

# Champs électromagnétiques

- **Présentation générale**
- Champs électromagnétiques
- Les effets sur la santé
- Réglementation et Jurisprudences
- La prévention en collectivité

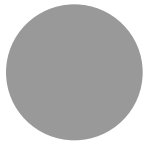
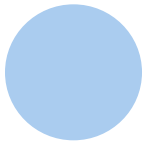


# Présentation générale

Aujourd'hui : multiplication de la diffusion de champs et de rayonnements dans notre environnement, que cela soit pour des applications industrielles (*lasers, rayons X, IRM*) ou tout simplement lié au fonctionnement de certains appareils domestiques (*téléphonie, radio, télévision, courant domestique, wifi, etc.*)

Ces différents rayonnements sont « classés » en fonction de leurs fréquences dans le spectre électromagnétique.

Celui-ci est divisé en 2 grands groupes : rayonnements non ionisants (*CEM et rayonnements optiques artificiels*) et rayonnements ionisants.



# Champs électromagnétiques

- Présentation générale
- **Champs électromagnétiques**
- Les effets sur la santé
- Réglementation et Jurisprudences
- La prévention en collectivité



# Les différents champs

Il existe 2 types de champs :

**Le champ électrique** apparaît dès lors qu'il y a une tension comme par exemple à proximité d'une prise électrique ou d'un fil conducteur chargé. Ce champ est lié aux charges.

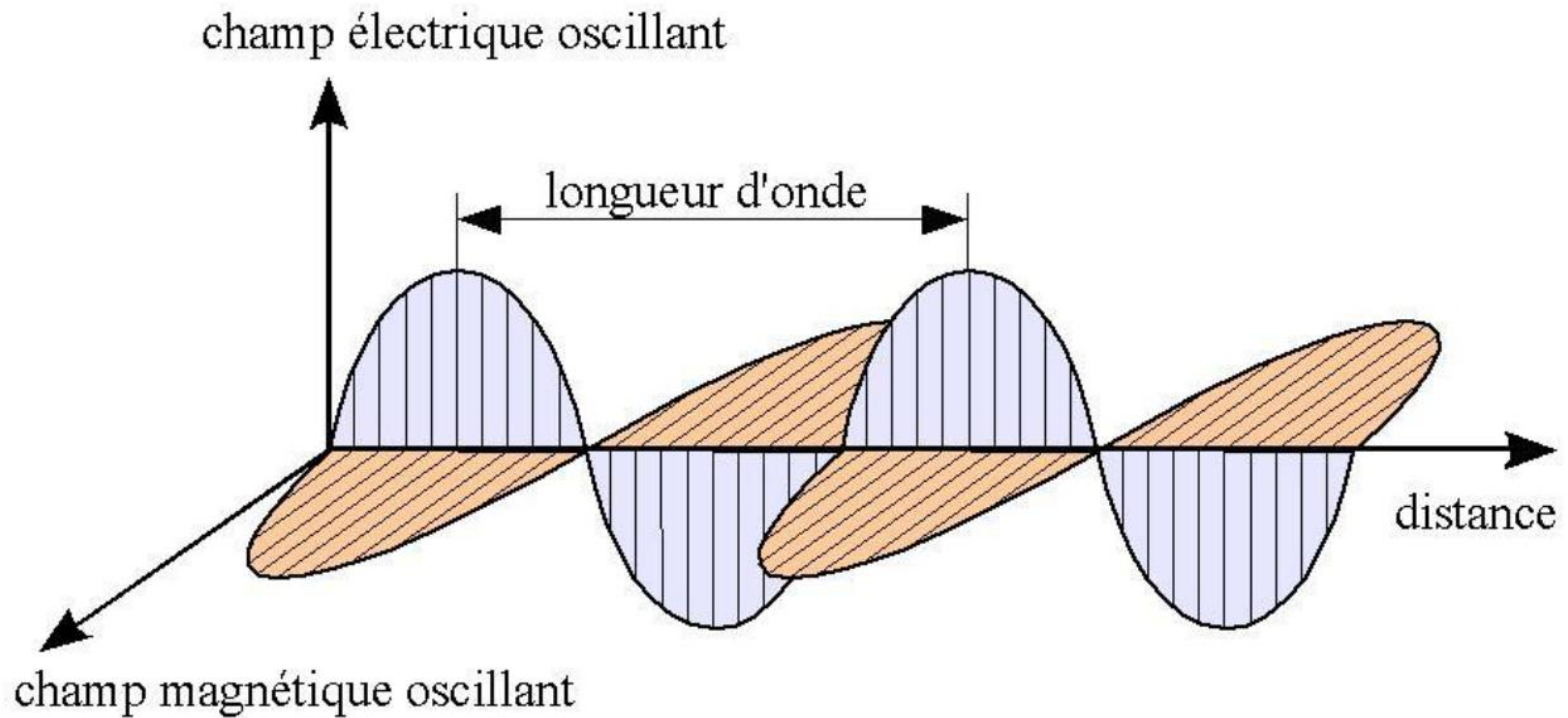
→ *Lampe éteinte ou allumée = champs électrique*

**Le champ magnétique** est engendré par le courant (déplacement des charges ou électrons). Sans circulation de courant, aucun champ magnétique n'est créé.

