

5G et santé

Jacques Vanderstraeten, MD, PhD

Centre de Recherche en santé environnementale et au travail, ESP, ULB

Novembre 2022

Qu'est-ce que la 5G ?

De la 1G à la 5G

- **1 à 4G : téléphonie, puis Internet mobile**
 - Passage en *wireless* d'usages *préexistants*
- **5G et au-delà : téléphonie, Internet mobile et ...**
 - Applications *nouvelles* ou plus efficaces
- **2 à 5 G : accroissement des performances**
 - Débit de data (bits/sec)
 - Rendement énergétique (bits/watt)
- **2 à 5 G : accroissement de la densité des antennes**
 - Dû à ↘ propagation avec ↗ fréquence (bâtiments...)

J. Vanderstraeten, 2022

Applications médicales en 5G

- **Télémédecine**

- **Chirurgie à distance** (cf. ↘ latences, ↗ débit)

? Utilité en Belgique ??

(Si oui, ce serait plutôt de fixe à fixe...)

- **Télémonitoring**

NB: fonctionne déjà par Wifi en Indoor

- **Etc**

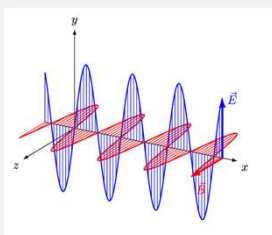
Li D, 5G and intelligence medicine-how the next generation of wireless technology will reconstruct healthcare? Precision Clin Med 2019; 2:205-208 <https://doi.org/10.1093/pcmedi/pbz020>

J. Vanderstraeten, 2022

Les ondes et les fréquences des 2G... 5G

Ondes électromagnétiques

- **Champs** : vecteurs électrique E, magnétique H (B)
- **Onde** : champs E et H rayonnés à une **fréquence x**



E en **V/m**

H (B) en A/m (T)

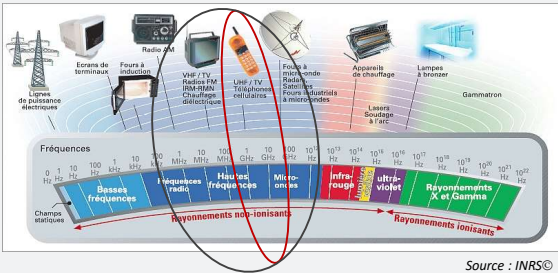
1 Hz = 1 cycle/sec

1 MHz = 1 million ...

1 GHz = 1 milliard...

J. Vanderstraeten, 2022

Les radiofréquences (RF)

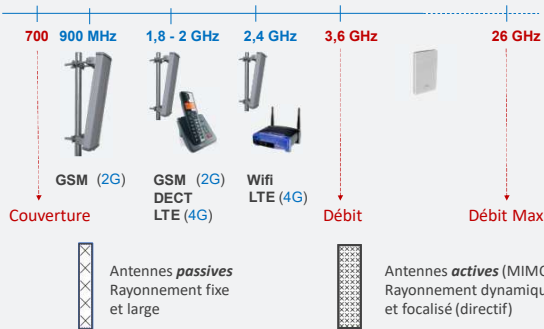


Source : INRS©

- Radiofréquences (RF) → 100 kHz - 300 GHz
- 2G ... 5G → 700 MHz - 30 GHz ... (UHF - SHF)

