

ITU Arab Forum on Emerging Technologies  
Algiers – Algeria, 14-15 Feb. 2018

# Stratégies Modernes pour la Gestion du Spectre

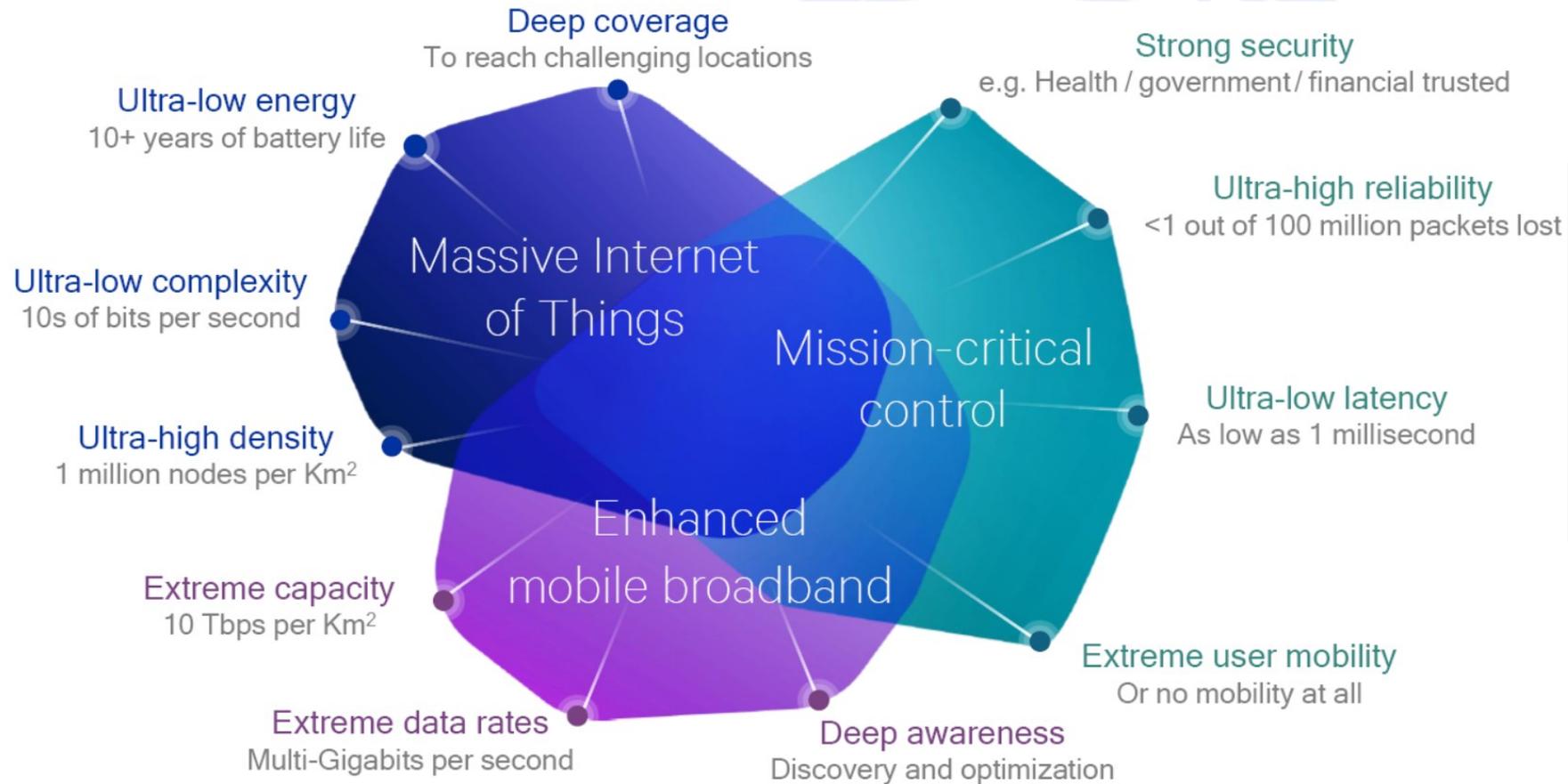
Presented by: Dr. SADOK Mustapha  
Institut National des Télécoms et TIC (Oran) – Algeria

[msadok@ito.dz](mailto:msadok@ito.dz)