→ *Lampe éteinte = absence de champ magnétique*

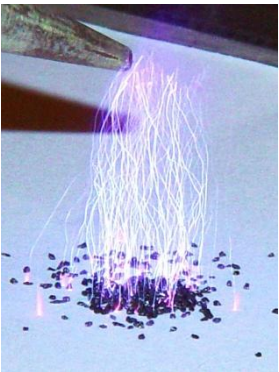
→ *Lampe allumée = champ magnétique*

# ● ● ● | Les champs électromagnétiques



# ● ● ● | Les différents types de champs

## ➤ Les champs naturels

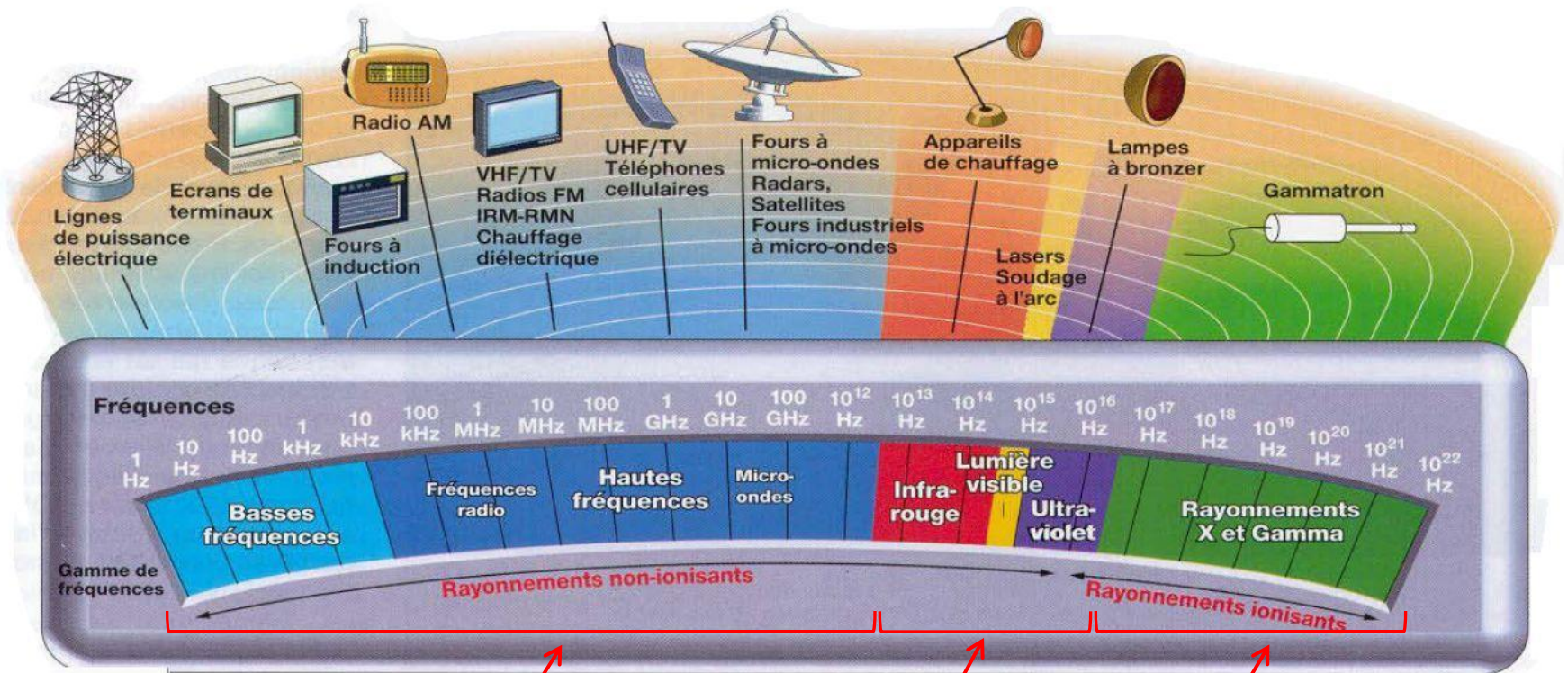


# ● ● ● | Les différents types de champs

## ➤ Les champs artificiels



# Le spectre électromagnétique



Source : INERIS

Champs électromagnétiques

Rayonnements optiques artificiels

Rayonnements ionisants



# ● ● ● | Les facteurs de définition des CEM

## La fréquence

- Nombre d'oscillations par seconde.
- Valeur exprimée en Hertz (Hz).

## L'intensité

- Valeur exprimée en Volts par mètre (V/m) pour les champs électriques et exprimée en Tesla (T) pour le champ magnétique.
- Mesure du DAS (Débit d'Absorption Spécifique) exprimé en Watts par Kilo qui nous renseigne sur l'exposition de l'utilisateur (appareil utilisé à proximité de l'organisme).

## La durée d'exposition

## La proximité du champs

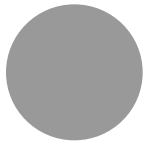
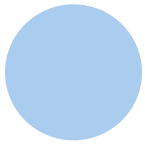


# Les CEM dans notre environnement

(hors rayons optiques artificiels et rayonnements ionisants, classés par fréquences)

ELF	LF	RF	HF	UHF / SHF
Champs statiques (0Hz)	Ecran d'ordinateur (autour de 60 Hz en règle général)	Radio AM (150 à 281 KHz)	Téléphones mobiles (vers antennes relais) (850, 900, 1800 ou 1900 MHz)	Four micro-ondes et RFID (2,45GHz)
Courant électrique domestique et lignes électriques hautes et très hautes tension (50Hz)		RFID (125KHz, 134,2KHz, 13,56MHz : norme ISO, )	Antennes relais GSM et DCS (vers téléphones mobiles) (850, 900, 1800 ou 1900 MHz)	Système GPS
		Ampoules basse consommation (30-60KHz)	Télévision (entre 100 et 800MHz, selon les canaux)	Transmission de données radar/satellite (paraboles)
			Chauffage électrique	Système wifi (2,4GHz)
			Radio FM (87,5 à 108 MHz)	Alarme anti intrusion (3 à 30GHz)
			RFID (865 à 868MHz pour l'UE)	