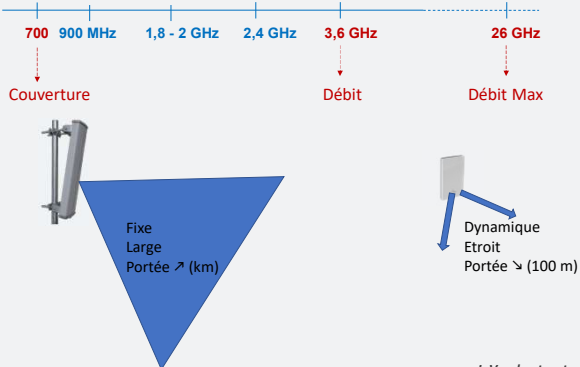
J. Vanderstraeten, 2022

RF et antennes des 2..4G, et 5G



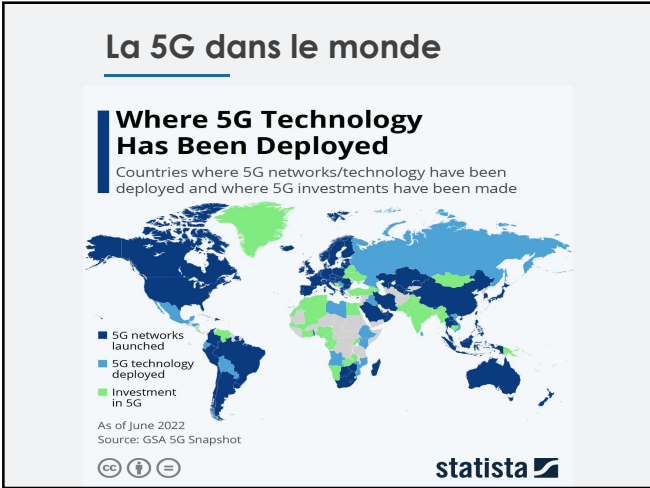
J. Vanderstraeten, 2022

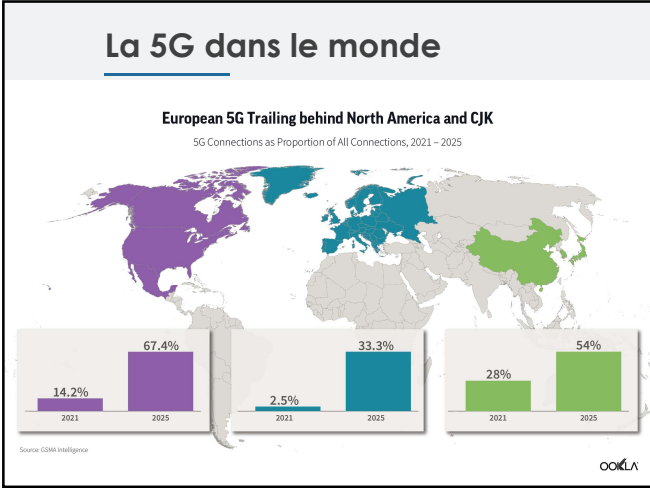
RF et antennes des 2..4G, et 5G



J. Vanderstraeten, 2022

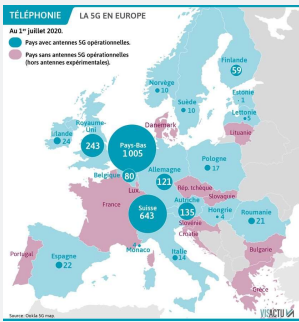
Déploiement actuel de la 5G





La 5G en Europe

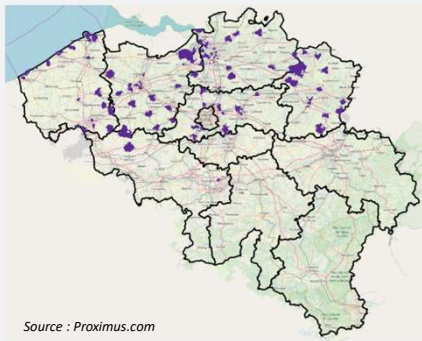
- Déploiement actuel et futur (*Europe's 5G action plan*)



2016 Action Plan
• 5G to be rolled out across all urban areas and all major transport routes by 2025

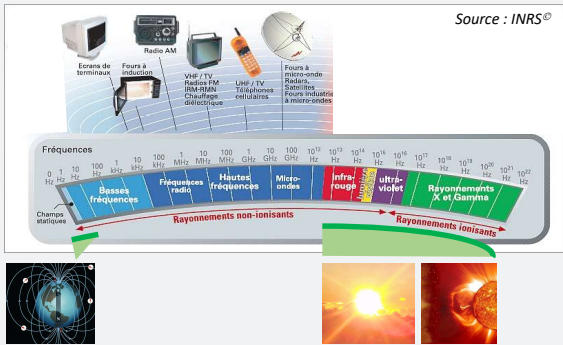
La 5G en Belgique

- Couverture 5G Proximus début 2021



RF et santé Une question qui fait sens ?

