



L'histoire du numérique

70 ans de découvertes et de bouleversements

PLAN DE LA SÉRIE

- NUMÉRISATION
- FIBRE OPTIQUE
- AVÈNEMENT D'INTERNET
- WEB 2.0
- IMAGE
- *Cellulaire & 5G*

La 5G

Et l'évolution des télécoms mobiles

Évolution des télécoms mobiles

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : Internet des objets : IdO

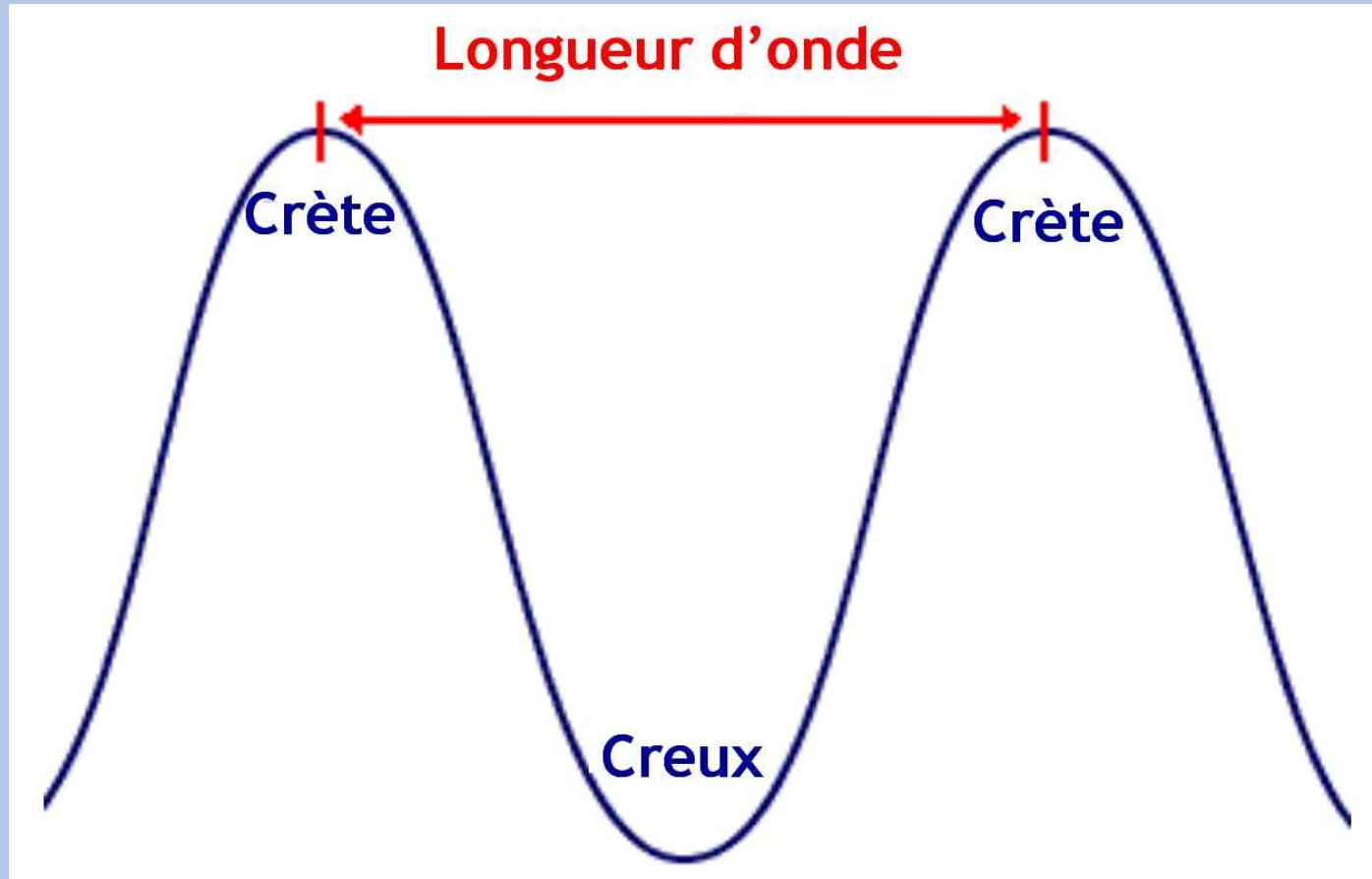
Ondes électromagnétiques

PLAN

1- Caractéristiques

2- Ondes radio

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 :**

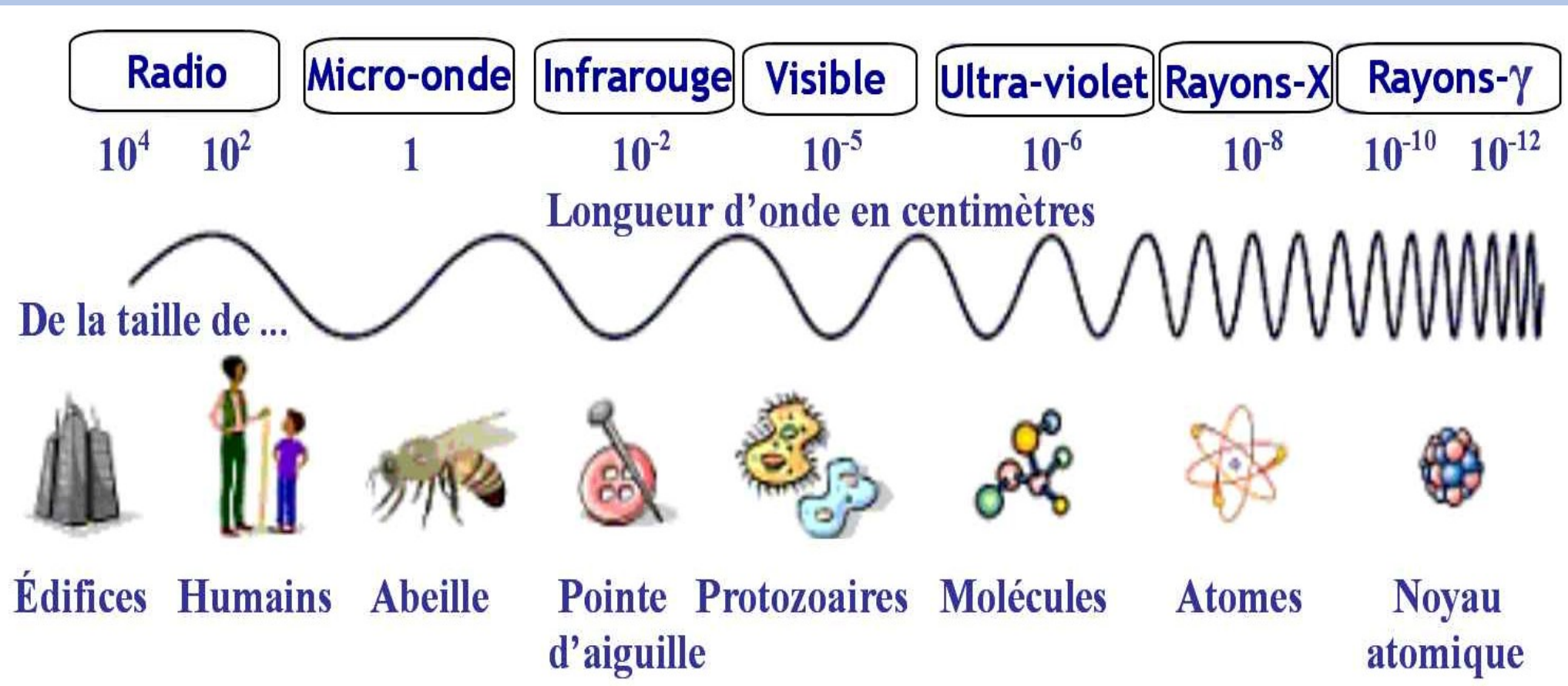
$$\lambda = c / f \quad \text{où :}$$

- 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

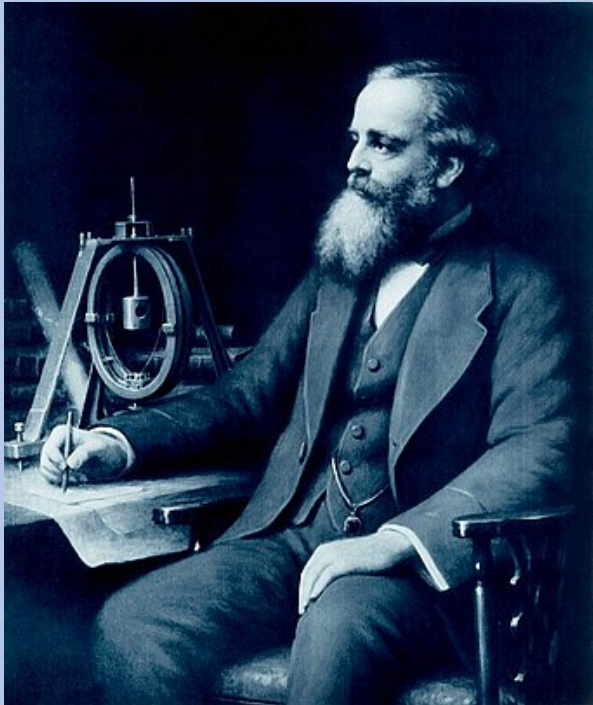
***Dans le vide, la lumière a une vitesse (célérité) de
299 792 458 m / s (environ 300 000 Km/s), alors
que dans une fibre optique, elle se déplace à
environ 200 000 Km/s.***

Ondes électromagnétiques



Ondes électromagnétiques

James Clerk Maxwell
(1831-1879)



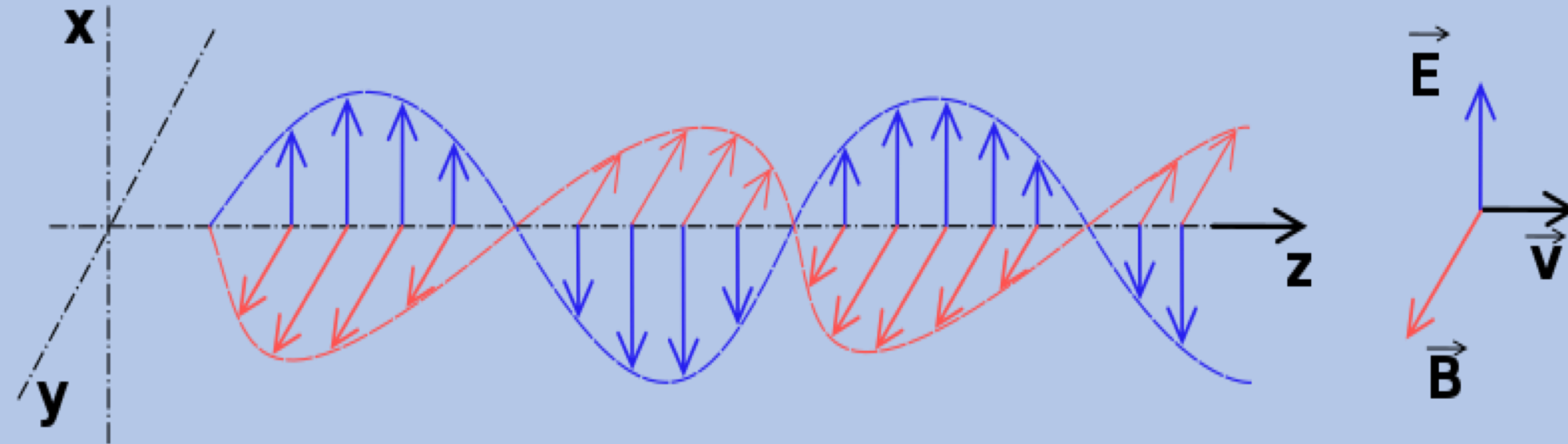
- a unifié en un seul ensemble d'équations, (*« Équations de Maxwell »*), l'électricité, le magnétisme et l'induction.
- Il fut aussi le premier à avoir interprété la lumière comme un phénomène électromagnétique.

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.**

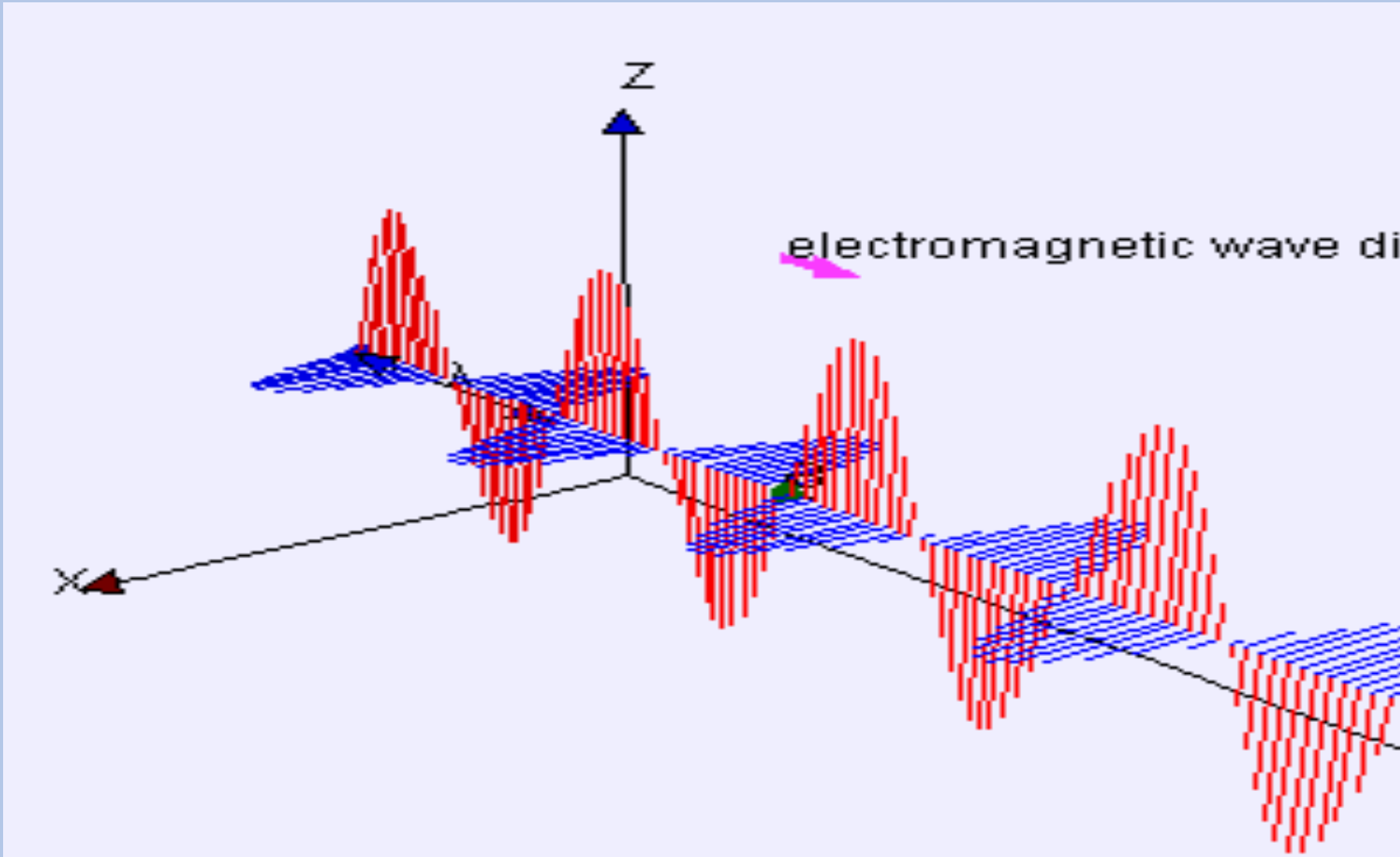
En 1931, pour le centenaire de la naissance de Maxwell, Einstein décrivait les travaux de Maxwell comme les « plus profonds et fructueux que la physique ait connus depuis le temps de Newton ».

