM ALLOCATIONS IN CANADA

Radio waves use the electromagnetic spectrum. The lowest frequencies have the longest radio waves and the highest frequencies have the shortest radio waves.

Radio waves are characterized according to their frequency, the unit for which is the hertz (Hz). The frequency is determined by the number of complete waves propagated through a medium past a fixed point in one second. Thus, the frequency of a signal where one wave passes a fixed point in one second is one hertz. A kilohertz (kHz) represents 1000 waves passing a point in one second, or 1000 hertz. One megahertz (MHz) is 1000 kilohertz and a gigahertz (GHz) is 1000 megahertz.

The spectrum is divided into a number of frequency bands, each possessing characteristics peculiar to it which determine the usage appropriate to that band. Each band has been allocated by international agreement at a World

Radiocommunication Conference (WRC) to one or more radio services or for specific usages. Sponsored by the International Telecommunication Union (a United Nations agency), WRCs are held to extend, review and revise frequency allocations among the various uses.

After WRCs, or when Canada's needs change, Industry Canada allocates specific frequency bands to services to satisfy domestic communications requirements as shown on this chart. The official regulatory provisions that pertain to frequency allocations in Canada are contained in the Canadian Table of Frequency Allocations and the

Among radio spectrum users are broadcasters, taxis, building and other construction trades, air transportation, radio amateurs, marine transportation, telecommunications carriers, electrical power utilities,

trucking companies, police, and federal, provincial, territorial and municipal departments and agencies.

This chart is based on the 2014 Canadian Table of Frequency Allocations, which was developed from decisions of World Radio-communication Conferences, including WRC-12. The chart provides a graphic representation of Canadian electromagnetic spectrum allocations.

For further information on spectrum utilization or radio systems policy matters, contact the Engineering, Planning and Standards Branch, Industry Canada, Ottawa (e-mail: spectrum.engineer@ic.gc.ca).

ing@ic.gc.ca) or one of its offices listed in Radiocom Information Circular RIC-66.

ATTRIBUTION DES FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES AU CANADA

Les ondes radioélectriques utilisent le spectre électromagnétique. À fréquences les plus basses correspondent les ondes radio les plus longues aux fréquences les plus élevées, les ondes radio les plus courtes.

Les ondes radio se caractérisent par leur fréquence, qu'on mesure en hertz (Hz). La fréquence est déterminée par le nombre d'ondes complètes franchissant un point fixe d'un support en une seconde. On dira donc d'un signal pour lequel une onde franchit un point fixe en une seconde qu'il a une fréquence de 1 hertz. Le kilohertz (kHz) équivaut à 1 000 ondes par seconde soit 1 000 hertz, le mégahertz, à 1 000 kilohertz et le gigahertz (GHz), à 1 000 mégahertz.

Le spectre se compose de bandes de fréquences possédant chacune des particularités qui en déterminent l'utilisation. Chaque bande est attribuée à un ou plusieurs services radio ou à des usages déterminées par voie d'accords internationaux signés à une Conférence mondiale des radiocommunications (CMR).

Organisées sous l'égide d'un organisme des Nations Unies, l'Union internationale des télécommunications, les CMR ont pour but d'étendre, d'étudier et de réviser l'attribution des bandes de fréquences.

A l'issue de chacune de ces conférences ou quand des changements s'imposent au Canada, Industrie Canada attribue des bandes de fréquences particulières à certains services, de manière à s'adapter aux besoins pays en matière de communications, comme l'illustre le graphique ci-dessous. Les dispositions officielles de la réglementation touchant l'attribution des fréquences au Canada figurent dans le Tableau canadien d'attribution des bandes de fréquences et dans les politiques connexes d'utilisation

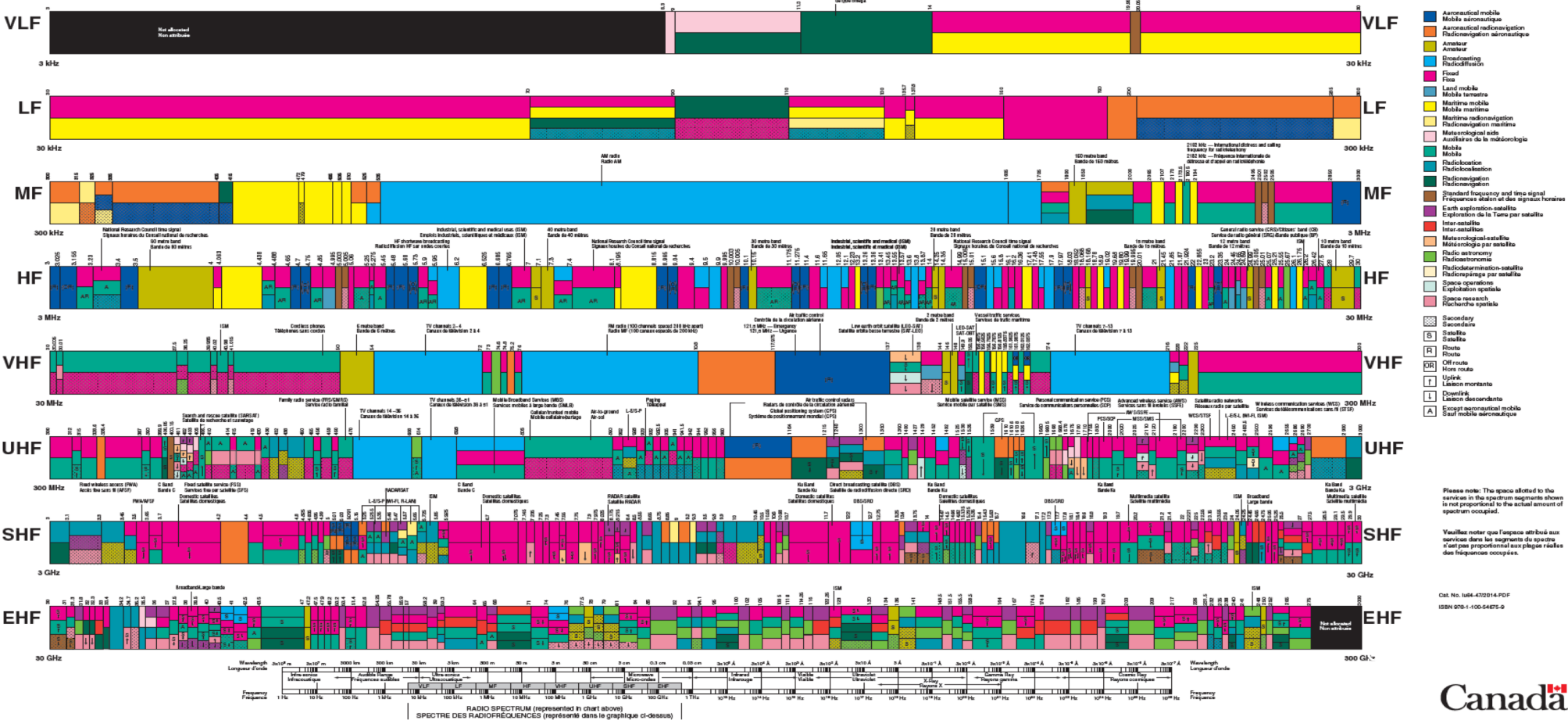
Parmi les utilisateurs du spectre radioélectrique, on compte les radiodiffuseurs, les compagnies de taxi, l'industrie du bâtiment et d'autres secteurs de la construction, les transporteurs aériens, les radioamateurs, les transporteurs maritimes, les entreprises de télécommunications, les services

publia d'électricité, les entreprises de camionnage, la police, ainsi que les ministères ou organismes fédéraux, provinciaux, territoriaux et municipaux.

Le graphique est étendu sur la version 2034 du Tableau canadien d'allocation des bandes de fréquences, résultant des diverses Conférences mondiales des radiocommunications, notamment la CMR-12. Ce graphique représente les attributions de fréquences radioélectriques au Canada.

Pour de plus ample renseignements sur les politiques d'utilisation du spectre ou des systèmes radio, veuillez communiquer avec la Direction générale du génie, de la planification et des normes, l'Industrie

Canada à Ottawa (courriel: spectrum.engineering@ic.gc.ca), ou avec l'un des bureaux identifiés dans le Circulaire d'information sur les radiocommunications CIR-88, Industry Canada, Ottawa (e-mail: spectrum.engineering@ic.gc.ca) or one of its offices listed in Radiocommunication Information Circular RIC-88.



Please note: The space allotted to the services in the spectrum segments shown is not proportional to the actual amount of spectrum occupied.

Veuillez noter que l'espace attribué au service dans les segments du spectre n'est pas proportionnel aux plages réelles des fréquences occupées.

Cat. No. Iu94-472014-PDF

ISBN 978-1-100-54675-9

Canada

MOBILITÉ NUMÉRIQUE

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : Internet des objets : IdO

 Réseau local

 Bluetooth : Connexion rapprochée

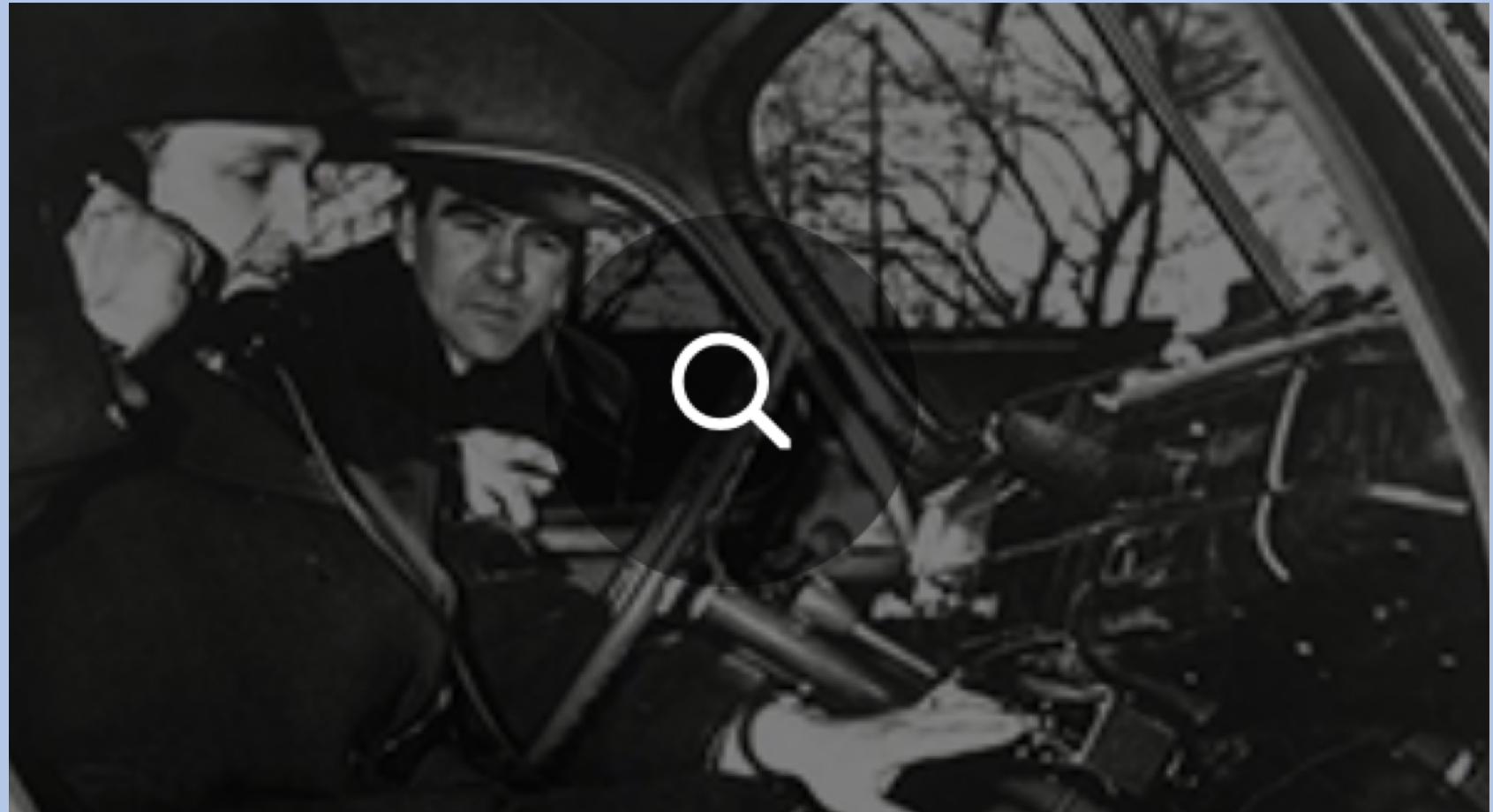
Effets de l'énergie RF sur la santé

Conclusion

PRÉALABLE À LA 1G

1947 Téléphone mobile

Bell lance le
premier service
téléphonique
mobile
commercial au
Canada.
(TÉLÉPHONISTE)



1G

AMPS : VOIX : 1978

«Advanced Mobile Phone System» (AMPS) :

- Norme de téléphonie mobile *analogique* de 1^{ère} génération
- Développée par les Bell Labs
- Expérimentation en Amérique du Nord en 1978 avec les premiers téléphones mobiles, conçus par Motorola
- Commercialisée en Amérique du Nord dans les années 1983 à 1990.



