



# **DIRECTIVE 2004/40/CE**

## **Expositions professionnelles aux Champs Electromagnétiques 0 Hz - 300 GHz**

**Implications pour les Radio-Fréquences  
(au dessus de 100 kHz)**

# Plan

---

## Qui est concerné ?

- **Qu'est ce qu'un travailleur ?**
- **Comment peut-on utiliser la réglementation pour le public ?**
- **Quelle information du personnel ? Quelles formations ?**

## Comment évaluer les risques ?

- **Quelles grandeurs limites ?**
- **Comment évaluer les risques ?**
- **Avec quels moyens ?**

## Comment protéger ?

- **Comment éviter ou à réduire les risques ?**
- **Quelles vérifications doit-on faire dans le temps ?**

# Qui est concerné ?

## Responsabilité de l'entreprise

---

### Droit commun

- **En dehors du périmètre de l'entreprise, le droit commun s'applique : le décret du 3 mai 2002 définit des limites d'exposition aux champs électromagnétiques**
- **A l'intérieur de l'établissement, l'entreprise doit définir les règles de sécurité qu'elle applique aux populations non travailleur y circulant pour respecter ces mêmes limites.**

# Qui est concerné ?

## Qu'est ce qu'un travailleur ?

---

### Code du travail

- **Art L 230 - 2 : « Le chef d 'établissement prend les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé des travailleurs de l 'établissement, y compris les travailleurs temporaires »**
  
- **Art L 237 - 2 : « Le chef de l 'entreprise utilisatrice assure la coordination générale des mesures de prévention qu'il prend et de celles que prennent l 'ensemble des chefs d 'entreprise intervenant dans son établissement. Chaque chef d 'entreprise est responsable de l 'application des mesures de prévention nécessaires à la protection de son personnel »**
  
- **En pratique, tout personnel ayant un lien contractuel avec un établissement, directement ou indirectement au travers d 'une autre entreprise, est concerné par cette directive :**
  - salariés
  - sous traitants
  - intérimaires

# Qui est concerné ?

## Usage des limites publiques

Section II - Article 4 - paragraphe 3

Les limites publiques peuvent être utilisées pour les salariés

- ***L'évaluation, la mesure et/ou les calculs visés aux paragraphes 1 et 2 ne doivent pas nécessairement être effectués dans des lieux de travail ouverts au public à condition***
  - *qu'une évaluation ait déjà été menée à bien conformément aux dispositions de la recommandation 1999/519/CE du Conseil du 12 juillet 1999 relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz)*
  - *et que les restrictions qui y figurent soient respectées pour les travailleurs*
  - *et que les risques pour la sécurité soient exclus.*

public / travailleur : deux réglementations basées sur les travaux de l'ICNIRP mais vocabulaire différent :

- **Restrictions de base (ICNIRP et public) = Valeurs limites d'exposition (travailleur)**
- **Niveaux de référence (ICNIRP et public) = Valeurs déclenchant l'action (travailleur)**

# Qui est concerné ?

## Usage des limites travailleur

Section II - Article 6 et 7

Utiliser les limites d'exposition professionnelle, dont le coefficient de sécurité par rapport aux effets avérés est plus faible que celles d'exposition du public, nécessite des actions spécifiques :

- **Article 7 - Consultation et participation des travailleurs : La consultation et la participation des travailleurs ou de leurs représentants ont lieu conformément à l'article 11 de la directive 89/391/CEE en ce qui concerne les matières couvertes par la présente directive.**
  - Consultation et Information du CHSCT
  
- **Article 6 - Information et formation des travailleurs : Sans préjudice des articles 10 et 12 de la directive 89/391/CEE, l'employeur veille à ce que les travailleurs qui sont exposés à des risques dus à des champs électromagnétiques sur leur lieu de travail et/ou leurs représentants reçoivent les informations et la formation nécessaires**

# Qui est concerné ?

## Information ou formation du personnel ?

### Formation ou information ?

- Différence par la vérification des acquis et le suivi de la participation
- Habituellement, différence dans les coûts
- La communication doit s'adapter au contexte de l'entreprise



# Qui est concerné ?

## Information ou formation du personnel ?

---

### Formation ou communication ?

- **Différence par la vérification des acquis et le suivi de la participation**
- **Habituellement, différence dans les coûts**
- **La communication doit s'adapter au contexte de l'entreprise**