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



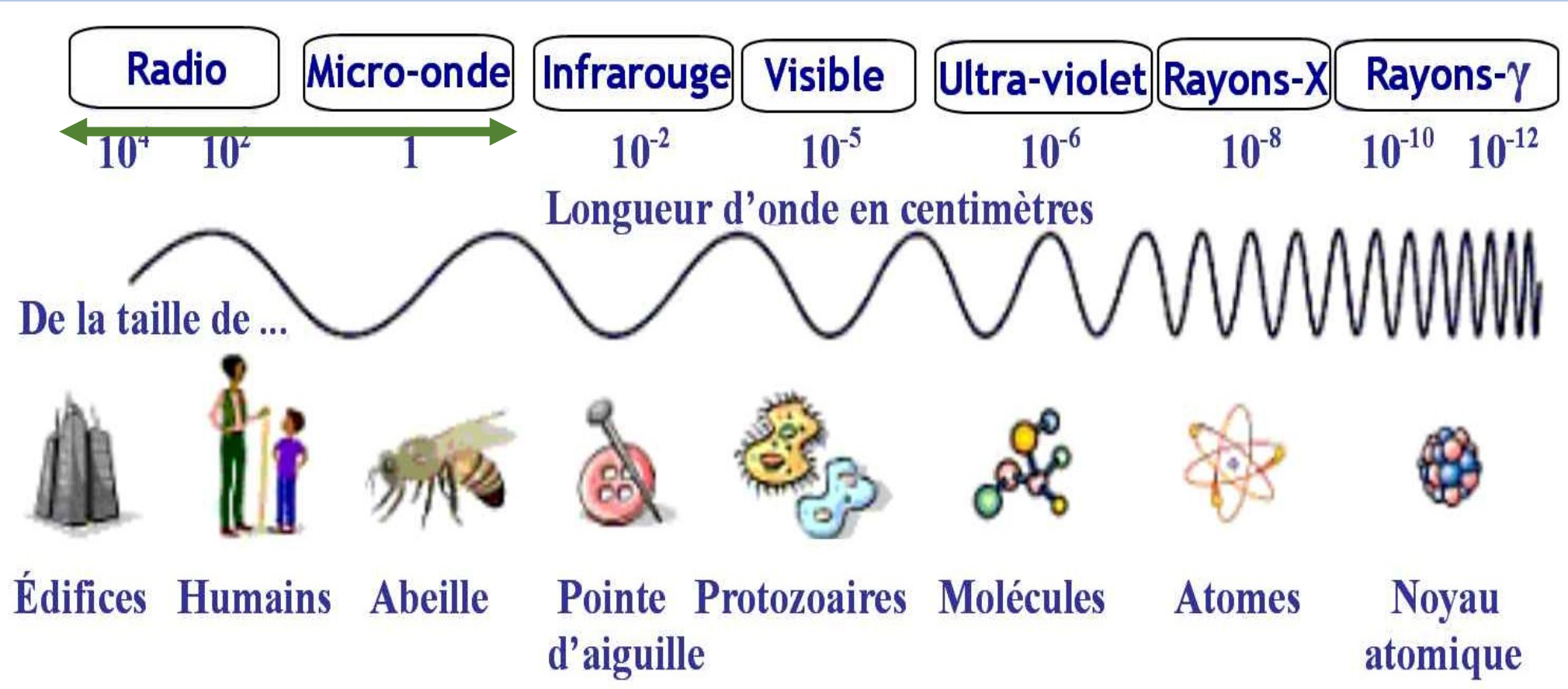
Ondes électromagnétiques

PLAN

1- Caractéristiques

2- Ondes radio

Ondes électromagnétiques



Ondes Radio
(Radio Fréquences)
(RF)

Ondes électromagnétiques

Ondes radio

Désignation	Fréquence	Longueur d'onde	Applications
MF (moyenne fréquence)	300 kHz à 3 MHz	1 km à 100 m	Radiodiffusion Radioamateur Maritime

Ondes électromagnétiques

Ondes radio

Désignation	Fréquence	Longueur d'onde	Applications
HF (haute fréquence)	3 MHz à 30 MHz	100 m à 10 m	<i>Aéronautique</i> <i>Météo</i> Radiodiffusion (OC) Radioamateur Maritime <i>etc.</i>

Ondes électromagnétiques

Ondes radio

Désignation	Fréquence	Longueur d'onde	Applications
THF (très haute fréquence) (VHF)	30 MHz à 300 MHz	10 m à 1 m	<i>Radiodiffusion FM Services d'urgence Réseaux privés (Taxis, etc.) Météo Radioamateur Maritime Aéronautique etc.</i>

Ondes électromagnétiques

Ondes radio

Désignation	Fréquence	Longueur d'onde	Applications
UHF (ultra haute fréquence)	300 MHz à 3 GHz	1 m à 10 cm	<i>Téléphonie mobile</i> <i>Four microonde</i> <i>Télévision</i> <i>GPS</i> <i>Wi-Fi</i> Radioamateur Réseaux privés etc.

Ondes électromagnétiques

Ondes radio

Désignation	Fréquence	Longueur d'onde	Applications
SHF (super haute fréquence)	3 GHz à 30 GHz	10 cm à 1 cm	<i>TV (satellite)</i> <i>Faisceaux hertziens</i> <i>Radar météo</i> Téléphonie mobile Wi-Fi Réseaux privés etc.

Ondes électromagnétiques

Ondes radio

Désignation	Fréquence	Longueur d'onde	Applications
EHF (extrêmement haute fréquence)	30 GHz à 300 GHz	1 cm à 1 mm	Téléphonie mobile Réseaux privés Radioamateur Faisceaux hertziens Liaisons(vidéo) etc.

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.engineering@nrc.ca).

ing@ic.gc.ca) or one of its offices listed in Radiocom Information Circular R10-66.

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 déterminés 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.

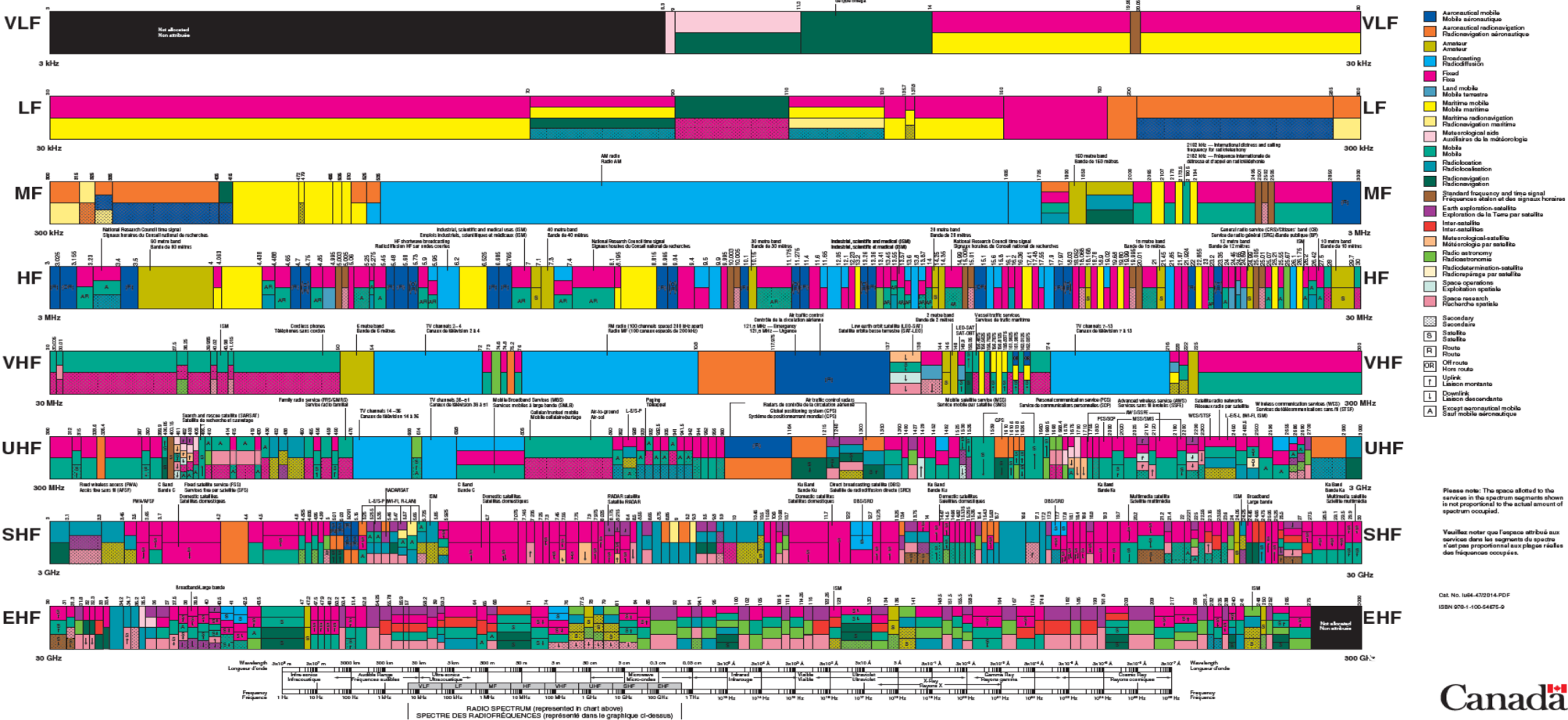
À l'issue de chacune de ces conférences ou quand des changements s'imposent au Canada, Industrie Canada attribue des bandes de fréquences particulières à certains services, de manière à s'adapter aux besoins en matière de communications, comme l'illustre le graphique ci-dessous. Les dispositions officielles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

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

Ce graphique est fondé sur la version 2014 du Tableau canadien d'attribution 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 amples 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, d'Industrie Canada à Ottawa (courriel: spectrum.engineering@ic.gc.ca), ou avec l'un des bureaux identifiés dans le Circulaire d'information sur les radiocom CIR-66, Industry Canada, Ottawa (e-mail: spectrum.engineering@ic.gc.ca) or one of its offices listed in Radiocom Information Circular RIC-66.



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. Iu84-472014-PDF

ISBN 978-1-100-54675-9

Canada

PLAN

Ondes électromagnétiques

1G : *Voix analogique*

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : Internet des objets : IdO

PLAN

1. Évolution des télécommunications

2. AMPS

3. Architecture

4. Synthétiseur de fréquence

5. Caractéristiques

1G

ÉVOLUTION DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

DATE	FIXE	MOBILE
1876	Invention téléphone	
1940		Walkie-Talkie (Proximité)
1946		Téléphone mobile (Téléphoniste)
1948	Transmission numérique	
1960	Commutation numérique	
1969	Commutation par paquet	
1973	Protocole IP	
1978		1G : AMPS : Téléphonie cellulaire

PLAN

1. Évolution des télécommunications

2. *AMPS*

3. Architecture

4. Synthétiseur de fréquence

5. Caractéristiques

1G

AMPS : VOIX

«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.



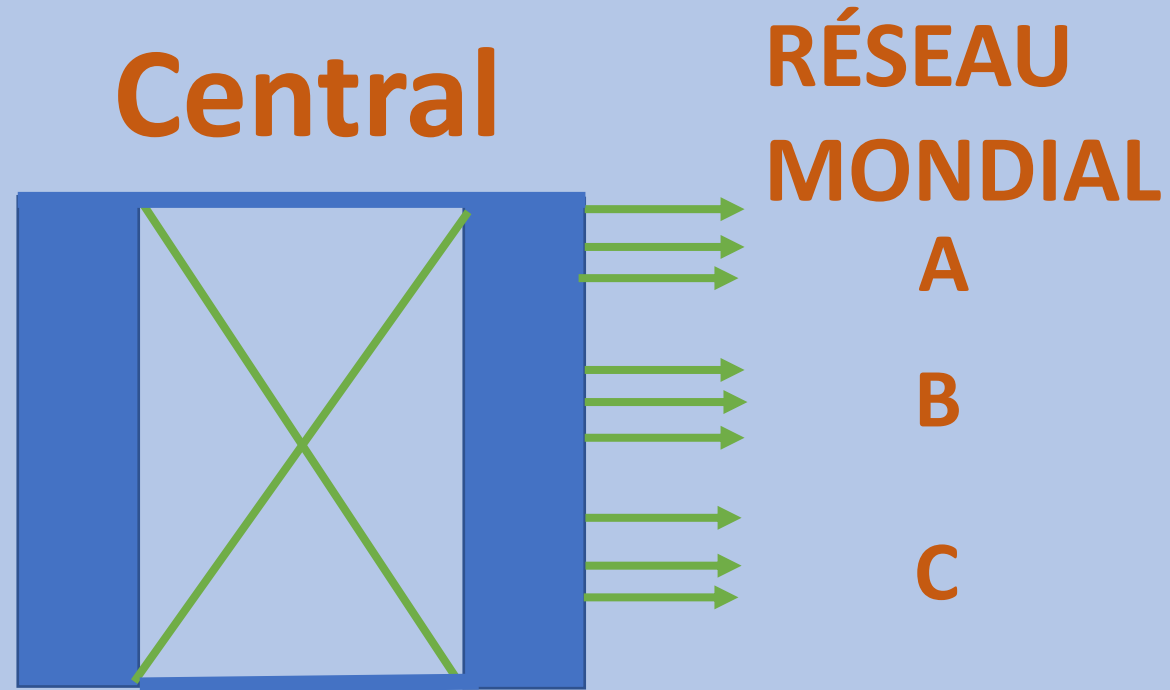
PLAN

1. Évolution des télécommunications
2. AMPS
- 3. Architecture***
4. Synthétiseur de fréquence
5. Caractéristiques

1G Architecture

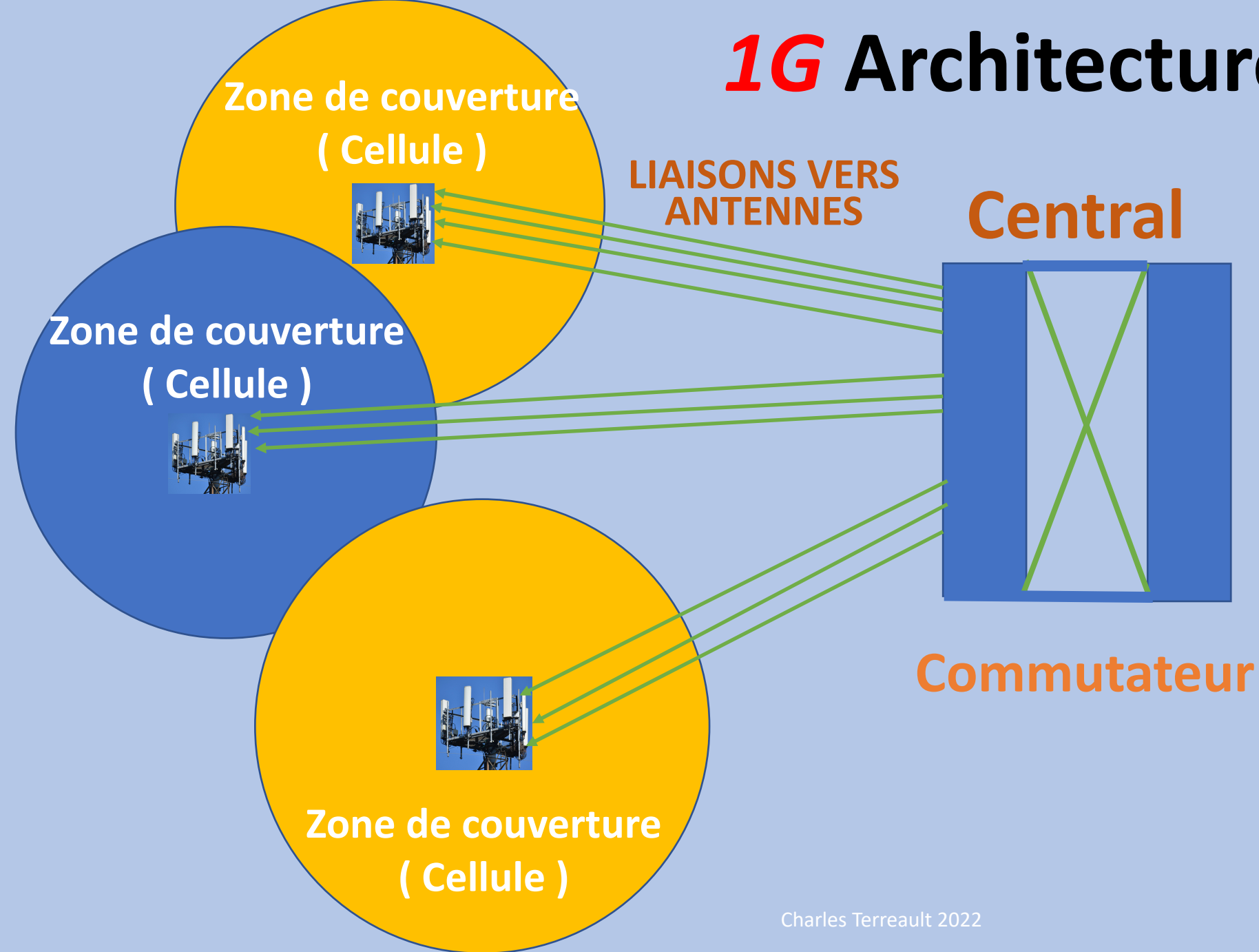
L'architecture de la **1G** est importante,
car elle a subsisté jusqu'aux
générations actuelles (**2G à 5G**).