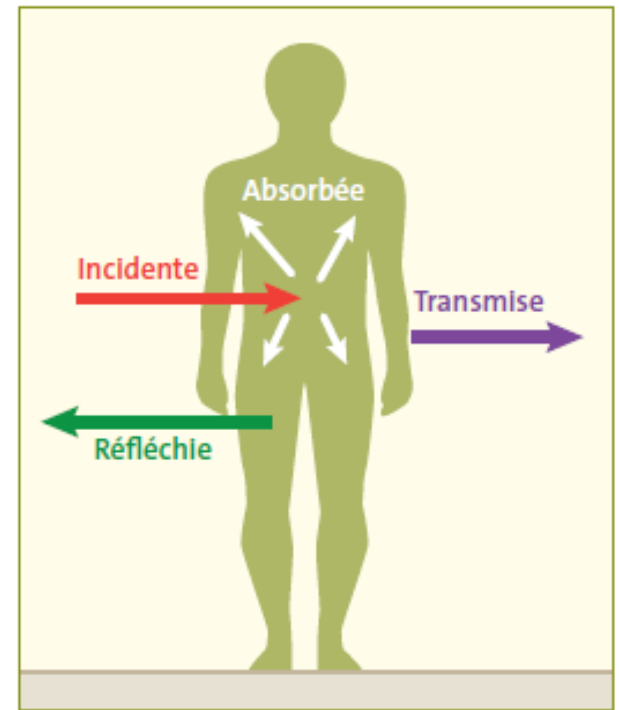
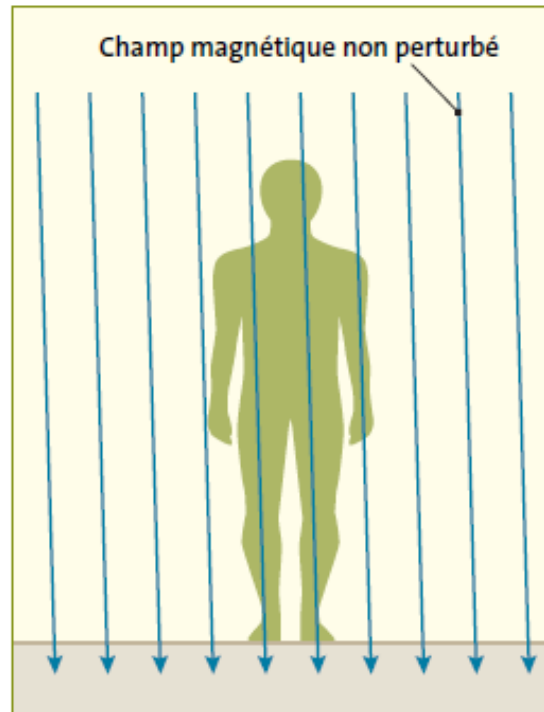
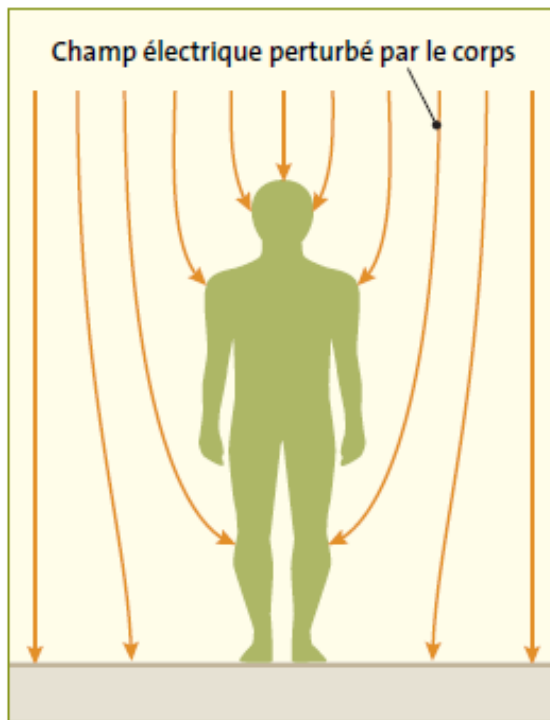





# Champs électromagnétiques

- Présentation générale
- Champs électromagnétiques
- **Les effets sur la santé**
- Réglementation et Jurisprudences
- La prévention en collectivité

# ● ● ● | Quels effets sur les organismes ?



Source : INRS



# Les conséquences sur la santé des travailleurs ?

## Effets à court terme :

### - Directs :

Echauffement des tissus biologiques

Stimulation du système nerveux

...

### - Indirects :

Incendie – Explosion (Arc électrique ou étincelle)