1G AMPS : VOIX

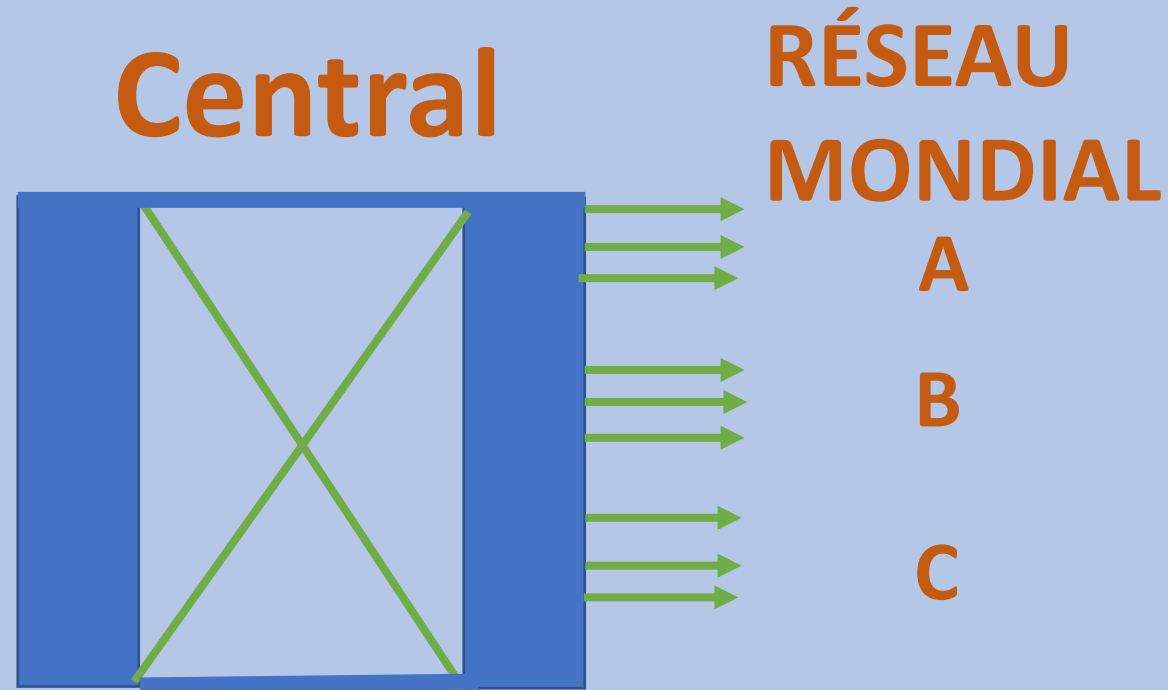
- Le 3 avril 1973, Martin Cooper, un ingénieur de Motorola, loge un appel sur le réseau d'AT&T qui marque la naissance de la téléphonie sans fil commutée.
- 10 ans pour faire homologuer l'appareil : DynaTAC (pour « Dynamic adaptative Total Area Coverage »).
- Le premier modèle de la gamme, le DynaTAC 8000X, pèse presque deux kilos et a une autonomie de 30 minutes.



1G Architecture

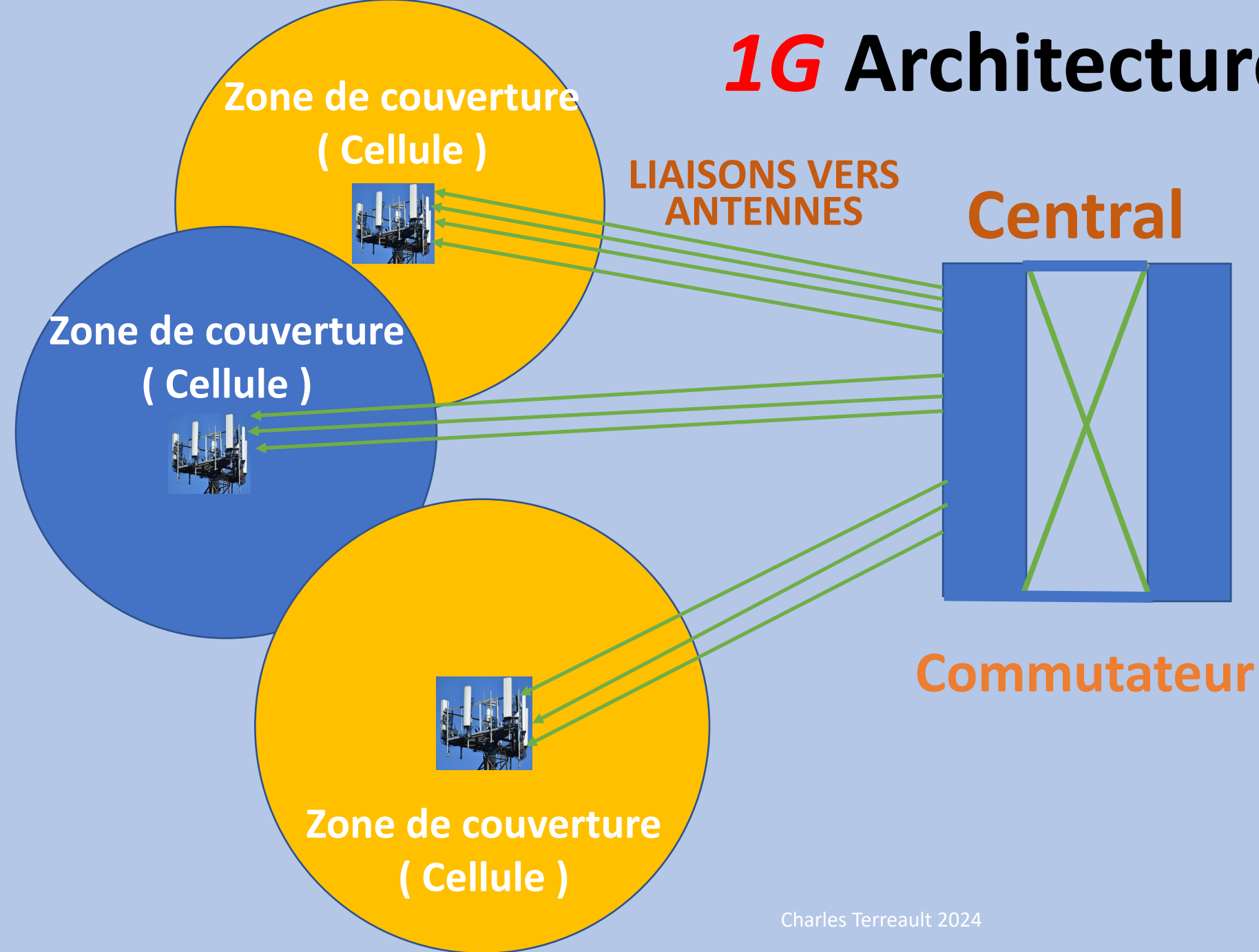
L'architecture de la **1G** est importante,
car elle a subsisté jusqu'aux
générations actuelles (**2G à 5G**).

1G Architecture

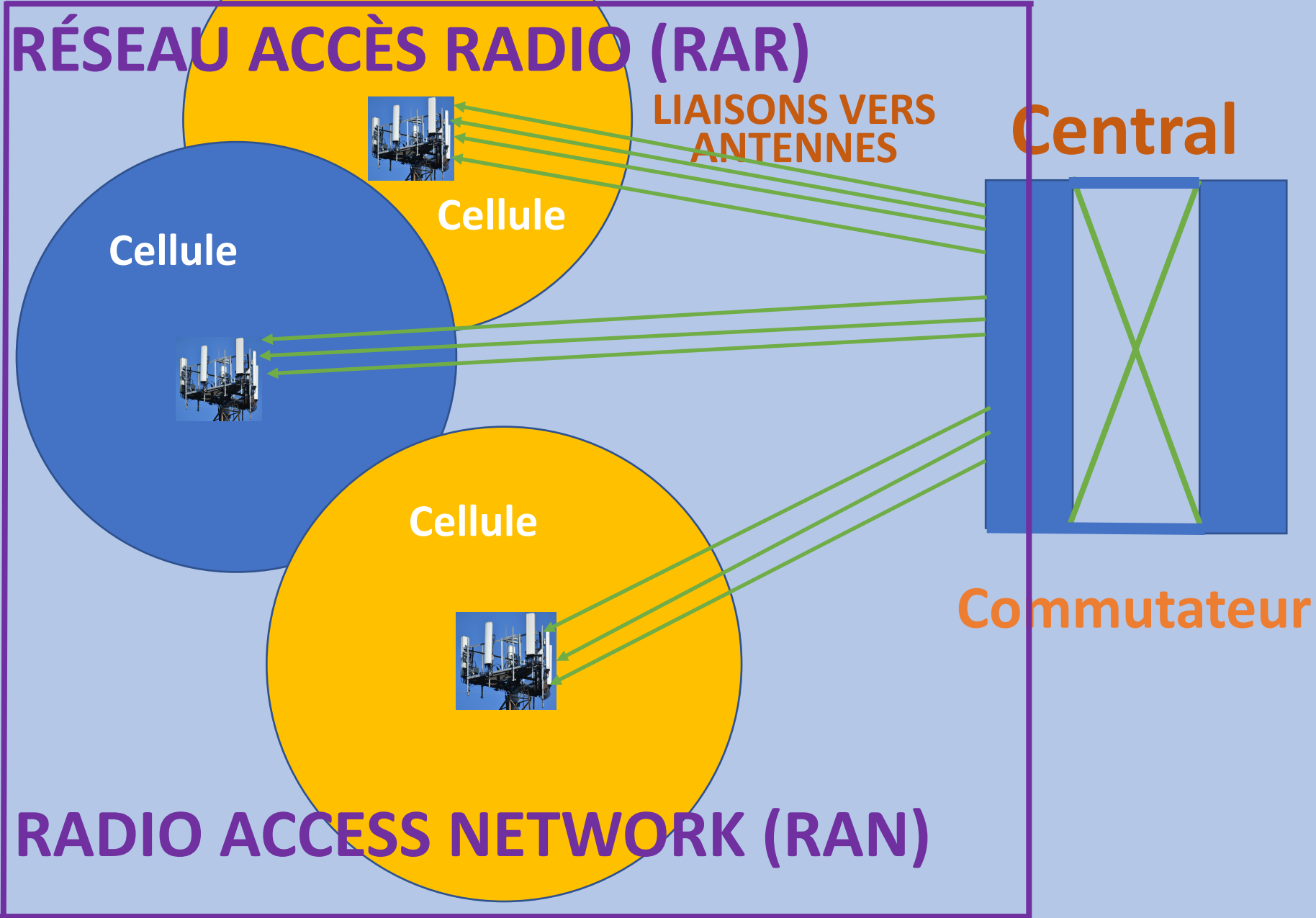


Le Commutateur
(où réside le contrôle du
système.)