1G Architecture

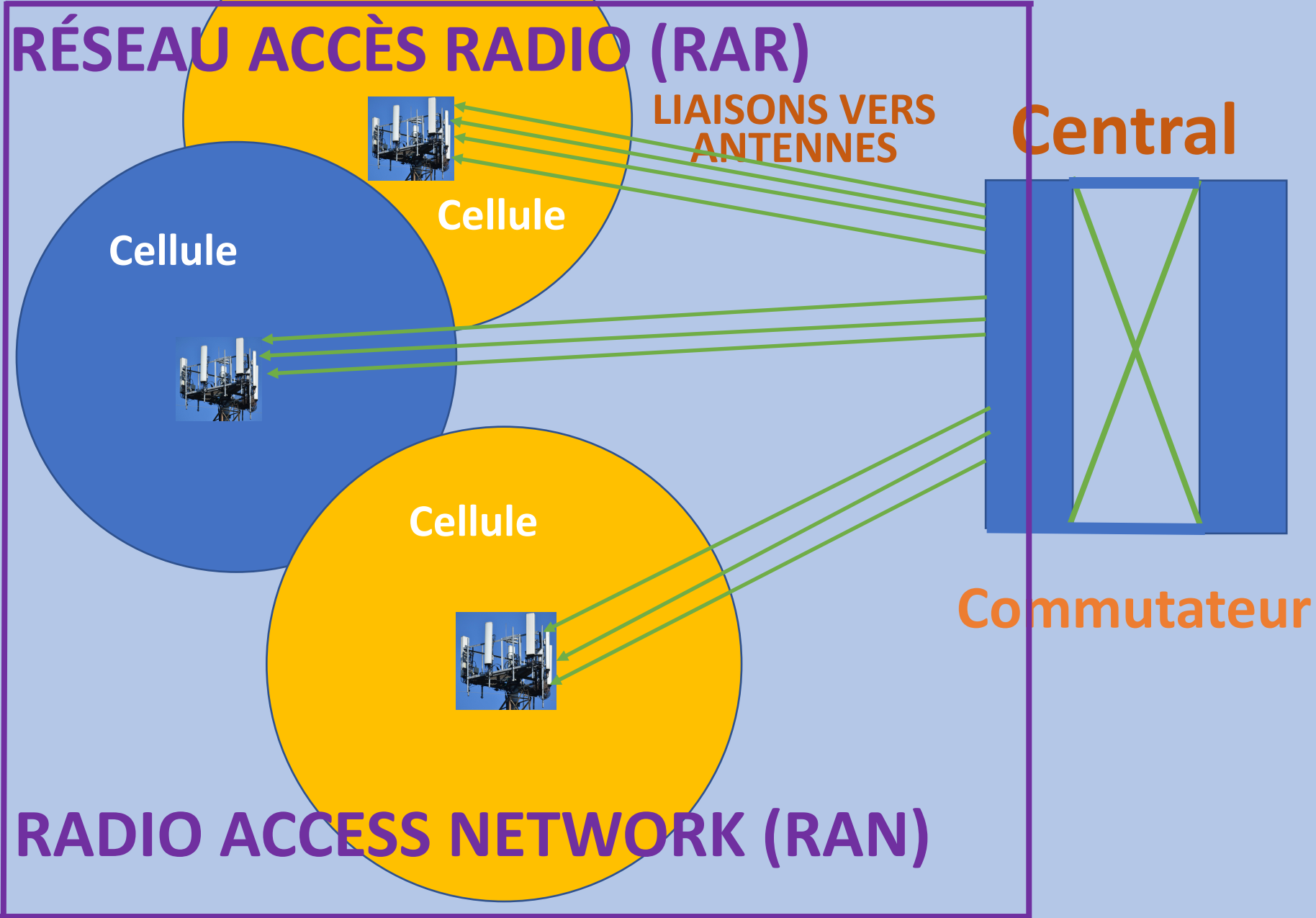


Le Commutateur
(où réside le contrôle du
système.)

