

*Critères
d'hygiène de
l'environnement 16*

*Fréquences
radioélectriques
et hyperfréquence*

*Résumé
d'orientation*

Publié par l'Organisation mondiale de la Santé
en liaison avec le
Programme des Nations Unies pour l'Environnement

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

Pour donner suite à un certain nombre de résolutions de l'Assemblée mondiale de la Santé, et compte tenu des recommandations de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain tenue à Stockholm en 1972 et de celles du Conseil d'administration du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), on a entrepris en 1973 un programme intégré de grande envergure consacré à l'évaluation des effets de la pollution de l'environnement sur la santé. Connu sous le nom de Programme OMS des critères d'hygiène de l'environnement, il est mis en œuvre avec l'appui du Fonds du PNUE pour l'environnement. En 1980, le Programme des critères d'hygiène de l'environnement a été incorporé dans un programme de plus grande ampleur, le Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS) que patronnent conjointement le Programme des Nations Unies pour l'Environnement, l'Organisation internationale du Travail et l'Organisation mondiale de la Santé. Les travaux réalisés dans le cadre du programme ont abouti à la publication d'une série de documents sur les critères d'hygiène de l'environnement.

Chaque document de la série consiste en une mise au point scientifique approfondie sur des polluants ou des groupes de polluants particuliers de l'environnement. Il fournit toute une gamme de renseignements, depuis la nature des sources et la valeur des niveaux d'exposition jusqu'à un exposé détaillé des données disponibles au sujet des effets de ces polluants sur la santé humaine. Des projets rédactionnels sont préparés pour le compte de l'OMS par des experts ou des institutions nationales, puis soumis à l'examen approfondi, d'une part de représentants des quelques 25 Etats membres participant au Programme, d'autre part d'un ou de plusieurs groupes internationaux d'experts (*groupes de travail*). Un objectif important du programme consiste dans l'évaluation des données disponibles sur les rapports entre l'exposition à certains polluants environnementaux (ou à d'autres facteurs physiques et chimiques) et la santé humaine *en vue de fournir des directives garantissant la compatibilité entre les limites d'exposition fixées et la protection de la santé publique*.

Pour faciliter l'application de ces directives dans le cadre des programmes nationaux de protection de l'environnement, l'OMS a décidé de faire rédiger des «résumés d'orientation» où l'accent serait mis, parmi toutes les données présentées dans les documents *in extenso*, sur celles qui sont utiles aux spécialistes qui ont besoin de connaître les problèmes sanitaires en cause sans entrer dans le détail des aspects scientifiques.

Les résumés d'orientation reproduisent les directives d'exposition qui figurent dans les documents relatifs aux critères établis par les groupes de travail, ainsi que les principales données relatives aux effets sanitaires. On s'est efforcé d'éviter toute divergence par rapport aux données présentées dans les documents *in extenso*. Pour certains d'entre eux, particulièrement lorsque leur publication remonte à trois ou quatre ans, ce souci a conduit à l'exclusion des données nouvelles éventuellement publiées depuis la réunion des groupes de travail correspondants. Ces données seront prises en considération lorsque les documents relatifs aux critères et les résumés d'orientation seront revus et corrigés.

Les observations du lecteur au sujet des difficultés éventuelles rencontrées dans l'utilisation des données figurant dans les résumés d'orientation sont les bienvenues. Elles doivent être communiquées à l'adresse suivante:

Division de l'hygiène de l'environnement,
Organisation mondiale de la Santé,
1211 Genève 27,
Suisse

FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES ET HYPERFRÉQUENCES*

1. Introduction

Les hyperfréquences et les fréquences radioélectriques constituent une partie du spectre électromagnétique (voir Fig. 1), comprenant les fréquences allant d'environ 100 kHz à 300 GHz. Ces fréquences sont utilisées en radiotransmission et en radiodiffusion sonore (en modulation d'amplitude ou de fréquence et en ondes courtes), en radiodiffusion télévisuelle (UHF et VHF), dans les installations de radiodétection (radars), les liaisons par faisceaux hertziens et les télécommunications par satellite.

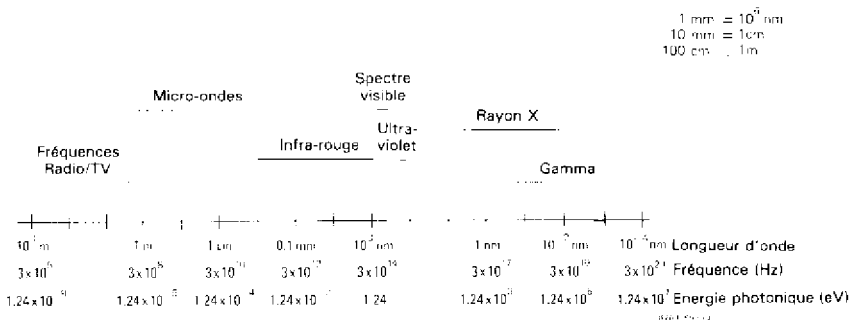


Fig. 1. Spectre du rayonnement électromagnétique

Par définition, les micro-ondes (ou hyperfréquences) correspondent à la gamme 300 MHz-300 GHz. (1 Hz = 1 cycle par seconde, 1 kHz = 10³ Hz, 1 MHz = 10⁶ Hz, 1 GHz = 10⁹ Hz.) Les fréquences radioélectriques et les hyperfréquences correspondent à des radiations dites «non ionisantes», car l'énergie véhiculée est beaucoup trop faible pour provoquer l'ionisation de la matière.