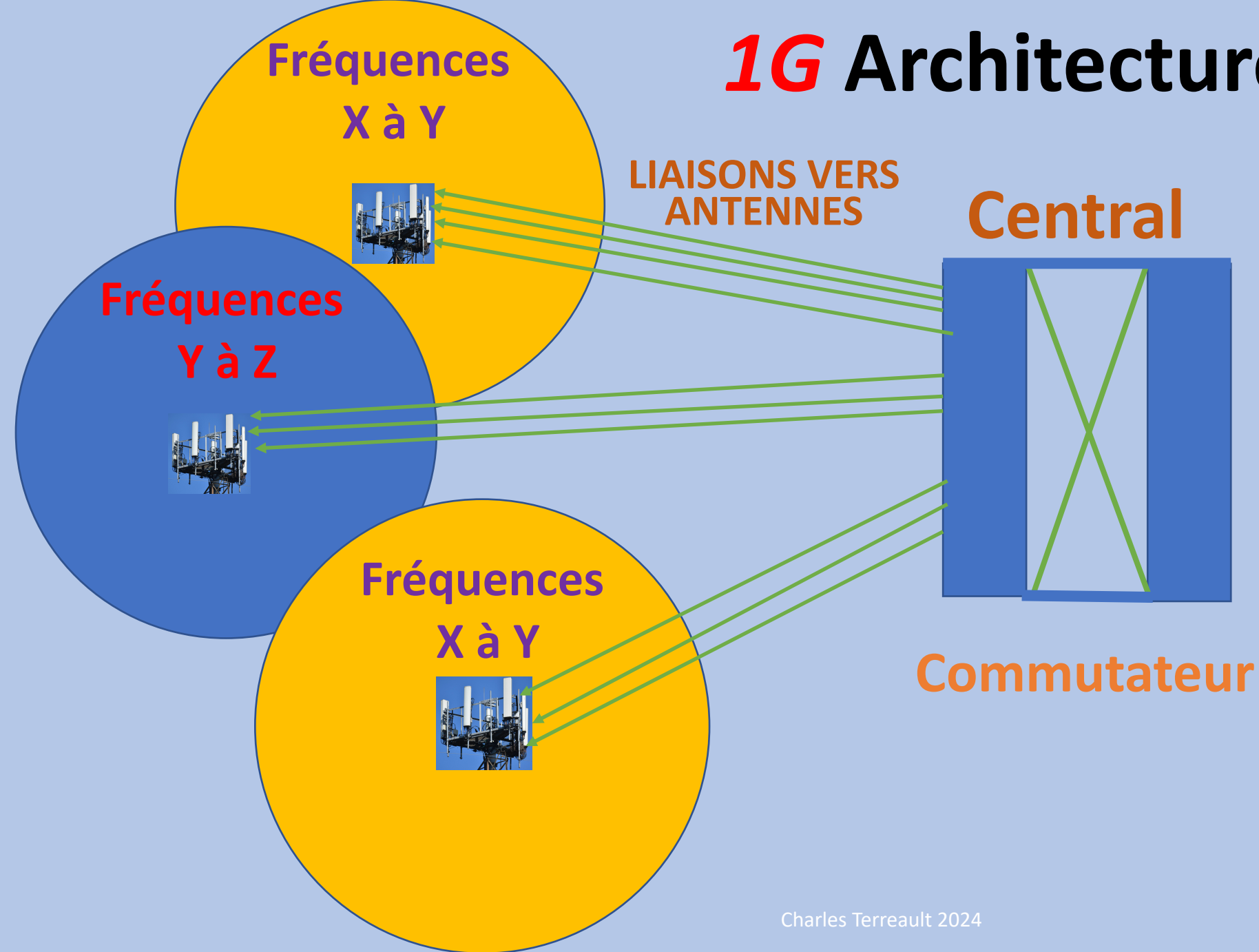
1G Architecture

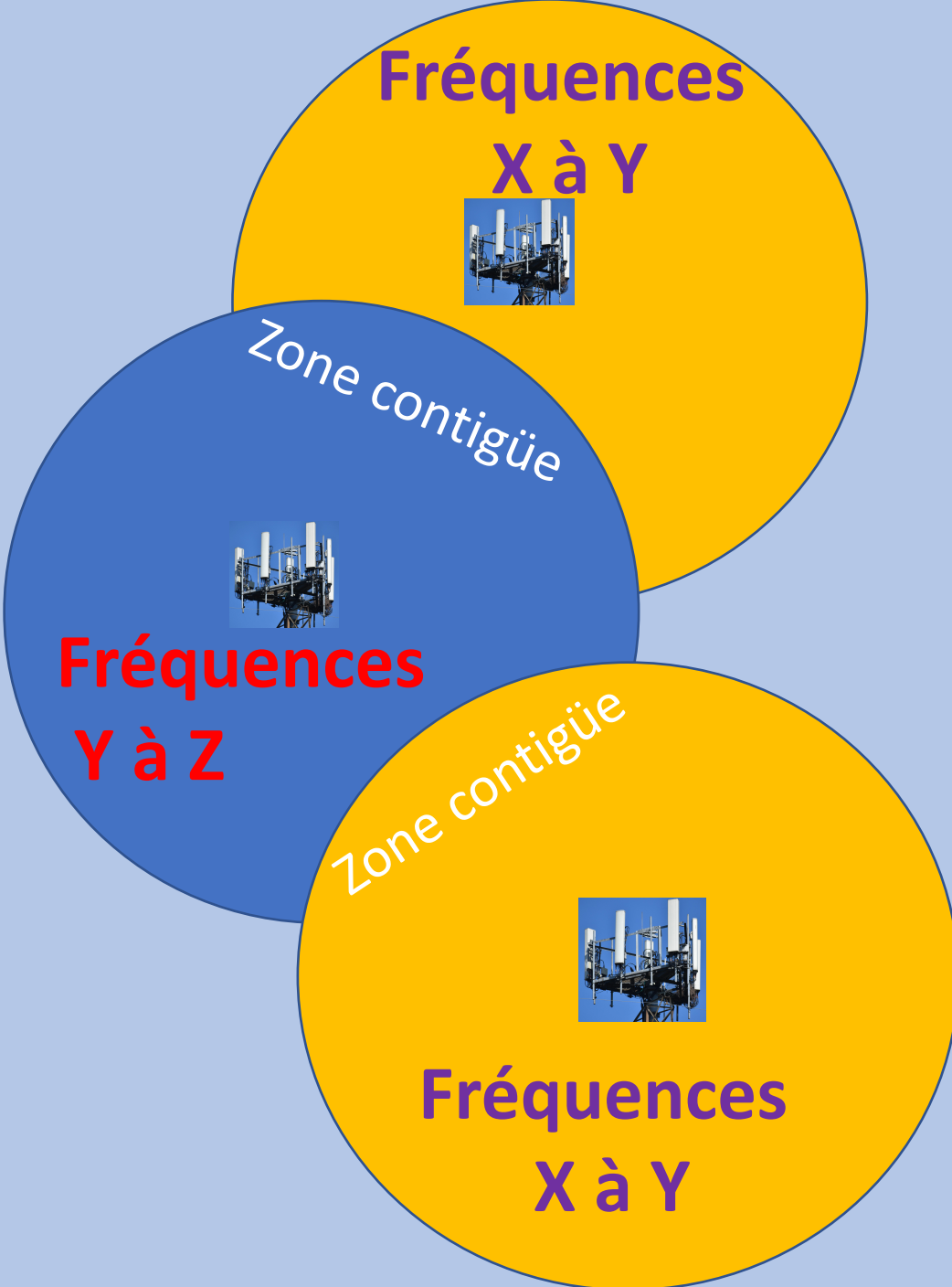


1G Architecture



1G Architecture





1G Architecture

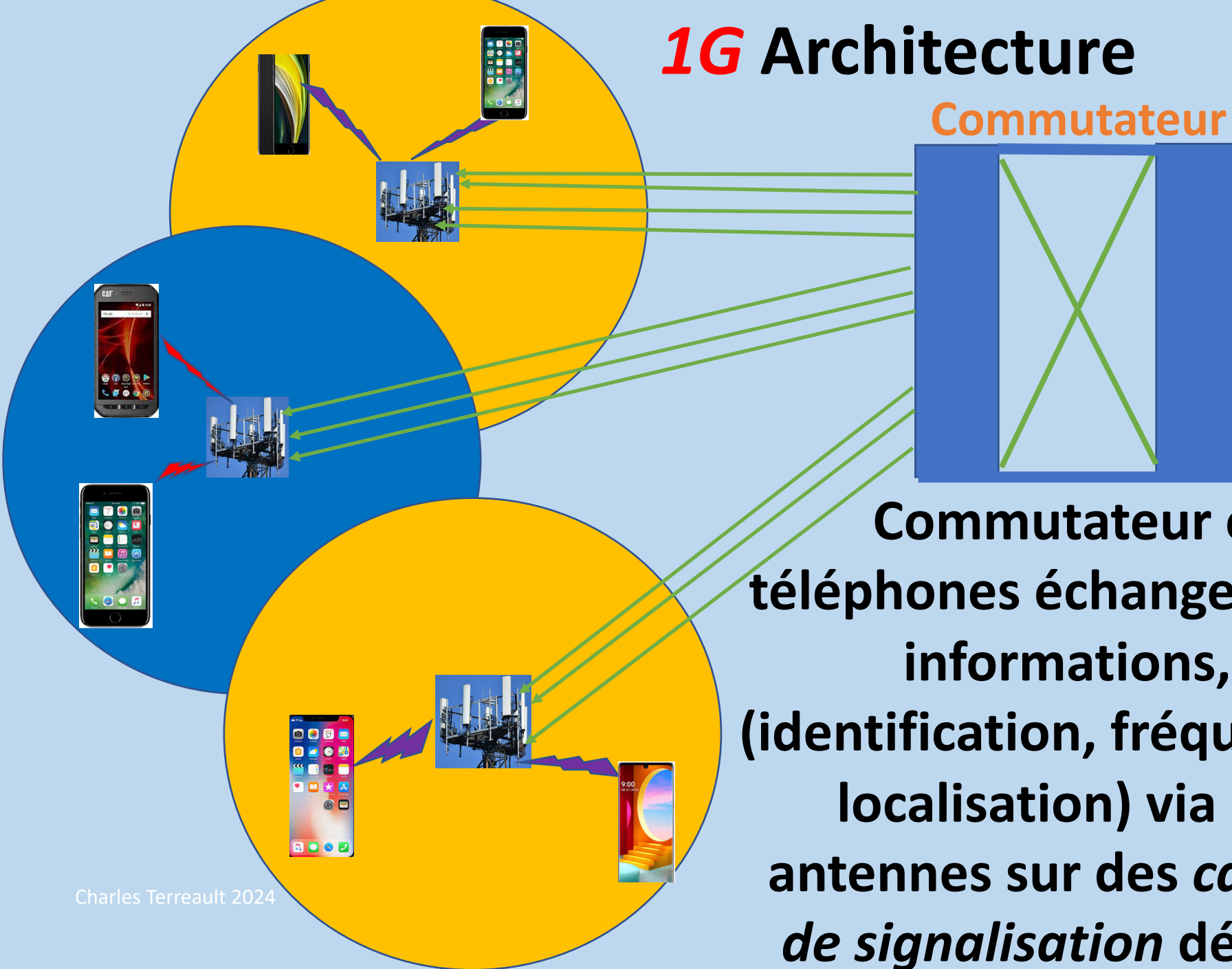
Les fréquences doivent être différentes entre au moins 2 cellules voisines pour éviter les interférences dans les zones contiguës.

Deux bandes de fréquences, l'une pour la voie montante (TX), l'autre pour la voie descendante (RX).