1



# Ecosystème IoT

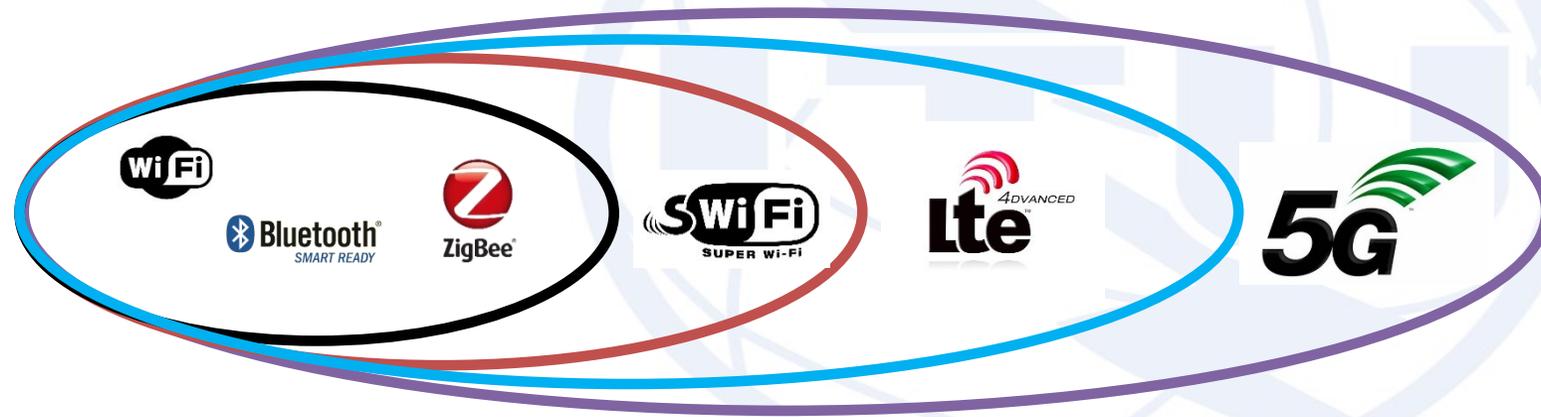


Déploiement initial de la 5G

Techniquement, il est difficile pour une plateforme unique de répondre aux **11 exigences** simultanément.

# Ecosystème IoT et 5G

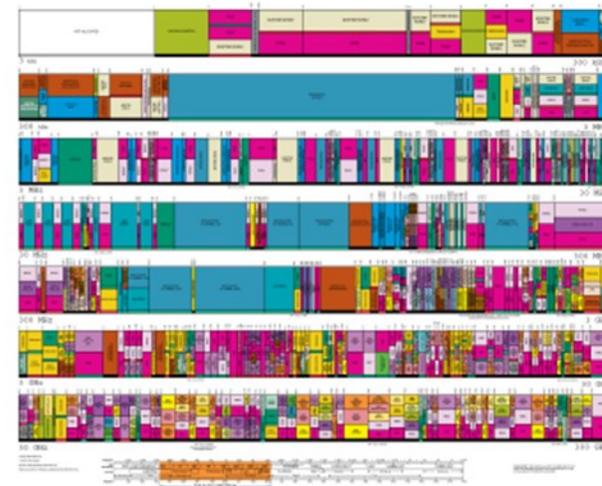
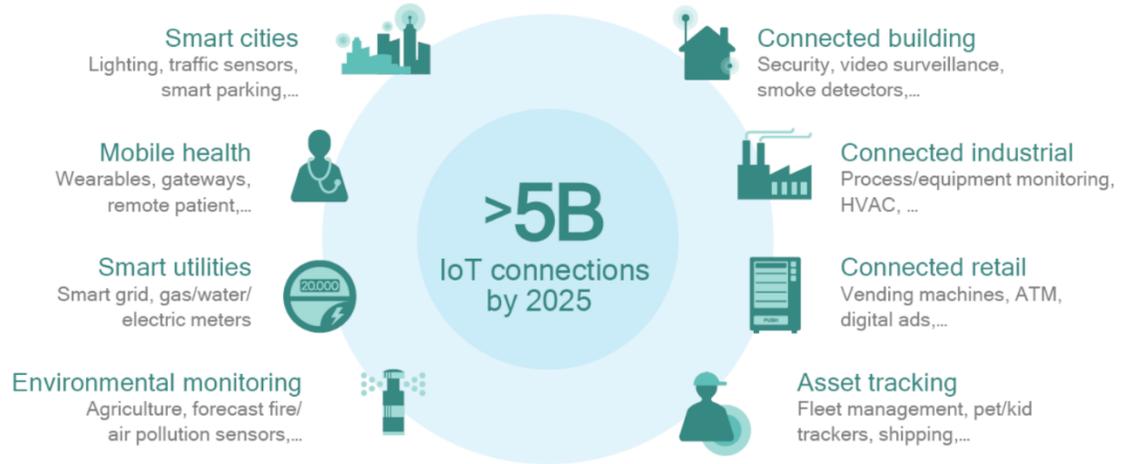
## Déploiement initial de la 5G



- L'écosystème IoT se basera sur une **multitude de standards**, chacun répondant à une exigence particulière.
- 5G sera le **Backbone** de l'écosystème IoT

# Défis pour l'écosystème IoT

Pénurie de spectre



Ubiquitous coverage      Always-on connectivity      Reliable and secure      Global ecosystem

# Systeme de gestion du spectre pour l'IoT(I)

## Gestion du spectre actuelle

- L'assignation des fréquences se fait par des **licences** pour des **utilisateurs particuliers** et pour des **applications spécifiques**.
- Gestion de spectre **centralisée**
- La **Résolution des situations d'interférence** ne se fait que pendant une **très longue durée** et un **effort considérable**.
- Le **degré d'automatisation** des opérations de gestion du spectre est **très réduit**.