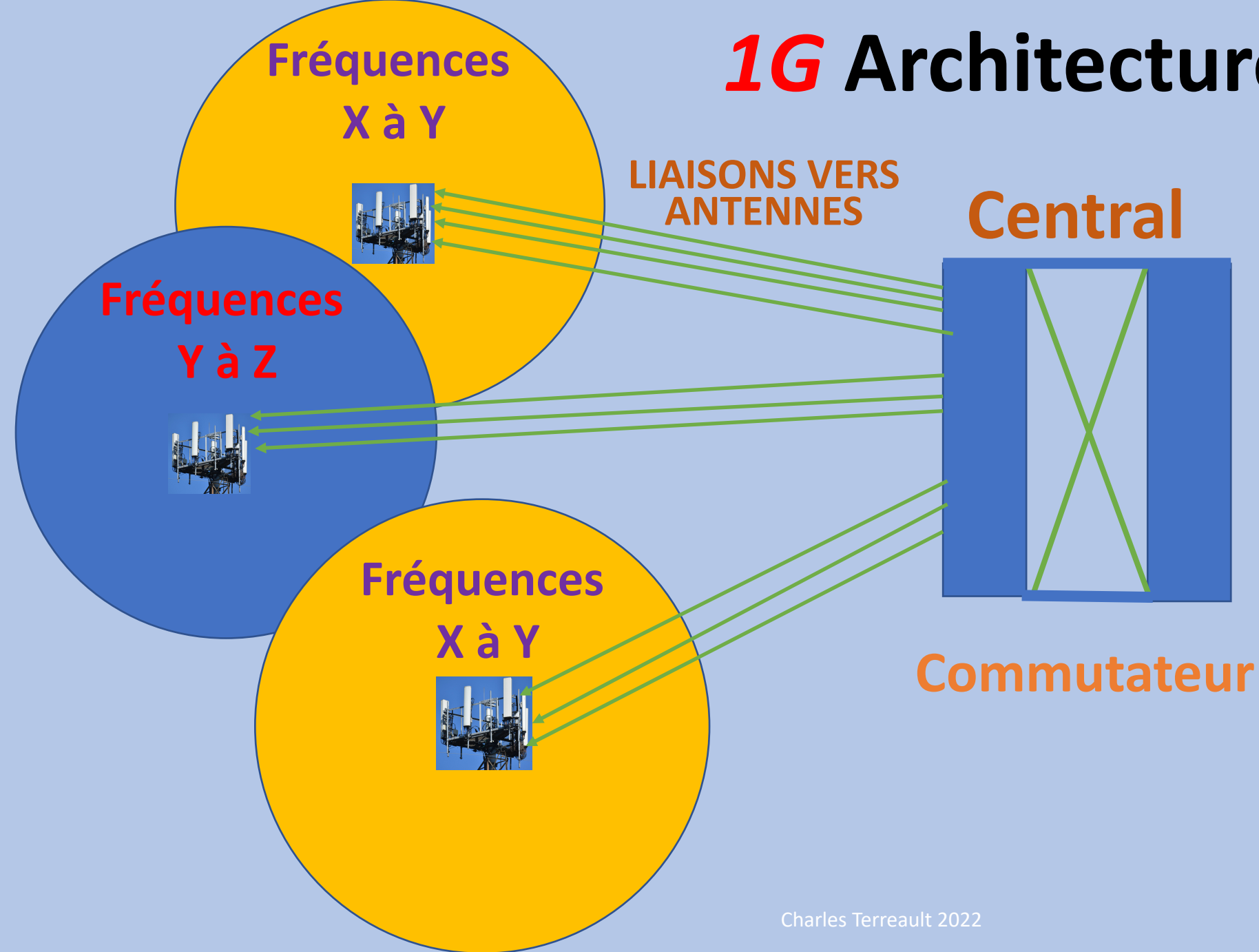
1G Architecture

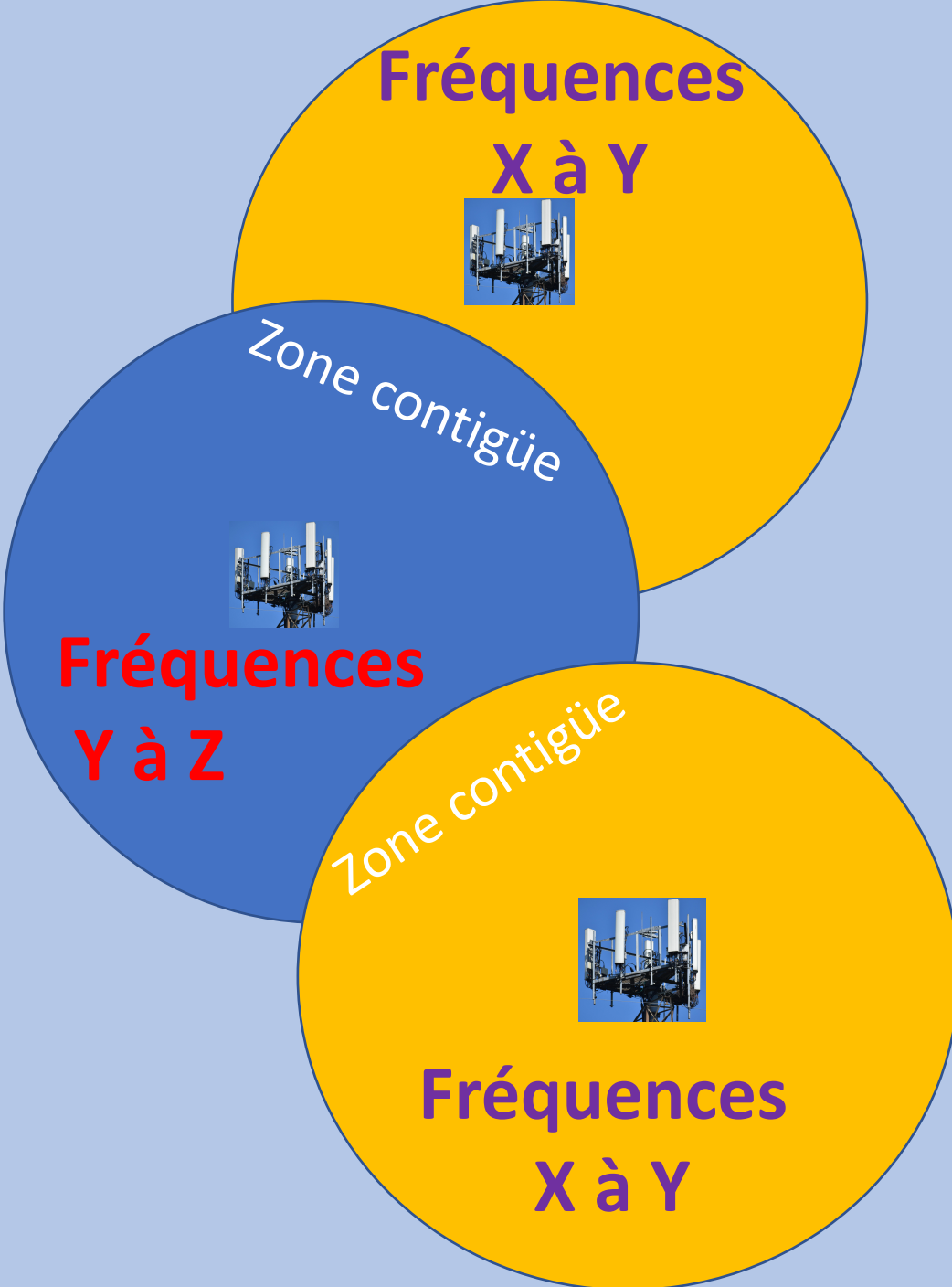


1G Architecture



1G Architecture





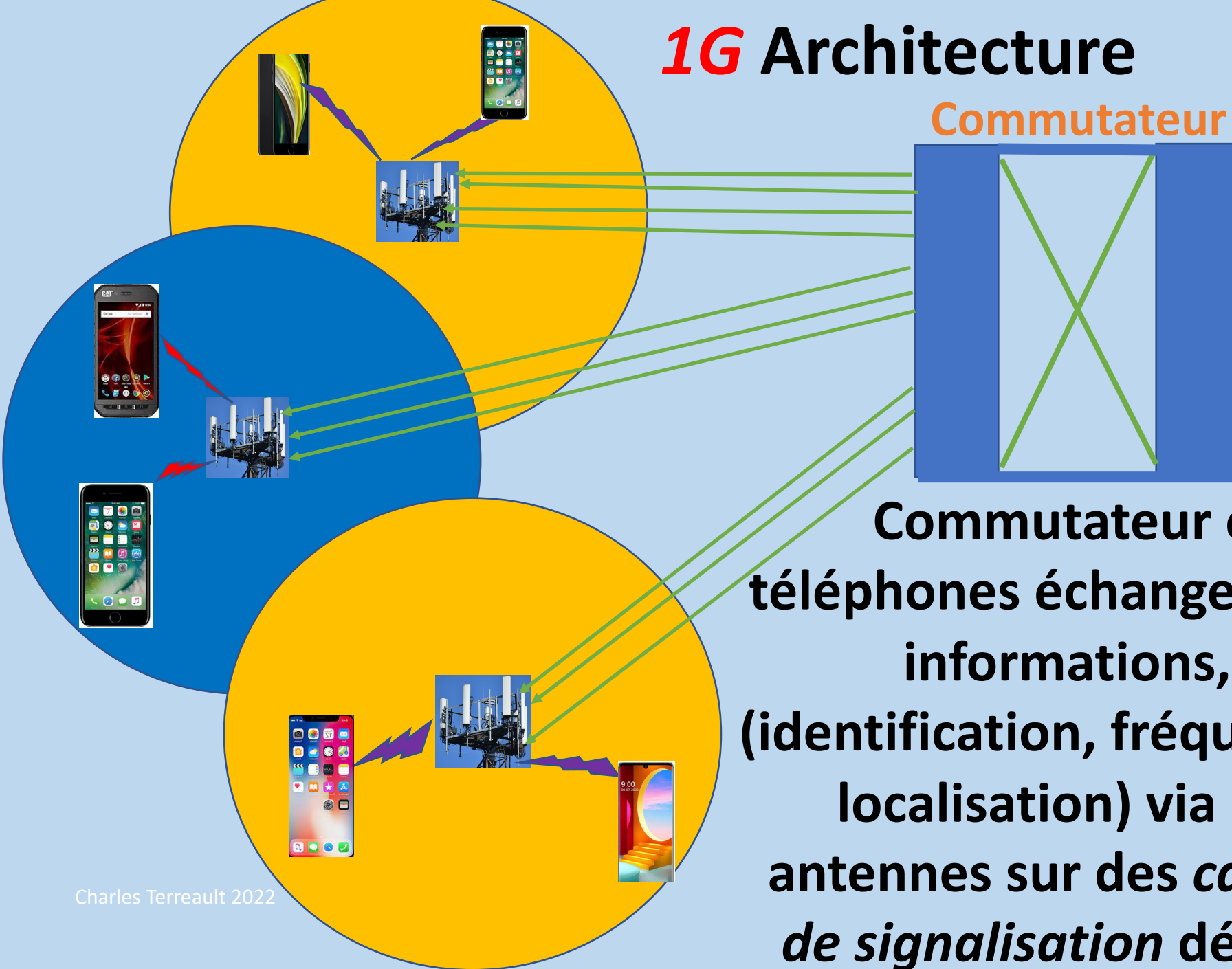
1G Architecture

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

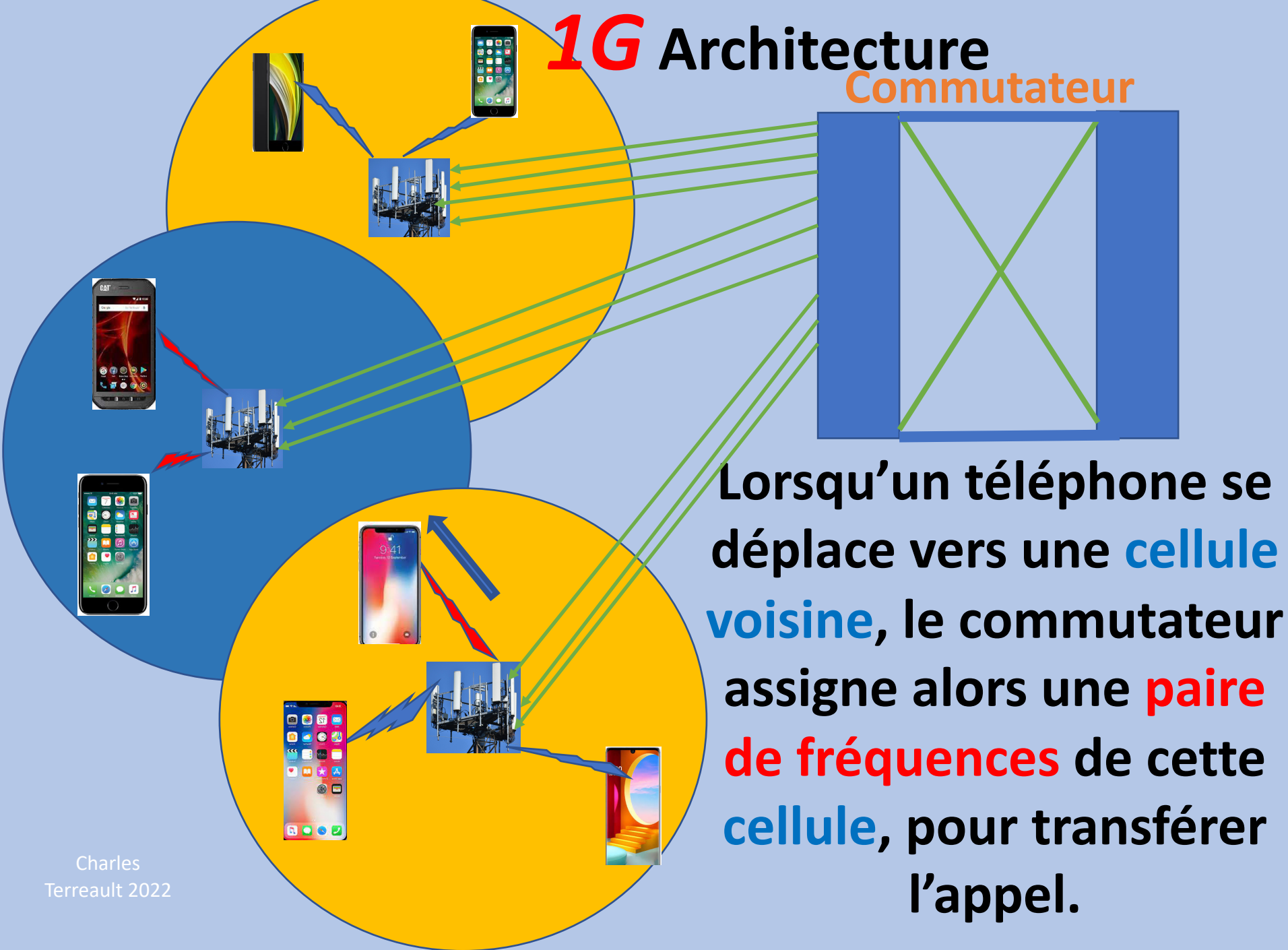
Commutateur



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 !**



Charles Ferreault 2022

1G

Auparavant, la fréquence d'un émetteur était contrôlée par un cristal.



Le passage rapide d'une fréquence à une autre dans les systèmes cellulaires n'aurait pu se faire sans l'invention du synthétiseur de fréquence.

PLAN

1. Évolution des télécommunications
2. AMPS
3. Architecture
- 4. *Synthétiseur de fréquence***
5. Caractéristiques

Synthétiseur de fréquence

- Base théorique décrite en 1932 dans un article par Henri de Bellescize dans la revue *L'Onde Électrique*, en France.
- Elle utilise une « *Boucle à phase asservie* », (« Phase locked loop »), qui permet de générer rapidement et successivement diverses fréquences dans une bande donnée :
« Saut de fréquence ».

1G



Cette technique de « Saut de fréquence » fut développée juste avant la seconde guerre mondiale, grâce aux recherches de la célèbre

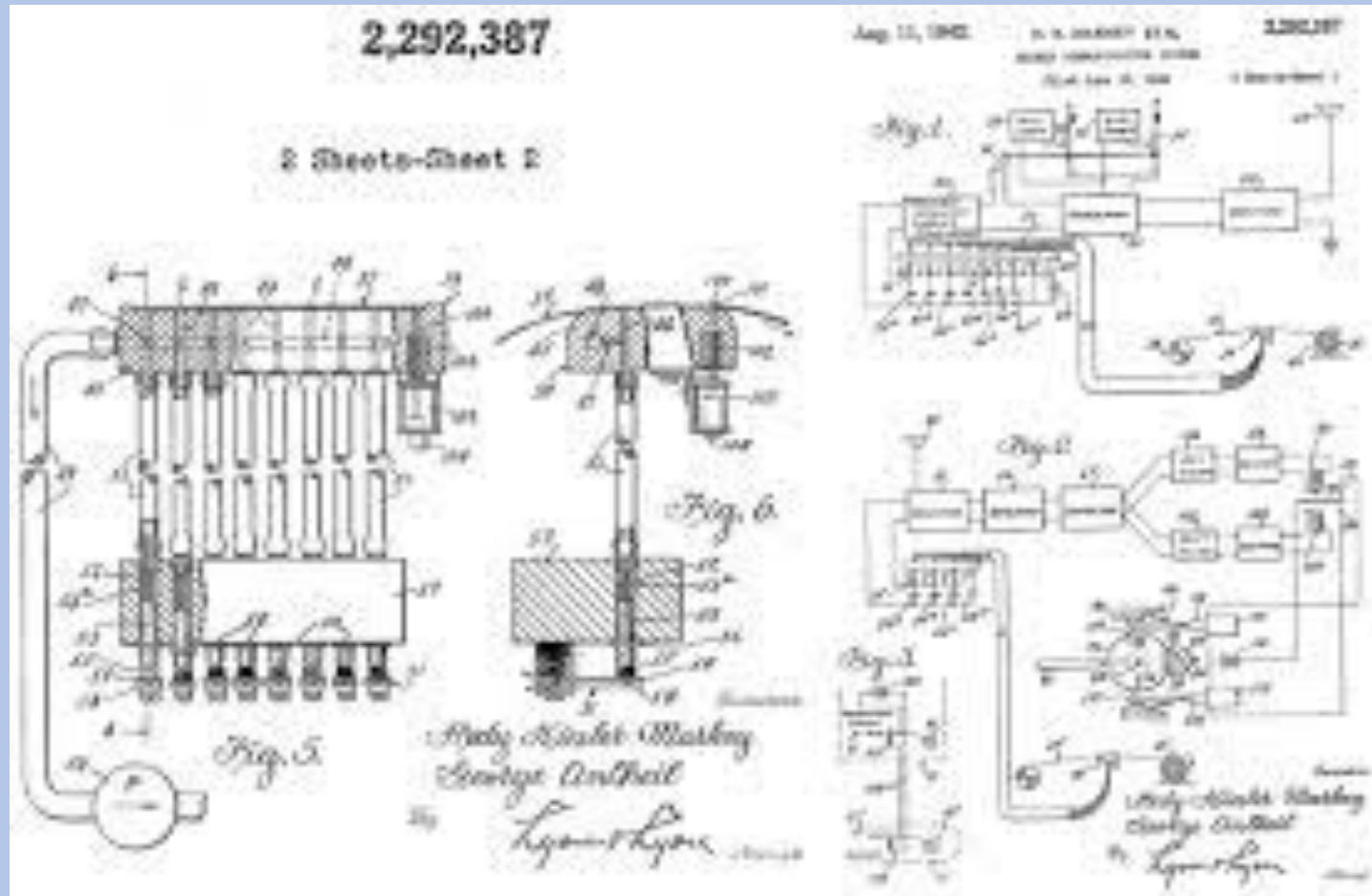
actrice Hedy Lamarr et de son ami, le compositeur George Antheil.

Elle réapparaîtra dans les années 1960 comme une des techniques d'étalement de spectre.

1G

- **Hedy Lamarr, d'origine autrichienne et anti-nazi, s'était réfugiée aux États-Unis, suite à l'Anschluss.**
- **Elle avait deux motivations pour développer cette méthode :**
 - **en premier, résister aux efforts des ennemis pour brouiller le signal,**
 - **puis dissimuler la communication elle-même.**

1G



Hedy Lamarr donna les brevets qu'elle avait obtenus au gouvernement américain.

1G

La méthode d'Hedy est utilisée, non seulement dans le cellulaire, mais aussi pour :

- Le partage d'une même fréquence par plusieurs utilisateurs (Accès multiple).**
- Télécommunications spatiales.**
- Systèmes de navigation par satellites comme le GPS.**
- Certaines versions des liaisons Wi-Fi et Bluetooth.**

PLAN

1. Évolution des télécommunications
2. AMPS
3. Architecture
4. Synthétiseur de fréquence
5. *Caractéristiques*

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.

PLAN

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : Internet des objets : IdO

2G

ÉVOLUTION DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

DATE	FIXE	MOBILE
1940		Walkie-Talkie (Proximité)
1946		Téléphone mobile (Téléphoniste)
1948	Transmission numérique	
1960	Commutation numérique	
1969	Commutation par paquet	
1973	Protocole IP	
1978		1G : AMPS : Téléphonie cellulaire
1990		2G : GSM & CDMA

2 G

PLAN

1 Caractéristiques

2 CDMA

3 GSM

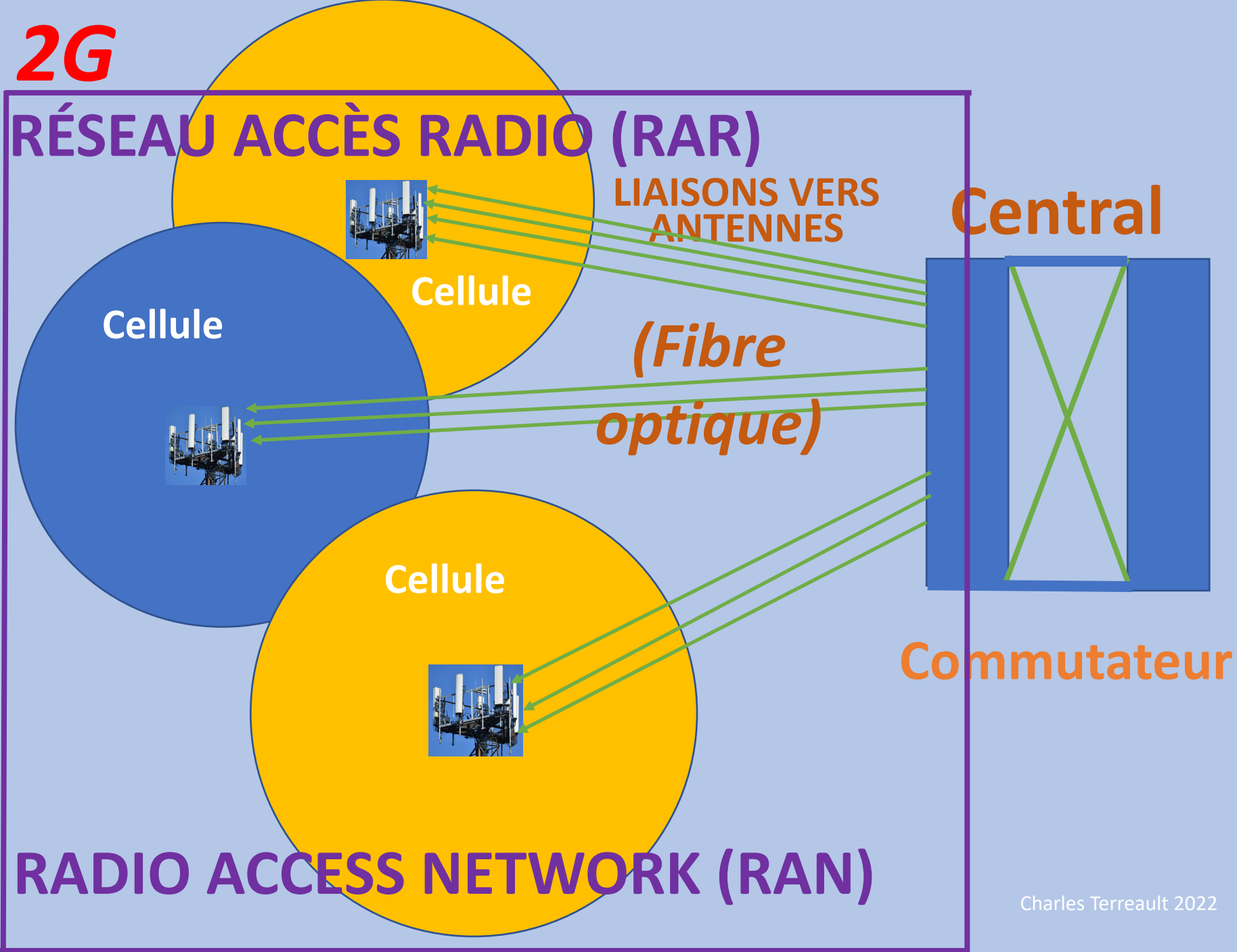
4 SMS

5 Carte SIM

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

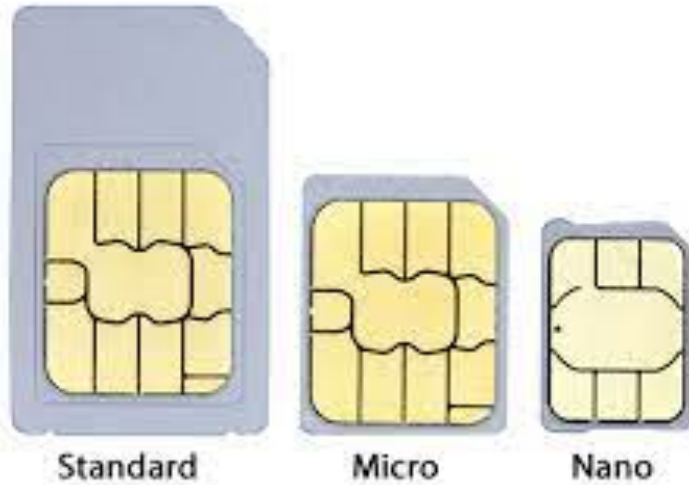
4 - SMS

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.

4 - SMS

- Premier texto le 3 décembre 1992 : « **Joyeux Noël** », envoyé par Neil Papwort de SEMA, entreprise anglo-française, à un collègue.
- Dès 2010, SMS était l'application de transmission de données la plus populaire avec environ 3,5 milliards d'utilisateurs (80% des abonnés au cellulaire).

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.

PLAN

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : Internet des objets : IdO

3G

ÉVOLUTION DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

DATE	FIXE	MOBILE
1940		Walkie-Talkie (Voisins)
1946		Téléphone mobile (Téléphoniste)
1948	Transmission numérique	
1960	Commutation numérique	
1969	Commutation par paquet	
1973	Protocole IP	
1978		1G : AMPS : Téléphonie cellulaire
1991		2G : GSM & CDMA
2000	Réseau 100 % numérique	
2001	Charles Terreault 2022	3G : IP Mobile

3G

1 - Caractéristiques

2 - Protocole de l'Internet (IP) mobile

3 - MMS

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.

3G

2 - Protocole de l'Internet (IP) mobile

Pour commuter et transmettre des séries de bits (0 et 1), elles sont subdivisées en paquets.

Pour transmettre 100111010001001111011001, on le découpe en paquets,

100111 010001 001111 011001,

auxquels sont ajoutés une adresse numérique de destination, l'adresse numérique de la source et un numéro d'ordre.

AS(001)100111 AS(010)010001 AS(011)001111
AS(100)011001.