### Eléments à prendre en compte par les chefs d'établissement

- **Evaluation des risques :**
  - **Quels sont les personnels concernés directement par des dépassements des limites d'exposition du public ?**
  - **Quels sont les moyens d'éviter ces expositions ?**
- **Sensibilité du sujet :**
  - **Existence de rumeurs ou d'incidents**



# Exemple : enquête salariés TDF faite en 2000

## Attentes de formation

- **Diversité des attentes**
  - être rassuré
  - être informé
  - pouvoir mesurer (moyens et procédures à disposition)
  - CHSCT : pouvoir répondre aux questions du personnel
  - hiérarchie : attentes très concrètes (comment appliquer les notes, comment se procurer les moyens auxquels elles font référence, comment rédiger le plan de prévention, etc.)
  - personnel
    - confiance en l'entreprise (information bien perçue)
    - certains personnels, souvent plus ancien : ne souhaitent pas être informés pour ne pas avoir à se poser de questions
  - préoccupations vis-à-vis des sous-traitants
  - aucune attente



# Exemple : enquête salariés TDF faite en 2000

## Questions et remarques d'ordre médical :

- **Utilisation de certains objets de la vie quotidienne (téléphones portables, écran d'ordinateurs, de télévision, micro-ondes, etc.) ;**
- **Santé des proches (conjoint, enfant, etc.) ;**
- **Analogie avec de grands problèmes de santé publique (amiante, ESB, etc.).**

# Exemple : enquête salariés TDF faite en 2000

## Symptômes cités

- **Problèmes évoqués comme étant peut-être liés au champ EM**
  - maux de tête
  - fatigue
  - dérèglement du caractère
  - déshydratation
  - échauffement des chevilles
  - cataractes
  - cancers
  - fausses couches
  - perturbation de la virilité
  - stérilité
  - descendance féminine



# Qui est concerné ?

## Information ou formation du personnel ?

---

### Formation ou communication ?

- **Différence par la vérification des acquis et le suivi de la participation**
- **Habituellement, différence dans les coûts**
- **La communication doit s'adapter au contexte de l'entreprise**

### Eléments à prendre en compte par les chefs d'établissement

- **Evaluation des risques :**
  - **Quels sont les personnels concernés directement par des dépassements des limites d'exposition du public ?**
  - **Quels sont les moyens d'éviter ces expositions ?**
- **Sensibilité du sujet :**
  - **Existence de rumeurs ou d'incidents**
  - **Comment justifier une nouvelle réglementation alors que l'exposition existe parfois depuis longtemps**
- **Déploiement dans l'entreprise:**
  - **Attention à la phase de transition entre l'annonce de la nouvelle réglementation et la mise en place des règles internes.**
  - **Nécessité de synchroniser la communication interne avec la formation des médecins du travail**