1G Architecture

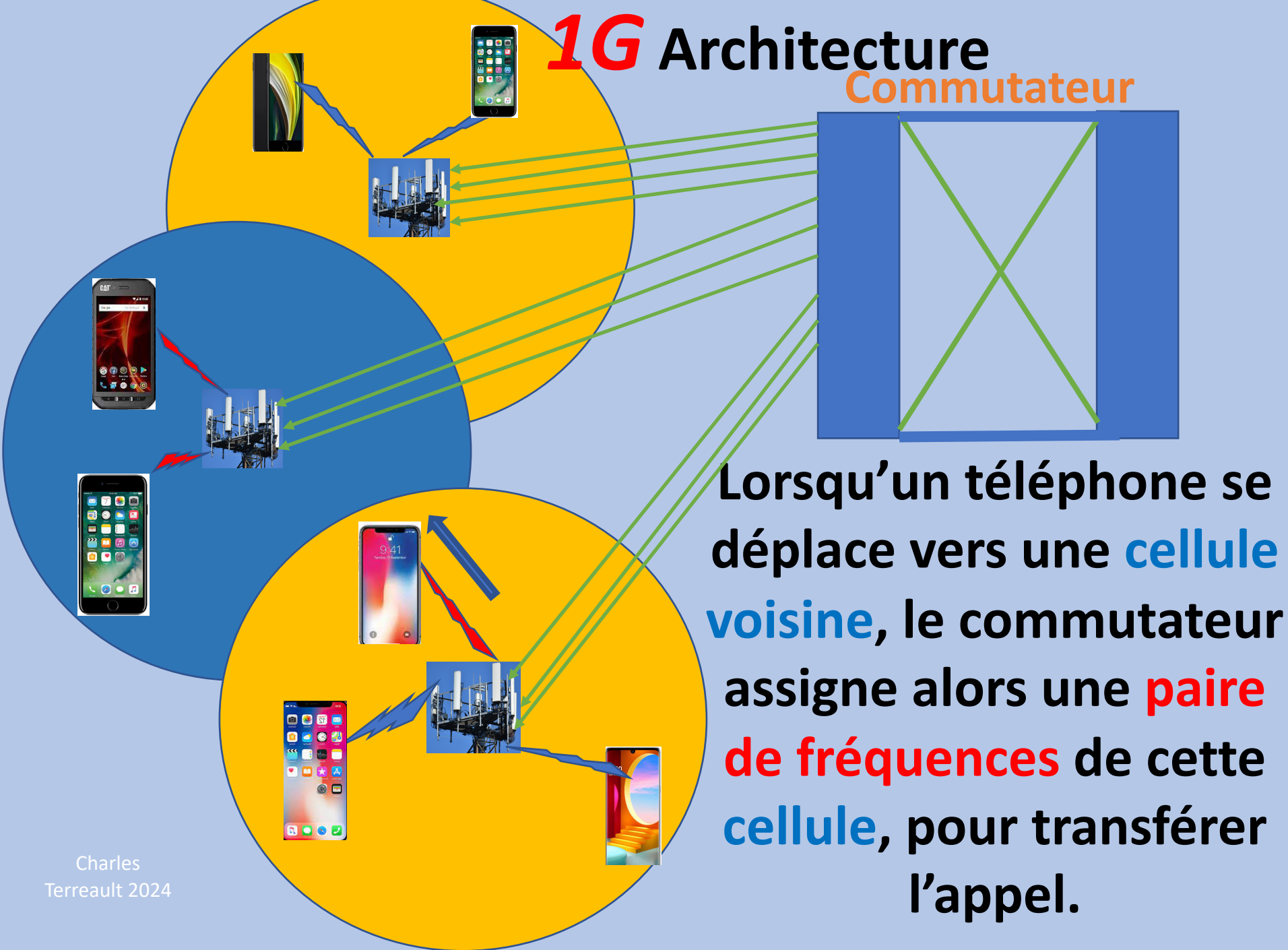
Commutateur

Commutateur et
téléphones échangent des
informations,
(identification, fréquences,
localisation) via les
antennes sur des *canaux*
de signalisation dédiés.



1G Architecture

Commutateur



1G Architecture

La conception de l'approche « cellulaire » (cellules avec réutilisation de fréquences et passage automatique d'une cellule à l'autre) fut inventée et brevetée par Amos Joel des Bell Labs en 1970.

**Amos Joel
Le père de la
téléphonie
cellulaire !**



1G

Caractéristiques

	APP.	FRÉQUENCES MHz	DENSITÉ / KM ²	DÉBIT GB/s.	LATENCE RADIO ms.
1 G	Voix	850 (824-849 & 869-894)	200	S.O.	S.O.

MOBILITÉ NUMÉRIQUE

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

 Internet des objets : IdO

 Réseau local

 Bluetooth : Connexion rapprochée

Effets de l'énergie RF sur la santé

Conclusion

2G

1 - Caractéristiques

	APP.	FRÉQUENCES MHz	DENSITÉ / KM ²	DÉBIT GB/s.	LATENCE RADIO ms.
1 G	Voix	850	200	S.O.	S.O.
2 G	SMS	850 1900 (1850-1910 & 1930-1990)	2000	S.O.	S.O.

2G

Deux techniques *numériques* concurrentes :

- CDMA (Code Division Multiple Access).
- GSM (Global System for Mobile Communications)

2G

2 - CDMA

- En 1989, l'entreprise américaine Qualcomm développe le CDMA (Code Division Multiple Access).
- Système de codage des transmissions, utilisant la technique d'étalement de spectre, qui permet à plusieurs liaisons numériques d'utiliser simultanément la même fréquence porteuse, par l'utilisation simultanée de plusieurs codes.
- Cette technique a été utilisée pour la 2G, principalement en Amérique du Nord.

2G

3 - GSM

Global System for Mobile Communications (GSM)
(historiquement « Groupe spécial mobile »).

- Norme développée par le « European Telecommunications Standards Institute (ETSI) ».
- Déployé d'abord en Finlande en 1991.

2G

3 - GSM

- À la fin de 2007, avec 3,1 milliards d'abonnés à l'échelle mondiale (contre seulement 431 millions d'abonnés utilisant une norme à base de CDMA), la norme GSM est dominante sur le marché des services de base 2G.
- Vers 2015, utilisée dans 193 pays et territoires.

2G

4 - SMS

- Le service de messagerie SMS (*Short Message Service*), permet de transmettre de courts messages textuels (taille maximale de 160 caractères).
- SMS, aussi appelé *messagerie texte ou texto*.
- « *Texter* » signifie envoyer ce type de message.

4 - SMS

Le SMS a été défini à la fin des années '80, comme section de la norme GSM, principalement par deux femmes ingénieures:

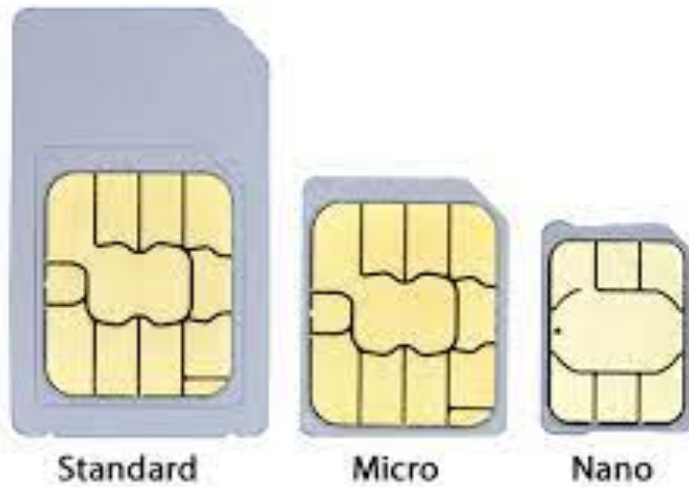
- Friedhelm Hillebrand (Poste allemande)**
- Martine Alvernhe, (France Telecom).**

2G

4 - SMS

Le SMS utilise le canal de signalisation dédié aux communications entre le téléphone cellulaire et le commutateur pour transmettre aussi les textos qui sont ensuite acheminés par le réseau vers le correspondant.

5 - Carte SIM (*Subscriber Identity Module*)



- La SIM est une carte détachable «intelligente » contenant l'information au sujet de l'abonnement du client et son annuaire personnel.
- Elle permet de conserver cette information en changeant de téléphone.
- Ou de changer de fournisseur avec le même téléphone en changeant la SIM.

MOBILITÉ NUMÉRIQUE

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : Internet des objets : IdO

 **Wi-Fi**™ : Réseau local

 **Bluetooth** : Connexion rapprochée

Effets de l'énergie RF sur la santé

Conclusion

3G

1 - Caractéristiques

	APP.	FRÉQUENCES MHz	DENSITÉ / KM ²	DÉBIT GB/s.	LATENCE RADIO ms.
1 G	Voix	850	200	S.O.	S.O.
2 G	SMS	850, 1900	2000	S.O.	S.O.
3 G	IP	850, 1700, 1900	20 000	0,2	100

3 G

2 - Protocole de l'Internet (IP) mobile

- Défini par l'UIT (IMT-2000), suivi d'un déploiement vers la mi-2001.
- Permet de transmettre un volume de données beaucoup plus grand, 200 Mbits/s, (jusqu'à 337 Mbit/s vers le téléphone).
- Ce qui a permis le déploiement du réseau Internet (IP) sur le réseau mobile, incluant la transmission de vidéo.

3 G



Nokia 3310

- Le Nokia 3310 s'est écoulé à 126 millions d'exemplaires.
- Dès l'automne 2000, il instaure la suprématie de Nokia dans la téléphonie mobile.
- L'entreprise atteint un sommet en 2007, après l'apparition du N95, un téléphone à clavier coulissant doté d'une caméra de 5 mégapixels et du système d'exploitation Symbian OS.

3 G

- Mis en vente à partir de 2005, le W800 est le premier téléphone de la gamme Sony Ericsson à arborer le logo des baladeurs Walkman.
- L'appareil est doublement précurseur : il permet d'écouter de la musique (et pas simplement de téléphoner), mais il peut aussi être connecté à d'autres appareils grâce à Bluetooth.



Sony Ericsson W800

3 G

- BlackBerry, l'entreprise spécialiste des logiciels de sécurité, s'appelle à ses débuts Research in Motion (RIM).
- Sa messagerie chiffrée BBM est alors en avance sur son temps.
- Le BlackBerry 6230, lancé en 2003, sert de chaînon manquant entre le téléavertisseur (la « pagette ») et le téléphone intelligent : son écran de 160 x 100 pixels surplombe un clavier alphanumérique complet qui marque son époque.



RIM BlackBerry 6230

MOBILITÉ NUMÉRIQUE

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : Internet des objets : IdO

 **Wi-Fi**™ : Réseau local

 **Bluetooth** : Connexion rapprochée

Effets de l'énergie RF sur la santé

Conclusion

4 G

Caractéristiques

	APP.	FRÉQUENCES MHz	DENSITÉ / KM ²	DÉBIT GB/s.	LATENCE RADIO ms.
1 G	Voix	850	200	S.O.	S.O.
2 G	SMS	850, 1800	2000	S.O.	S.O.
3 G	IP	850, 1700, 1900	20 000	0,2	100
4 G	VsIP	Diverses de 700 à 3500	250 000	0,3	50

4 G

Caractéristiques

- Les lettres LTE sont souvent associées à la 4G :
« 4G LTE ».
- LTE était le nom d'un comité (« Long Term Evolution »), à l'époque de la 3G, qui avait élaboré cette version de la future 4G.

4G



Apple iPhone 3G

- **L'iPhone 3G marque l'entrée d'Apple sur le marché international de la téléphonie sans fil. L'appareil est lancé en 2008 dans 22 pays, dont le Canada.**

Il sera suivi rapidement par l'iPhone 4.

MOBILITÉ NUMÉRIQUE

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : Internet des objets : IdO

 **Wi-Fi**™ : Réseau local

 **Bluetooth** : Connexion rapprochée

Effets de l'énergie RF sur la santé

Conclusion

MOBILITÉ NUMÉRIQUE

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : *Internet des objets : IdO*

 : Réseau local

 Bluetooth : Connexion rapprochée

Effets de l'énergie RF sur la santé

5G

1- CARACTÉRISTIQUES

1G



2G



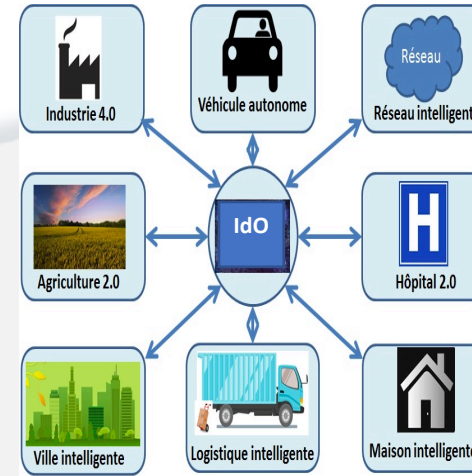
3G



4G



5G



5G 1- CARACTÉRISTIQUES :

Vitesse

La technologie 5G permet d'atteindre des vitesses de téléchargement maximales théoriques jusqu'à 100 fois plus rapides que la technologie 4G LTE.