## Gestion du spectre pour L'écosystème IoT

- ✓ Redéfinition des stratégies d'octroi de licence pour avoir le maximum de profit.
- ✓ Architecture décentralisée du système de gestion du spectre.
- ✓ Restructuration du réseau de contrôle du spectre pour atteindre (**Spectrum Awareness**)
- ✓ Automatisation des opérations de gestion du spectre pour répondre aux exigences de l'écosystème IoT en temps utile.

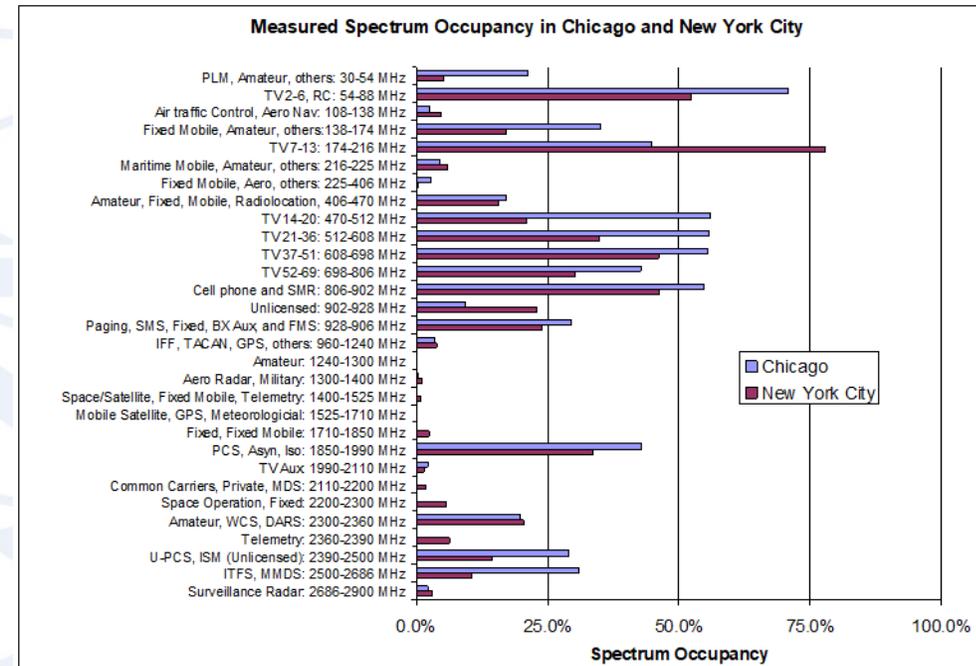


**Quelles sont les actions à entreprendre ?**

# Action 1 : Libéralisation des bandes de fréquences

## « Spectrum Trading »

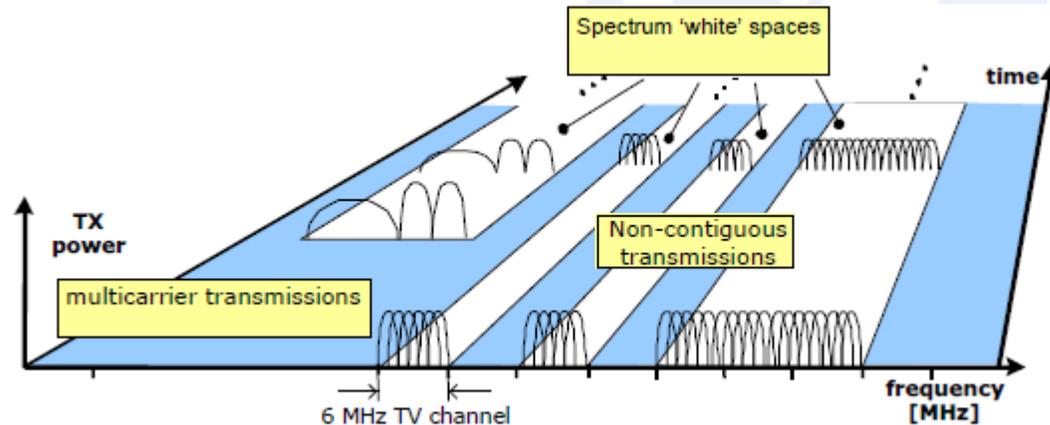
- ✓ Royaume Uni : « **Market Mechanisms** » Libéralisation de certaines bandes de fréquences avec une gestion via un système d'information (**Spectrum Information System - SIS**)
- ✓ Canada : Le **secteur industriel** est le premier partenaire dans la gestion du spectre. L'octroi des licences se fait à travers des **enchères**.