---

# Comment évaluer le risque ?

# Quelles grandeurs limites utiliser? (1)

## Gamme de fréquence

Section II - Article 4 - paragraphe 5

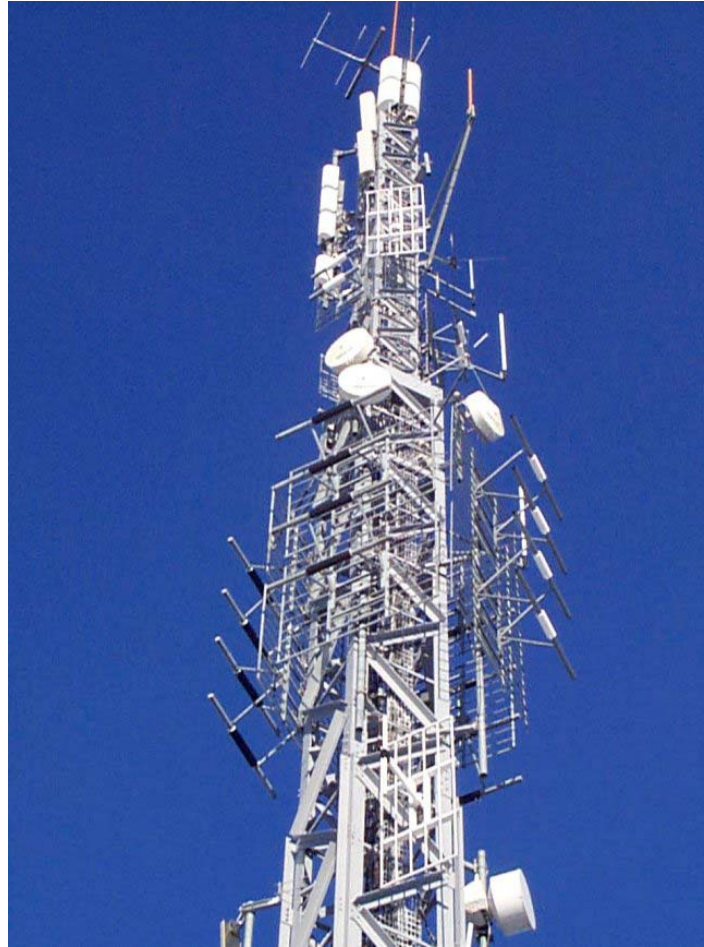
*L'employeur prête une attention particulière, au moment de procéder à l'évaluation des risques, aux éléments suivants: a) le niveau, le spectre de fréquence...*

- **En théorie, le spectre de fréquence est de 0 Hz à 300 GHz**
- **En pratique,**
  - **Quelle gamme de fréquence est il nécessaire d'analyser ?**
  - **Existe t il des outils ?**



# Exemple : un pylône de radiodiffusion

---



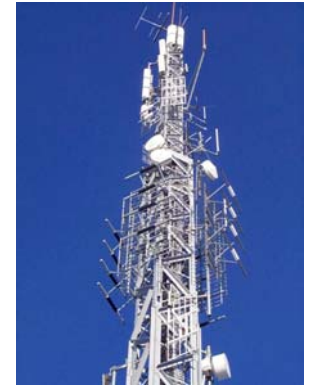
# Quelles grandeurs limites utiliser? (1)

## Gamme de fréquence

Section II - Article 4 - paragraphe 5

*L'employeur prête une attention particulière, au moment de procéder à l'évaluation des risques, aux éléments suivants: a) le niveau, le spectre de fréquence...*

- **En théorie, le spectre de fréquence est de 0 Hz à 300 GHz**
- **En pratique,**
  - **Quelle gamme de fréquence est il nécessaire d 'analyser ?**
  - **Existe t il des outils ?**
- **Identification des sources de champs électromagnétiques présents dans l'établissement lors de l 'analyse des risques.**
- **Limitation de la métrologie à la gamme de fréquence concernée (penser aux harmoniques), et à partir d 'un certain seuil de puissance**





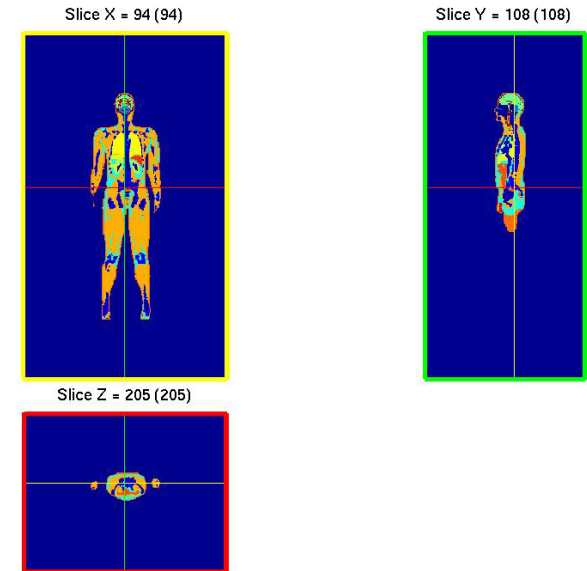
# Quelles grandeurs limites utiliser? (2)

