



Aide-mémoire N°226

Juin 1999

Les champs électromagnétiques et la santé publique: les radars et la santé humaine

Les radars ou systèmes de radiodétection permettent de déceler la présence, la direction et la distance d'aéronefs, de navires ou autres objets, généralement en mouvement. Ces systèmes reposent sur l'émission d'un champ électromagnétique pulsé de haute fréquence. Inventé il y a une soixantaine d'années, le radar est très largement utilisé pour la navigation maritime et aérienne, la défense nationale et les prévisions météorologiques. Il a pour principaux objectifs la sécurité et la protection individuelles et collectives.

Les personnes qui vivent ou travaillent habituellement à proximité de radars s'inquiètent des effets nocifs à long terme que ces appareils pourraient exercer sur leur santé, notamment sous la forme de cancers, de troubles de la fonction reproductrice, de cataractes ou d'anomalies dans le développement ou le comportement des enfants. C'est ainsi que l'on aurait récemment mis en évidence un accroissement des cancers du testicule chez les membres des forces de police utilisant des radars à main pour contrôler la vitesse des véhicules.

Il importe de faire la différence entre les dangers réels ou allégués que comporte l'utilisation des radars, et de comprendre la raison d'être des normes et des mesures de protection internationales en vigueur aujourd'hui.

Emissions de champs électromagnétiques

Les radars opèrent généralement dans le domaine des radiofréquences (RF), entre 300 MHz et 15 GHz. Ils émettent des champs électromagnétiques appelés champs de radiofréquences. Les champs de radiofréquences qui se situent dans ce domaine du spectre électromagnétique peuvent avoir divers types d'interaction avec l'organisme humain.

Les champs RF **de fréquence inférieure à 10 GHz** (jusqu'à 1 MHz) pénètrent à l'intérieur des tissus exposés et y provoquent un *échauffement* dû à l'*absorption d'énergie*. La profondeur de pénétration dépend de la fréquence du champ et elle est d'autant plus grande que la fréquence est plus basse. On mesure l'**absorption** tissulaire des champs de radiofréquence par le taux d'absorption spécifique au sein d'une masse donnée de tissus. Ce taux d'absorption spécifique s'exprime en watts par kilogramme (**W/kg**). Le taux d'absorption spécifique est la grandeur qui sert à mesurer la "dose" absorbée de champs RF de fréquences comprises **entre environ 1 MHz et 10 GHz**.

- Le taux d'absorption spécifique doit atteindre au moins **4 W/kg** pour avoir des effets nocifs sur la santé des personnes exposées à des champs RF dont la fréquence se situe dans ces limites.

Les champs RF **de fréquence supérieure à 10 GHz** sont absorbés à la surface de la peau mais la quantité d'énergie qui pénètre dans les tissus sous-jacents est très faible. Du point de vue dosimétrique, les champs RF **de plus de 10 GHz** sont caractérisés par *leur intensité* ou *densité de puissance* exprimée en watts par mètre carré (**W/m²**) ou, pour les champs faibles, en milliwatts ou microwatts par mètre carré (**mW/m² ou μ W/m²**).

- L'exposition à des champs de radiofréquence de plus de 10 GHz dont la densité de puissance **dépasse 1000 W/m²** a des effets nocifs notoires sur la santé consistant par exemple en cataractes ou brûlures cutanées.

Exposition humaine

La puissance émise par les radars varie de quelques milliwatts (radars de contrôle de la circulation utilisés par la police) à plusieurs kilowatts (grands radars de poursuite spatiale). Toutefois, l'exposition humaine aux champs de radiofréquences émis par les radars peut être réduite (souvent jusqu'à plus de 100 fois) par un certain nombre de facteurs :

- Les ondes électromagnétiques ne sont pas émises de façon continue par un système radar mais sous la forme d'impulsions. Dans ces conditions, la puissance moyenne émise est beaucoup plus faible que la puissance de crête.
- Les émissions radars sont directionnelles, et l'énergie transportée par le champ de radiofréquences est contenue dans un faisceau très étroit qui ressemble à celui d'une lampe torche. Hors de l'axe du faisceau, l'énergie du champ de radiofréquences décroît rapidement. Dans la plupart des cas, elle est des milliers de fois plus faible que dans l'axe du faisceau.
- De nombreux radars comportent une antenne animée en permanence d'un mouvement de rotation dans le plan horizontal ou d'oscillation dans le plan vertical, ce qui modifie constamment la direction du faisceau.
- Les zones où l'exposition humaine pourrait être dangereuse sont en principe interdites aux personnes non autorisées.