Taux d'occupation du Spectre est de 13,1% de la capacité maximale

# Action 2 : Se préparer à la Radio Cognitive (I)

## La Radio Cognitive



**Radio Cognitive =**

Exploration du spectre + Apprentissage +  
Décision + Adaptation

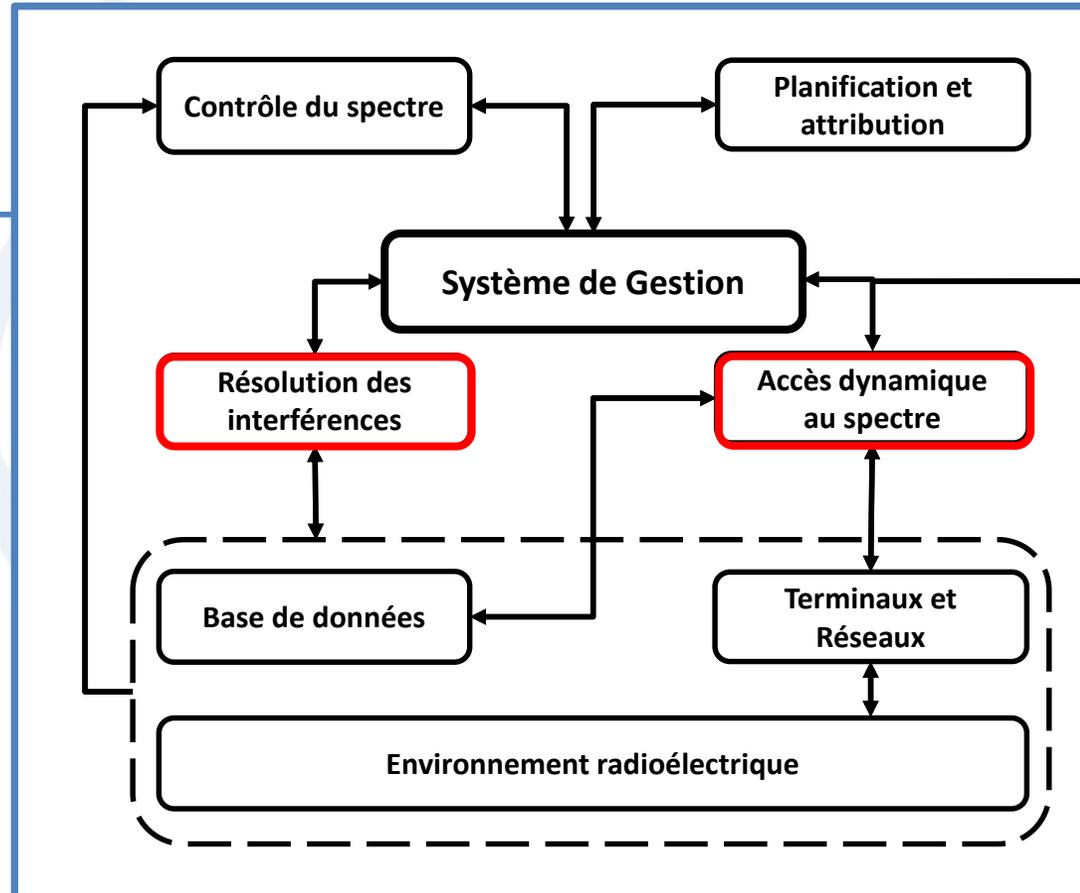
- **Accès opportuniste** aux **bandes de fréquence libres** pour assurer à la fois une **gestion optimale** et un **débit élevé** pour les utilisateurs (ex : WhiteFi, IEEE 802.22)



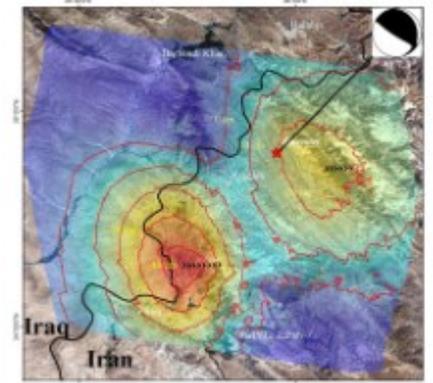
# Action 3 : Nouvelle architecture du système national de gestion du spectre

*Nouvelle architecture du système de gestion du spectre national*

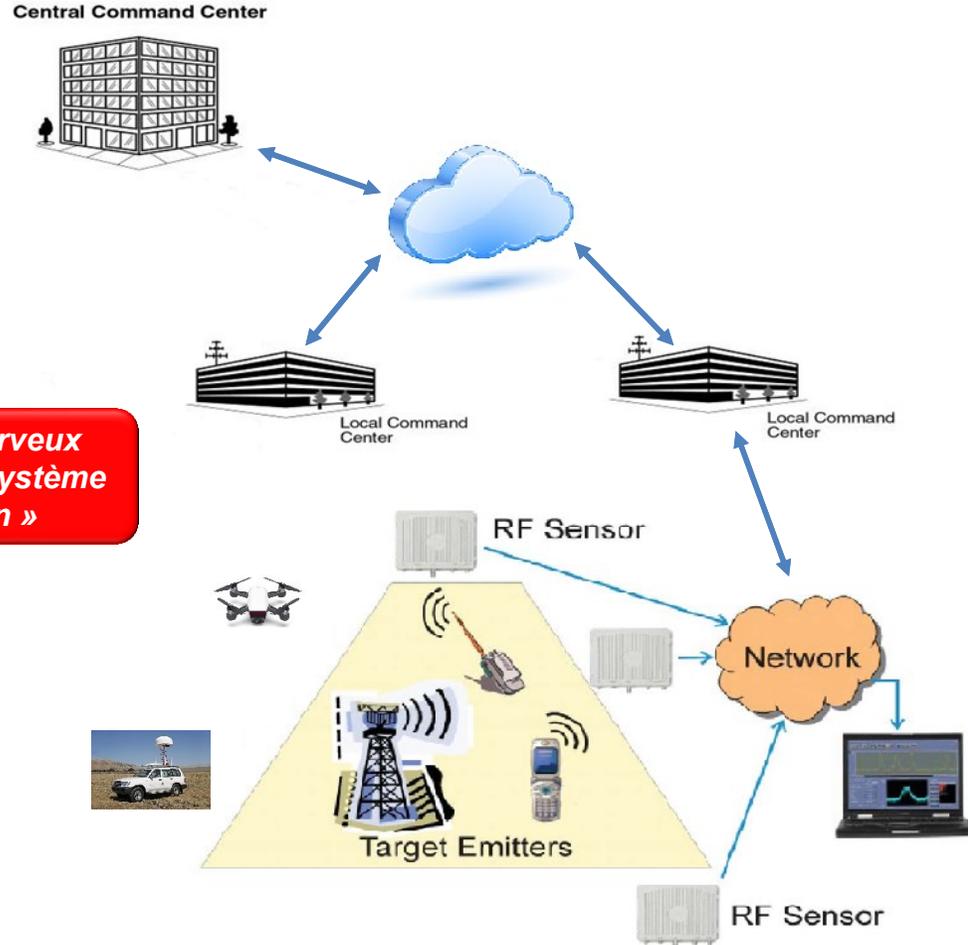
Un écosystème IoT « **physiquement sécurisé** », c'est à travers un accès au spectre **Flexible, Dynamique, Sans interférences** et **Coordonné**.