## Valeurs Limites d'Exposition

Section II - Article 3 - paragraphe 1

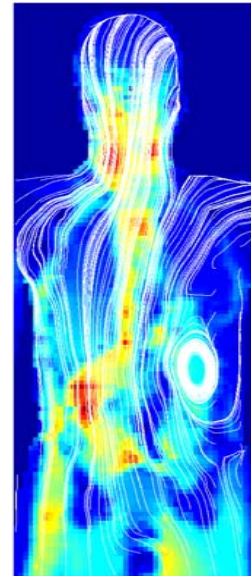
*Valeurs limites d'exposition :*

Gamme des fréquences	Densité de courant pour la tête et le tronc (mA/m <sup>2</sup> ) (valeur efficace)	Moyenne DAS pour l'ensemble du corps (W/kg)	DAS localisé (tête et tronc) (W/kg)	DAS localisé (membres) (W/kg)	Densité de puissance (W/m <sup>2</sup> )
100 kHz – 10 MHz	$f/100$	0.4	10	20	-
10 MHz -10 GHz	-	0.4	10	20	-
10 GHz – 300 GHz	-	-	-	-	50



Pour une fréquence donnée, il peut exister deux types de limites d'exposition :

- Exposition localisée
- Exposition pour l'ensemble du corps



# Exemple d'expositions locales





# Exemple d'expositions globales



# Quelles grandeurs limites utiliser? (2)

## Valeurs Déclenchant l'Action

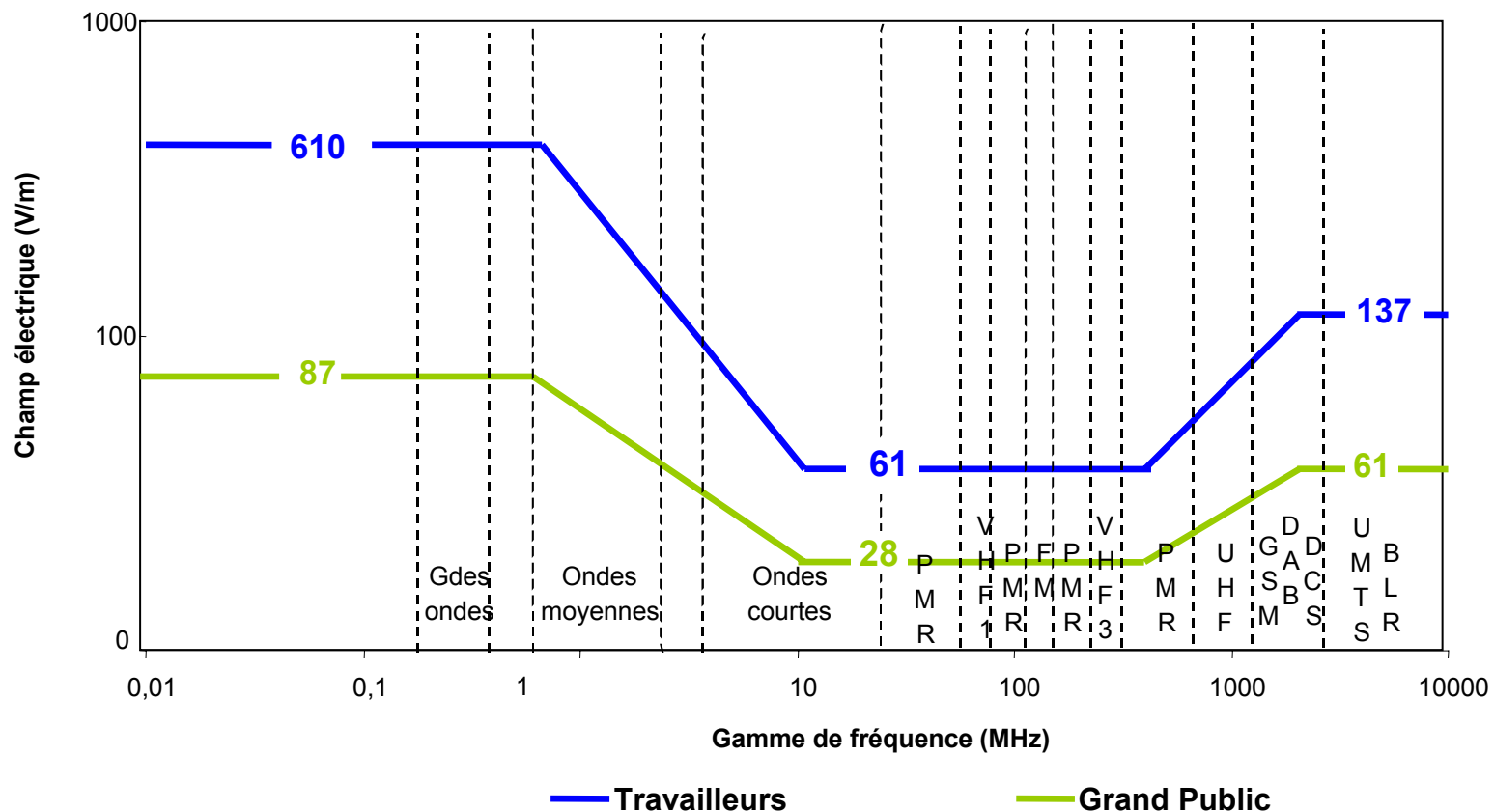
Section II - Article 3 - paragraphe 2

*Valeurs d'exposition déclenchant l'action :*

Gamme des fréquences	Intensité de champ électrique E (V/m)	Intensité de champ magnétique H (A/m)	Induction magnétique B ( $\mu$ T)	Densité de puissance d'onde plane équivalente $S_{eq}$ ( $W/m^2$ )	Courant de contact, $I_C$ (mA)	Courant induit dans les extrémités, $I_L$ (mA)
0,1 – 1 MHz	610	1,6f	2/f	-	40	-
1 - 10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	-	40	-
10 - 110 MHz	61	0.16	0.2	10	40	100
110 - 400 MHz	61	0.16	0.2	10	-	-
400 - 2 000 MHz	$3f^{1/2}$	$0,008f^{1/2}$	$0,01f^{1/2}$	$f/40$	-	-
2 – 300 GHz	137	0.36	0.45	50	-	-

*Section II - Art. 2 - §c : Le respect de ces valeurs garantira le respect des valeurs limites d'exposition pertinentes*

# Valeurs de champ électrique Déclenchant l'Action



# Quelles grandeurs limites utiliser? (2)

## Valeurs Déclenchant l'Action

Section II - Article 3 - paragraphe 2

*Valeurs d'exposition déclenchant l'action :*