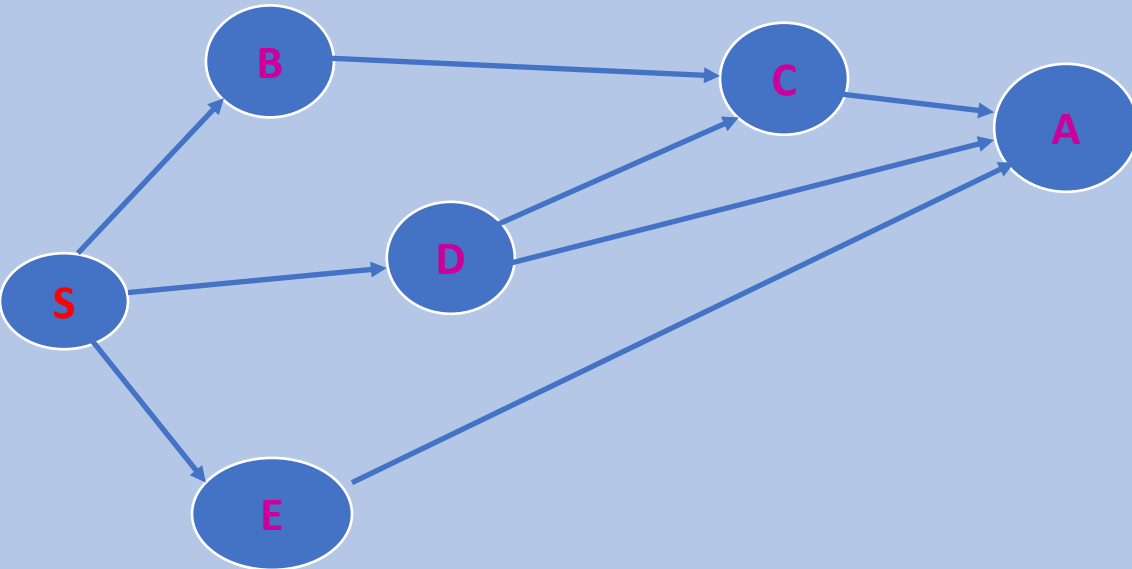
3G

2 - Protocole de l'Internet (IP) mobile

Pour transmettre d'une source **S** vers une adresse **A**,
la suite de paquets :

AS(001)**100111** **AS**(010)**010001** **AS**(011)**001111**
AS(100)**011001**

plusieurs choix de routes s'offrent,
selon la disponibilité.



Mais les paquets
peuvent alors
arriver en
désordre à
destination !

2 - Protocole de l'Internet (IP) mobile

- Ces choix de routes multiples de la transmission par paquets sont avantageux en cas de panne ou de blocage d'une des routes.
- De plus, les coûts sont très réduits.
- Mais, il faut remettre les paquets en ordre

de: AS(010)010001 AS(011)001111 AS(001)100111
AS(100)011001

à: AS(001)100111 AS(010)010001 AS(011)001111
AS(100)011001

à l'arrivée en A.

3G

3 - MMS

- La 3G permet le déploiement à grande échelle du MMS.
- Le MMS (*Multimedia Messaging Service*), « Service de Messagerie Multimédia », est un protocole d'émission et de réception de messages multimédias.
- Il étend les capacités des SMS, qui sont limités à 160 caractères, et permet notamment de transmettre :
 - Photos,
 - Enregistrements audio
 - Vidéos.

PLAN

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : Internet des objets : IdO

4G ÉVOLUTION DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

DATE	FIXE	MOBILE
1946		Téléphone mobile (Téléphoniste)
1948	Transmission numérique	
1960	Commutation numérique	
1969	Commutation par paquet	
1973	Protocole IP	
1978		1G : AMPS : Téléphonie cellulaire
1991		2G : GSM & CDMA
2000	Réseau 100 % numérique	
2001		3G : IP Mobile
2008		4G : Voix sur IP

4G

1 - Caractéristiques

2 - Voix sur IP

4 G

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	Diverses de 700 à 3500	250 000	0,3	50

4 G

1 - 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.

2 - Voix sur IP

En 4G, le signal numérisé de la voix est transmis et commuté par paquets.

À cause des divers chemins qui peuvent être utilisés, 3 contraintes peuvent affecter la qualité de transmission :

- a) Latence**
- b) Gigue (Variation du délai)**
- c) Perte de paquets**

2 - Voix sur IP

Contraintes : a) Latence

- Le transport de communication sur IP est très dépendant du délai de latence (ou temps de latence) d'un réseau.
 - La latence est le temps écoulé entre l'envoi d'un paquet et sa réception par le destinataire.
 - Plus la latence est importante, plus le transfert est long et sera donc décalé.
 - Ce délai influe beaucoup sur la qualité psycho-acoustique d'une conversation.

2 - Voix sur IP

Contraintes : a) Latence

Le temps de transmission de paquets dans un réseau IP dépend de nombreux éléments tels que :

- **Le nombre d'équipements actifs traversés dans le réseau.**
- **Le débit de transit disponible.**
- **Le délai de propagation de l'information.**

4G

2 - Voix sur IP

Contraintes : b) Gigue

Gigue : Variation du délai

- Encore plus que la latence, c'est la gigue («jitter») qui pénalise la voix sur IP.
- La gigue est la variation de délai de transmission de bout en bout entre des paquets appartenant à un même flux de données.

4G

2 - Voix sur IP

Contraintes : c) Perte de paquets

Lorsqu'il y a saturation du réseau, les mémoires tampons ont besoin de libérer une partie de la bande passante, négligeant ainsi certains paquets, ce qui résulte en « couacs » désagréables.

PLAN

Ondes électromagnétiques

1G : Voix analogique

2G : Voix numérique + SMS

3G : Internet mobile + MMS

4G : Voix sur IP (VsIP)

5G : Internet des objets : IdO

1 - Caractéristiques

2 - Applications

3 - Sécurité

4 - Déploiement

5 - Santé

5G

ÉVOLUTION DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

DATE	FIXE	MOBILE
1946		Téléphone mobile (Téléphoniste)
1948	Transmission numérique	
1960	Commutation numérique	
1969	Commutation par paquet	
1973	Protocole IP	
1978		1G : AMPS : Téléphonie cellulaire
1991		2G : GSM & CDMA
2000	Réseau 100 % numérique	
2001		3G : IP Mobile
2008		4G : Commutation par paquets
2015		5G : Internet des Objets

5G 1- CARACTÉRISTIQUES

1G



2G



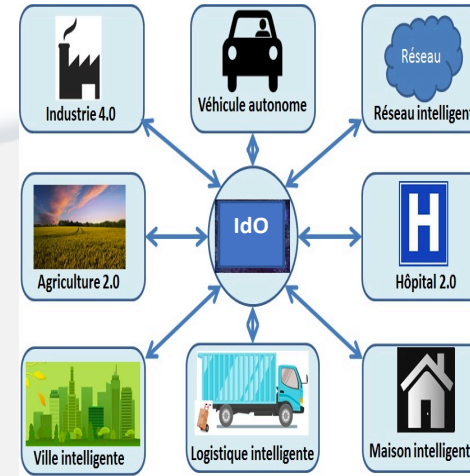
3G



4G



5G



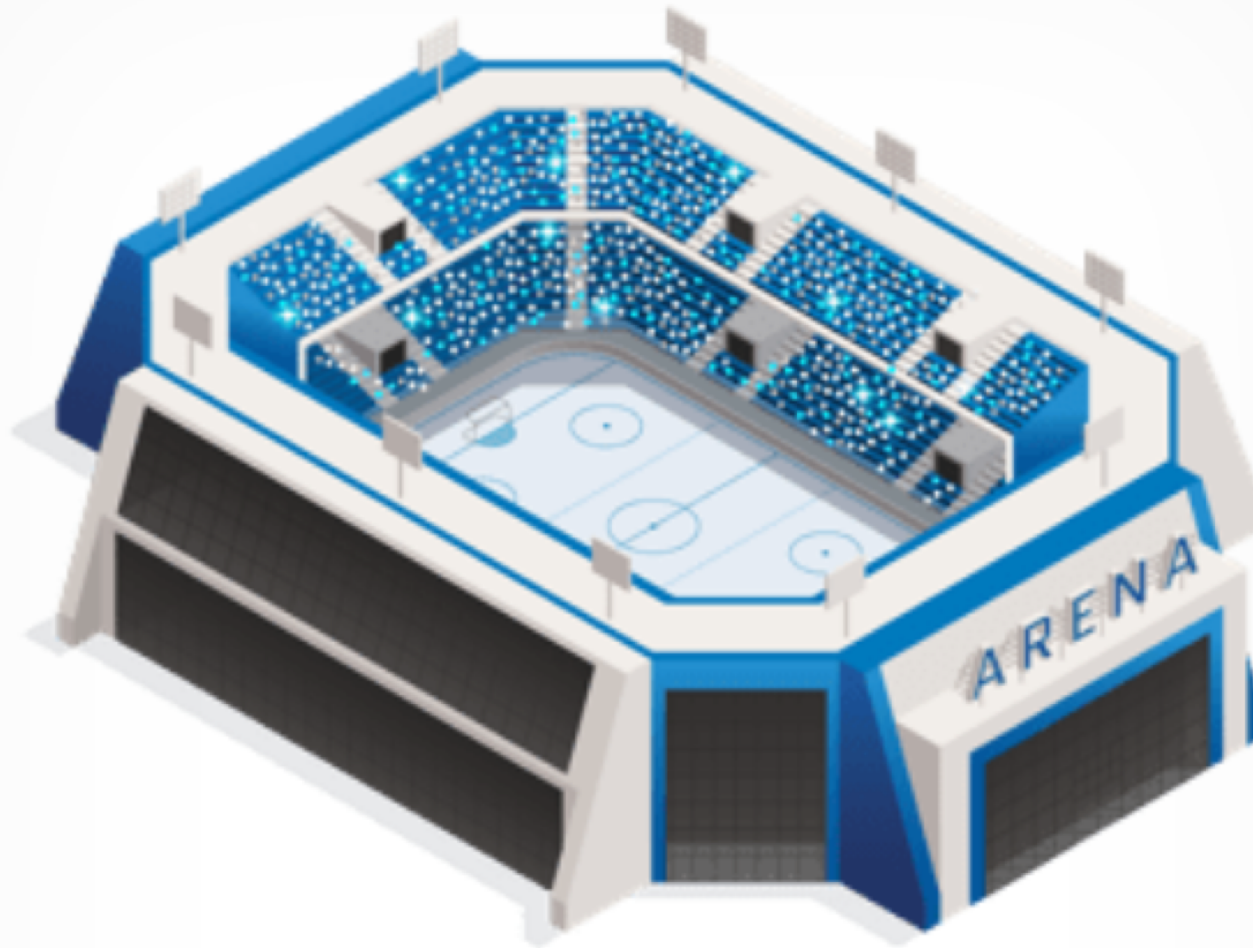
5G 1- CARACTÉRISTIQUES :

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 : *Capacité*



**Capacité jusqu'à 1 000 fois
supérieure**

5G 1- CARACTÉRISTIQUES :

Latence

- On avait atteint des Temps de latence de 50 ms dans des réseaux Fibre + 4G.
- La communication entre véhicules autonomes nécessitera beaucoup moins.
- La 5G offre déjà 3 fois plus faible.
- À long terme, l'objectif de chercheurs est d'atteindre : **1 ms**.

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 2022	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 !**

1- CARACTÉRISTIQUES

- Au Canada la vente aux enchères du spectre de la bande de 3,5 GHz devait initialement se dérouler en décembre 2020, mais la pandémie en a décidé autrement.
- Le gouvernement fédéral a en effet annoncé qu'il reportait les enchères à *juin 2021*, afin de «permettre à l'industrie des télécommunications de garder le cap sur l'offre de services essentiels aux Canadiens pendant la pandémie de COVID-19».

*On y reviendra dans la section
sur le déploiement de la 5G.*

1 - Caractéristiques

2 - Applications

3 - Sécurité

4 - Déploiement

5 - Santé

5G

2- Applications

La voix sur 5G (Vs5G) (Vo5G).

Éventuellement, la transmission de la voix (appels téléphoniques, vidéos, etc.) devrait atteindre une qualité très supérieure.

Mais, à court terme, ce service utilisera, dans beaucoup de réseaux, la 4G!

5G

2- Applications

Transmission de données

L'industrie estime que le volume de transmission de données mondiales en 2025 quadruplera celui de 2019 !

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 ou IdO (en anglais : *Internet of Things* ou 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.**

