

Rayonnements non ionisants de moins de 300 GHz : effets sur la santé et mesures de prévention en milieu professionnel

F. BEN SALAH, M. CHATTI,
S. ZEKRI, L. KAHOUACH,
H. NOUAIGUI
ISST

L'exposition aux rayonnements non ionisants (RNI) 0–300 GHz appelés champs électromagnétiques (CEM) qui accompagne le développement des technologies fonctionnant à l'électricité et l'utilisation d'équipements sophistiqués représente une préoccupation aussi bien pour les professionnels que pour le public et ce en rapport avec les problèmes de santé qu'ils pourraient engendrer et auxquels des réponses concrètes ne sont pas définitivement avancées.

Les champs électromagnétiques sont omniprésents dans les domaines industriel, médical, social et familial: radiodiffusion, télévision, radiotéléphonie, câbles hertziens, télémesure, radiobalises, radars civils ou militaires, électrothermie permettant le séchage, le découpage, la fusion, le soudage, le chauffage d'aliments (fours à micro-ondes), etc... La distinction de ces CEM se fait selon leurs fréquences et leurs longueurs d'ondes.

Les CEM font actuellement l'objet de nombreuses études scientifiques qu'elles soient épidémiologiques ou d'évaluation directe des risques (sur des cellules, tissus ou animaux) de par le monde. Mais ces études sont souvent contradictoires. Néanmoins, beaucoup d'entre elles concluent à une possibilité de dangerosité, bien que les effets à long terme soient encore mal connus. Cette contradiction tient au manque de recul nécessaire, aux difficultés de mesures et d'analyses, ainsi qu'aux méthodologies d'investigations employées, souvent différentes.

Pour relever les défis liés à l'exposition aux CEM, la Tunisie se base principalement sur l'approche préventive et la dynamisation des mécanismes de surveillance et de veille. Dans ce cadre une commission nationale multi départementale a été mise en place au niveau de l'Agence Nationale de Contrôle Sanitaire et Environnemental des Produits (ANCSEP), de même l'Agence nationale des Fréquences ANF contrôle systématiquement les CEM émis par les antennes de la téléphonie mobile. Pour leur part les requêtes de la population sont systématiquement investiguées par les

autorités compétentes : Ministère de la Santé Publique (MSP), Ministère des Technologies de la Communication (MTC), Ministère de l'Intérieur...

DEFINITIONS

- **Rayonnements non ionisants (RNI)** : sont des oscillations de champs électriques et magnétiques qui se propagent à la vitesse de la lumière. Les propriétés des RNI, et par conséquent leurs domaines d'utilisation et leurs effets biologiques varient en fonction de leur fréquence (nombre d'oscillations par seconde). C'est donc également en fonction de leur fréquence qu'on a subdivisé le spectre des RNI en champs électromagnétiques (CEM : champs électrique statique, à basse fréquence et à haute fréquence) et en rayonnements optiques (rayon infrarouge, lumière visible et rayons UV).
- **Champs électromagnétiques** : un champ électromagnétique est le couplage d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Un champ électrique est produit par une différence de potentiel (ddp) entre deux points : plus la ddp est élevée, plus le champ qui en résulte est intense. Ce champ électrique survient même s'il n'y a pas de circulation de courant. A l'inverse, le champ magnétique n'apparaît que lorsque le courant circule : plus l'intensité du courant est élevée, plus le champ magnétique est important.
- **Exposition (humaine)** : c'est la coexistence d'un individu et d'un polluant dans le même microenvironnement. En l'occurrence dans ce cas un CEM.
- **Restrictions de base** : les valeurs limites d'exposition aux champs électriques, magnétiques ou électromagnétiques de fréquence variable, qui sont établies directement à partir d'effets sur la santé avérés, sont appelées « restrictions de base ». Selon la fréquence du champ, les grandeurs physiques utilisées pour spécifier ces valeurs limites sont :

- la densité du courant (J)
- le débit d'absorption spécifique (DAS)
- et la densité de puissance (S)

• **Niveaux de référence** : ces niveaux sont indiqués à des fins d'évaluation pratique de l'exposition. Ils sont exprimés en :

- l'intensité du champ électrique (E)
- l'intensité du champ magnétique (H)
- la densité du flux magnétique (B)
- la densité de puissance (S)
- les courants passant dans les membres (IL)
- le courant de contact (IC)
- et, pour les champs pulsés, l'absorption spécifique (AS).