Projection de pièces métalliques

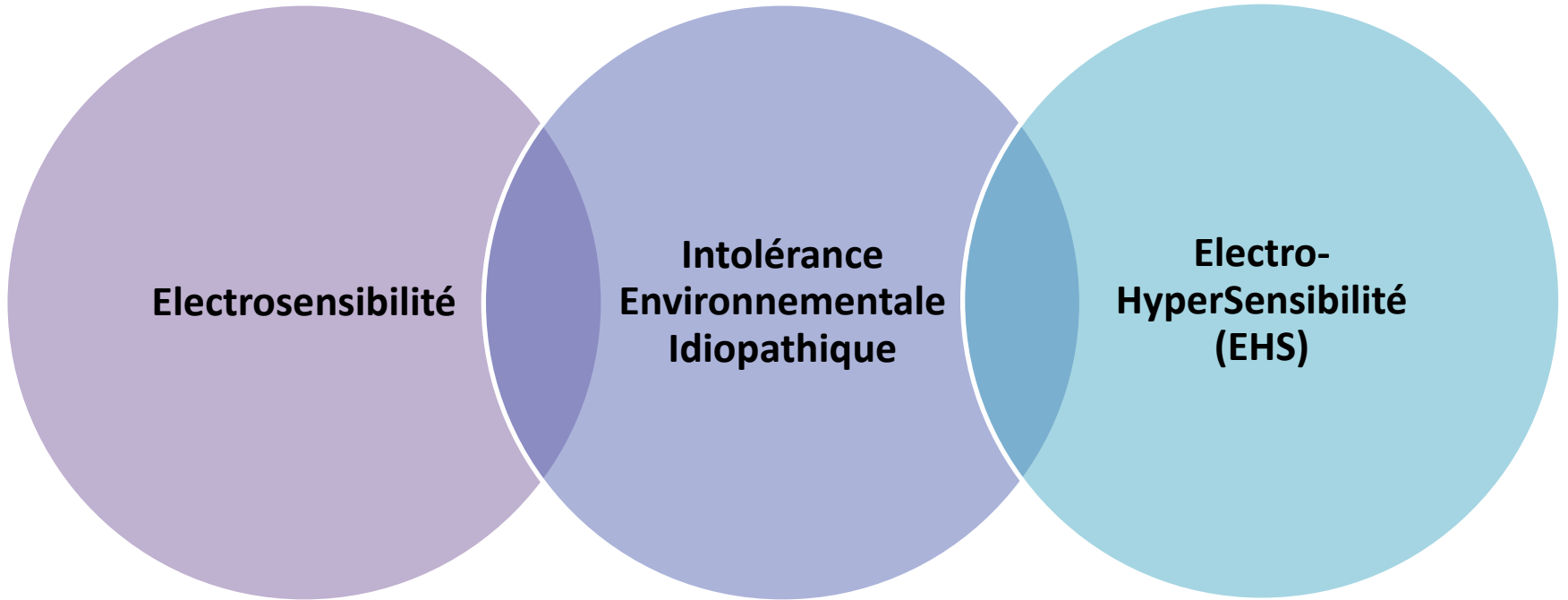
Dysfonctionnement de dispositifs médicaux (Pacemaker)

## Effets à long terme :

Absence de consensus scientifique, malgré des études réalisées.

## Classement des champs électromagnétiques par le CIRC

● ● ● | **Electrosensibilité**





# Les conséquences sur la santé des travailleurs ?

## Focus sur le suivi médical :

Nécessité de prendre en compte l'exposition aux champs électromagnétiques pour les populations suivantes :

- **Porteurs d'implants actifs ou passifs,**
- **Porteurs de dispositifs médicaux externes,**
- **Femmes enceintes.**

Conséquences d'une exposition :

- Dysfonctionnements des implants actifs,**
- Accroissement des effets thermiques sur certaines prothèses,**
- ...**





# Les études sur cette thématique

Sujet très médiatique, profusion d'information dans la presse et sur les différents média (télévision, radio, internet) : difficulté accrue de faire la part du vrai et du faux.

Lorsque l'on se reporte aux études scientifiques, il est impératif de prendre en compte les éléments suivants : constitution des échantillons, modes opératoires des recherches, constitution des groupes témoins, aux analyses et conclusions.

Prendre avec précaution les résultats des études en cours ou réalisées.



# Les études sur cette thématique

Etude « INTERPHONE » - CIRC/OMS : La plus grande étude à ce jour.

10 ans (2000-2010) - 13 pays - 10700 personnes suivies.

**Conclusions** : *« aucune augmentation du risque de gliome ou de méningiome n'a été observé en relation avec l'utilisation du téléphone mobile. Une augmentation du risque de gliome a été suggéré aux niveaux d'exposition les plus élevés, toutefois des biais et des erreurs empêchent d'établir une interprétation causale ».*

Campagne de mesures d'ondes – 2017 : Place de Mairies

Plus de 1000 places de Mairies sur 1 année

**Conclusions** : *Augmentation de l'exposition moyenne entre 2014 et 2017 – Niveaux mesurés inférieurs aux valeurs du décret du 3 mai 2002 – La technologie 4G contribue à 27% de l'exposition.*

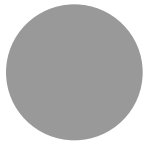
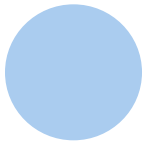
Campagne de mesures d'ondes – 2014 à 2017 : Ecoles maternelles et élémentaires

298 écoles (échantillon représentatif du parc français) sur 3 ans

**Conclusions** : Niveau de radiofréquences faible et en-deçà des valeurs limites réglementaires – Niveaux extérieurs moyens plus élevés que pour l'intérieur – Différence entre le milieu rural (WIFI et service haute fréquence) et le milieu urbain (téléphonie mobile).