5G 1- CARACTÉRISTIQUES

	APP.	FRÉQUENCES MHz	DENSITÉ / KM ²	DÉBIT GB/s.	LATENCE RADIO ms.
1 G	Voix	850	200	S.O.	S.O.
2 G	SMS	850, 1800	2000	S.O.	S.O.
3 G	IP	850, 1700, 1900	20 000	0,2	100
4 G	VsIP	700 à 3500	250 000	0,3	50
5 G	IdO	3500 (3450-3650) 3800 (3650-4200) ? 30 000 ?	1 000 000 Charles Terreault 2024	10	< 10

6 G

	APP.	FRÉQUENCES MHz	DENSITÉ / KM ²	DÉBIT GB/s.	LATENCE RADIO ms.
1 G	Voix	850	200	S.O.	S.O.
2 G	SMS	850, 1800	2000	S.O.	S.O.
3 G	IP	850, 1700, 1900	20 000	0,2	100
4 G	VsIP	700 à 3500	250 000	0,3	50
5 G	IdO	3500, 3800	1 000 000	10	< 10
6 G	?	EHF ?	?	?	?

6 G

- **Déjà des groupes de travail sont à l'œuvre pour définir la future 6G. Hé, oui !**
- **La 6G utilisera probablement les fréquences existantes et aussi du nouveau spectre incluant la EHF (Extrêmement haute fréquence) :**
- **35 à 95 GHz sont considérés (et même jusqu'à 3 THz), ainsi que des fréquences optiques !**

5G

2- Applications

La 5G veut couvrir beaucoup plus large que ses prédécesseurs :

Connecter tout ce qui peut utiliser la transmission sans fil, dont les robots, automobiles, usines, frigos !

L'internet des objets : IdO !

2- Applications

- L'Internet des objets « IdO », (« *Internet of Things* : IoT ») est l'interconnexion entre l'Internet et des objets, des lieux et des environnements physiques.
- Ces objets sont des dispositifs physiques dotés de capteurs, de logiciels et d'autres technologies, qui collectent et échangent des données avec d'autres dispositifs et systèmes sur Internet.

2- Applications

Par exemple, dans une maison intelligente, un utilisateur équipé d'un appareil portable, comme une montre intelligente peut :

- contrôler sa maison depuis son poignet.**
- se connecter automatiquement à d'autres appareils intelligents dans la maison.**

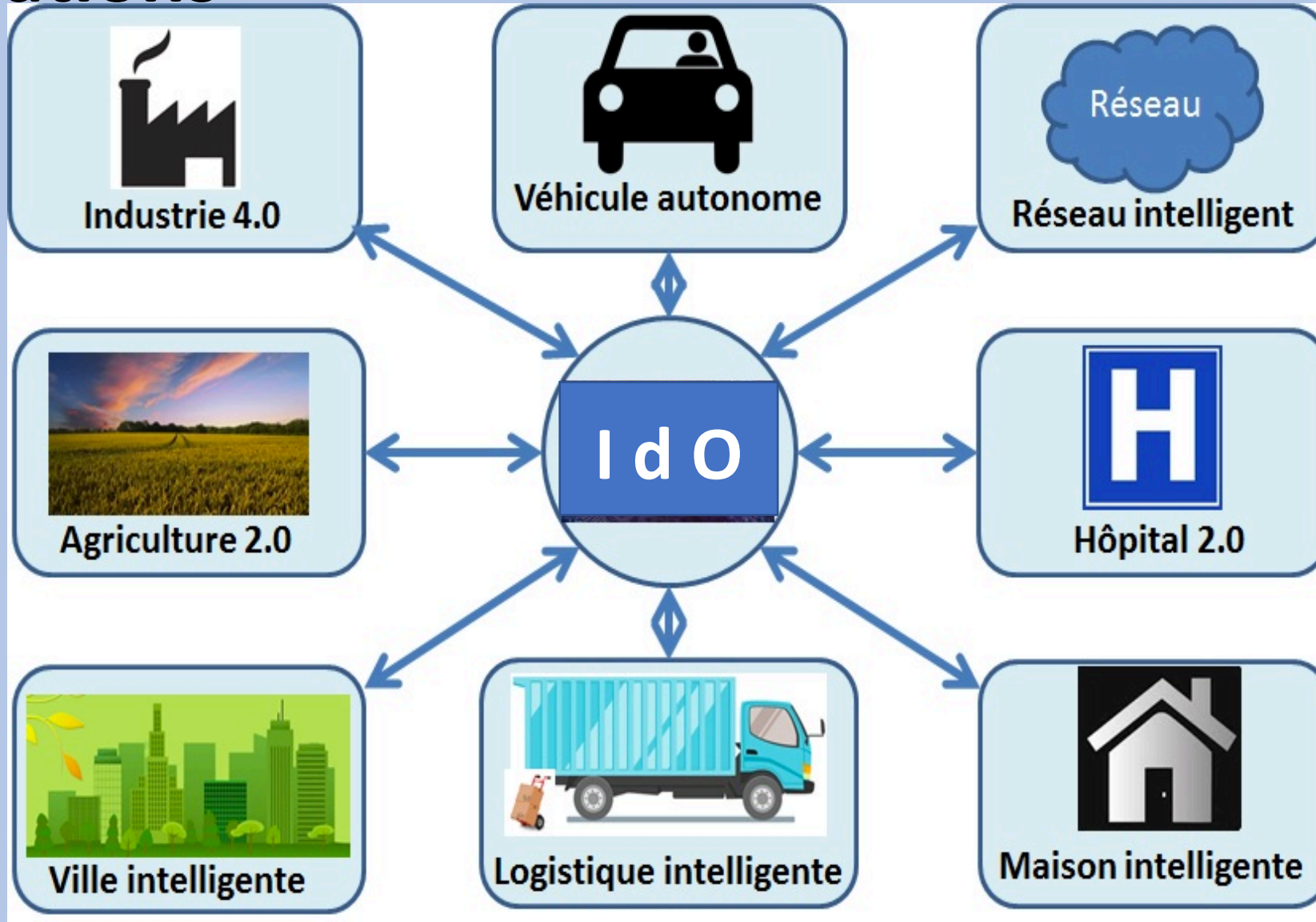
2- Applications

Sonnettes, montres, ampoules, thermostats, téléviseurs, haut-parleurs, appareils électroménagers, systèmes de sécurité et véhicules peuvent maintenant intégrer des émetteurs et des récepteurs, et se « parler » sur Internet.

5 G

2- Applications

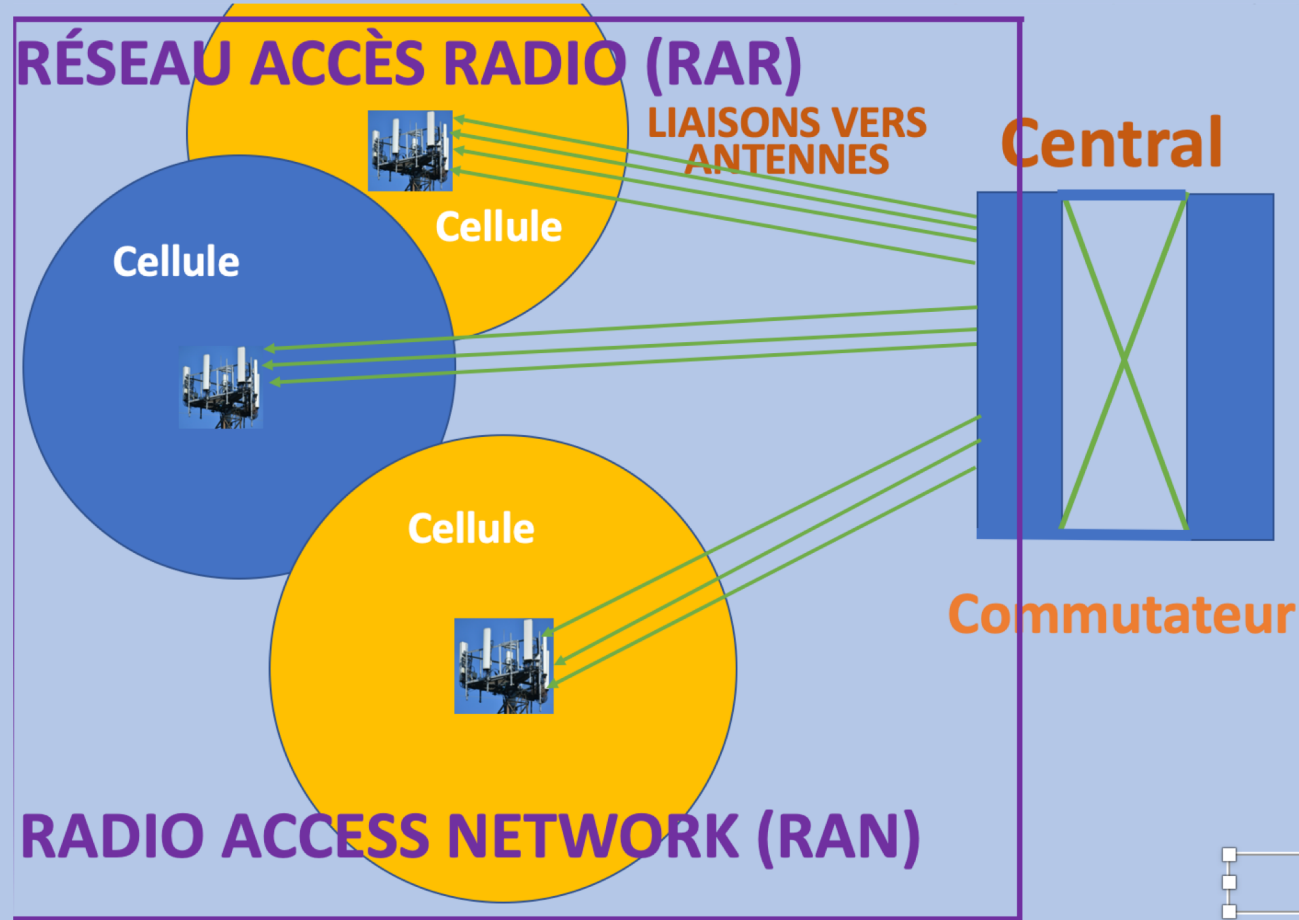
Internet
des
objets
(IdO)