Quelles que soient les conditions d'exposition, les valeurs mesurées ou calculées de l'une de ces grandeurs physiques peuvent être comparées aux niveaux de références correspondants. Le respect du niveau de référence garantit le respect de la restriction de base.

• **Effets biologiques** : les changements d'ordre physiologique, biochimique ou comportemental qui sont induits dans un organisme, un tissu ou une cellule en réponse à une stimulation extérieure. Un effet biologique ne conduit pas toujours à des effets nocifs pour la santé (ex : la sudation quand il fait chaud).

• **Effet sanitaire** : effet biologique qui peut mettre en danger le fonctionnement normal d'un organisme, en dépassant les capacités de réponse « physiologique » à l'action de l'agent extérieur.

• **Effets biologiques menaçants** : effets biologiques qui sont, ou qui peuvent être considérés, en l'état actuel des connaissances, comme prédictifs de conséquences sanitaires.

LES GRANDEURS PHYSIQUES

- **Le courant de contact (IC)** entre une personne et un objet est exprimé en ampère (A). un objet conducteur dans un champ électrique peut être chargé par ce champ.
- **La densité de courant (J)** est définie comme le courant traversant une unité de surface perpendiculaire au flux de courant dans un volume conducteur tel que le corps humain ou une partie du corps, exprimée en ampère par m² (A/m²).
- **L'intensité du champ électrique** est une grandeur vectorielle (E) qui correspond à la force exercée

sur une particule chargée indépendamment de son déplacement dans l'espace. Elle est exprimée en volts par mètre (V/m).

• **L'intensité du champ magnétique** est une grandeur vectorielle (H) qui, avec l'induction magnétique, définit un champ magnétique en tout point de l'espace. Elle est exprimée en ampère par mètre (A/m)

• **L'induction magnétique (densité de flux magnétique)** est une grandeur vectorielle (B) définie en termes de force exercée sur des charges circulantes et elle est exprimée en teslas (T). En espace libre et dans les matières biologiques, l'induction magnétique et l'intensité de champ magnétique peuvent être utilisées indifféremment selon l'équivalence $1 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1} = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$

• **La densité de puissance (S)** est la grandeur appropriée utilisée pour des hyperfréquences lorsque la profondeur de pénétration dans le corps est faible. Il s'agit du quotient de la puissance rayonnée incidente perpendiculaire à une surface par l'aire de cette surface. Elle est exprimée en watts par m² (W/m²).

• **Le débit d'absorption spécifique (DAS)** de l'énergie rayonnée sur l'ensemble du corps ou sur une partie quelconque du corps est définie comme le débit avec lequel l'énergie est absorbée par unité de masse du tissu du corps, elle est exprimée en watts par kilogramme (W/Kg).

CLASSIFICATION DES CEM

Les CEM sont classés selon la longueur d'onde ou la nature du champ (statique ou pulsé) ainsi on distingue :

Selon la longueur d'onde

* **Champs de basse fréquence** : (entre 1 Hz et 10 KHz), qui incluent aussi les champs d'extrêmement basse fréquence (1 Hz à 300 Hz), appelés ELF (extremely low frequency). Les plus utilisés sont ceux ayant une fréquence de 50-60 Hz, soit la fréquence de l'électricité domestique que nous utilisons en permanence.

* **Champs de radiofréquence** : (RF) dont la fréquence est comprise entre 10 KHz et 300 GHz et qui incluent les champs de moyenne, de haute et d'hyperfréquence.

DOSSIER

Selon la nature du champ

* **Champ statique et champ qui varie au cours du temps** : un champ statique reste constant au cours du temps. On appelle courant continu un courant qui ne se déplace que dans un seul sens. Dans un appareil alimenté par une pile ou une batterie, le courant va du générateur à l'appareil puis revient vers le générateur. Ce courant crée un champ magnétique statique. Le champ magnétique terrestre est aussi un champ statique. C'est également le cas de celui qui est créé par un barreau aimanté et

dont on peut observer les lignes de force lorsqu'on répand de la limaille de fer tout autour.

* **Champ variable dans le temps** : en revanche, un courant alternatif va créer un champ variable dans le temps. Un courant alternatif change de sens à intervalles réguliers. Dans la plupart des pays européens, ce changement de sens s'opère avec une fréquence de 50 Hertz, soit 50 cycles par seconde. De même, le champ magnétique engendré par ce courant oscille à raison de 50 cycles par seconde.