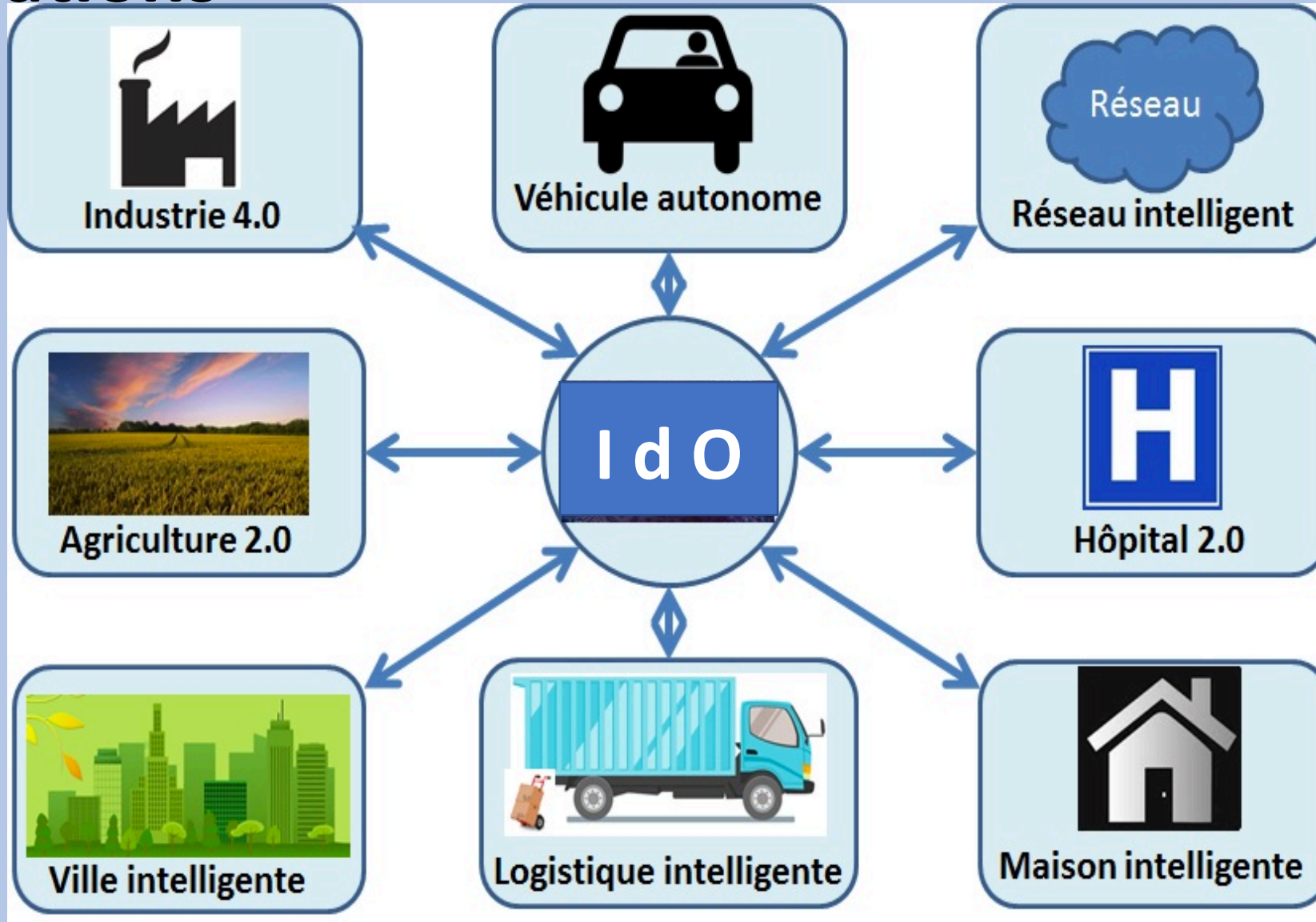
2- Applications

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

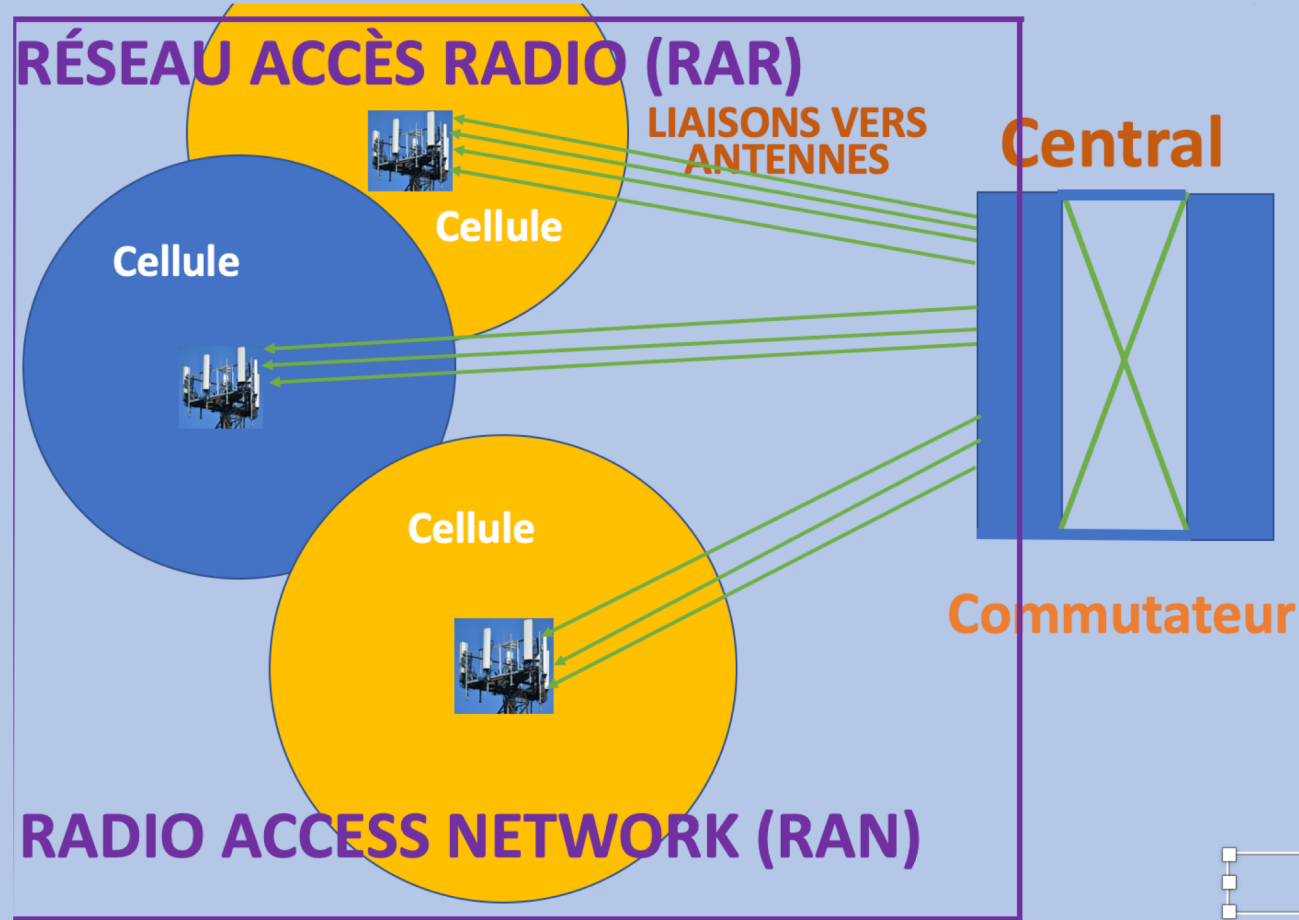
Internet
des
objets
(IdO)



5G

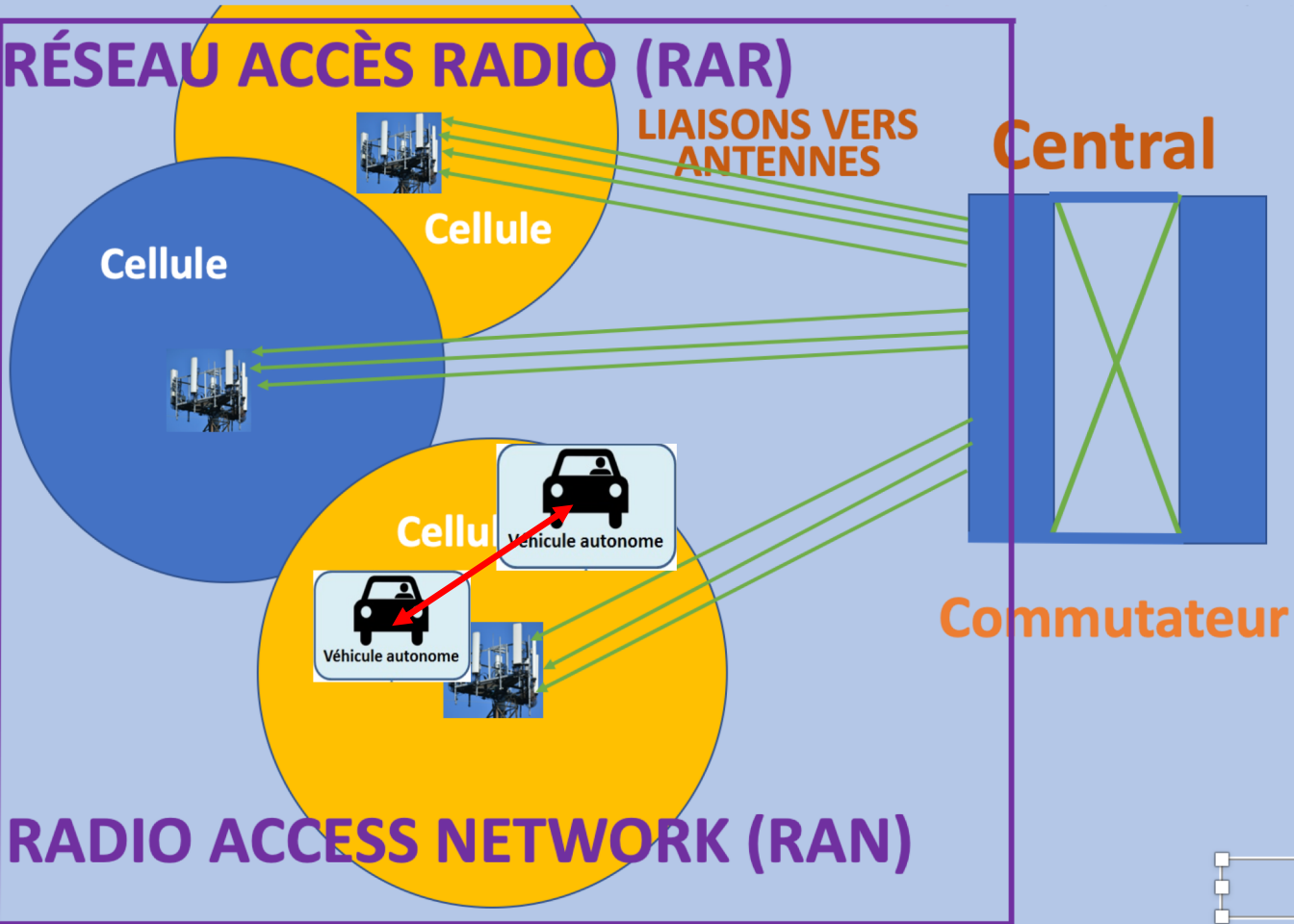
1- CARACTÉRISTIQUES

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 !**

5 G

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

Ingénieurs Canada a émis une sérieuse mise en garde au sujet de l'IdO :

- **«L'IdO vise à simplifier nos vies, à rendre nos environnements plus intelligents, plus mesurables et plus bavards, mais il comporte un risque.**
- **Si notre vie est plus pratique grâce à bon nombre de ces innovations, ces dernières pourraient avoir des répercussions majeures sur la sécurité publique.**

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.**

5 G

3 - Sécurité

Les appareils sont plus susceptibles de présenter des failles de sécurité, car l'intervention humaine est minime – de nombreux appareils sont activés sans lever le petit doigt ou avec une simple télécommande. »

<https://engineerscanada.ca/fr/nouvelles-et-evenements/nouvelles/la-securite-publique-a-lheure-de-l-internet-des-objets?fbclid=IwAR2nTYLt2udtuP8hLZtMdLrLMVo4g37WQbEqZineAjur8BExQELbNxPTn9E>

1 - Caractéristiques

2 – Applications

3 - Sécurité

4 - Déploiement

5 - Santé

5G

4 – Déploiement

4.1 Monde

4.2 Canada

5G

4.1 – Déploiement dans le monde

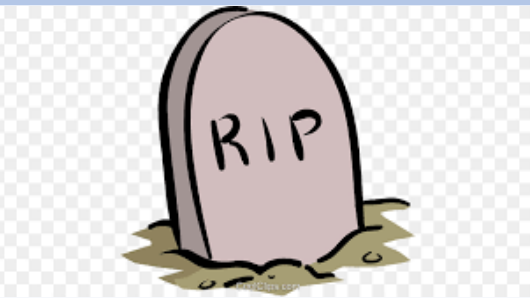
État de la situation

1G	
2G	
3G	
4G	
5G	

5G

4.1 – Déploiement dans le monde

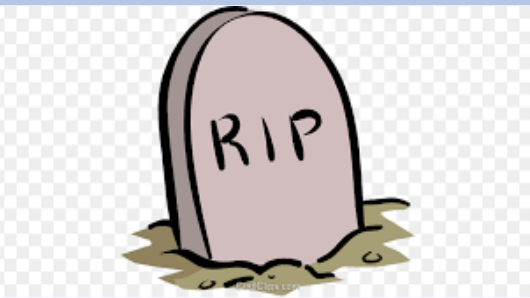
État de la situation

1G	
2G	
3G	
4G	
5G	

5G

4.1 – Déploiement dans le monde

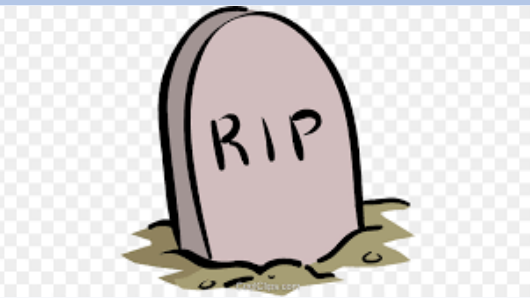
État de la situation

1G	
2G	
3G	Pré-retraite
4G	
5G	

5G

4.1 – Déploiement dans le monde

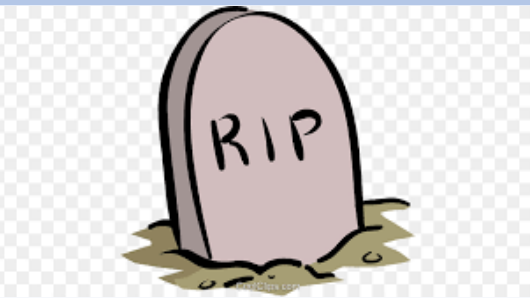
État de la situation

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

5G

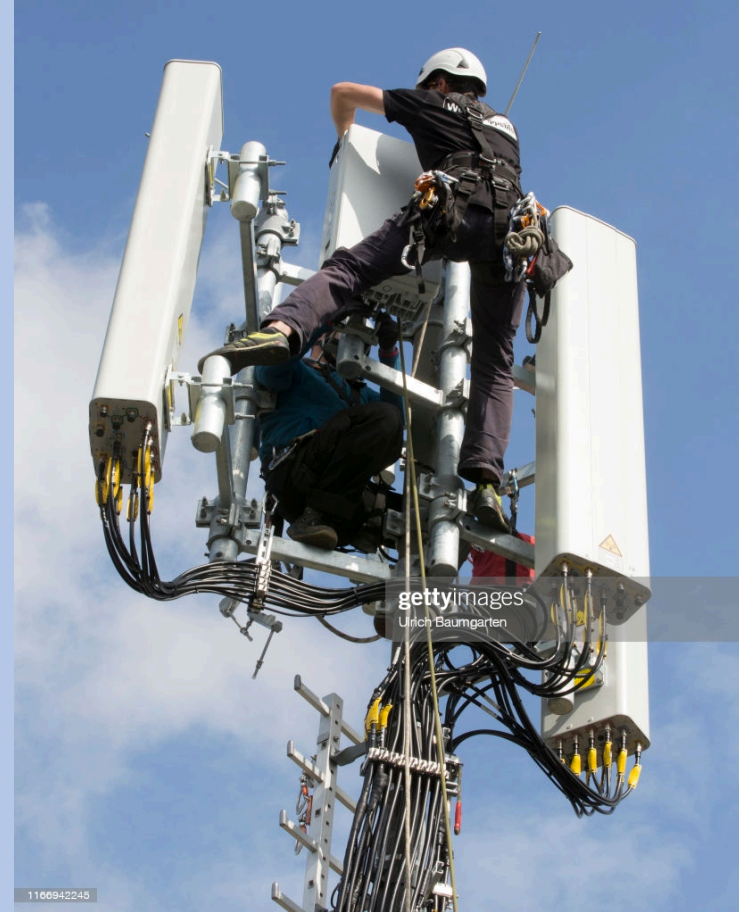
4.1 – Déploiement dans le monde

État de la situation

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

5G

4.1 – Déploiement dans le monde



5G

4.1 – Déploiement dans le monde

En 2019, un groupe de l'industrie du sans-fil, l'Association GSM, a prédit que les opérateurs auraient à dépenser *1,300 milliards (\$ U.S.)* pour déployer l'infrastructure, les équipements et les technologies requis pour la 5G dans le monde.

5G

4.1 – Déploiement dans le monde

En fait, le déploiement de la 5G sera probablement beaucoup plus lent que ce qu'espèrent ses promoteurs.

Pourquoi ?

La crise mondiale de disponibilité des puces électroniques !

5G

4.1 – Déploiement dans le monde

- Des cafetières aux camions lourds, des puces électroniques sont maintenant utilisées à gogo.
- Des applications comme les « Chaînes de blocs » requièrent des serveurs énormes.

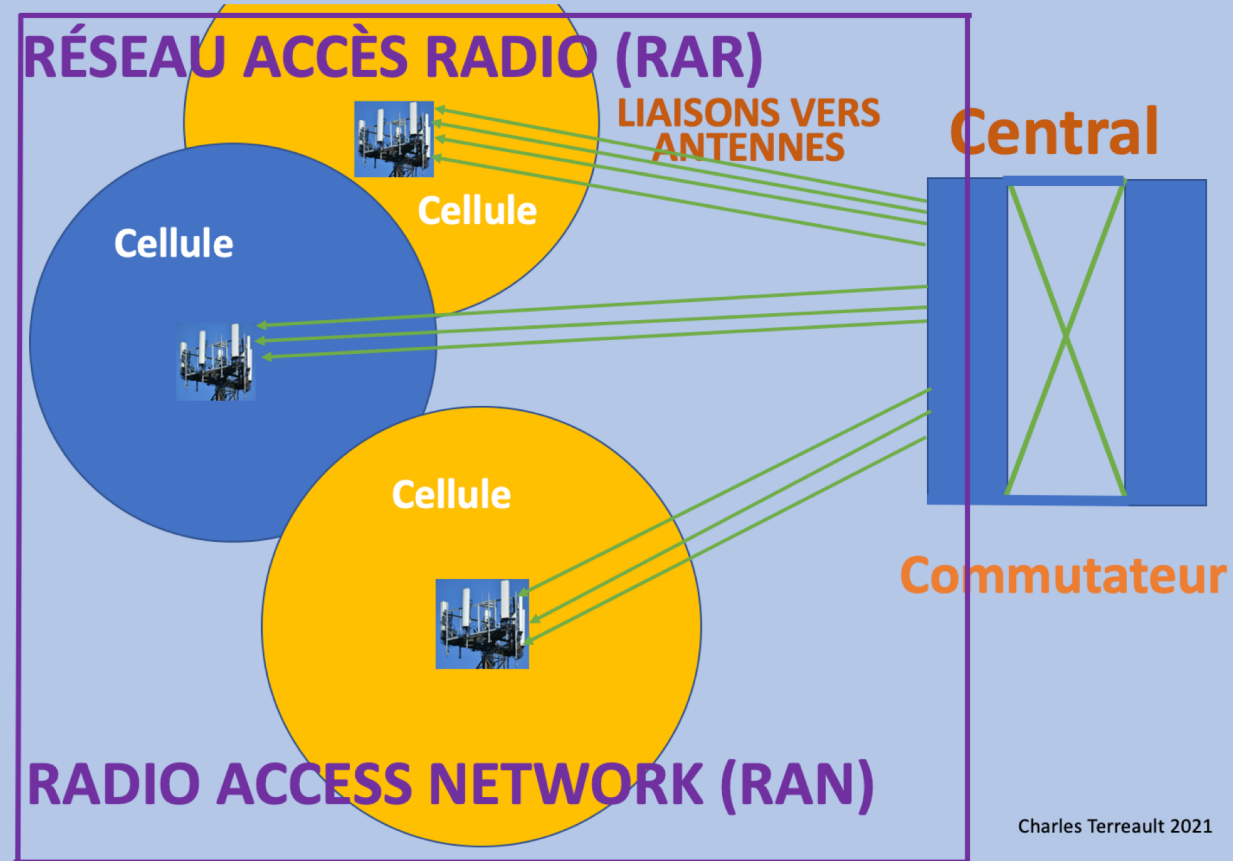
Les Fabricants de puces n'arrivent plus à fournir !