Gamme des fréquences	Intensité de champ électrique E (V/m)	Intensité de champ magnétique H (A/m)	Induction magnétique B ( $\mu$ T)	Densité de puissance d'onde plane équivalente $S_{eq}$ ( $W/m^2$ )	Courant de contact, $I_C$ (mA)	Courant induit dans les extrémités, $I_L$ (mA)
0,1 – 1 MHz	610	1,6f	2/f	-	40	-
1 - 10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	-	40	-
10 - 110 MHz	61	0.16	0.2	10	40	100
110 - 400 MHz	61	0.16	0.2	10	-	-
400 - 2 000 MHz	$3f^{1/2}$	$0,008f^{1/2}$	$0,01f^{1/2}$	$f/40$	-	-
2 – 300 GHz	137	0.36	0.45	50	-	-

*Section II - Art. 2 - §c : Le respect de ces valeurs garantira le respect des valeurs limites d'exposition pertinentes*

En dessous de 110 MHz:

- **Le nombre de types de mesure est plus important**
- **La nature même des mesures est différente**

# Quelles grandeurs limites utiliser? (3)

## Faut il modéliser ou mesurer ?

---

L'évaluation du respect des « valeurs déclenchant l'action » est plus simple et rapide que le calcul des valeurs limites d'exposition et *le respect de ces valeurs garantira le respect des valeurs limites d'exposition pertinentes*

De plus, en champ lointain, l'évaluation peut se limiter au champ E ou H

Mais,

- Ces VDA sont plus contraignantes que les « valeurs limites d'exposition » car elles incluent un facteur de couplage maximisant
- En champ proche, dans une configuration industrielle, la connaissance du champ est délicate pour l'évaluation DAS



# Exemple d'expositions locales





# Quelles grandeurs limites utiliser? (3)

## Faut il modéliser ou mesurer ?

---

L'évaluation du respect des « valeurs déclenchant l'action » est plus simple et rapide que le calcul des valeurs limites d'exposition et *le respect de ces valeurs garantira le respect des valeurs limites d'exposition pertinentes*