Tableau 1 - Exemples d'applications en fonction de chaque gamme de fréquences

Fréquence	Exemples d'applications
Champs statiques $F = 0 \text{ Hz}$	Cuves d'électrolyse utilisées pour l'industrie : de l'aluminium, l'étamage de tôles, Appareils à IRM L'industrie de fabrication des aimants, Les moteurs d'éoliennes de production d'électricité
Champ électromagnétique de basse fréquence : $0 \text{ Hz} < f < 10 \text{ KHz}$	Lignes électriques et courant domestique, appareils ménagers, photocopieuses, Soudage électrique Travail sur les écrans terminaux cathodiques. Transformateurs, câbles souterrains, voies ferrées, éclairages publics ...
Famille de champ de moyenne fréquence : $10 \text{ KHz} < f < 10 \text{ MHz}$	Ecrans vidéo, plaques à induction culinaires Electrothermie par induction, Fours à fusion Transmission radio AM
Famille de champ de haute fréquence : $10 \text{ MHz} < f < 10 \text{ GHz}$	machines de presses (séchage, fromage), secteur de télécommunication cette gamme de fréquence permet la transmission radio FM, télévisée VHF et UHF, la téléphonie mobile. Micro-ondes
Famille de champ d'hyperfréquence : $10 \text{ GHz} < f < 10^{12} \text{ Hz}$	l'industrie agroalimentaire pour la décongélation des aliments et le déparasitage des céréales la vulcanisation du caoutchouc, et la préparation de teinture textile Les satellites, les radars, le WiFi et le bluetooth

DOMAINES D'APPLICATION ET SOURCES D'EXPOSITIONS

Les CEM représentent un outil indispensable dans les procédés industriels, de communication. Le tableau n°1 présente les principaux domaines d'applications selon la fréquence.

LES EFFETS BIOLOGIQUES ET SANITAIRES DES ONDES ELECTROMAGNETIQUES

Certes les CEM agissent sur l'homme de différentes manières. L'évaluation des effets indésirables potentiels des champs électromagnétiques s'appuie sur les études expérimentales ayant pour

objectif d'élucider les mécanismes permettant de relier certains effets biologiques à une exposition à des champs électromagnétiques et sur les études épidémiologiques visant à déterminer s'il existe une association statistique significative entre l'exposition aux CEM et l'incidence d'une maladie ou d'un effet sanitaire indésirable déterminés. **Pour l'ensemble des CEM, quel que soit leurs fréquences, on distingue les effets directs et les effets indirects. Par ailleurs, certains effets sont spécifiques selon la nature du CEM et les situations d'exposition.**

Effets directs

Les effets à court terme connus : sont les :

- **Effets de courants électriques induits** dans le corps humain par les basses fréquences ;
- **Effets liés aux courants de contact** ;
- **Effets thermiques** dans les tissus provoqués par les hautes fréquences.

Les effets à long terme :

Ces derniers ne sont pas précisés et font l'objet d'un débat dans la communauté scientifique, il peut s'agir des :

- **Effets sur l'état de santé général** : à type d'anxiété, céphalées, tendances dépressives voire suicidaires, fatigue, réduction de la libido. A noter l'absence de lien établi entre l'exposition aux CEM et ces manifestations d'une part et la co-exposition à d'autres nuisances tels que le bruit et le stress professionnel d'autre part qui peuvent générer ces symptômes.
- **Effets cancérigènes** : ils sont controversés vu qu'aucune augmentation importante du risque n'a été mise en évidence chez l'adulte ou l'enfant quel que soit le type de cancer. Cependant quelques études épidémiologiques relèvent une légère augmentation du risque de leucémie chez l'enfant. A noter que l'expérimentation animale et les études en laboratoire sont incapables de mettre en évidence le moindre effet reproductible à l'appui de l'hypothèse selon laquelle les CEM sont la cause ou agissent comme promoteurs de certains cancers. Actuellement, des études de grande envergure sont en cours dans plusieurs pays. On présente ci-dessous le résumé concernant l'étude initiée par l'OMS « INTERPHONE »

Radiotéléphone et cancer : Etude INTERPHONE mise à jour des résultats – 8 octobre 2008.

L'étude internationale multicentrique INTERPHONE, coordonnée par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), a été mise en place en 1999. Elle est menée dans 14 pays. Elle a pour objectif de déterminer si l'exposition aux RF des téléphones portables est associée à un risque de cancer.