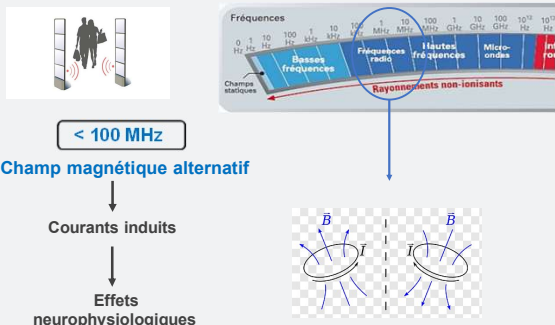
Oui car RF ≠ Environnement naturel



Source : INRS®

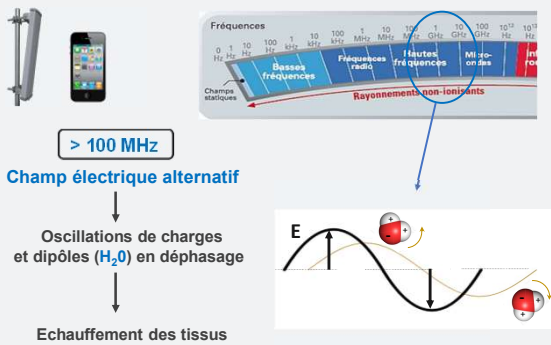
J. Vanderstraeten, 2022

Et elles peuvent agir sur le vivant



J. Vanderstraeten, 2022

Et elles peuvent agir sur le vivant



J. Vanderstraeten, 2022

Mais sans pouvoir ionisant

1 GHz → $E = h\nu \sim 10^{-6}$ eV

Effets de type déterministe

J. Vanderstraeten, 2022

Recommandations internationales

Quelles bases (> 100 MHz) ?

- Effets prévisibles et mesurables
 - **Echauffement**
- Niveau d'intensité prouvé à risque *
 - $\Delta T^\circ \geq 1^\circ C$
 - Soit **4 W/kg** de *débit d'absorption spécifique (DAS)* corps entier

J. Vanderstraeten, 2022

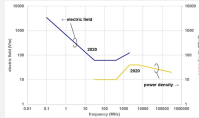
Quels niveaux ?



- Application d'un facteur de sécurité

→ **0,08 (0,4 *) W/kg** corps entier (Antennes) (* travailleurs)
sur 30 minutes

- 41 V/m (92) à 900 MHz
- 10 W/m² (50) à > 2 GHz



→ **2 W/kg** local tête (GSM, Smartphone)
sur 6 minutes

ICNIRP, Health Physics 2020

J. Vanderstraeten, 2022

Quelles conséquences ?

- Jamais de dépassement

- Ou presque ... !



J. Vanderstraeten, 2022

Est-ce tout ?

On entend dire...

- "Il existe des mécanismes non thermiques" ?!
 - **Résonance** de la fréquence RF (~ 1 GHz) ?!
 - Résonance ! > 150 – 300 GHz
 - **Démodulation** du signal BF ?!
 - Impossible > 10 MHz, et Inopérante (= atténuation ++)
- "Notre physiologie est électromagnétique" ?!
 - ① Il existe donc un **bruit de fond** EM naturel
 - Tout **signal** extérieur ne sera *perçu* que s'il surpasse celui-ci
 - Tout **signal** extérieur ne sera *perçu* que et si sa période (~ 1/v) n'est pas trop éloignée de celle des processus physiologiques
- "Nous sommes peu, mais durablement, exposés" ?!
 - L'action des RF est de type **classique** (*déterministe*) → ∃ seuil toxique !

J. Vanderstraeten, 2022

On lit de nombreuse études...

- ① Leur tri est devenu affaire de spécialiste
 - **Complexification de l'objet-même de la recherche**
 - *Expérimentation* → complexification des processus / outils
 - ↻ Sensibilité → ↻ Spécificité
 - *Etudes de population* → complexification de l'environnement
 - ↻ Facteurs confondants
 - **Facteurs contingents**
 - Conflits d'intérêt
 - Perception du risque
 - Nombre de publications ↻ ↻
 - **Et, de plus, en radiofréquences (2G ... 5G) ...**
 - **Dosimétrie** (intensité d'exposition) complexe et incertaine !!