**Coordination Internationale du spectre**



# Action 4 : Restructuration du réseau de contrôle du spectre



**Système nerveux pour un écosystème IoT « sain »**

**Nouvelle architecture du système de gestion du spectre**

- ✓ Architecture **décentralisée** du réseau de gestion et de contrôle du spectre.
- ✓ Utilisation des **capteurs RF low-cost** pour une densification du réseau de contrôle du spectre.

# Equipements et techniques pour le contrôle du spectre

## Station de contrôle fixe hautes performances



DF Converter

Signal Processing Unit



Control Computer



Antenna Array  
(20–1300 MHz  
dual polarized)

## Exigences pour les stations de contrôle

- ✓ Grande sensibilité
- ✓ Grande Immunité aux signaux bloqueurs
- ✓ Grande probabilité d'interception
- ✓ Grande résistance à la propagation multi-trajets
- ✓ Faible erreur de localisation des émetteurs

# Equipements et techniques pour le contrôle du spectre

$P_{TX} = +20\text{dBm}$	Système 1	Système 2
Freq (MHz)	100 MHz	2400 MHz
BW (MHz)	20 kHz	20 MHz
Calculated Path Loss (dB)	86	114
Calculated SNR (dB)	51	-7

Fréquences élevées + Larges bandes  $\Rightarrow$  Faible SNR

$$SNR = [P_{TX} + G_{TX} - PL - G_{RX} - CL] - [-174 + NF_{RX} + 10\log(BW)] [dB]$$

# Equipements et techniques pour le contrôle du spectre

## ➤ Limite de Cramer-Rao pour l'AOA

$$\sigma_{AOA}^2 \geq \frac{\lambda}{4\pi D^2 NK} \left[ \frac{1}{SNR} + \frac{1}{N SNR^2} \right]$$