C'est une étude cas-témoins multinationale, portant sur les rayonnements émis par les téléphones portables.

Cette étude réunit environ 2600 gliomes, 2300 méningiomes, 1100 neurinomes de l'acoustique, 400 tumeurs de la glande parotide ainsi que leurs témoins respectifs.

la synthèse des résultats de l'ensemble de l'étude INTERPHONE n'est pas encore achevée afin de pouvoir en tirer des conclusions scientifiquement exploitables. Néanmoins on relève pour :

- les gliomes : un risque significativement accru en relation avec l'utilisation de téléphones portables pour une période de 10 ans ou plus du côté de la tête où la tumeur s'est développée.
- les méningiomes, les neurinomes de l'acoustique et les tumeurs de la glande parotide : pas de risque accru.

- **Hypersensibilité aux CEM et dépression** : des symptômes sont rapportés par certains individus : tels que des douleurs, migraines, dépression, léthargie, insomnies, voire convulsions et crises d'épilepsie. Ces symptômes n'ont pas de preuves scientifiques.

NB : il est parfois préconisé de soustraire ces personnes à ce type d'exposition si elles sont inquiètes notamment les femmes enceintes.

- **Effets sur l'issue de la grossesse** : pas d'excès de risque d'avortement spontané, malformations ou maladies congénitales ou encore faible poids de naissance.

L'OMS note l'absence d'effets sanitaires en cas d'exposition à des champs électromagnétiques de faible intensité, mais les connaissances des effets biologiques de ces champs comportent encore certaines lacunes.

DOSSIER

Effets indirects

Les champs électromagnétiques peuvent être à l'origine d'effets indirects susceptibles de provoquer des dommages sur l'homme ou d'aggraver une situation de travail dangereuse.

Exemples :

- Projection d'objets ferromagnétiques ;
- Déclenchement d'une explosion ou d'un incendie
- Dysfonctionnement de systèmes électroniques et électromécaniques ;
- Mouvements incontrôlés, etc.

Effets des CEM selon la nature du champ et la longueur d'onde

* Effets des CEM statiques :

Les CEM statiques agissent sur la peau des personnes exposées par des charges électriques perceptibles surtout au niveau des poils et des cheveux. Par ailleurs on note des effets divers tels que des nausées, des vertiges, des troubles visuels, etc...

A noter qu'on peut voir des blessures par projection d'objet vu que l'induction magnétique peut déplacer voire projeter des objets ferromagnétiques.

* Effets des CEM de basses fréquences :

Il peut s'agir des :

- effets dus aux courants induits :

Densité de courant	Effets
> 1000 mA/m ²	- Fibrillation
100-1000 mA/m ²	- Stimulation des tissus excitables
10-100 mA/m ²	- Effets visuels et nerveux, soudure des os
1 -10 mA/m ²	- Effets biologiques mineurs

- effets dus aux courants de contact : choc électrique, brûlures
- magnétosphène: perception de tâches lumineuses

* Effets des CEM de haute fréquence :

Il peut s'agir des :

- Effets liés à l'hyperthermie : accumulation d'énergie dans les tissus.
- Effets dus aux courants de contact : choc électrique et brûlures par effet indirect (contact

avec des objets métalliques se trouvant dans le champ).

- Effets athermiques tels que :

- modification de la barrière hémato-encéphalique,
- cancers,
- troubles du système cardio-vasculaire,
- troubles de la reproduction.

PREVENTION

Des recommandations internationales et des normes de sécurité applicables aux champs électromagnétiques sont formulées par les instances compétentes sur la base des connaissances scientifiques actuelles afin de faire en sorte que les champs auxquels les êtres humains pourraient être soumis ne provoquent pas d'effets nuisibles à leur santé. Pour compenser les incertitudes liées à la connaissance, des facteurs de sécurité et des mesures de prévention médicale sont prescrits. Ces normes et recommandations sont régulièrement révisées et mises à jour.