5G

4.1 – Déploiement dans le monde

Seulement trois fabricants sont capables de fournir tous les éléments requis :

- Ericsson
- Nokia
- Huawei.



Charles Terreault 2021

5G

4.1 – Déploiement dans le monde

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

4.1 – Déploiement dans le monde

- 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

4.1 – Déploiement dans le monde

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.

5G

4.2 – Déploiement au Canada



5 G

4- 2 Déploiement au Canada

- *Réglementation*
- Bell
- Cogeco
- Rogers
- Telus
- Videotron
- Distributeurs
- Utilisateurs

5G Réglementation

Enchères du spectre au Canada

- **Les enchères du spectre de la bande de 3 500 MHz, qui ont pris fin le 23 juillet 2021, ont rapporté 8,9 milliards \$ au trésor du Canada.**
- **23 soumissionnaires**
- **172 régions**
- **En tout, 1495 licences sur les 1504 licences disponibles ont été octroyées à 15 entreprises canadiennes, dont 757 à de petits fournisseurs et à des fournisseurs régionaux.**

5G Règlementation

Enchères du spectre au Canada

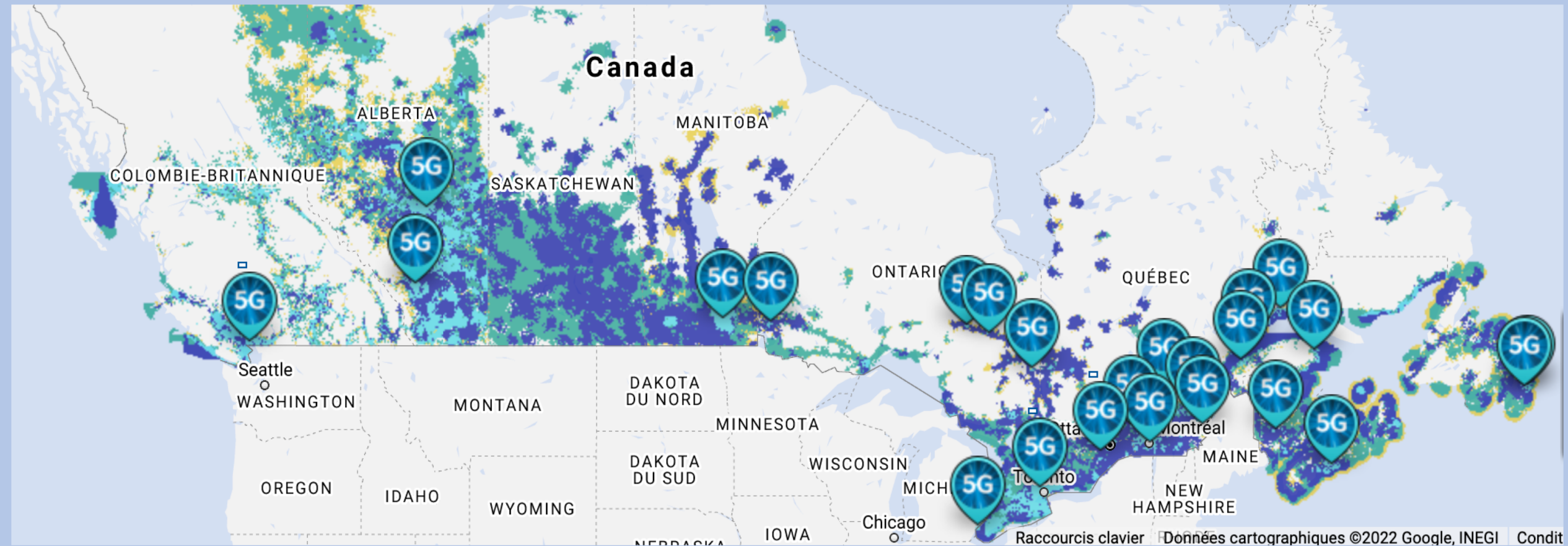
Titulaires de licence de la bande 3500 MHz				
Titulaire	Nombre de licences gagnées	Nombre de licences en transition	Prix total (\$)	Population totale couverte
Bell Mobilité	271	490	2,074,088,697	34,269,028
Cogeco	38	80	295,091,254	10,295,549
ISDE Canada	9	0	0	113,571
Rogers	325	509	3,325,600,269	34,955,719
Sogetel inc.	18	10	14,538,000	633,607
TELUS	142	86	1,947,488,091	24,918,405
Vidéotron	294	5	829,966,483	29,968,515
Xplornet	263	698	244,369,217	16,585,157

5 G

4- 2 Déploiement au Canada

- Réglementation
- *Bell*
- Cogeco
- Rogers
- Telus
- Videotron
- Distributeurs
- Utilisateurs

Bell : Déploiement actuel



https://www.bell.ca/Mobilite/Le_reseau/5G

4-2 Déploiement au Canada

- Réglementation
- Bell
- *Cogeco*
- Rogers
- Telus
- Videotron
- Distributeurs
- Utilisateurs

5 G

4-2 Déploiement au Canada

Cogeco

Plans non encore rendus publics.

4-2 Déploiement au Canada

- Réglementation
- Bell
- Cogeco
- *Rogers*
- Telus
- Videotron
- Distributeurs
- Utilisateurs

5G

4-2 Déploiement au Canada : *Rogers*



<https://www.rogers.com/wireless/network-coverage>

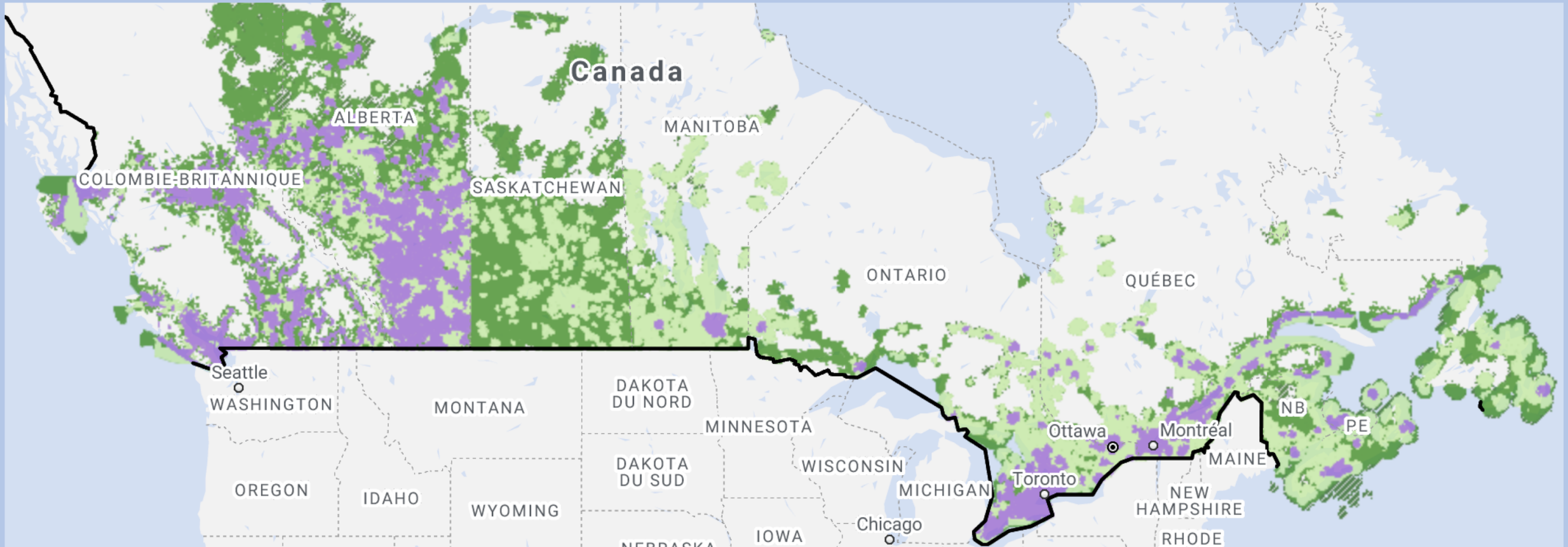
Charles Terreault 2022

4-2 Déploiement au Canada

- Réglementation
- Bell
- Cogeco
- Rogers
- *Telus*
- Videotron
- Distributeurs
- Utilisateurs

5 G

4-2 Déploiement au Canada : *Telus*



<https://www.telus.com/fr/mobility>

4-2 Déploiement au Canada

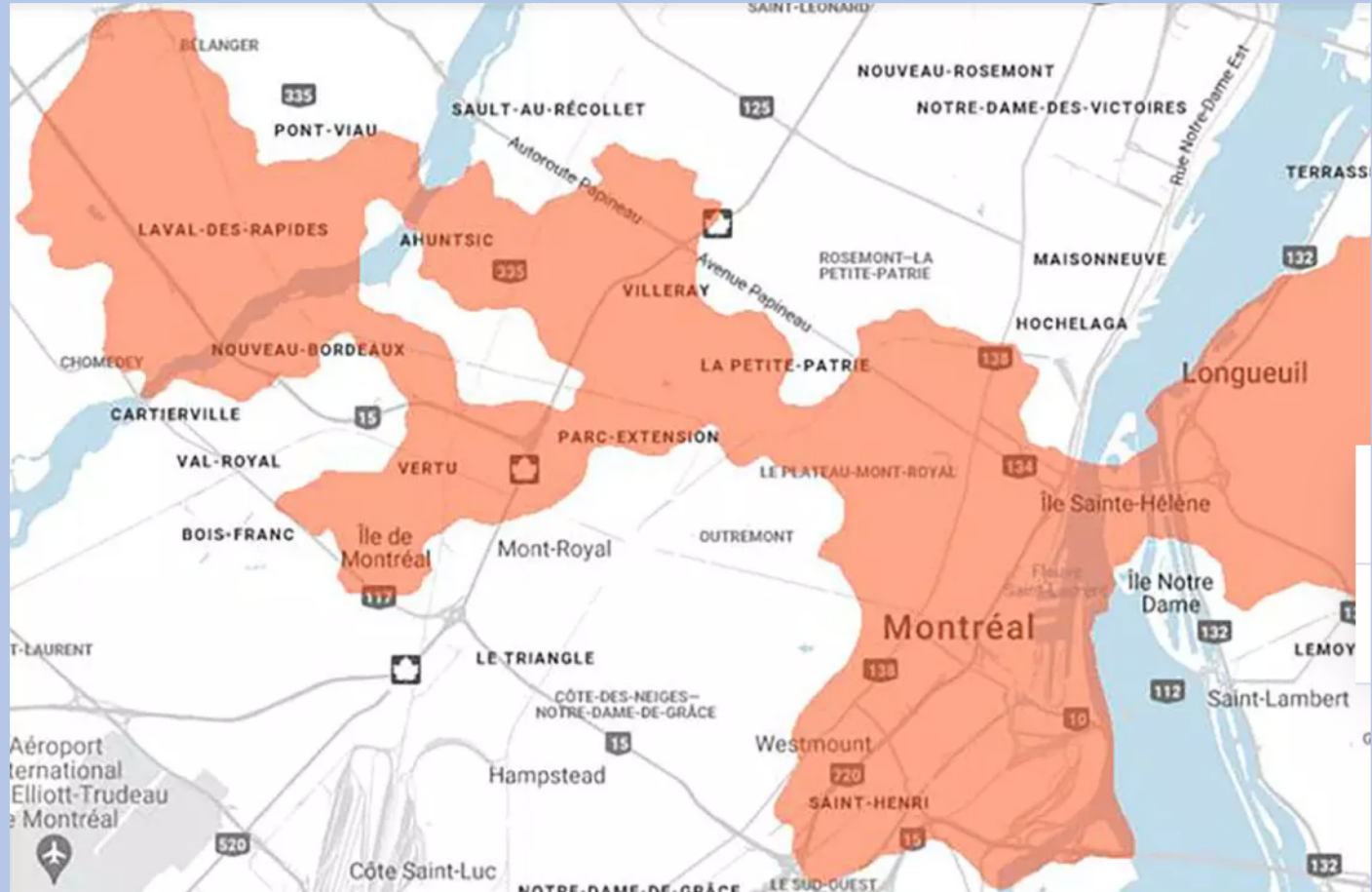
- Réglementation
- Bell
- Cogeco
- Rogers
- Telus
- *Videotron*
- Distributeurs
- Utilisateurs

5 G

4-2 Déploiement au Canada : *Videotron*

Vidéotron offre la 5G à Montréal ainsi que dans certains secteurs de la Rive-Sud et de la Rive-Nord, couvrant des zones urbaines très fréquentées.

<https://videotron.com/mobilite/5g>



Charles Terreault 2022

5 G

4-2 Déploiement au Canada : *Videotron*

Enchères de fréquences 5 G :

- Videotron : 294, dont Ontario, Alberta & C.B.
- Quatrième grand fournisseur national ?
- Rogers voulait acheter Shaw. Transaction suspendue, suite au conflit familial chez Rogers.
- *Videotron pourra- t-elle racheter « Freedom Mobile », autrefois de Shaw ?*

4-2 Déploiement au Canada

- Réglementation
- Bell
- Cogeco
- Rogers
- Telus
- Videotron
- *Distributeurs*
- Utilisateurs

Distributeurs

À la suite des enchères du spectre de la bande de 3 500 MHz, qui ont pris fin le 23 juillet 2021 les petits fournisseurs et les fournisseurs régionaux augmenteront de plus de 50 % la proportion de spectre qu'ils détiennent.

4-2 Déploiement au Canada

- Réglementation
- Bell
- Cogeco
- Rogers
- Telus
- Videotron
- Distributeurs
- *Utilisateurs*

4 –2 Déploiement au Canada

Utilisateurs

Un site remarquable sur la 5G et ses applications, dont le projet ENCQOR :

- https://www.adriq.com/technologie-5g/?eflyer_rand=290857460

4 –2 Déploiement au Canada

Utilisateurs

- Le projet ENCQOR (*Évolution des services en nuage dans le corridor Québec-Ontario pour la recherche et l'innovation*) est un partenariat entre le Canada, le Québec et l'Ontario,
- axé sur la recherche et l'innovation dans le secteur des technologies 5G ainsi que de ses utilisations.
- Le projet ENCQOR met en place le premier corridor précommercial d'infrastructure numérique 5G au pays.

5 G

4 –2 Déploiement au Canada Utilisateurs

**PROTOCOLES D'ENTENTE AVEC 6 FOURNISSEURS DE
SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS AU CANADA ET
ENCQOR :**



4 –2 Déploiement au Canada

Utilisateurs

- **ENCQOR 5G compte 5 centres d'innovation à Québec, Montréal, Ottawa, Toronto et Waterloo.**
- **En mai 2021, le nombre de PME qui ont choisi de se tourner vers la 5G grimpe à 700, dont 400 sont québécoises.**

4 –2 Déploiement au Canada

Utilisateurs

En santé, des projets ENCQOR 5G explorent et testent différentes solutions touchant entre autres

- **le service médical à distance,**
- **la traçabilité anonyme des cas d'infection,**
- **l'analyse en temps réel à distance d'imagerie médicale à l'aide de l'intelligence artificielle,**
- **l'utilisation d'appareils médicaux à distance,**
- **les chaises roulantes motorisées autonomes.**

4 –2 Déploiement au Canada

Utilisateurs

D'autre projets ENCQOR 5G en santé:

- l'aide aux patients en déficience cognitive,
- l'utilisation de drones pour livrer des produits liés à la santé,
- l'utilisation et l'analyse en temps réel de données vitales pour prédire et prévenir les crises cardiaques,
- ainsi que la communication vidéo à très haute définition ou en 3D à distance entre un patient et son intervenant.