SNR limité  $\Leftrightarrow$  Rayon d'exploitation limité

Station de contrôle



# Action 5 : Redéfinition des techniques de contrôle du spectre (I)

$$SNR = [P_{TX} + G_{TX} - PL - G_{RX} - CL] - [-174 + NF_{RX} + 10\log(BW)] [dB]$$

Déploiement massif de capteurs RF permet de réduire la distance TX-Capteur RF

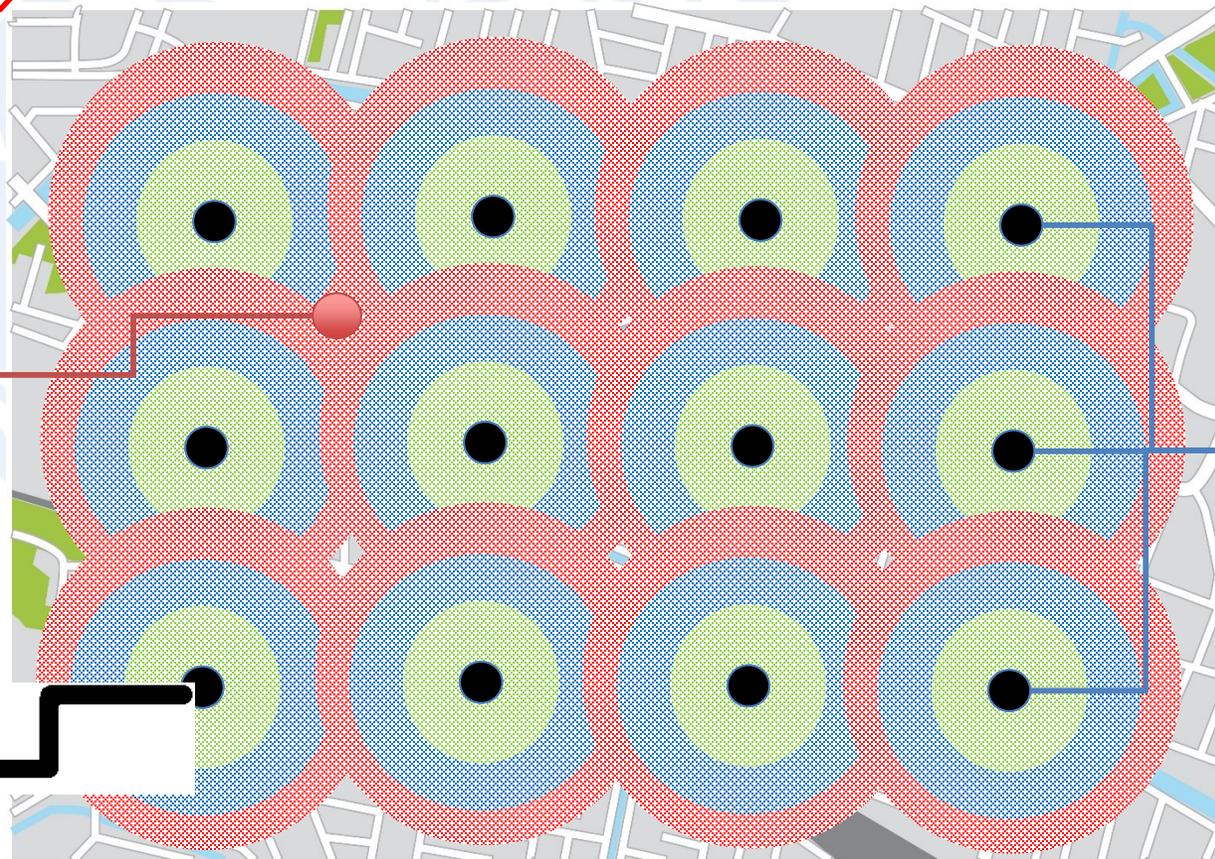
Diversité de mesures réduit l'effet du bruit de mesure des capteurs RF Low-cost