Les différents types de radars

Parmi les types courants de radars utilisés dans la vie de tous les jours on peut citer :

Les radars de contrôle aérien qui sont utilisés pour le repérage des aéronefs et guider leur approche de l'aéroport jusqu'à l'atterrissage. Ils sont généralement situés en hauteur de sorte que le faisceau ne peut atteindre les personnes au sol. Les radars classiques de contrôle aérien peuvent avoir des puissances de crête de 100 kW ou davantage, mais la puissance moyenne émise n'est que de quelques centaines de watts. Dans les conditions d'exploitation normale, ces systèmes ne représentent aucun danger pour la population.

Les radars météorologiques sont souvent situés au même endroit que les radars de contrôle aérien, c'est-à-dire dans un secteur de l'aéroport suffisamment éloigné. Ils opèrent à des fréquences plus élevées mais leur puissance moyenne et leur puissance de crête sont généralement plus faibles. Comme les radars de contrôle aérien, ils ne constituent aucun danger pour la population dans les conditions normales d'exploitation.

Les radars militaires sont nombreux et vont de vastes installations à forte puissance de crête (1 mW ou davantage) et puissance moyenne (de l'ordre de plusieurs kW) à de petites unités de contrôle de tir, généralement embarquées à bord d'aéronefs. Ces vastes installations radars suscitent de l'inquiétude parmi les collectivités qui vivent à proximité. Toutefois, comme l'énergie émise est diffusée sur une surface étendue, la densité de puissance résultante varie de 10 à 100 W/m² dans les limites du site. A l'extérieur du site, le champ électromagnétique de radiofréquences n'est généralement plus décelable sans faire appel à un matériel de détection très perfectionné. Toutefois, les petits radars de contrôle de tir embarqués à bord d'aéronefs militaires peuvent être dangereux pour le personnel au sol. Ces appareils émettent des ondes électromagnétiques de puissance moyenne relativement élevée (plusieurs kW) au moyen d'antennes de petite dimension, d'où la possibilité de densités de puissance pouvant atteindre 10 kW/m². De toute façon la population ne serait pas exposée à ce genre d'émissions car lors de l'essai au sol de ces radars, la zone d'expérimentation est interdite à tout le personnel. Les forces armées utilisent également la plupart des autres types de radars décrits ci-après.

Les **radars de marine** équipent aussi bien les petits bateaux de plaisance que les navires de haute mer. Leur puissance de crête peut atteindre 30 kW, et leur puissance moyenne est de 1 à 25 W. Dans les conditions normales d'exploitation, avec l'antenne en rotation, la densité moyenne de puissance à un mètre de l'antenne est en général inférieure à 10 W/m² pour les appareils les plus puissants. Dans les zones accessibles sur la plupart des bateaux, ces valeurs devraient tomber à un pourcentage très faible (quelques %) des normes actuelles d'exposition du public aux radiofréquences.

Les **radars de contrôle de vitesse** sont utilisés par la police dans de nombreux pays. Comme leur puissance de sortie moyenne est très faible, de quelques milliwatts, ces appareils ne sont pas jugés dangereux pour la santé, même lorsqu'ils sont tenus à la main.

Effets possibles sur la santé

La plupart des études réalisées à ce jour ont porté sur des effets autres que le cancer : réponse physiologique et thermorégulatrice, effets sur le comportement, induction d'une opacification du cristallin (cataracte), et effets indésirables sur la fonction de reproduction après exposition aiguë à des champs RF relativement intenses. Il existe aussi un certain nombre d'études faisant état d'effets non thermiques dans lesquels aucune élévation de température appréciable n'est mesurée.

Études sur le risque de cancer : De nombreuses études épidémiologiques ont été consacrées aux relations possibles entre l'exposition aux RF et l'augmentation du risque de cancer. Les résultats sont toutefois difficiles à interpréter en raison des différences de conception et d'exécution des études. Plusieurs groupes d'experts nationaux et internationaux ont conclu à l'absence de preuves formelles d'un lien entre l'exposition aux RF et l'augmentation du risque de cancer. L'OMS a également conclu qu'il n'existe pas de preuves scientifiques convaincantes d'un effet nocif des RF sur la durée de la vie humaine, ni que les RF soient des inducteurs ou des promoteurs de cancers. De nouvelles études sont toutefois nécessaires.