4 –2 Déploiement au Canada

Utilisateurs

- En sécurité et technologies financières, des projets ENCQOR 5G :
usage de la 5G et de technologies d'encryptage avancées pour le traitement de transactions financières,
- authentification des personnes par leurs traits faciaux,
 - utilisation des chaînes de bloc (« blockchain ») avec la 5G et des « smart ledgers »,
 - utilisation de robots sauveteurs en milieu hostile ou difficile d'accès, a transmission de données 3D en temps réel des lieux d'un incident ou d'un sinistre.

5 G

4 –2 Déploiement au Canada

Utilisateurs

LONGAN VISION :

RÉVOLUTIONNER LA LUTTE AUX INCENDIES

La société basée à Hamilton a développé le Fusion Vision System, un système de visière intelligente 5G qui peut être

attaché au casque d'un pompier rendant possible le partage des informations essentielles avec tous les membres d'une escouade de pompiers ce qui permettrait de diffuser en continu les décisions basées sur la vidéo thermique et les données des capteurs sur tous les appareils des pompiers.



4 –2 Déploiement au Canada

Utilisateurs

En transport, les projets ENCQOR 5G ciblent :

- les véhicules autonomes,
- la gestion de flottes de drones à distance,
- la gestion d'information pour les transports en commun,
- les systèmes de prévention de collision en temps réel,
- l'aide à la gestion des ports,
- la collecte et l'analyse en temps réel de données de vélo, d'automobiles de compétition,
- les camions autonomes,
- la gestion des flottes de véhicules comme les taxis, les camions, les autobus.

5 G

4 –2 Déploiement au Canada Utilisateurs

RÉFÉRENCES POUR ENCQOR 5G :

- <https://quebec.encqor.ca/?R6wF9AvbqY=2CDB7D0A685228237319BD4AC2493126>
- <https://www.adriq.com/technologie-5g/?R6wF9AvbqY=2CDB7D0A685228237319BD4AC2493126>

5G

PLAN

1 - Caractéristiques

2 - Applications

3 – Sécurité

4 - Déploiement

5 – Santé

PLAN

- 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.
- Ce ne sont pas des personnes politiques, mais bien des scientifiques indépendants.

5G

PLAN

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

2 – Rôle de Santé Canada

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

5 G

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.

5 G

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

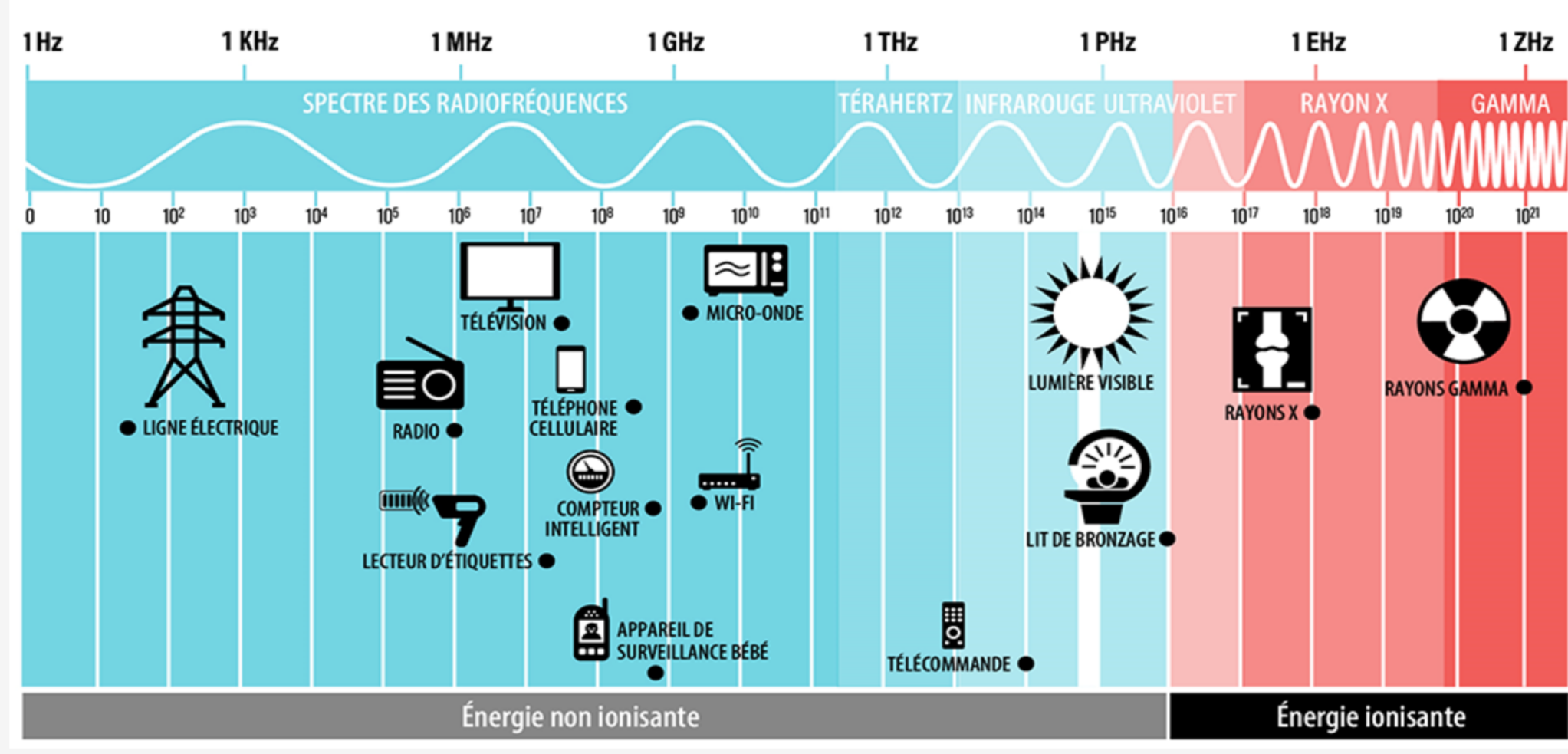
- Les chercheurs étudient depuis des décennies les effets de l'énergie RF sur la santé.
- Selon de nombreuses études internationales, les effets associés à l'exposition à l'énergie RF varient selon la fréquence.

5 G

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.*

5 G 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.

5 G

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.

5 G

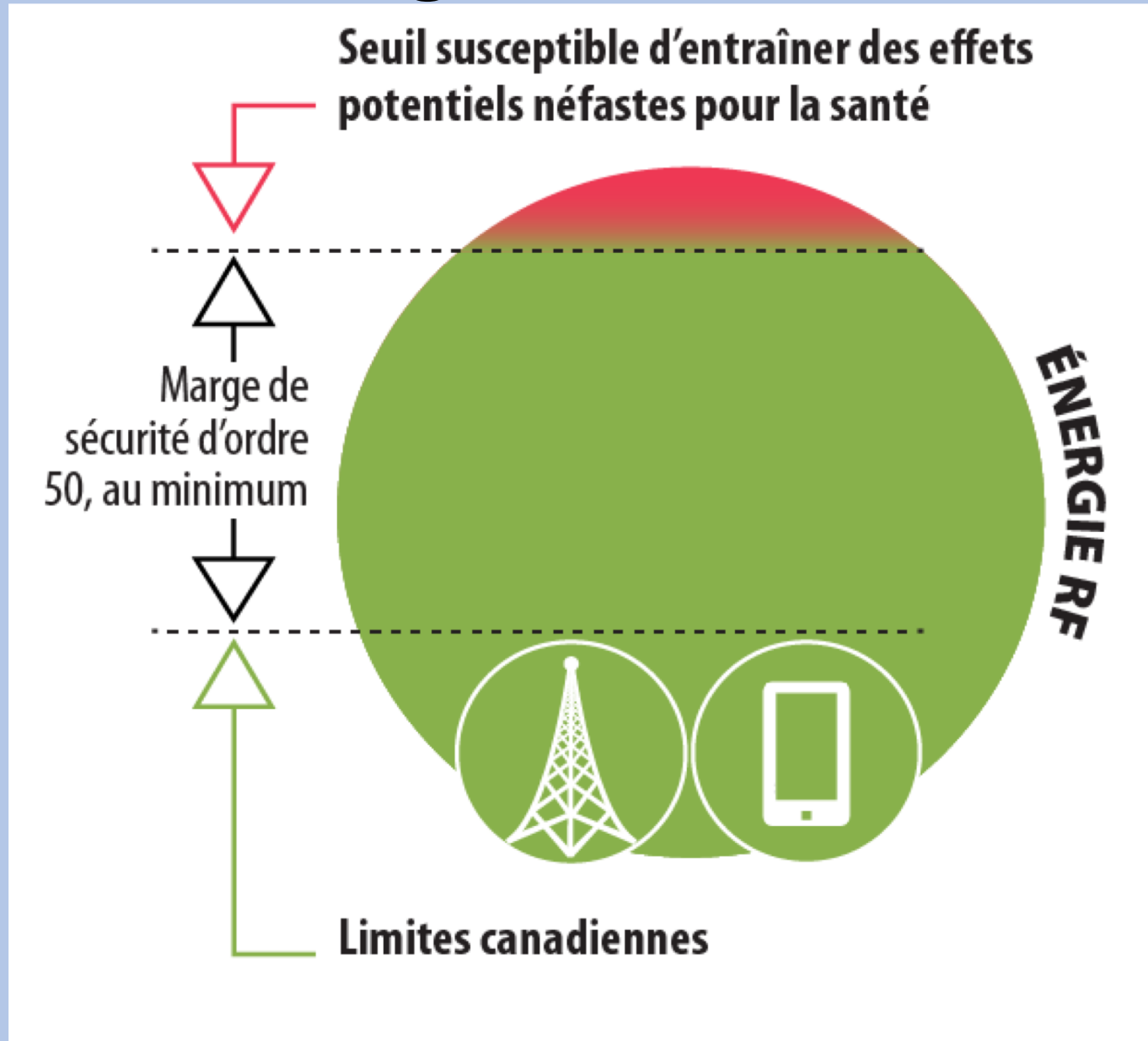
1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

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.

5 G 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.

5G 1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

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

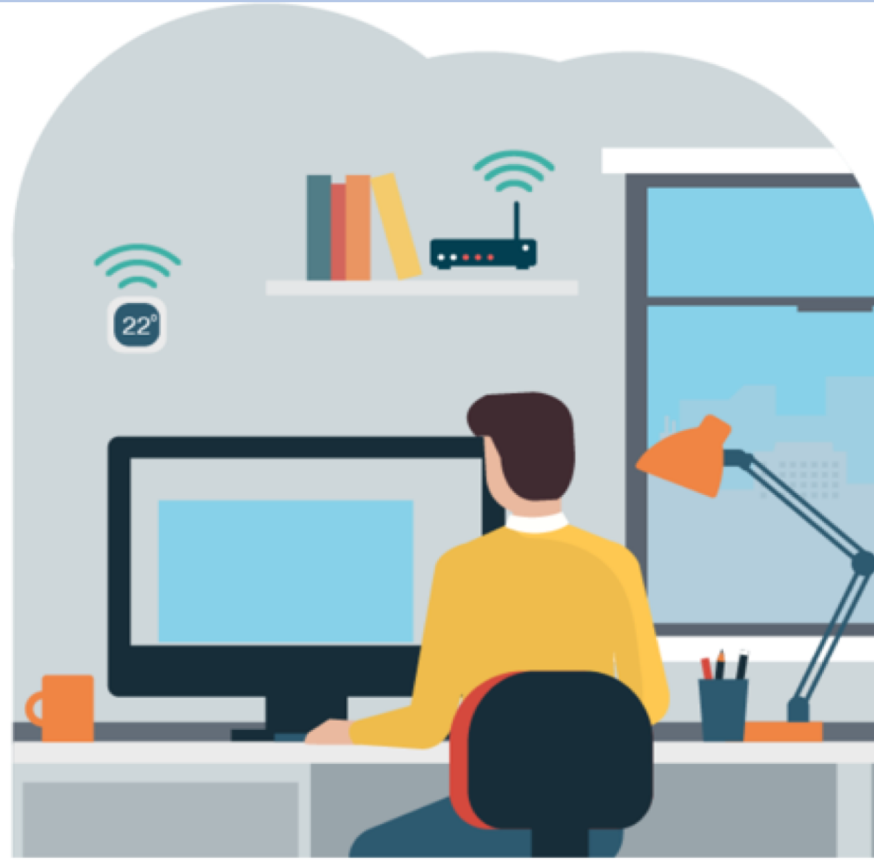


les appareils sans fil destinés à être utilisés près du
corps

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

5G 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>
-

5 G

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>

5G

PLAN

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

2 – Rôle de Santé Canada

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

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).

5 G

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.**

5 G

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.

5G

PLAN

1 - Effets de l'énergie RF sur la santé

2 – Rôle de santé Canada

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

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.

5 G

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>

5G

Références :

CODE DE SÉCURITÉ 6 : CNR-102 — Conformité des appareils de radiocommunication aux limites d'exposition humaine aux radiofréquences (toutes bandes de fréquences):

<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/securite-et-risque-pour-sante/limites-exposition-humaine-energie-electromagnetique-radioelectrique-gamme-3-300.html#s2>

CPC-2-0-03, *Systèmes d'antennes de radiocommunications et de radiodiffusion* :

<https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/fra/sf08777.html>

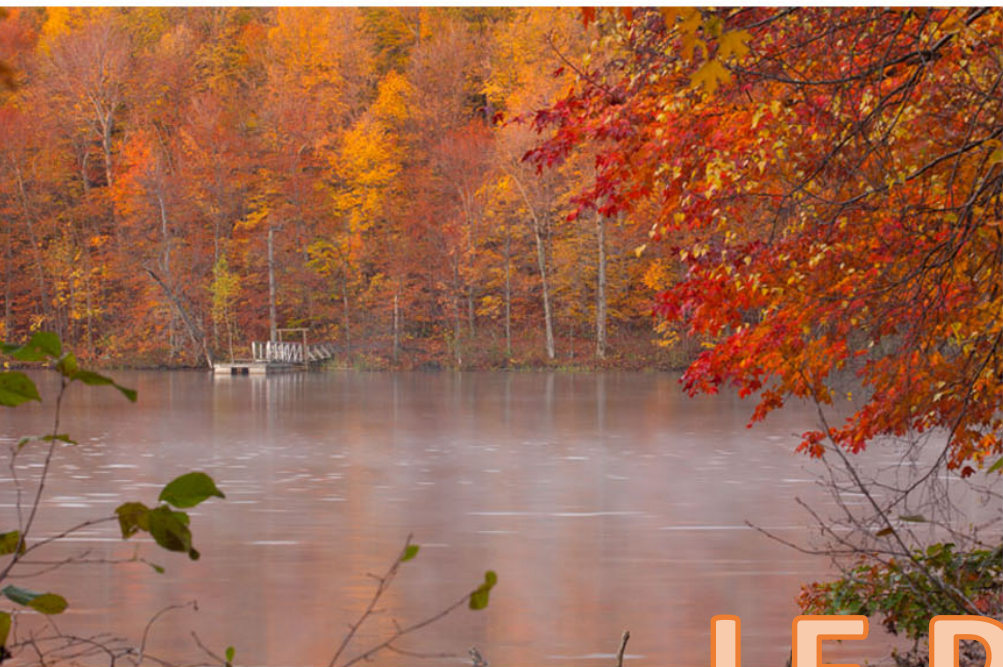
<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-et-risque-pour-sante/radiation/sources-rayonnements-quotidien/cellulaires-stations-base.html#a3>

Comment protégez sa santé ?

Réduire son temps d'écran,

le 20 – 20 - 20,

ET



LE PARC