J. Vanderstraeten, 2022

Effets non T° publiés

- Chez l'Homme (revue d'études *sérieuses*)



2011



→ "Cancérogène possible" (2B)
~ 1 W/kg (?)
≥ 30 min/j, > 10 ans
IARC Monographs, Vol 102, 2011



2019



→ Δ puissance bande α de l'EEG
≤ 1 W/kg
HAL Id: ineris-00961807

J. Vanderstraeten, 2022

Effets non T° publiés

• Etudes cellulaires et animales *sérieuses*



2018 → Δ f déch. neurones dès $\geq 0,1$ W/kg
 2020 → Δ activ. Kinases **2 W/kg**

- El Khoueiry C et al. *J Neurophysiol* 2018
- Poque E et al. *Int J Radiat Biol* 2020



2018 → Cancérogénèse chez le rat
 ≤ 1 à **3 W/kg équivalent** (2 ans)
 - Sans $\nearrow T^\circ$ ($\pm \leq 0,6^\circ\text{C}$ max / $0,3^\circ\text{C}$ moy ?)
 - Malgré probable \searrow métabolisme

- NTP, U.S. Dpt HHS, Technical Report 595
- Kühne J et al, *Bioelectromagnetics* 2020



J. Vanderstraeten, 2022

Doit-on alors s'inquiéter ?

Quel est notre **DAS** au quotidien ?

Smartphone contre l'oreille en voiture ~ 1 W/kg
(ICNIRP ≤ 2 W/kg)

Smartphone bon signal, ou tenu à la main, ou Bluetooth $\sim 1 / 100$ W/kg

Routeur Wifi à 50 cm $< 1 / 5.000$ W/kg
(< 3 V/m)

Bruit de fond urbain $< 1 / 20.000$ W/kg
($\leq 1,25$ V/m)

Jalilian H et al. *Environ Res* 2019

J. Vanderstraeten, 2022

Donc, si effets non T° existent...

• Ils ne concerneraient que l'utilisateur (Smartphone...)

- ➔ Leur possibilité motive en tout cas :
 1. Avis de « prudence » concernant l'usage du Smartphone
 2. Poursuite des études en cours des usagers (COSMOS)

• Ils impliqueraient une révision des guidelines

- ➔ Mais on n'y est pas ...
 - Avis 2011 de l'IARC ?
 - ① Très (trop) nombreux biais d'étude (cas-témoins)
 - ① Etudes de tendance ne confirment pas !
 - Effets non T° dans les études animales ?
 - ① Exposition NON représentative (~50 % du temps, vie durant)
 - ① Manque de reproductibilité



J. Vanderstraeten, 2022

Spécificités de la 5G ?

Impact de la fréquence

• Elle détermine le mode d'exposition aux antennes

- 700 MHz : Antennes passives (= 2G... 4G)
 - On sait où et comment on est exposé
- ≥ 3,5 GHz : Antennes actives (MIMO)
 - Il faut une approche statistiques

• Elle détermine la profondeur de pénétration

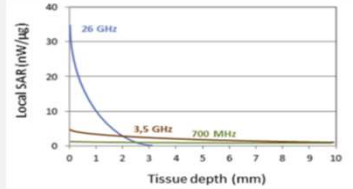
- 700 MHz : 4 cm
 - Pénétration tissus (cerveau...) / ça peut chauffer
- 3,5 GHz : 1 cm
 - Faible pénétration
- 26 GHz : 1 mm
 - Surface stricte / ça ne chauffe pas

J. Vanderstraeten, 2022

Quid des effets non thermiques ?

- Si des effets non T° (ou μCT°) étaient confirmés...

- ⇒ Le DAS local importerait alors également
 - Or ce DAS local \nearrow avec la fréquence (l'absorption se concentre en surface)
- ⇒ Donc les effets non T° seraient \nearrow avec 5G ($\geq 3,5$ GHz)



Vanderstraeten J, Verschaeve L Environ Res 2020

J. Vanderstraeten, 2022

L'électrosensibilité

Electrosensibilité et RF

- **Prévalence**
 - = ??
- **Un constat**
 - Souffrance réelle des sujets
- **Obstacles à un lien de causalité**
 - Absence de pattern systématique des plaintes
 - Lien proposé par le sujet lui-même
 - Intensités d'exposition incriminées < 1 V/m ($< 0,00... \text{ W/kg}$)
 - Extension éventuelle vers les 50 Hz (or interactions \neq RF)

ANSES (F), 2018, Hypersensibilité électromagnétique

J. Vanderstraeten, 2022

Electrosensibilité et RF

• Données de la littérature

- Pas d'objectivation à ce jour par études de perception ou de provocation (y compris pour **DAS j** → **1 W/kg**)

ANSES (F), 2018, Hypersensibilité électromagnétique

- Corrélation avec - distance mesurée (-)
- distance perçue ⊕

Baliatsas et al, *Int J Hyg Environ Health* 2015

- Impact de la perception du risque (médias)

Bräscher et al, *Environ Res* 2017

J. Vanderstraeten, 2022