5G

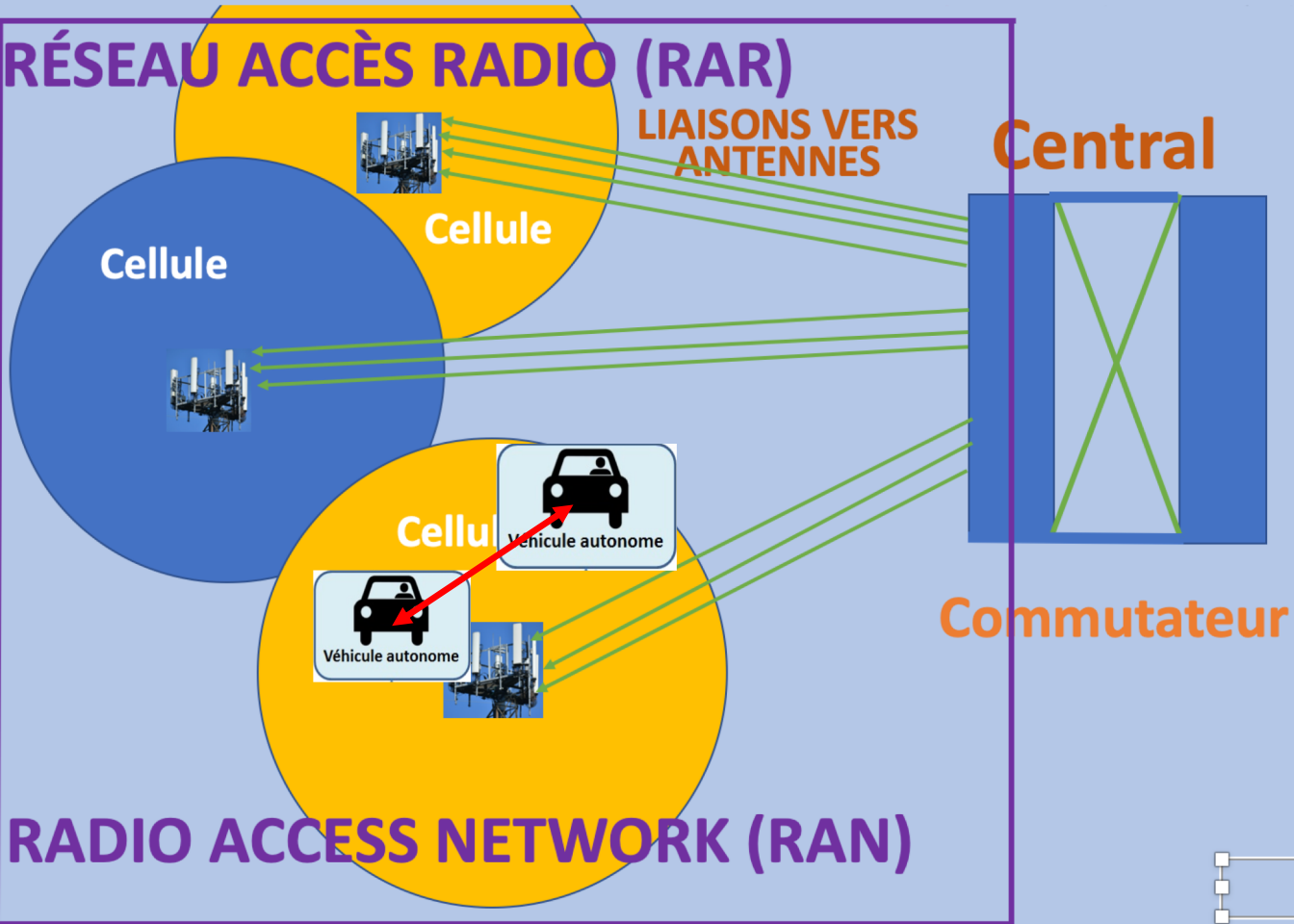
1- CARACTÉRISTIQUES

Dans les générations précédentes, toutes les communications depuis et vers les terminaux (téléphones, tablettes, objets, etc.) passaient **par le commutateur et le réseau d'accès radio.**



5G

1- CARACTÉRISTIQUES



Dans la **5G**, des communications entre des **TERMINAUX VOISINS**, pourront aussi se faire **DIRECTEMENT D'UN TERMINAL À L'AUTRE, SANS TRANSITER PAR LE COMMUTATEUR ET LE RÉSEAU !**

2- Applications IdO & Automobile

- 5G Automotive Association (5GAA) :
- Entreprises d'automobiles, de technologies et des télécoms, coopérant pour développer de futurs services de mobilité et de transport (crée en septembre 2016).
- Elle compte maintenant 130 membres, dont :
-  et 

2- Applications IdO & Automobile

- **Communication et connectivité sont essentielles pour le développement de véhicules autonomes. Les technologies cellulaires vont transformer l'écosystème de la mobilité complètement :**
- ***C-V2X: véhicule-à-tout.***
 - **Ce nouveau protocole permet aux véhicules de communiquer avec :**
 - **d'autres véhicules (V2V),**
 - **piétons (V2P),**
 - **réseaux (V2R),**
 - **et infrastructures environnantes (V2I).**

2- Applications IdO & Automobile

- **C-V2X** devrait améliorer la sécurité sur les routes en permettant aux véhicules connectés d'anticiper et d'éviter des situations dangereuses, réduisant ainsi les collisions et possiblement sauver des vies.
- **C-V2X** permettra aussi d'améliorer la conduite en transmettant de l'information sur la circulation en temps réel, pour optimiser le parcours ou trouver un stationnement.
- <https://5gaa.org/>

1 - Caractéristiques

2 – Applications

3 - Sécurité

4 - Déploiement

5 - Santé

5 G

3 - Sécurité

**Un des grands défis
de la 5G
& de l'IdO !**

5 G

3 - Sécurité

**Vous pouvez parier, qu'il y a présentement
des milliers de personnes dans le monde
qui analysent et cherchent des failles dans
la 5G et l'IdO !**

5 G

3 - Sécurité

Certains pour les colmater !

D'autres pour les exploiter !

5 G

3 - Sécurité

- L'évolution rapide de l'IdO dépasse les mécanismes disponibles pour protéger les appareils et leurs utilisateurs.
- Avec les milliards de dispositifs IdO existants, les nouveaux points d'entrée pour les cyberattaques se sont considérablement multipliés.

5 G

3 - Sécurité

- **Au nombre des risques posés par les appareils connectés, signalons une mauvaise gestion des mots de passe, ou encore des transmissions mal sécurisées.**
- **Des mots de passe forts créent des frictions pour les utilisateurs et les fabricants doivent toujours trouver un équilibre entre la sécurité et la convivialité.**

5G

4 – Déploiement

État de la situation

1G	
2G	
3G	
4G	
5G	

5G

4 – Déploiement

État de la situation

1G	
2G	
3G	
4G	
5G	

5G

4 – Déploiement

État de la situation

1G	
2G	
3G	Pré-retraite
4G	
5G	

5G

4 – Déploiement

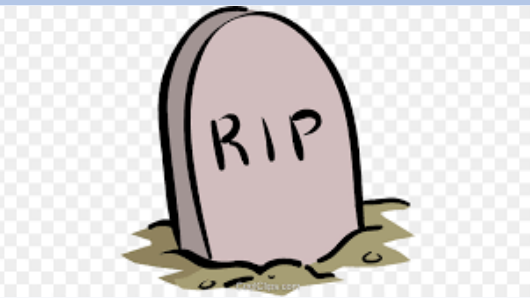
État de la situation

1G	
2G	
3G	Pré-retraite
4G	Maturité
5G	

5G

4 – Déploiement

État de la situation

1G	
2G	
3G	Pré-retraite
4G	Maturité
5G	Adolescence

5G

4 – Déploiement

- Les ondes millimétriques utilisées par la 5G permettent des vitesses de transfert beaucoup plus rapides.
- Mais elles ont aussi le défaut de ne pas voyager très loin.
- Elles sont beaucoup moins pénétrantes, ce qui fait qu'elles n'entrent pas très bien à l'intérieur des bâtiments.
- Ces ondes traversent aussi difficilement l'être humain ; elles pénètrent à peine la peau.

5G

4 – Déploiement CELLULES

- Le nombre de petites cellules sera de dix à cent fois plus élevé que le nombre actuel.
- Les antennes destinées aux petites cellules ont généralement une moins grande puissance et donc une moins grande portée que celles destinées aux macrocellules.
- Les petites cellules sont déjà utilisées de manière ponctuelle pour la technologie 4G.
- Elles servent à répondre à la demande dans les zones densément peuplées.

5G

4 – Déploiement

Résultat : pour couvrir un même territoire, il est à prévoir que de petites tours cellulaires de plus courte portée poussent comme des champignons dans les villes, érigées sur des poteaux électriques ou des lampadaires.



La Ville de Montréal estime qu'il faudra déployer entre 40 000 et 60 000 antennes dans la métropole, soit au moins huit fois plus que pour le réseau 4G.

MOBILITÉ NUMÉRIQUE

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : Internet des objets : IdO

 **Wi-Fi**™ : *Réseau local*

 **Bluetooth** : Connexion rapprochée

Effets de l'énergie RF sur la santé

Conclusion



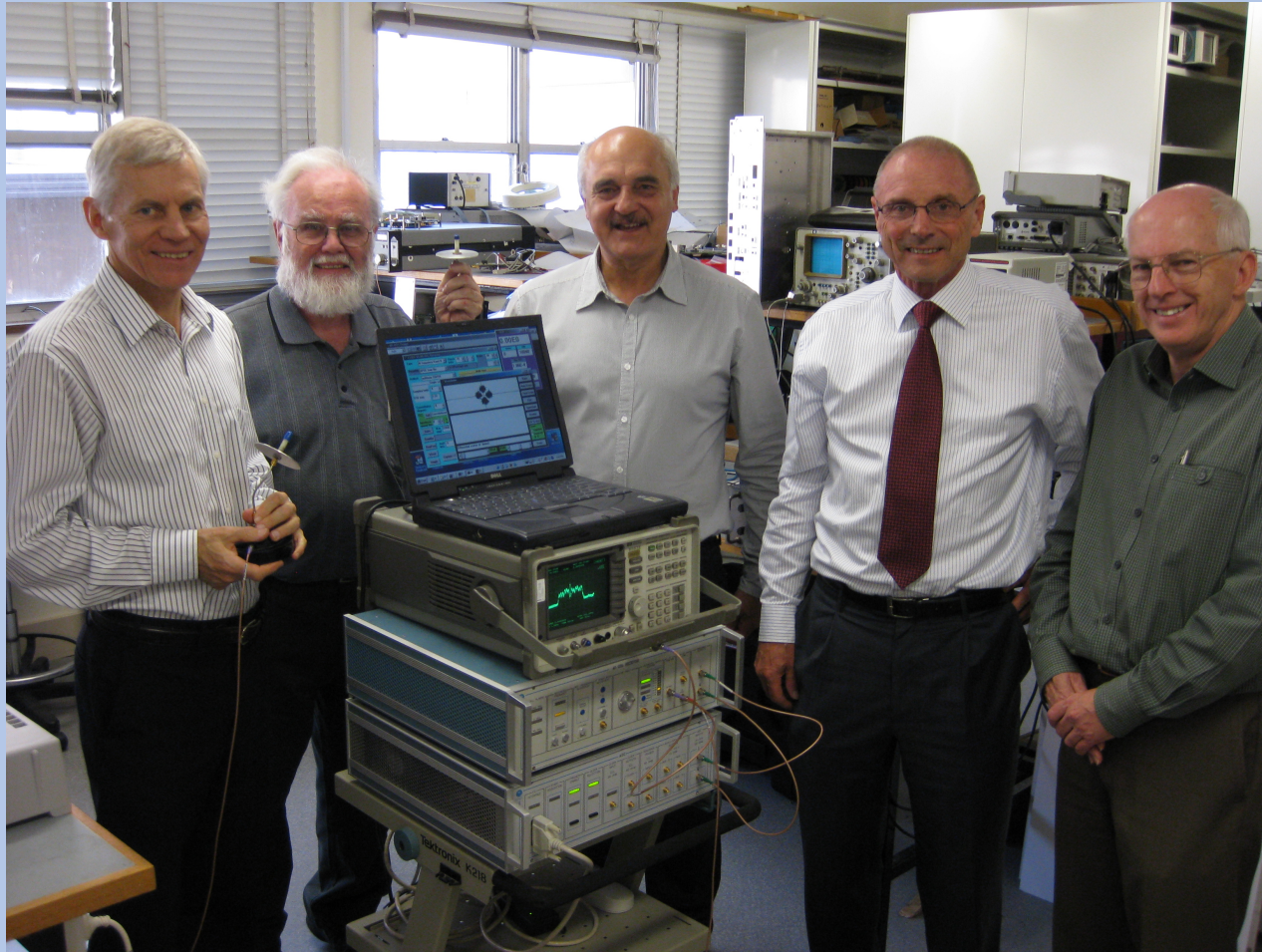
- **Le Wi-Fi, est un ensemble de protocoles de communication sans-fil régi, par les normes du groupe IEEE 802.1 (ISO/CEI 8802-11).**
- **Apparues pour la première fois en 1997.**



- **Un réseau Wi-Fi permet de relier par ondes radio, plusieurs appareils (ordinateur, routeur, téléphone, imprimante, modem, etc.) au sein d'un réseau informatique, afin de permettre la transmission de données entre eux : *Réseau local sans fil (WLAN)*.**



- Le terme « Wi-Fi » suggère la contraction de « *Wireless Fidelity* », par analogie au terme « Hi-Fi » pour « *High Fidelity* » des systèmes de son.