Etude ANSES – Mars 2018 : Hypersensibilité électromagnétique

**Conclusions** : *En l'état actuel des connaissances, il n'existe pas de preuve expérimentale solide permettant d'établir un lien de causalité entre l'exposition aux champs électromagnétiques et les symptômes décrits par les personnes se déclarant EHS.*



# Champs électromagnétiques

- Présentation générale
- Champs électromagnétiques
- Les effets sur la santé
- **Réglementation et Jurisprudences**
- La prévention en collectivité

# ● ● ● | Réglementation européenne

- [Directive Européenne 2004/40/CE](#) concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques)
- [Directive Européenne 2008/46/CE](#) apporte des modifications à la directive 2004/40/CE à mettre en œuvre avant le 30/04/2012
- [Directive Européenne 2013/35/UE](#) concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) abrogeant la [Directive Européenne 2004/40/CE](#)



# Réglementation française

- [Décret 2002-775](#) relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques.
- **Cas particulier de la Ville de Paris**
  - ❖ Etablissement de valeurs limites en complément de la réglementation française.
  - ❖ Limite fixée à 2 v/m pour un champ équivalent à 900 MHz.
  - ❖ Valeur française : 41 v/m pour un champ équivalent à 900 MHz.



# Réglementation française

➤ [Décret n°2016-1074](#) relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux champs électromagnétiques induit un changement dans la partie 4 du code du travail.

❖ Fréquences : de 0 Hertz à 300 Gigahertz

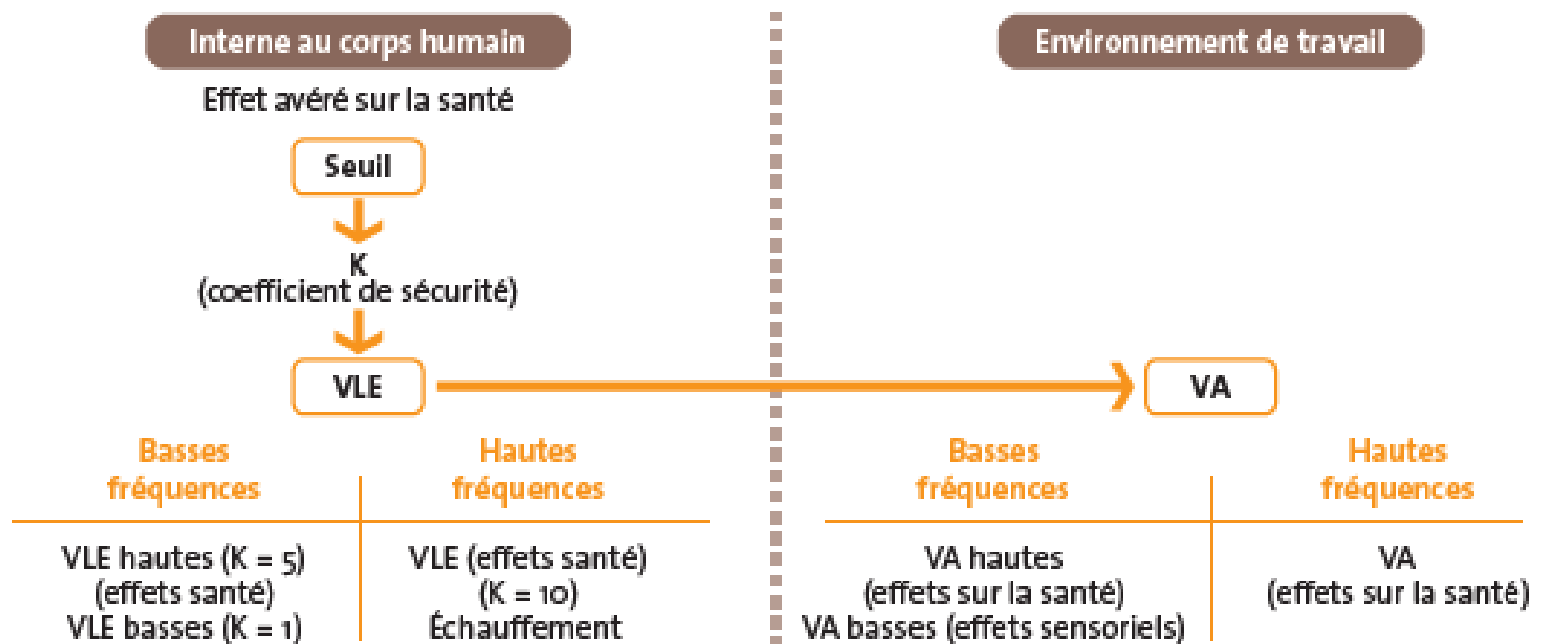
❖ Nouveaux articles **R. 4453-1** à **R. 4453-34** du code du travail



# Valeurs limites d'exposition - Travailleurs

- L'article **R. 4453-3** du code du travail, nous intéresse particulièrement car ce dernier définit des **valeurs limites d'exposition (VLE)**.
- On retrouve également dans le décret deux autres tableaux définissant :
  - ❖ Les « valeurs déclenchant l'action liées aux effets biophysiques directs des champs électromagnétiques » (art. 4453-4 du code du travail)
  - ❖ Les « valeurs déclenchant l'action liées à certains effets indirects des champs électromagnétiques » (art. 4453-4 du code du travail)