Valeurs limites d'exposition et valeurs déclenchant l'action (selon la directive 2004/40/CE)

La directive européenne 2004/40/CE fixe deux types de valeurs d'exposition :

- **Les valeurs limites d'exposition** : (voir tableaux 2 et 3)

Ces valeurs indiquent les limites d'exposition aux champs électromagnétiques qui sont fondées directement sur des effets avérés sur la santé et des considérations biologiques. Le respect de ces limites garantira que les travailleurs et le public exposés à des champs électromagnétiques soient protégés de tout effet nocif connu sur la santé ;

- **Les valeurs déclenchant l'action** : (voir tableau 4)

Ces valeurs limitent les niveaux de paramètres directement mesurables, indiqués en termes d'intensité de champ électrique (E), d'intensité de champ magnétique (H), d'induction magnétique (B) et de densité de puissance (S), à partir desquels il faut prendre une ou plusieurs mesures de prévention. Le respect de ces valeurs garantira le respect des valeurs limites d'exposition.

Tableau 2 : Valeurs limites d'exposition pour les professionnels exposés (2004/40/CE)

Gamme des fréquences	Densité de courant pour la tête et le tronc (mA/m ²) (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 ²)
Jusqu'à 1 Hz	40	-	-	-	-
1-4 Hz	40/f	-	-	-	-
4-1000 Hz	10	-	-	-	-
1000 Hz- 100 kHz	f/100	-	-	-	-
100kHz- 10MHz	f/100	0.4	10	20	-
10 MHz- 10 GHz	-	0.4	10	20	-
10GHz- 300 GHz	-	-	-	-	50

Tableau 3 : Valeurs limites d'exposition pour le public (2004/40 CE)

Gamme des fréquences	Induction magnétique (mT)	Densité de courant S (mA/m ²) (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 S (W/m ²)
0 Hz	40					
0-1 Hz		8				
1 - 4 Hz		8/f				
4 - 1 000 Hz		2				
1 kHz -100 kHz		f/500				
100 kHz -10 MHz		f/500	0,08	2	4	
10 MHz -10 GHz			0,08	2	4	
10 - 300 GHz						10

Tableau 4 : Valeurs déclenchant l'action pour les professionnels exposés (VDA) (2004/40 CE)

Gamme des fréquences	Intensité de champ électrique E (V/m)	Intensité de champ magnétique H (A/m)	Induction magnétique B (μT)	Densité de puissance d'onde plane équivalente Seq (W/m ²)	courant de contact, I _c (mA)	Courant induit dans les extrémités I _l (mA)
0-1 Hz	-	1,63 x 10 ⁵	2 x 10 ⁵	-	1	-
1- 8 Hz	20 000	1,63 x 10 ⁵ / f ²	2 x 10 ⁵ / f ²	-	1	-
8- 25 Hz	20 000	2 x 10 ⁴ /f	2,5 x 10 ⁴ /f	-	1	-
0.025 – 0.82 kHz	500/f	20/f	25/f	-	1	-
0,82- 2,5 kHz	610	24	30	-	1	-
2,5- 65 kHz	610	24	30	-	0,4f	-
65- 100kHz	610	1 600/f	2 000/f	-	0,4f	-
0,1- 1 MHz	610	1,6f	2/f	-	40	-
1- 10 MHz	610/f	1,6f	2/f	-	40	-
10- 110 MHz	61	0	0	10	40	100
110- 400 MHz	61	0	0	10	-	-
400- 2000 MHz	3f ^{1/2}	0,008f ^{1/2}	0,01 f ^{1/2}	f/40	-	-
2- 300 GHz	137	0	0	50	-	-

N.B : voir paragraphe « les grandeurs physiques »

F : fréquence exprimée en hertz.

DOSSIER

Prévention technique

Afin d'assurer un meilleur niveau de prévention technique aux effets des CEM sur les salariés exposés, l'employeur doit procéder à une évaluation des risques et à la détermination du niveau d'exposition professionnelle et de prendre les dispositions visant à éviter ou à réduire les risques évalués.

Les personnels exposés à des CEM seront informés des mesures prises pour réduire les risques d'exposition. Ils reçoivent les informations sur la manière de dépister les effets nocifs d'une exposition sur la santé et de les signaler et ce dans le cadre des actions de sensibilisation et d'information en santé et sécurité au travail.