Capteur RF sur Drone

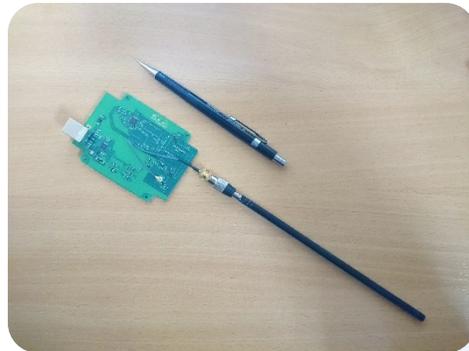


Capteur RF Low-cost

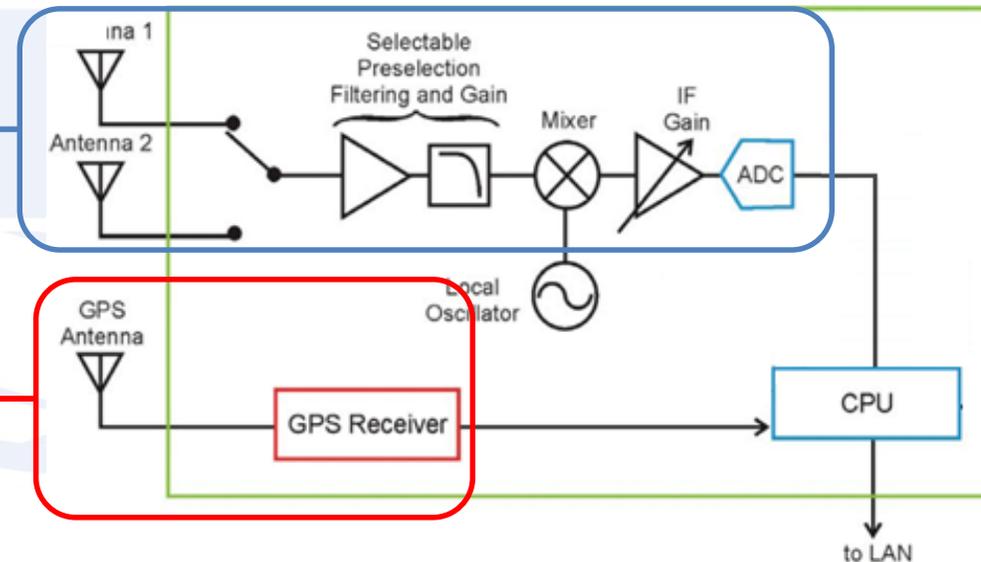


Fusion de données permet l'automatisation de la gestion

# Action 5 : Redéfinition des techniques de contrôle du spectre (II)



« Dirty RF » ⇔ Capteur RF Low-cost



# Environnement électromagnétique et santé

International Agency  
Research on Cancer



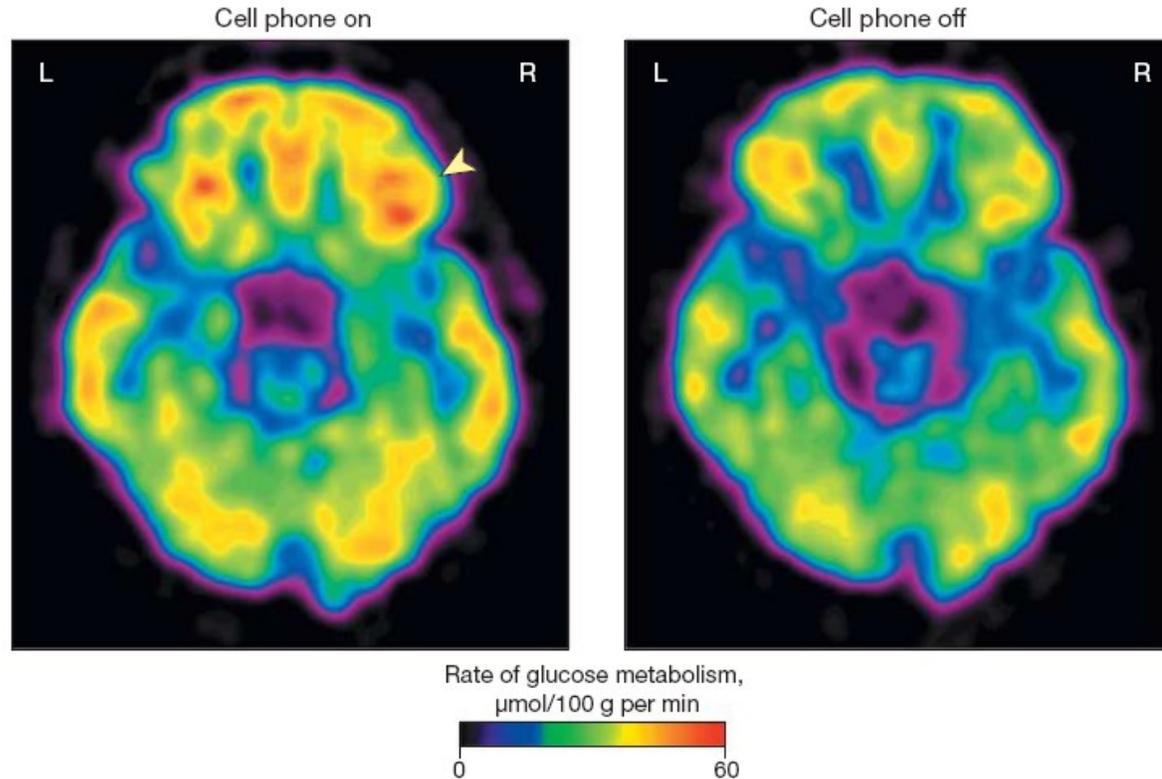
## Agents Classified by the *IARC Monographs*, Volumes 1–109

CAS No	Agent	Group	Volume	Year
	Progestogen-only contraceptives	2B	72	1999
	Pulp and paper manufacture	3	25, Sup 7	1987
	Radiofrequency electromagnetic fields <sup>1</sup>	2B	102	2013
	Radioiodines, including iodine-131	1	78, 100D	2012
	Radionuclides, alpha-particle-emitting, internally deposited (NB: Specific radionuclides for which there is <i>sufficient evidence</i> in humans are also listed individually as Group 1 agents)	1	78, 100D	2012

**Group 2B : possibly carcinogenic to humans**

# Environnement électromagnétique et santé

**Figure 2.** Brain Glucose Metabolic Images Showing Axial Planes at the Level of the Orbitofrontal Cortex



Images are from a single participant representative of the study population. Glucose metabolism in right orbitofrontal cortex (arrowhead) was higher for the "on" than for the "off" condition (see "Methods" for description of conditions).

**Effects of Cell Phone Radiofrequency Signal Exposure on Brain Glucose Metabolism - Nora D. Volkow (30 mars 2011) *journal of American Medical Association***

Une modification importante du métabolisme du glucose au niveau des parties du cerveau exposé aux rayonnements EM

# Action 6 : Définir les doses maximales du rayonnement EM (I)

- Tous les standards partagent la même limite maximale d'exposition aux rayonnements mais différents dans leurs **marges de sécurité**