# Valeurs limites d'exposition - Travailleurs

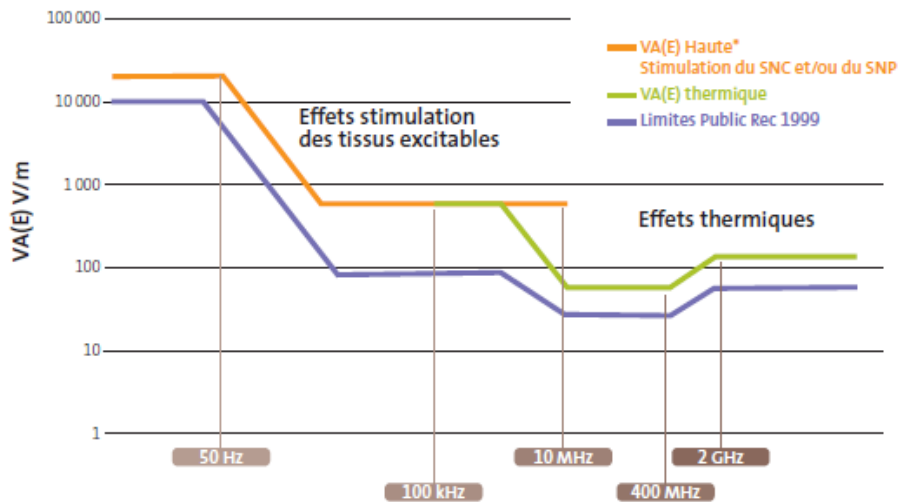


Source : INRS





# Valeurs limites d'exposition - Travailleurs



\* Pour le champ électrique, la VA(E) basse ne concerne que le risque d'étincelage dans les installations (non représentée sur la figure).  
SNC : système nerveux central – SNP : système nerveux périphérique

Figure 2. Valeurs déclenchant l'action pour le champ électrique selon le décret n°2016-1074.

Source : INRS

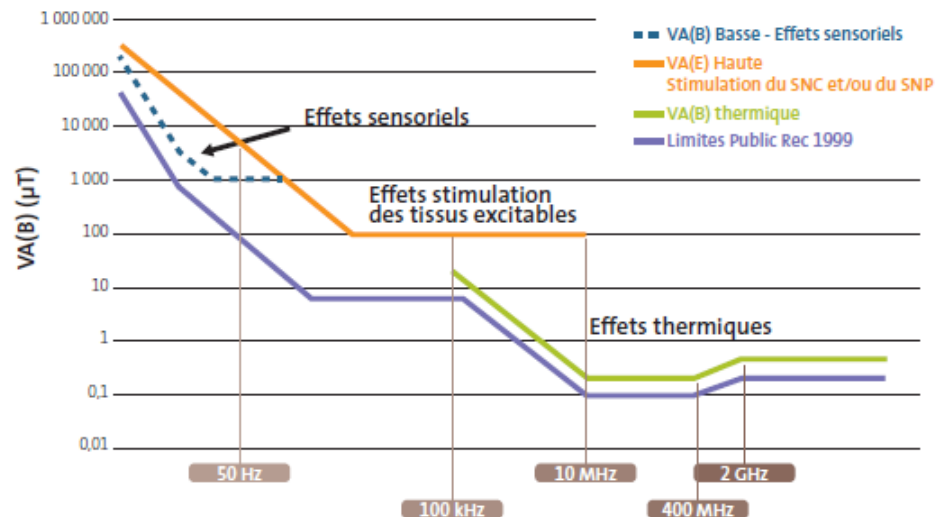


Figure 3. Valeurs déclenchant l'action pour le champ magnétique selon le décret n°2016-1074.



# Normes

- Norme lié à la compatibilité des systèmes (famille des **normes ISO 18000-x**, x selon la fréquence) ;
- **Norme NF EN 50 357** : méthode de vérification des niveaux de référence pour évaluer l'exposition des personnes aux dispositifs RFID.
- **Norme NF EN 50499** « Procédure pour l'évaluation de l'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques » (date de février 2009)

# Jurisprudences

## ➤ Tribunal des Affaires de Sécurité Sociale de Versailles – 28 septembre 2018

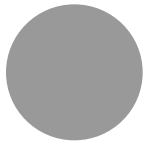
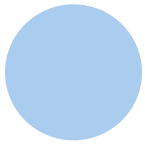
**Contexte** : Salarié d'une entreprise de télécommunication – Préconisation d'aménagement du poste de travail

**Décision** : Reconnaissance comme accident du travail d'un malaise d'un salarié hypersensible aux champs électromagnétiques. La présomption d'imputabilité a été reconnue car il n'a pas pu être démontré qu'il existait une cause exclusive étrangère au travail.

## ➤ Tribunal Administratif de Cergy-Pontoise – 17 janvier 2019

**Contexte** : Depuis 2006 : poste de technicien d'analyse de spectrométrie de masse moléculaire et isotopique - 2011 : Demande de reconnaissance de l'hypersensibilité en maladie imputable au service – Avis favorable de la Commission de Réforme – Refus de l'employeur

**Décision** : Reconnaissance de l'hypersensibilité du fonctionnaire car probabilité suffisante que l'hypersensibilité soit en rapport avec l'activité.



# Champs électromagnétiques

- Présentation générale
- Champs électromagnétiques
- Les effets sur la santé
- Réglementation et Jurisprudences
- **La prévention en collectivité**



# Mesures de prévention

## ➤ Principes généraux :

- ❖ Supprimer la source d'émission quand cela est possible (connexion filaires, à savoir que cela génère également des CEM) ;
- ❖ Evaluer les risques ;
- ❖ Réduire les émissions de CEM à la source (matériel moins puissant, diminution du nombre de sources d'émission) ;
- ❖ Protéger les agents des CEM (protection collective, absorption des CEM par certains matériaux → attention à la force du signal) ;
- ❖ Equipement de protection individuel (EPI) sur certains matériels puissants ;
- ❖ Etc. (*basé sur les 9 principes généraux de prévention*).