Méthode d'évaluation comme des risques (voir fig. 1) :

L'évaluation des risques consiste à comparer les valeurs mesurées, à des valeurs limites d'exposition et aux valeurs déclenchant l'action. L'évaluation des risques nécessite trois étapes :

- la **mesure** des niveaux des champs électromagnétiques auxquels les travailleurs sont exposés.
- le **calcul** du rayonnement peut, être effectué conformément aux normes et recommandations fondées scientifiquement, le cas échéant, en tenant compte des niveaux d'émission indiqués par les fabricants des équipements.
- l'**évaluation** des risques proprement dite, c'est-à-dire la comparaison des valeurs calculées aux limites d'exposition et aux valeurs déclenchant l'action

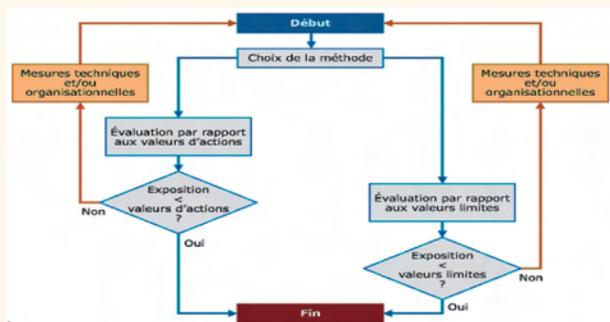


Figure 1 : Logigramme simplifié d'évaluation des risques

Mesures de prévention :

Les approches de prévention, pour réduire ou éliminer l'exposition des travailleurs, sont :

- la réduction à la source,
- la réduction de l'exposition,
- la protection individuelle.

Réduction à la source

La base de ce principe est d'intervenir au niveau de la source des rayonnements afin de réduire l'intensité des champs électromagnétiques à la source, on peut par exemple :

- **Modifier** les équipements en accord avec leurs concepteurs (ex : par un blindage intégré (voir photo 1)).
- **Régler** l'émission en diminuant la puissance en adéquation avec l'application et le travail.
- **Procéder** au blindage d'une zone de travail (par exemple un local).
- **Maintenir** en bon état les équipements (nettoyage des joints, changement des portes et capots, vérification de leur efficacité...).

Réduction de l'exposition

En jouant sur le fait que les champs électromagnétiques décroissent rapidement avec la distance, la meilleure protection sera d'éloigner l'opérateur de la source de rayonnements (ex : éloignement du pupitre de la commande de machine, éloignement de la source (voir photo 2)).

D'autres mesures organisationnelles s'imposent pour réduire l'exposition et donc réduire les conséquences des effets thermiques, dont notamment :

- la rotation du personnel,
- la diminution des cadences de présence ou cadences différentes.

Protection individuelle

Les niveaux des CEM restent élevés alors que tous les moyens de protection ont été appliqués, la protection individuelle s'impose en dernier recours.

Les vêtements de protection contre les champs électromagnétiques sont efficaces uniquement pour certains champs (ces vêtements sont inefficaces contre les champs magnétiques à basses fréquences)



Photo 1 : Exemple de blindage d'une zone de soudage



Photo 2 : réduction de l'exposition par l'utilisation d'un carrousel d'alimentation.

Cas particulier (station relais) : (voir figure 2 et 3)

L'opérateur de la téléphonie mobile a la charge de matérialiser et de délimiter au sol et dans l'espace l'étendu du champ pour toutes antennes installées à une hauteur inférieure à 2,5 m, définissant les limites de la zone de projection verticale de sécurité qui permet d'éviter de pénétrer dans la zone.



Figure 2 : délimitation de l'espace sécurité d'une station relais

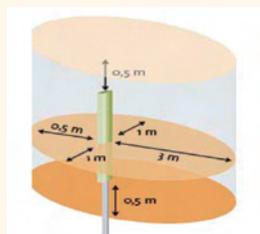


Figure 3 : les périmètres à respecter

PREVENTION MEDICALE

L'employeur est tenu d'assurer la surveillance médicale des travailleurs exposés. La nature des examens médicaux laissés à l'appréciation du médecin de travail sont orientés en fonction des données de l'examen clinique, de la nature du rayonnement et des expositions antérieures. Ils doivent effectivement être au début et à la fin de l'embauche.

- Aucun travailleur ne peut être exposé aux champs électromagnétiques sans l'avis préalable d'un médecin qualifié en médecine de travail.

- Dans certaines conditions, l'exposition aux CEM est contre indiquée. A titre indicatif pour le poste de travail dans une unité d'imagerie par résonance magnétique (IRM), la décision d'aptitude tiendra compte des éléments suivants :

- Personnels sans ATCD pathologiques particuliers : **pas de contre indication**

- Personnels porteurs d'implants actifs (stimulateur cardiaque, prothèse auditive, pompe à médicaments) : **ils sont inaptes** à ce poste

- Personnels porteurs d'un implant passif ferromagnétique:

Il existe deux catégories :

- Matériel dont le déplacement conduirait à une situation pathogène grave (clip vasculaire, agrafe intracérébrale et digestive) : **inaptitude**

- Matériel de volume important (plaque d'ostéosynthèse...) ou endothélialisé (stent) : **apte sauf en cas de douleurs**

- Femme enceinte : éviction temporaire du risque

- Personnels ayant des ATCD de maladie cancéreuse ou présentant une maladie cancéreuse : avis spécialisé en pathologie professionnelle.