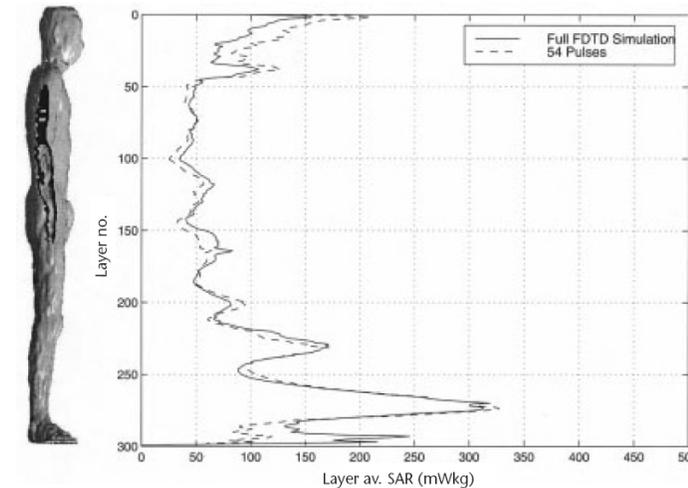
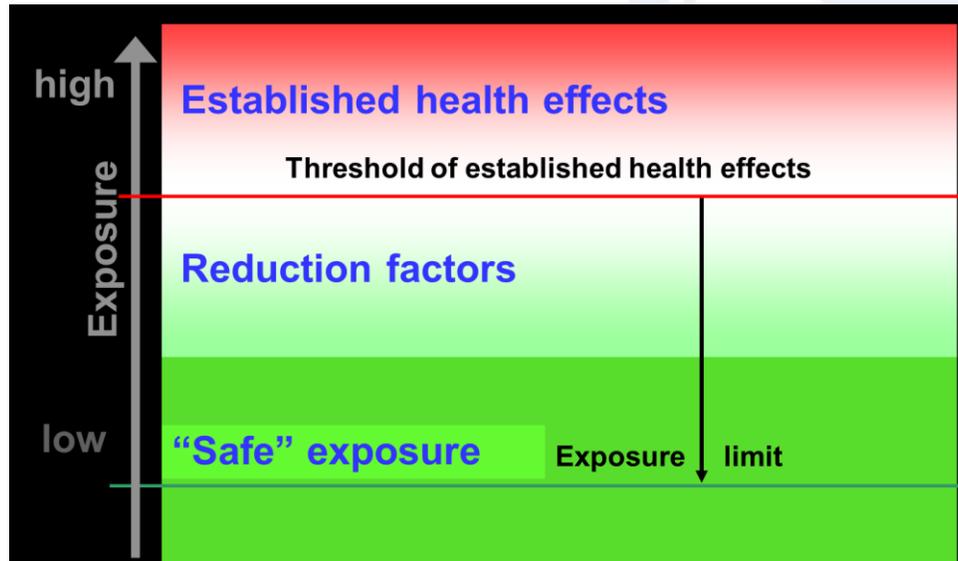
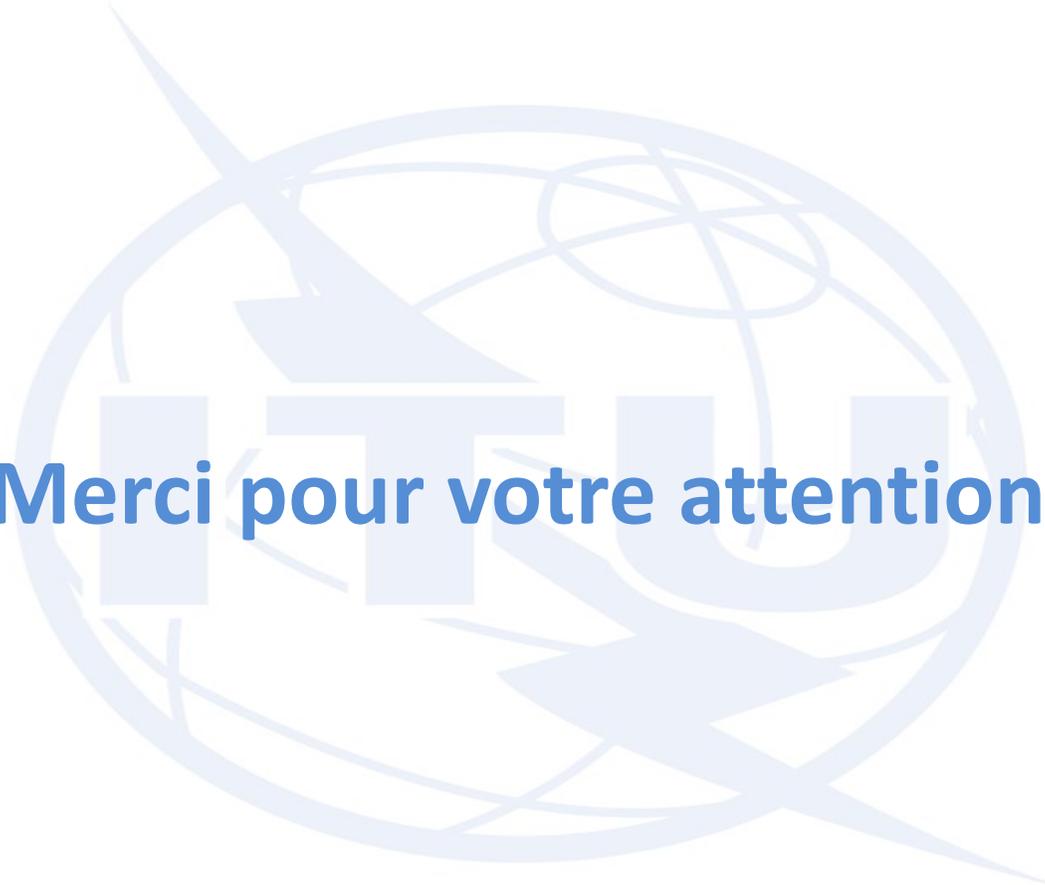


Figure 3.14 Layer average SAR (6-mm human body model) for a plane-wave exposure obtained by FDTD simulation and sum of previously stored impulse responses. Frequency: 835 MHz;  $E_{inc} = 61.4$  V/m rms. (Reproduced from [35] with permission from IEEE.)



**Merci pour votre attention**