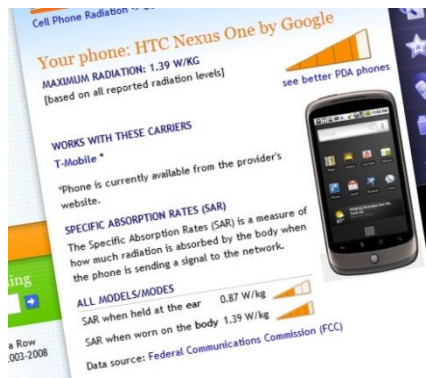
# ● ● ● | Mesures de prévention face au wifi

- Préférer les connexions filaires ;
- Utiliser des bornes/routeurs wifi de moindre puissance (30 à 50mW au lieu de 100mW) ;
- Isoler au maximum les bornes/routeurs wifi des postes de travail ;



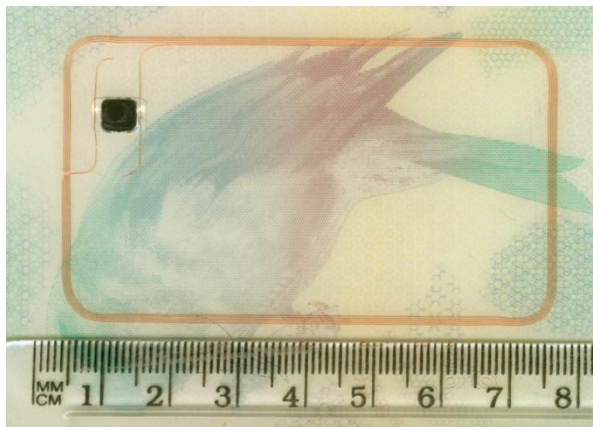
# Mesures de prévention liées à l'usage du téléphone mobile

- Préférer l'utilisation des appareils comportant un DAS faible (Débit d'Absorption Spécifique) ;
- Éviter au maximum le contact avec l'appareil en communication (kit mains libres filaire ou Bluetooth) surtout au moment de la connexion au réseau (pic de puissance) ;
- Préférer le transport dans un sac plutôt que sur soi ;
- Éteindre l'appareil lorsque que vous ne comptez pas l'utiliser durant une longue période (nuit par ex ou à défaut l'éloigner) ;
- Téléphoner de préférence où le signal est optimal (réception de bonne qualité) ;
- Tenir le téléphone éloigné du ventre des femmes enceintes ;
- Éviter les communications lors de déplacements rapides (TGV, voiture)



# ● ● ● | La RFID (Radio Frequency Identification)

- Transmission entre un émetteur et une étiquette
- Remplacement de la lecture par code barre
- Se retrouve dans les médiathèques , véhicules (péage) ou passeports (biométriques)



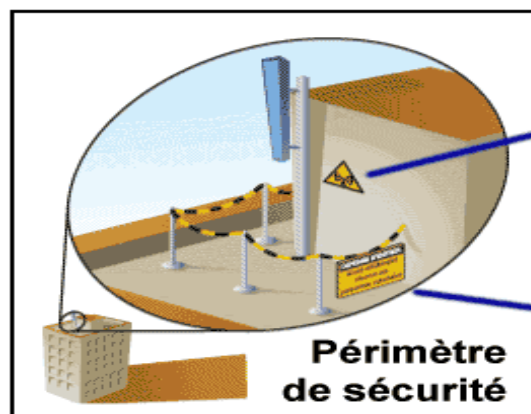




# Mesures de prévention face au RFID

- Préférer l'utilisation d'appareil de lecture de codes barres (rayon optique directif, absence quasi-totale de CEM) -> déplacement du risque : problématique de postures de travail ;
- Préférer l'utilisation d'appareil récoltant les informations sur courte distance (pas en dessous de 20 cm). Certains appareils peuvent récupérer les informations à 200 mètres -> CEM plus puissant ;
- Utiliser des marqueurs passifs plutôt que les actifs, qui émettent des signaux en permanence. Les marqueurs passifs réagissent uniquement au moment de « l'interrogation » de la puce ;
- Eviter au maximum les structures métalliques couplées aux puces RFID. Exemple pour une médiathèque : étagère en bois ou structures PVC plutôt que métalliques ;
- Marquage CE sur les appareils.
  