Effets thermiques : Les champs RF ont été étudiés chez l'animal, y compris les primates. Les premiers signes de conséquences nocives sur la santé, observés chez l'animal lorsque le niveau d'exposition aux champs RF augmente, consistent en une diminution de l'endurance, un comportement d'évitement du champ et une baisse de l'aptitude lors des tests psychotechniques. Ces études laissent également à penser que des effets indésirables peuvent survenir chez l'homme en cas d'exposition du corps entier ou d'exposition localisée à des champs RF suffisants pour augmenter la température des tissus de plus de 1°C. Parmi les effets possibles figurent l'induction d'une cataracte et diverses réponses physiologiques et thermorégulatrices à l'élévation de la température corporelle. Ces effets sont bien connus et constituent la base des restrictions apportées à l'exposition professionnelle et à l'exposition du public aux champs RF.

Effets non thermiques : L'exposition à des champs RF trop faibles pour entraîner un échauffement (c'est-à-dire avec un très faible taux d'absorption spécifique) entraînerait, d'après plusieurs études, une altération de la mobilité des ions calcium, laquelle est responsable de la transmission de l'information aux cellules de l'organisme. Ces effets ne sont toutefois pas suffisamment établis pour servir de base à une limitation de l'exposition humaine.

Champs RF pulsés : Il a été rapporté que l'exposition à des champs RF pulsés de forte intensité, similaires à ceux utilisés par les radars, supprime le réflexe de sursaut et provoque des mouvements du corps chez des souris conscientes. De plus, les personnes ayant une ouïe normale perçoivent des champs RF pulsés de fréquences comprises entre environ 200 MHz et 6,5 GHz (effet auditif hyperfréquence). Le son perçu est décrit comme un bourdonnement, un cliquètement, un sifflement ou un crépitement, selon les caractéristiques du champ pulsé. L'exposition prolongée ou répétée peut être génératrice de stress et doit être évitée dans la mesure du possible.

Chocs et brûlures dus aux RF : Aux fréquences inférieures à 100 MHz, des brûlures ou des chocs dus aux RF peuvent être provoqués par les charges électriques induites sur des objets métalliques situés à proximité des radars. Les personnes se trouvant dans un champ RF peuvent aussi absorber plus fortement ces champs au niveau des parties du corps de faible section transversale, comme les chevilles. En général, du fait des fréquences plus élevées auxquelles fonctionnent les radars modernes et de leur faible largeur de faisceau, le risque de tels effets est très faible.

Interférences électromagnétiques : Les radars peuvent provoquer des interférences électromagnétiques avec d'autres appareils électroniques. Le seuil pour de tels effets est souvent très inférieur aux valeurs guides pour l'exposition humaine aux champs RF. Les radars peuvent aussi provoquer des interférences avec certains dispositifs médicaux, comme les stimulateurs cardiaques et les prothèses auditives. Si des porteurs de tels dispositifs travaillent à *proximité étroite* de radars, ils doivent consulter le fabricant afin de déterminer la sensibilité du dispositif en question aux interférences RF.

Liquides inflammables et explosifs : Les liquides inflammables et les explosifs peuvent prendre feu sous l'effet de courants électriques induits par les champs RF. Il s'agit d'événements rares, qui sont normalement à craindre lorsqu'il existe une importante concentration de radars, par exemple sur les navires de guerre, mais dans ce cas des mesures préventives adéquates sont prises.

Normes internationales

Des limites d'exposition aux champs RF sont établies par des organismes internationaux comme la Commission internationale de Protection contre les Rayonnements non ionisants (ICNIRP). L'ICNIRP est une organisation non gouvernementale officiellement reconnue par l'OMS. Elle utilise des estimations de

risque pour la santé établies conjointement avec l'OMS pour préparer des directives sur les limites d'exposition. Les directives de l'ICNIRP sont destinées à protéger contre tous les effets *connus* des RF et sont issues de l'examen de l'ensemble de la littérature scientifique soumise à un comité de lecture, y compris des rapports sur les cancers et les effets non thermiques. Les niveaux ambiants de RF émanant des radars, dans les zones normalement accessibles au public, sont au moins 1000 fois inférieurs aux limites d'exposition continue du public prévues par les directives de l'ICNIRP et 25 000 fois inférieurs au niveau d'exposition provoquant les premiers effets reconnus sur la santé.