Le Wi-Fi, inventé par John O'Sullivan, (*avec cravate*), ingénieur australien en 1992.



Portée

- **Puissance typique : 100 mw.**
- **En intérieur, la portée peut atteindre plusieurs dizaines de mètres (généralement entre une vingtaine et une cinquantaine de mètres), s'il n'y a aucun obstacle gênant (mur en béton par exemple), entre l'émetteur et l'utilisateur.**



- **Des fournisseurs d'accès à Internet peuvent établir un réseau Wi-Fi connecté à Internet dans une zone à forte concentration d'utilisateurs (gare, aéroport, hôtel, train, etc.).**
- **Ces zones ou points d'accès sont appelés bornes ou points d'accès Internet ou «Hot Spots».**



Interférences

- Le Wi-Fi utilise principalement les bandes de fréquence dites « industrielle, scientifique et médicale » de 2,4 à 2,483 5 GHz et de 5,150 GHz à 5,850 GHz, partagées avec d'autres types d'usages, ce qui peut conduire à des problèmes d'interférences et de brouillages causés par des fours à micro-ondes, la télémesure, la télémédecine, la télé-identification, les caméras sans fil, le Bluetooth.
- Inversement, des systèmes tels que la radio-identification (RFID) tendent à utiliser le Wi-Fi pour bénéficier de son infrastructure déjà en place, notamment pour la géolocalisation.



Difficultés de connexion par Wi-Fi :

Deux raisons possibles:

- **Transmission Radio : les barres indiquent la force du signal, mais il peut être corrompu par de l'interférence externe.**
- **Transmission réseau : le réseau peut être surchargé.**



Sécurité des systèmes privés Wi-Fi :
Assurez-vous que le cryptage est activé.



Sécurité des systèmes Wi-Fi publics (Cafés, etc.) :

- **Un bandit dans le voisinage peut utiliser un logiciel illégal qui capte tous les signaux sur le réseau et enregistre mots de passe, # de cartes de crédit, etc.**
- **Les connexions aux banques sont sécuritaires car encryptées, mais pour les autres situations, ne jamais transmettre une information confidentielle. (Ce qui inclurait un message avec vos coordonnées où vous indiquez que vous vous absentez...)**

MOBILITÉ NUMÉRIQUE

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : Internet des objets : IdO

 Wi-Fi™: Réseau local

 Bluetooth: *Connexion rapprochée*

Effets de l'énergie RF sur la santé

Conclusion



- **La technologie Bluetooth® est principalement utilisée pour connecter sans fil :**
 - **des périphériques à des téléphones mobiles, des ordinateurs de bureau et des ordinateurs portables.**
 - **des accessoires Bluetooth® dont les souris, les claviers, les haut-parleurs les écouteurs et certains appareils auditifs.**



**Sven
Mattisson**

**Le suédois Sven
Mattisson et le
néerlandais Jaap
Haartsen l'ont
développée au sein de
l'entreprise suédoise
Ericsson en 1994.**



**Jaap
Haartsen**

Bluetooth

- Le nom « *Bluetooth* » est directement inspiré du surnom anglicisé du roi viking danois Harald 1^{er}, dit «Dent bleue», en danois «Harald Blåtand», en anglais «Harald *Bluetooth*».
- Ce nom a été proposé en 1996 par Jim Kardach d'INTEL, un ingénieur travaillant alors sur le développement d'un système qui allait permettre aux téléphones cellulaires de communiquer avec des ordinateurs et c'est Sven Mattisson d'Ericsson, qui lui avait parlé de ce souverain.

Bluetooth

- En 1998, plusieurs sociétés(IBM, INTEL, Nokia & Toshiba) s'associent avec Ericsson pour former le Bluetooth Special Interest Group.
- 1999 : premier téléphone Bluetooth.

Bluetooth

- Les 79 canaux RF du Bluetooth sont séparés de 1 MHz en commençant par 2 402 MHz.
- Le codage de l'information se fait par sauts de fréquence et la période est de 625 μ s, ce qui permet 1 600 sauts par seconde.

Bluetooth

CLASSE	PUISSANCE	PORTÉE (m.)
1	100 mw	100
2	2,5 mw	10 à 20
3	1 mw	Quelques mètres

La plupart des fabricants utilisent des modules de classe 2.

Bluetooth

- Les appareils jumelés sautent d'un canal à l'autre en recherchant constamment le moins d'interférences et la meilleure qualité du signal.
- Ce processus, connu sous le nom de saut de fréquence, aide les appareils Bluetooth à offrir des performances constantes et à latence faible.

Bluetooth

- L'utilisation des appareils Bluetooth pour la première fois, nécessite un processus de configuration initial d'appariement, où chaque appareil échange des informations essentielles telles que les identifiants de périphériques et les clés de sécurité.
- Après le processus initial, les informations de connexion essentielles sont sauvegardées pour rationaliser les appariements futurs.



- **Actuellement, la technologie Bluetooth est proposée en deux versions distinctes:**
 - **Bluetooth Low Energy est optimisé pour les communications en rafales qui préservent l'autonomie de la batterie (40 canaux).**
 - **Bluetooth Classic est utilisé pour les applications nécessitant un transfert de données plus fréquent et persistant. (79 canaux).**



Nouvelles applications : Localiser mon appareil Android

- **Avec le réseau « Localiser mon appareil », vous pouvez localiser vos appareils, même s'ils sont hors ligne.**
- **Vous pouvez aussi trouver les accessoires d'association rapide compatibles, lorsqu'ils sont déconnectés de votre appareil.**



Nouvelles applications : Localiser mon appareil Android

Fonctionnement

- Les appareils du réseau utilisent le *Bluetooth* pour rechercher des objets à proximité.
- Si d'autres appareils détectent vos objets, ils enverront les emplacements où ils les ont détectés à l'application Localiser mon appareil.
- Vos appareils Android feront de même pour aider les autres à localiser leurs objets hors ligne, lorsqu'ils sont détectés à proximité.



Pour en savoir plus :

- https://support.google.com/android/answer/14796936?visit_id=638545775707186447-1351732472&p=find_offline_devices&rd=1#finding_offline_devices
- **Pour Apple :** <https://www.icloud.com/find>

Bluetooth

Nouvelles applications :

- Des appareils auditifs (versions récentes) utilisent aussi le Bluetooth pour interagir avec un téléphone intelligent ou une tablette.
 - *Plus de petites roulettes sur l'appareil pour augmenter ou diminuer le son qui parvient aux appareils.*
- Les Danois en sont les pionniers, dont la marque OTICON.

Bluetooth

- Comparaison Bluetooth & Wi-Fi :
 - Le Wi-Fi est utilisé pour les connexions Internet et les connexions réseaux *entre de nombreux appareils* tandis que la technologie Bluetooth est utilisée dans divers cas d'utilisation *d'un appareil à l'autre*.
 - Le Wi-Fi fonctionne sur les gammes de fréquences de 2,4 GHz, 5 GHz et 6 GHz, tandis que la technologie Bluetooth fonctionne uniquement sur la bande de fréquences de 2,4 GHz.

MOBILITÉ NUMÉRIQUE

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : Internet des objets : IdO

 **Wi-Fi**™ : Réseau local

 **Bluetooth** : Connexion rapprochée

Effets de l'énergie RF sur la santé

Conclusion

Effets de l'énergie RF sur la santé

- L'information dans cette section provient de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) et de Santé Canada.
- Ces organismes sont formés de scientifiques à la fine pointe de ces sujets.

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

L'énergie RF peut-elle affecter la santé ?

- Les sources humaines de champs électromagnétiques ont augmenté depuis un siècle environ, à la suite de l'évolution technologique et, en particulier, de la communication radio.
- Mais l'énergie électromagnétique naturelle a toujours été présente.

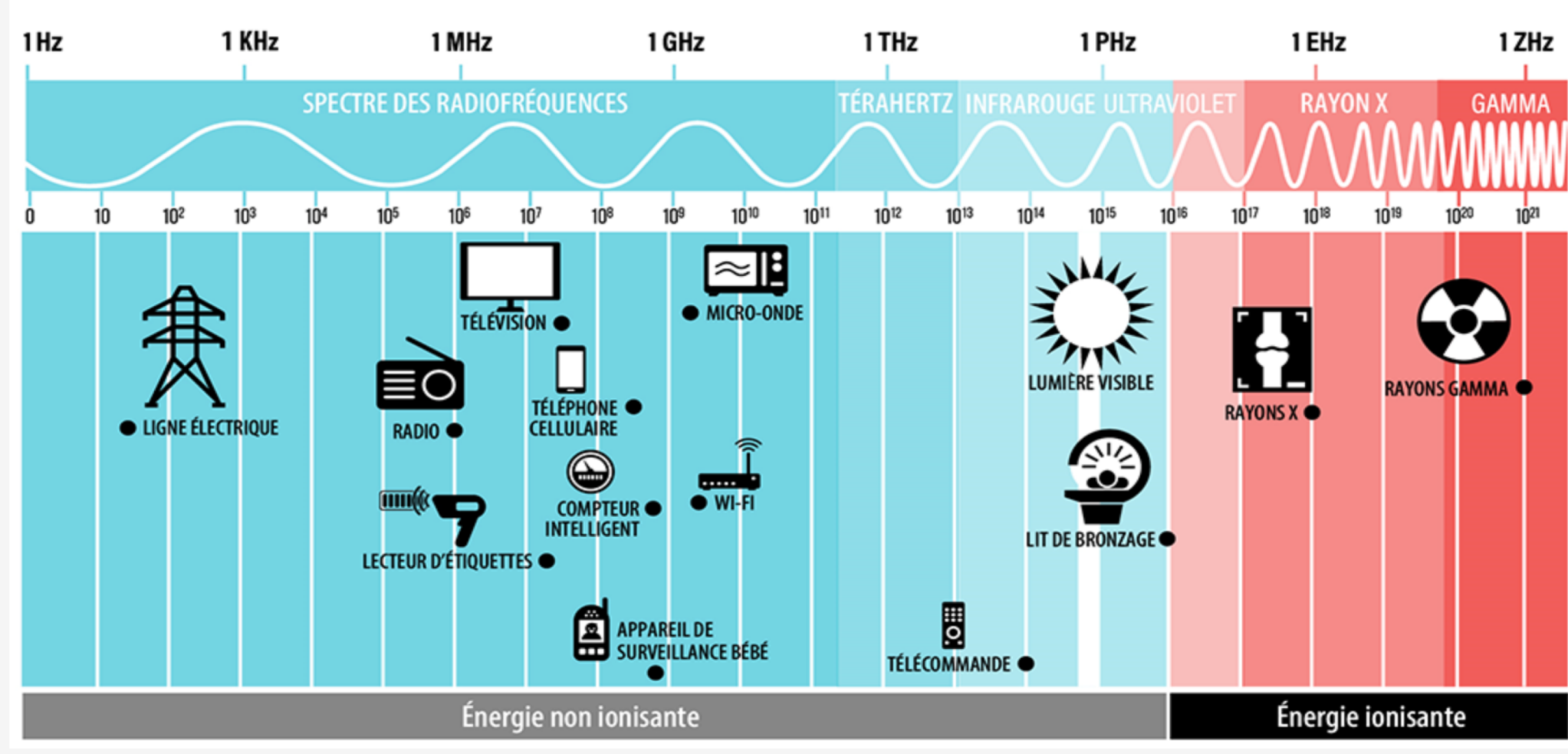
1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

- **Les chercheurs étudient depuis des décennies les effets de l'énergie RF sur la santé.**
- **Selon de nombreuses études internationales, les effets associés à l'exposition à l'énergie RF varient selon la fréquence.**

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

- L'exposition aux plages de fréquence les plus élevées peut entraîner une sensation de chaleur,
- tandis qu'une exposition, même à court terme, à des fréquences plus basses, peut produire une stimulation nerveuse semblable à une sensation de picotement.
 - *Le gouvernement du Canada a fixé des limites d'exposition à l'énergie RF afin de prévenir ces effets.*

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé



Deux formes d'énergie sont représentées dans la spectre électromagnétique : l'Énergie non ionisante et l'Énergie ionisante.