L'interaction des CEM avec les implants médicaux est fonction de la nature de ces derniers qui est de 2 types :

- Implants passifs qui sont de deux types : l'implant inerte en plastique qui ne réagit pas avec les CEM et celui en métal (ferromagnétique c'est le cas d'une broche, d'un clou, d'une plaque...) qui peut être aimanté et être à l'origine d'une sensation de chaleur. L'exposition à un CEM intense peut être à l'origine d'un déplacement de matériel par attraction.

- Implants actifs, tels que le stimulateur cardiaque, le défibrillateur, le stimulateur neurologique, la valve neurologique, la prothèse auditive, la pompe à insuline, etc. Dans ce cas à côté des effets d'aimantation, de réchauffement et de déplacement, on note un risque de dysfonctionnement de ces implants.

DOSSIER

Information et formation des travailleurs

L'employeur doit veiller à ce que les travailleurs exposés à des risques dus à des champs électromagnétiques sur leur lieu de travail reçoivent les informations et la formation nécessaires en rapport avec les résultats de l'évaluation des risques, notamment en ce qui concerne :

- Les mesures prises en application des recommandations internationales;
- Les valeurs et les concepts relatifs aux valeurs limites d'exposition et aux valeurs déclenchant l'action et les risques potentiels associés ;
- Les conditions dans lesquelles les travailleurs ont droit à une surveillance de la santé ;
- Les pratiques professionnelles sûres permettant de réduire au minimum les risques résultant d'une exposition.
- L'employeur est tenu à signaler par des pictogrammes les sources et/ou la présence des rayonnements et l'interdiction d'accès des porteurs d'implant (figure 4).
- Les lieux de travail où les travailleurs pourraient être exposés à des CEM dépassant la VDA doivent faire l'objet de signalisation.
- Lors des opérations de contrôle officiel, tout travailleur exposé aux CEM, jugé non formé ou éduqué aux risques liés aux CEM et aux mesures de protection préconisées, sera considéré selon les valeurs limites d'exposition désignées pour le public.

Pictogrammes à apposer	
	Pour interdire aux porteurs d'implants actifs (quels qu'ils soient) l'accès à des lieux de travail où sont utilisés des champs électromagnétiques (par exemple, les machines de soudage par point et les presses haute fréquence).
	Pour avertir de la présence d'un champ magnétique statique ou non (par exemple sur les électrolyseurs).
	Pour avertir de la présence de champs électromagnétiques, généralement radiofréquences (par exemple sur les stations de base de téléphonie mobile).

Figure 4 : pictogrammes de signalisation

Devant l'incertitude scientifique, la Tunisie a opté pour la gestion de ce risque par la mise en place d'une politique qui se base sur le principe de précaution, qui nécessite d'agir face à un risque potentiel sérieux sans attendre les résultats de la recherche scientifique, en :

- réduisant l'exposition aux RNI.
- proposant des valeurs limites d'exposition.
- assurant une surveillance médicale des salariés exposés.
- diffusant une information et une formation appropriée.
- A ce propos, un projet de type réglementation est en cours d'élaboration.

Bibliographie

1 S. Sadetzki et al. Cellular phone use and risk of benign and malignant parotid gland tumors. Am J of epidemiology.

Advanced Access published December 6, 2007

<http://www.e-cancer.fr/v1> - Institut National Du Cancer / National Cancer Institute Powered by Mambo Generated: 23 May, 2008

2 M. Hours et al. Téléphone mobile, risque de tumeurs cérébrales et du nerf vestibuloacoustique : l'étude cas-témoins

INTERPHONE en France. Revue d'épidémiologie et de Santé Publique 55 (2007) 321-332

3 L. Hardell et al. Long-term use of cellular phones and brain tumours: increased risk associated with use for >= 10 years. Occup. Environ. Med., Sep 2007; 64: 626 - 632.