Mesures de protection

Les mesures de protection sont destinées à éliminer l'exposition humaine aux champs RF ou à l'abaisser au-dessous des limites d'acceptabilité. Un programme complet comportant des relevés des champs, une information sur les risques et des mesures efficaces de protection doit être mis en œuvre autour de toute installation radar. Dans la plupart des pays, un dossier complet, avec étude d'impact sur l'environnement, doit être préparé avant toute construction d'une installation radar.

Après la construction de l'installation, des relevés des champs RF devront être effectués sur le site. Si des champs RF extrêmement intenses peuvent être mesurés juste devant un radar, dans la plupart des cas ces valeurs deviennent à peine mesurables dans les zones accessibles au public. Pour empêcher les travailleurs et le public de pénétrer dans les secteurs où les champs RF sont supérieurs aux limites, on fait appel à des mesures techniques et administratives.

- Les mesures techniques consistent en systèmes de verrouillage, dispositifs électroniques empêchant les radars de pointer vers certains secteurs, et installations d'écrans.
- Les mesures administratives consistent en une utilisation d'alarmes sonores et visuelles et de signaux d'avertissement et en une restriction des accès au moyen de barrières, de portes fermant à clé ou d'une limitation de l'accès aux radars à certaines heures.

Lorsque les mesures techniques et administratives ne suffisent pas, les travailleurs doivent utiliser un équipement protecteur individuel pour se conformer aux normes d'exposition. Des combinaisons conductrices, des gants, des chaussures de sécurité et d'autres types d'équipement protecteur individuel contre les champs RF se trouvent maintenant dans le commerce.

- Ces équipements doivent être utilisés avec la plus grande prudence, car les propriétés du matériau utilisé pour les fabriquer peuvent varier considérablement selon la fréquence des RF. L'équipement ne peut être utilisé en toute sécurité que lorsqu'on connaît ses propriétés d'atténuation à la fréquence en question.
- L'utilisation des lunettes de sécurité RF impose une prudence particulière car toute pièce métallique peut augmenter localement l'intensité du champ en jouant le rôle d'antenne réceptrice.
- Il n'existe pas de situations nécessitant l'utilisation par le public d'un équipement protecteur contre les champs RF émis par les radars.
- Ces dernières années, des vêtements et autres équipements protecteurs vendus dans le commerce ont été vantés comme offrant une protection contre les RF, la promotion étant principalement axée sur les membres "sensibles" de la collectivité, comme les femmes enceintes. L'utilisation de ce type de produits est superflue et ne doit pas être encouragée. Ils n'offrent en effet aucune protection efficace contre les RF et leur utilisation ne répond à aucun besoin.

L'exposition humaine aux CEM émis par les radars est limitée par des normes internationales et des mesures de protection, qui ont été adoptées sur la base des données scientifiques actuelles. En résumé : *Les champs RF font vibrer les molécules des tissus de l'organisme et génèrent de la chaleur. Des effets d'échauffement peuvent être prévus si l'on stationne juste devant certaines antennes radar, mais ne sont pas possibles aux niveaux ambiants de champs RF émanant des radars. Pour produire un quelconque effet indésirable sur la santé, l'exposition aux RF doit dépasser une valeur seuil. La valeur seuil connue est l'exposition nécessaire pour augmenter la température des tissus de l'organisme d'au moins 1°C. Les très faibles champs RF ambiants émanant des radars ne peuvent provoquer aucune élévation significative de la température. Les chercheurs n'ont trouvé aucune preuve que l'exposition répétée à des champs RF au-dessous des valeurs seuils produise un effet indésirable quelconque sur la santé. Il n'y a pas d'effet cumulatif sur les tissus du fait d'expositions répétées à des RF de faible intensité. Il n'existe pas de preuves convaincantes que des effets indésirables sur la santé, y compris le cancer, peuvent survenir chez des personnes exposées à des niveaux de RF inférieurs ou égaux aux limites fixées par les normes internationales. Il faudra toutefois poursuivre les recherches pour combler certaines lacunes des connaissances actuelles.*

Pour plus d'informations, visiter <http://www.who.int/peh-emf>