De plus, en champ lointain, l'évaluation peut se limiter au champ E ou H

Mais,

- Ces VDA sont plus contraignantes que les « valeurs limites d'exposition » car elles incluent un facteur de couplage maximisant
- En champ proche, dans une configuration industrielle, la connaissance du champ est délicate pour l'évaluation DAS

En pratique, plusieurs possibilités mais une séquence classique :

- Mesurer pour les comparer aux valeurs déclenchant l'action
- et, en cas de dépassement,
- Vérifier la conformité aux « valeurs limites d'exposition » par modélisation

# Détermination de l'exposition

## Evaluation des risques

Section II - Article 4 - paragraphe 5

*L'employeur prête une attention particulière, au moment de procéder à l'évaluation des risques, aux éléments suivants :*

- ***g) des sources d'exposition multiples;***
- ***h) l'exposition simultanée à des champs de fréquences multiples.***

$$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{10 \text{ GHz}} \frac{DAS_i}{DAS_L} + \sum_{i>10 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \frac{S_i}{S_L} \leq 1$$

# Détermination de l'exposition

## Evaluation des risques

Section II - Article 4 - paragraphe 5

*L'employeur prête une attention particulière, au moment de procéder à l'évaluation des risques, aux éléments suivants :*

- ***g) des sources d'exposition multiples;***
- ***h) l'exposition simultanée à des champs de fréquences multiples.***

Les formules pour évaluer l'exposition à des fréquences multiples, présentes dans le document de l'ICNIRP, sont absentes de la Directive

- **L'exposition professionnelle est souvent mono-fréquence**
- **Les formules ICNIRP devraient ré-apparaître dans les normes CENELEC car elles sont déjà dans la recommandation**

Deux cas à considérer :

- **Soit les sources génèrent des expositions de même ordre de grandeur sur un poste de travail, alors il faut analyser le cumul**
- **Soit une source contribue dans une très large proportion à l'exposition alors il faut déterminer la distance à laquelle il est possible de négliger les autres contributions**



# Détermination de l'exposition

## Avec quels moyens?

Section II - Article 4

Informations issues des fournisseurs d'équipements

- **Absence de normes harmonisées CENELEC pour l'exposition professionnelle**
- **Absence de pratique des industriels**
- **Comment évaluer et mettre en conformité le parc existant ?**

# Activité en normalisation

---



**BT122/DG5968/REP**  
**November 2004**

Document contents for discussion only  
and still to be approved

**122 BT - Item 3.1.3**

**SUBJECT**

CLC/TC 106X "ELECTROMAGNETIC FIELDS IN THE HUMAN ENVIRONMENT"  
Report to BT

**BACKGROUND**

The attached document reports on the outcome of the CLC/TC 106X meeting held on 2004-10-20 in Paris.

In addition the present document also includes a database extract reflecting the activities of CLC/TC 106X and a proposal by DE and IE NCs on the two first proposals for new work items. (TC106X/DE&IE0001/NP)

The following topics require particular BT attention:

- **M/305 "Electrotechnology, information technology and telecommunication - EMF"**
- **M/351 "Workers' exposure to EMF "**

# Activité en normalisation

## PROPOSALS

- BT to note the report of CLC/TC 106X "Electromagnetic fields in the human environment".
- BT to note that the projects on industrial heating will be developed in the framework of M/351 "Workers exposure to EMF", i.e. **prEN 50XXX-1** (PR=14417) "Safety requirements for industrial induction heating equipment with a view to human exposure to electric and magnetic and electro-magnetic fields produced by them" and **prEN 50XXX-2** (PR=15595) "Safety requirements for industrial dielectric heating equipment with a view to human exposure to electric and magnetic and electro-magnetic fields produced by them".
- BT to approve the work programme of CLC/TC 106X, including the New Work Items, i.e. the future **prEN 50XXX-1** "EMF assessment with respect to active implantable medical devices in electric, magnetic and electromagnetic fields -- Part 1: General", **prEN50XXX-2-1** "EMF assessment with respect to active implantable medical devices in electric, magnetic and electromagnetic fields -- Part 2-1: Cardiac pacemakers", **prEN 50XXX** "Assessment of the compliance of stand alone broadcast transmitters with the reference levels or the basic restrictions related to public human exposure to radio frequency electromagnetic fields (30 MHz - 40 GHz) when put into service", **prEN 50XXX** "Assessment of the compliance of broadcast station transmitters with the reference levels or the basic restrictions related to public and occupational exposure to radio frequency electromagnetic fields (3 MHz - 30 MHz) when put into service".