<http://www.e-cancer.fr/v1> - Institut National Du Cancer / National Cancer Institute Powered by Mambo Generated: 23 May, 2008,

4 Fiche ED 4200 Champs électromagnétiques INRS 2004

«Gestion des risques liés à la téléphonie mobile»

Mohamed Wassim EL HANI, Alya MAHJOUR ZARROUK, Hamadi DEKHIL
Agence Nationale de Contrôle Sanitaire et Environnemental des Produits (ANCSEP)

Dans cet état de doute et d'incertitude scientifiques, sur les risques sanitaires engendrés par la téléphonie mobile les pouvoirs publics nationaux et les institutions internationales ont adopté le **principe de précaution** vis-à-vis de «risques probables». Or ces mesures de précaution sont de plus en plus perçues par la population comme une confirmation du danger.

C'est pourquoi, la majorité des pays ont opté pour **une information de la population** et surtout des professionnels pour d'une part réduire l'anxiété et d'autre part inciter la population à un usage plus rationnel de cette technologie et en vue de renforcer la surveillance épidémiologique des éventuels impacts sur la santé.

A l'échelle nationale, l'ANCSEP suit le dossier depuis 2001. Une circulaire conjointe entre le Ministère de la santé publique et le ministère des technologies de la communication et du transport relative aux mesures à respecter lors de l'installation des antennes de la téléphonie mobile avait été publiée le 31 juillet 2004 puis révisée le 10 novembre 2008 et signée par trois ministères (intérieur et développement local, santé publique, technologies de la communication) pour préciser les autorités responsables et leurs tâches respectives en matière de gestion et de suivi des installations des antennes:

- L'Agence Nationale des Fréquences (ANF), est l'autorité compétente pour l'avis technique d'installation des antennes ;
- les collectivités locales transmettent à l'ANF et à sa demande des avis concernant ces installations ;
- l'ANCSEP est chargée de l'étude des réclamations des citoyens et/ou des opérateurs et/ou autorités.

Dans ce cadre, l'ANCSEP reçoit chaque année un nombre sans cesse croissant de réclamations des citoyens, des municipalités et des opérateurs qui parviennent soit directement, soit par l'entremise des services du MSP, de l'ANF, du MEDD et des collectivités locales. L'anxiété des citoyens semble croître en raison des informations parfois alarmistes présentées par les médias à l'échelle nationale et internationale. Le citoyen craignant pour sa santé et surtout celle de ses enfants.

L'ANCSEP a organisé un séminaire d'information sur le thème «TELEPHONIE MOBILE & SANTE» le 14 Juillet 2009 en collaboration avec l'Agence Nationale des Fréquences et le soutien de l'OMS (Bureau de Tunis). Les principaux objectifs, étaient de :

- présenter les nouveautés scientifiques sur les risques sanitaires liés aux CEM à l'échelle internationale,
- échange d'informations entre les équipes de la santé publique et celles du Ministère des Technologies de la Communication (MTC) sur les CEM et les risques potentiels.
- présenter le cadre organisationnel de l'installation des stations de base de téléphonie mobile et de l'homologation des équipements de télécommunication.

Les principales recommandations de ce séminaire étaient :

- Développer le cadre réglementaire et normatif national relatif aux équipements et à l'exposition aux RNI en se référant aux données internationales en la matière et surtout les recommandations de l'OMS et le guide de l'ICNIRP.
- Elaborer et mettre en œuvre un programme d'information et de sensibilisation d'abord pour les différents intervenants en matière de téléphonie mobile et santé puis pour le grand public.
- Renforcer la veille scientifique et l'élargir par des échanges d'expertises avec les autorités internationales concernées et l'intensification de la participation des responsables tunisiens aux manifestations scientifiques sur le sujet.
- Participer aux travaux du comité spécial de l'OMS chargé des CEM et santé.
- Introduire un module sur «les CEM et santé» dans le cursus de formation des étudiants en médecine et en télécommunications mais aussi dans le cursus de formation des journalistes et des juristes.
- Veiller à établir un bon niveau de communication avec les mass médias.

L'ANCSEP avec l'ANF sont les principales institutions concernées par le suivi de ce séminaire. L'ANCSEP continuera parallèlement à assurer la veille scientifique sur les risques sanitaires liés aux CEM et restera vigilante vis-à-vis des nouveautés en la matière. Elle est actuellement en phase d'élaboration, avec toutes les parties prenantes, d'un texte réglementaire fixant les limites d'exposition aux CEM pour le grand public et en milieu de travail.