- Saisine n° 2005/013 du 25 novembre 2005

# Les antennes relais



Radiations non ionisantes

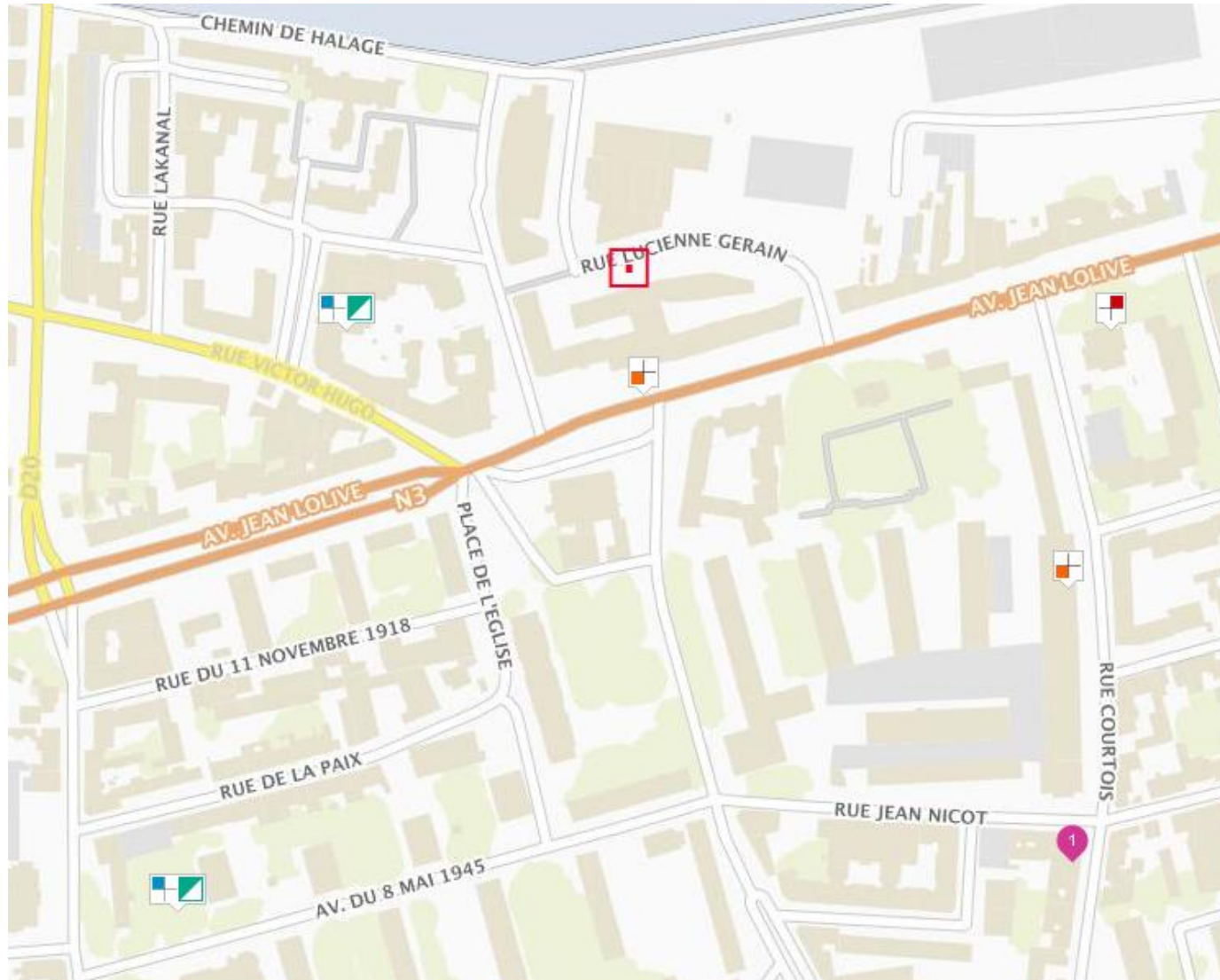


# Mesures de prévention pour les interventions à proximité des antennes relais

- Limiter voir interdire l'accès aux zones exposant à des champs électromagnétiques puissants à toute personne et en particulier aux personnes munies d'implants actifs, enfants et femmes enceintes ;
- Signaler toute zone exposant à des champs électromagnétiques puissants par des pictogrammes adaptés ainsi que par des délimitations de protection ;
- Planifier les interventions au préalable ;
- Révision et maintenance des appareils par les organismes exploitants.
- Formation « Toiture Terrasse ».



# Site Cartoradio : Agence Nationale des Fréquences





## Les lignes HT et THT

- La réglementation sur les CEM 50 Hz ne prévoit pas, pour l'exposition du public, de distance limite par rapport aux lignes, mais un seuil de référence fixé à 100 microteslas.
- La valeur maximale est de l'ordre de 30  $\mu\text{T}$  à l'aplomb d'un ouvrage 400kV et de 1 $\mu\text{T}$  à une distance de 100 mètres.
- En pratique, les exigences réglementaires applicables sont celles qui concernent la sécurité électrique des personnes face au risque d'électrocution.

# Site Clefdeschamps : Réseau Transport d'Electricité



# ● ● ● | Appareils de mesure

- Champmètre basse fréquence
- Champmètre hautes fréquences
- Telsamètre
- Gaussmètre
- Etc.





# Appareils de mesure

- Il existe sur le marché des appareils de mesure incorporant les moyens d'acquisition du signal et de calcul qui permettent une évaluation rapide de l'exposition. Leur utilisation est recommandée ;
- Attention : mesures simples à réaliser mais interprétation beaucoup plus complexe (formation nécessaire, respect des normes, calculs, environnements, analyse du spectre, choix du matériel, zones de mesures, etc.)
- En cas de demande de mesures, faire appel à une entreprise reconnue en la matière
- Voir <http://www.electrosmog.info/IMG/pdf/Appareils-Mesure.pdf>



# ● ● ● | Quelques outils pratiques

➤ Carte de mesure des Champs Electromagnétique :

❖ <http://www.radiofréquences.gouv.fr>

➤ Outils INRS :

❖ Aide au calcul des valeurs déclenchant action

❖ OSERAY : Outil simplifié d'évaluation des risques dus aux rayonnement électromagnétiques



# Glossaire

- **CEM** : **Ch**amp **E**lectro**M**agnétique
- **ELF** : **E**xtrêmement **L**ow **F**requency (ou champs d'extrêmement basse fréquence)
- **LF** : **L**ow **F**requency (ou basse fréquence)
- **RF** : **R**adio **F**requency
- **HF** : **H**igh **F**requency (ou hautes fréquences)
- **MO** : **M**icro-**o**ndes
- **V.m<sup>-1</sup>** : **V**olt par **m**ètre
- **μT ou T** : **M**icro **T**esla ou **T**esla
- **Hz** : **H**ertz (KHz-KiloHerzt, MHz-MegaHerzt, THz-TeraHerzt, PHz-PetraHerzt, Ehz-ExaHerzt)



## En savoir plus...

- Etude ANSES : Hypersensibilité électromagnétique ou intolérance environnementale idiopathique attribuée aux champs électromagnétiques.
- Convention 2008 entre Association des Maires de France (AMF) et Réseau de Transport d'Electricité (RTE).
- Champs électromagnétiques, environnement et santé – A. Perrin et M. Souques – 2010.
- Dossier INRS : Champs Electromagnétiques