# Détermination de l'exposition

## Avec quels moyens?

Section II - Article 4

Informations issues des fournisseurs d'équipements

- **Absence de normes harmonisées CENELEC pour l'exposition professionnelle**
- **Absence de pratique des industriels**
- **Comment évaluer et mettre en conformité le parc existant ?**

Méthode d'évaluation des Valeurs Déclenchant l'Action : en fonction des outils disponibles

- **En champ E et H : pas de difficultés**
- **En densité de puissance, il existe des mesureurs large bande jusqu'à 60 GHz**
- **En courants induits et courants de contact : peu d'outils disponibles**



# Détermination de l'exposition

## Avec quels moyens?

Section II - Article 4

Informations issues des fournisseurs d'équipements

- **Absence de normes harmonisées CENELEC pour l'exposition professionnelle**
- **Absence de pratique des industriels**
- **Comment évaluer et mettre en conformité le parc existant ?**

Méthode d'évaluation des Valeurs Déclenchant l'Action : en fonction des outils disponibles

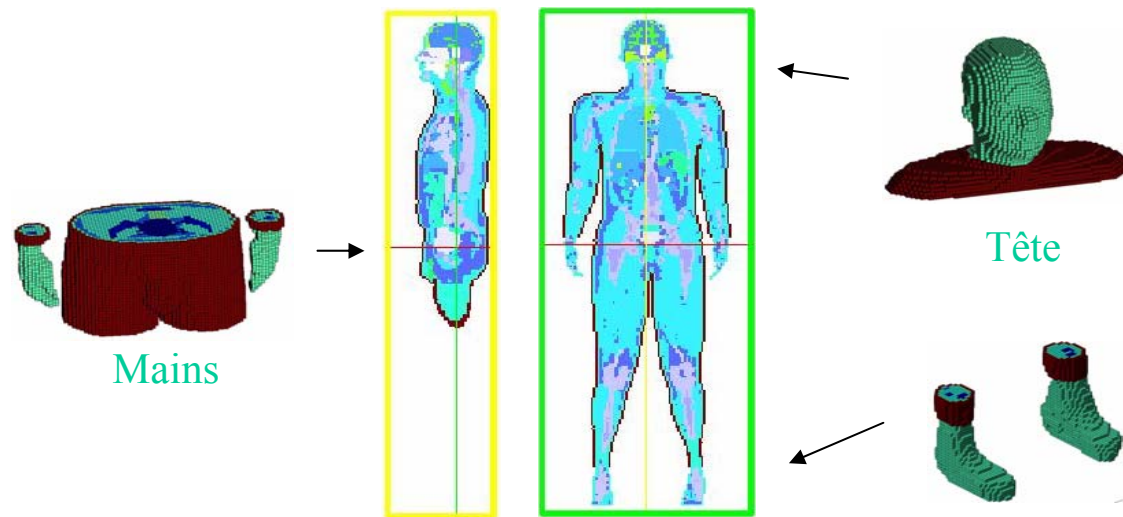
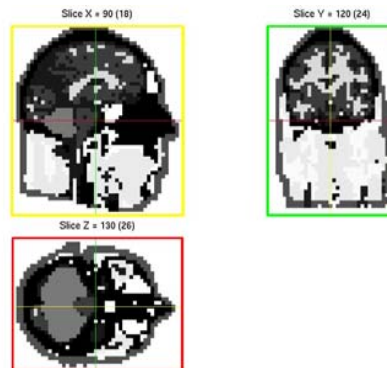
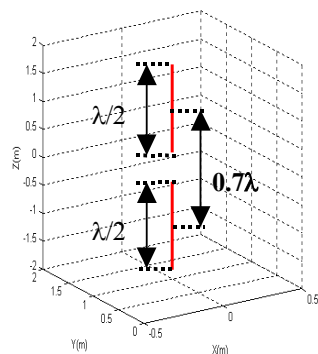
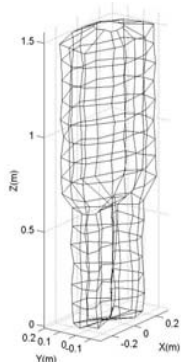
- **En champ E et H : pas de difficultés**
- **En densité de puissance, il existe des mesureurs large bande jusqu'à 60 GHz**
- **En courants induits et courants de contact : peu, voir pas, d'outils disponibles**