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

Énergie non ionisante

- **C'est l'énergie électromagnétique incapable de rompre les liaisons qui retiennent les atomes et les molécules.**
- **Elle ne fractionne donc pas les liaisons chimiques à l'intérieur des cellules et des tissus organiques.**
- **La lumière visible et l'énergie RF utilisée dans la communication sans fil en sont deux exemples.**

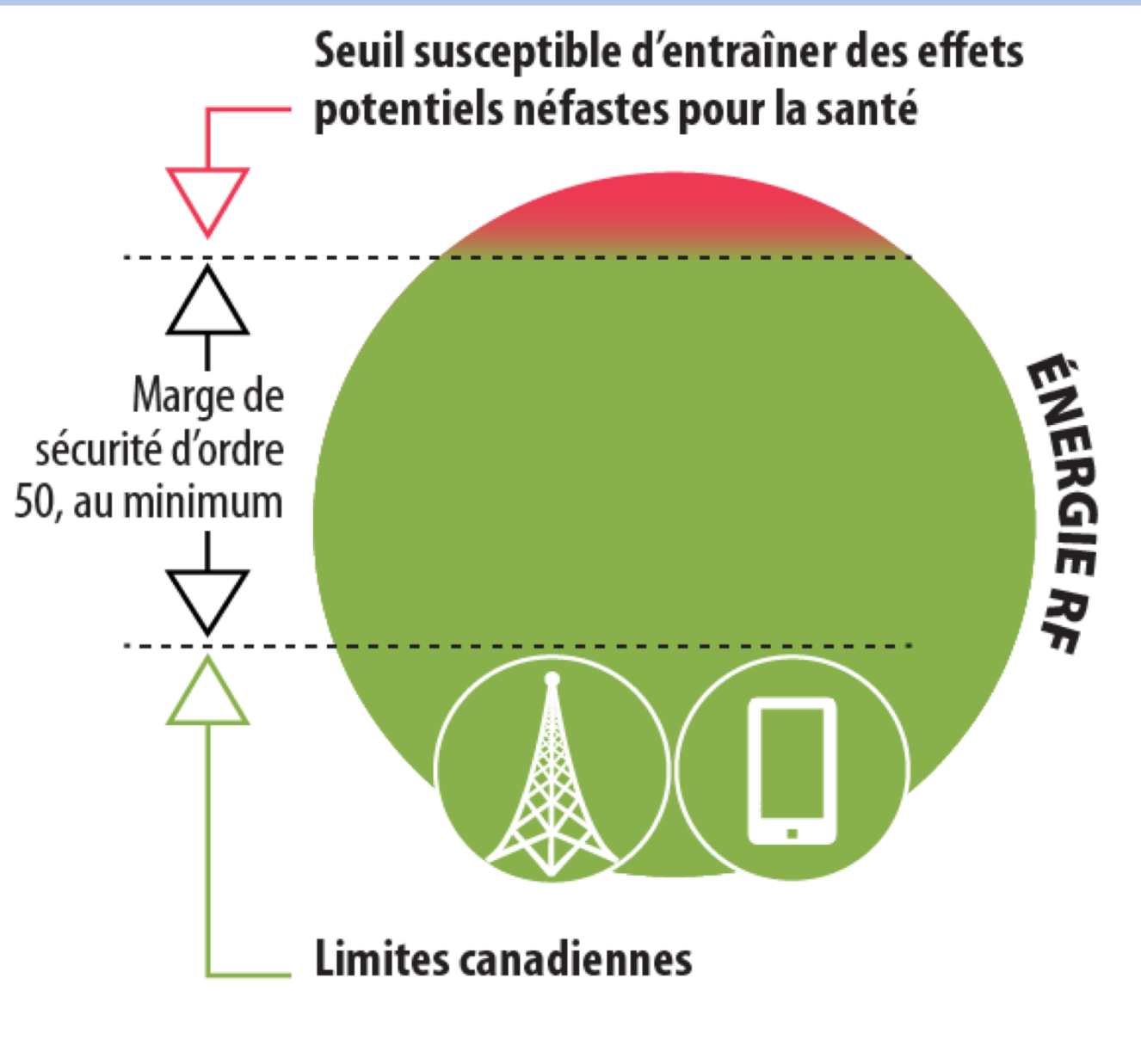
1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

Énergie ionisante

- **Certaines ondes électromagnétiques peuvent avoir assez d'énergie pour rompre les liaisons entre les atomes et les molécules.**
- **Les Rayons X et les Rayons Gamma utilisés dans certains traitements médicaux sous la surveillance du personnel médical en sont deux exemples.**

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

*Niveau
d'exposition
aux radio-
fréquences,
considéré
sécuritaire .*



1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

- L'exposition à l'énergie RF se situant au-dessous des limites canadiennes est sécuritaire.**
- Ces limites canadiennes sont fixées bien au-dessous du seuil (avec une marge de sécurité d'ordre 50, au minimum) de tous les effets néfastes connus et établis pour la santé.**

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

Les
exigences
varient
selon les
positions
de
l'appareil
et du
corps.

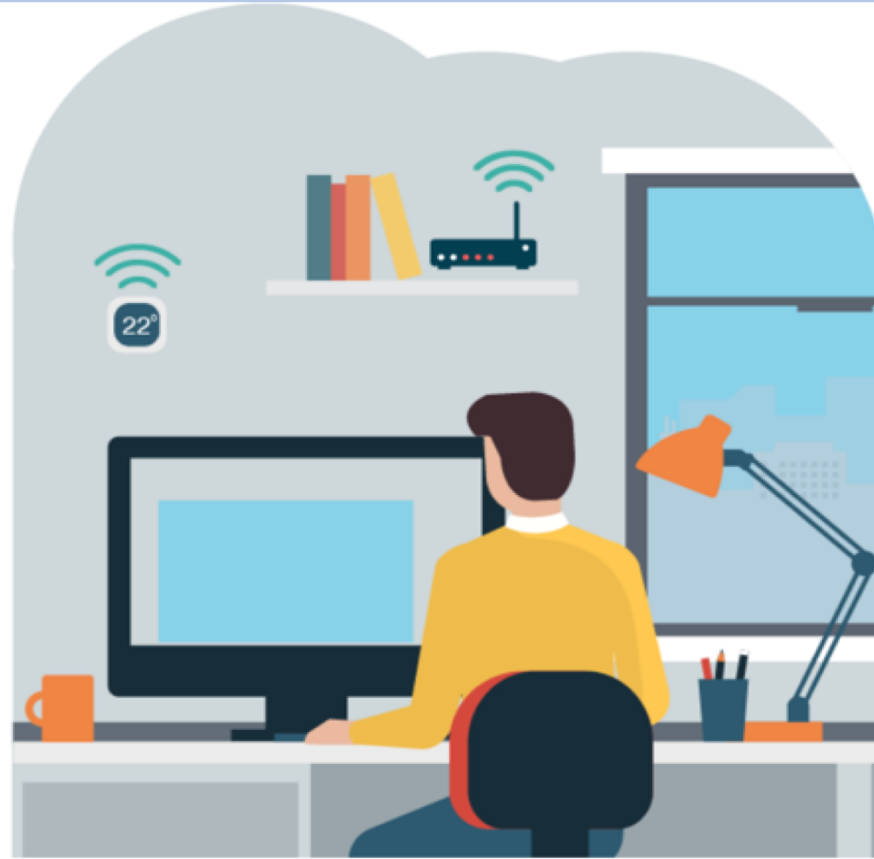


les appareils sans fil destinés à être utilisés près du
corps

(téléphones cellulaires, tablettes et autres appareils
portables sur ou près de soi)

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

Les
exigences
varient
selon les
positions
de
l'appareil
et du
corps.



les appareils sans fil destinés à être utilisés loin du
corps

(routeurs Wi-Fi, systèmes de surveillance domestiques et
compteurs intelligents)

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

Appareils utilisés près du corps :

- Ils sont particulièrement surveillés.**
- Ils sont mis à l'essai par rapport à diverses limites, selon leurs fréquences de fonctionnement, ce qui peut inclure plus d'un type d'évaluation.**

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

Appareils utilisés près du corps entre 100 kHz et 6 GHz :

- Les appareils sont mis à l'essai par rapport aux limites du *débit d'absorption spécifique (DAS)* pour éviter l'échauffement des tissus.

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

Appareils utilisés près du corps entre 100 kHz et 6 GHz :

La plupart des appareils portatifs et les appareils portables sur ou près de soi, actuellement en vente au Canada, tels que

- téléphones cellulaires**
 - tablettes**
 - montres intelligentes**
- relèvent de cette catégorie.**

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

Est-il dangereux d'habiter près d'une antenne cellulaire?

- Dans son avis scientifique de 2016, 'INSPQ en est arrivé à la conclusion suivante : « [...] *la probabilité d'un risque sur la santé* [des personnes vivant près des antennes est] *faible ou inexistante* ». Cette position, basée sur les connaissances actuelles, est similaire à celle de l'Organisation mondiale de la Santé et de Santé Canada.
- Il n'y a donc pas lieu de s'inquiéter à propos de l'installation d'une antenne cellulaire à proximité d'une résidence.
- Pour ce qui est des ondes millimétriques générées par la 5G, elles sont, de façon générale, plus facilement bloquées par la matière (végétation, toit, mur, etc.) comparativement aux ondes de plus basses fréquences.
- <https://www.inspq.qc.ca/publications/2119>
-

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ)

- <https://www.inspq.qc.ca/rayonnement-non-ionisant/5g-et-sante>

2 - Rôle de Santé Canada

- Les lignes directrices de Santé Canada concernant l'exposition humaine aux radiofréquences de manière sécuritaire, le Code de sécurité 6, présentent des limites d'exposition situées bien en deçà des niveaux de tout effet connu et potentiellement néfaste pour la santé.
- Ces limites sont établies afin de protéger tous les groupes d'âge, y compris les enfants, sur une base continue (24 heures par jour/7 jours semaine).

2 - Rôle de Santé Canada

- **Santé Canada se tient constamment au courant des recherches sur ces aspects, et, au besoin, révisé le Code de sécurité 6 pour s'assurer que ses principes protègent les Canadiens en tout temps.**

2 - Rôle de Santé Canada

Santé Canada signale que les limites établies par le Canada sont cohérentes avec les normes scientifiques établies ailleurs dans le monde, comme aux États-Unis, dans l'Union européenne, au Japon, en Australie et en Nouvelle-Zélande.

3 - Rôle d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada (ISDE)

- ISDE a adopté le Code de sécurité 6 de Santé Canada comme limites canadiennes d'exposition aux RF pour les appareils sans fil et leur infrastructure connexe.**
- Le cadre réglementaire d'ISDE inclut la surveillance du marché et les procédures de vérification et d'application.**

3 - Rôle d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada (ISDE)

- Tout appareil sans fil doit respecter les limites d'exposition aux radiofréquences en tout temps et être homologué en ce sens avant de pouvoir être vendu au Canada.**
- Toute personne ou entité qui fabrique, importe, distribue, vend ou loue des appareils sans fil au Canada doit être conforme aux règlements d'ISDE.**

3 - Rôle d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada (ISDE)

- **ISDE vérifie et évalue régulièrement des échantillons d'appareil sans fil en vente au Canada.**
- **Les installations d'antennes doivent aussi satisfaire aux exigences à l'égard des limites d'exposition aux RF.**
- **ISDE vérifie régulièrement ces installations pour s'assurer qu'elles respectent les limites établies par le Code de sécurité 6.**

<https://www.ic.gc.ca/eic/site/smtgst.nsf/fra/sf11467.html>

MOBILITÉ NUMÉRIQUE

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : Internet des objets : IdO

 Réseau local

 Bluetooth : Connexion rapprochée

Effets de l'énergie RF sur la santé

Conclusion

Conclusion

La mobilité numérique, avec toutes ses variantes, offre des outils extraordinaires à ses utilisateurs.

Conclusion

Mais ,

Conclusion

***La mobilité numérique peut, chez certains, devenir
addictive et même dangereuse.***

Conclusion

En particulier, pour les enfants, des spécialistes recommandent de ne pas leur permettre de les utiliser.

Merci !