Méthode de calcul des Valeurs limites d'Exposition

- **Difficulté de modéliser exactement le poste de travail**
- **Peu de laboratoires compétents et expérimentés**
- **Analyses complexes et chères**



# Calcul des Valeurs Limites d'Exposition



---

# Comment protéger ?



# Dispositions visant à éviter ou à réduire les risques(1) (en cas de dépassement)

Section II - Article 5

Sur la zone de dépassement

- ***les lieux de travail où les travailleurs pourraient être exposés à des champs électromagnétiques dépassant les valeurs déclenchant l'action font l'objet d'une signalisation adéquate, à moins que l'évaluation effectuée ... ne démontre que l'exposition ne dépasse pas les valeurs limites et que tout risque pour la sécurité est exclu. Ces lieux sont en outre circonscrits et leur accès est limité lorsque c'est techniquement possible et que le risque d'un dépassement des valeurs limites existe.***



# Dispositions visant à éviter ou à réduire les risques(2) (en cas de dépassement)

Section II - Article 5

*L'employeur établit et met en œuvre, ... , un programme comportant des mesures techniques et/ou organisationnelles visant à prévenir que l'exposition ne dépasse pas les valeurs limites, compte tenu notamment des éléments suivants:*

Au niveau de l'équipement

- ***b) choix d'équipements émettant moins de champs électromagnétiques, compte tenu du travail à effectuer;***
- ***c) mesures techniques visant à réduire l'émission de champs électromagnétiques, y compris, lorsque c'est nécessaire, le recours à des mécanismes de verrouillage, de blindage ou des mécanismes similaires de protection de la santé;***

# Dispositions visant à éviter ou à réduire les risques(3) (en cas de dépassement)

Section II - Article 5

*l'employeur établit et met en œuvre, ... , un programme comportant des mesures techniques et/ou organisationnelles visant à prévenir que l'exposition ne dépasse les valeurs limites, compte tenu notamment des éléments suivants:*

Au niveau de la façon de travailler

- ***a) autres méthodes de travail entraînant une exposition moindre aux champs électromagnétiques;***
- ***e) conception et agencement des lieux et postes de travail;***
- ***d) programmes appropriés de maintenance des équipements de travail, du lieu de travail et des postes de travail;***
- ***f) limitation de la durée et de l'intensité de l'exposition;***
- ***g) disponibilité d'équipement approprié de protection individuelle.***

# Dispositions visant à éviter ou à réduire les risques Protections collectives ou protection individuelles ?

---

Privilégier les protections collectives

- **Par la limitation des expositions**
- **Par la mise en place de périmètres restreignant les accès**
- **Par l'achat d'équipements dont les postes de travail sont conformes à la directive.**

Sans se priver des Equipements de Protection Individuelles pour gérer certains cas d'exposition, en particulier lorsque les mesures de réduction des risques sont insuffisantes

- **Afin de continuer à utiliser les équipements de production en attendant de les changer**
- **EPI pour les expositions locales, par exemple les mains**
- **EPI pour les expositions globales, lors de l'accès à certaines zones**

A ce jour, peu d'EPI sur le marché disposant d'un marquage CE de type

- **Besoin d'une qualification normative**

# Exemple d 'EPI

---



# Quelles vérifications doit-on faire dans le temps ? Avec quelle périodicité ?

---

Les configurations industrielles sont plutôt stables

- **Mais il ne faut pas oublier les sources mobiles**

Attention aux conditions de fonctionnement ponctuelles

- **Lors des maintenance**
- **Lors de chantiers**

Et aux modifications, même si elles semblent mineur

- **Tout ajout ou suppression d'une partie métallique peut faire varier l'exposition localement**

La périodicité de vérification doit donc dépendre de la marge par rapport aux limites



# Conclusion

---

La Directive s'inscrit dans une démarche sécurité classique

Elle nécessite une mise en place spécifique à l'entreprise

Elle nécessite encore un certain nombre de travaux en normalisation pour pouvoir être appliquée

Merci de votre attention