Les fréquences radioélectriques et les hyperfréquences correspondent à des ondes électromagnétiques composées de deux champs

* Résumé de *Fréquences radioélectriques et hyperfréquences*, Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1981, 147 pages (Critères d'hygiène de l'environnement 16, publié sous la triple égide du Programme des Nations Unies pour l'Environnement, de l'Organisation mondiale de la Santé et de l'Association internationale pour la Protection contre les Radiations).

associés, un champ électrique et un champ magnétique, qui se propagent selon un mouvement ondulatoire dans le vide ou dans un milieu matériel. En espace libre, cette propagation se fait à la vitesse de la lumière (3×10^8 m/s) et la fréquence et la longueur d'onde sont liées par l'équation simple: vitesse = fréquence \times longueur d'onde.

Les sources artificielles d'énergie émise dans la gamme des fréquences radioélectriques (FR) et des hyperfréquences prolifèrent depuis quelques décennies. Cette forme de dissipation de l'énergie constitue un aspect physique très récent de notre environnement et l'observation d'effets biologiques associés aux micro-ondes n'est devenue préoccupante qu'au début des années 40. Le problème ne se limite d'ailleurs pas aux pays hautement développés puisque les pays en développement sont en train de s'équiper rapidement en réseaux de télécommunication et de radiodiffusion ainsi qu'en autres sources d'énergie électromagnétique. L'exposition de la population générale aux sources artificielles de FR et d'hyperfréquences dépasse de fort loin l'exposition aux sources naturelles à certaines fréquences. En tant qu'espèce, l'homme n'a pas eu la possibilité de s'adapter aux ondes FR et aux micro-ondes aux niveaux qu'on observe maintenant dans l'environnement.

2. Absorption d'énergie

Pour un être humain de mensurations moyennes, l'organisme présente une capacité maximale d'absorption (absorption de résonance) à environ 70-80 MHz. Il existe aussi une fréquence de résonance pour les diverses parties du corps: c'est ainsi que pour la tête l'absorption est maximale aux alentours de 350 MHz. Aux fréquences supérieures à 30 MHz, l'absorption de l'énergie à l'intérieur de l'organisme est extrêmement irrégulière.

La quantité d'énergie absorbée dépend de divers facteurs, notamment des mensurations du sujet exposé. En l'absence d'un fil de terre (mise à la masse), l'homme type (grand axe de 175 cm) présente une absorption de résonance à une fréquence proche de 70 MHz. Pour les adultes plus petits, les enfants et les nourrissons, l'absorption de résonance correspond à une fréquence supérieure à 100 MHz. Les adultes plus grands présentent au contraire une absorption de résonance à une fréquence inférieure à 70 MHz. A 2450 MHz (fréquence

des fours à micro-ondes), l'homme type absorbe environ 50% de l'énergie électromagnétique incidente. Cependant, l'absorption d'énergie par un homme type est proportionnellement sept fois plus élevée dans des conditions d'absorption maximale, c'est-à-dire à 70 MHz, que dans le cas d'une exposition à 2450 MHz.

3. Sources naturelles d'exposition

L'ionosphère assure une protection très efficace de la biosphère contre les rayonnements issus de l'espace. Si des phénomènes électriques naturels comme ceux qui accompagnent les orages peuvent donner naissance à des rayons de haute intensité, l'exposition de l'homme au rayonnement de la gamme des FR ou des hyperfréquences (100 kHz-300 GHz) associées aux sources naturelles est très faible.

4. Sources artificielles

Les progrès réalisés dans la mise au point de sources artificielles d'énergie émise dans la gamme des FR ou des hyperfréquences, spécialement les appareils transistorisés, ont permis la diversification et la prolifération des applications de cette technologie — dans l'industrie, la médecine, le commerce, la recherche et les appareils ménagers. Les antennes rayonnantes, par exemple les réflecteurs paraboliques, servent à émettre ou transmettre l'énergie des micro-ondes dans l'espace libre ou dans un matériau diélectrique. Cette énergie peut être appliquée directement à un dispositif spécialisé ou être utilisée dans une installation de radiodétection ou de télécommunication ou encore être transformée en une autre forme d'énergie, par exemple la chaleur. Des équipements fonctionnant aux FR ou aux hyperfréquences sont employés dans de nombreuses industries, par exemple pour des opérations de fusion, de soudage, de séchage et de collage, pour la production de matières plastiques et pour la stérilisation.

L'exposition de la population générale aux FR est liée avant tout à la radiodiffusion sonore et télévisuelle. On a indiqué que, aux Etats-Unis d'Amérique, environ 99% de la population est exposée à moins de $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (54-900 MHz). Les sources qui fonctionnent à des fréquences différentes de celles qu'on emploie en radiodiffusion ne contribuent guère à l'exposition de la population générale.

Les équipements individuels de télécommunication, comme les émetteurs-récepteurs fonctionnant dans la bande «grand public» (la «CB») installés à bord des véhicules ou les walkie-talkies portatifs, peuvent entraîner une exposition intense de certaines parties de l'organisme. A l'intérieur et à proximité des véhicules équipés d'un poste de radio, le champ peut être important tant qu'on est proche de l'antenne mais il diminue rapidement à mesure qu'on s'en éloigne. Cet aspect reste à évaluer en termes de dangers pour la santé.

Diverses sources d'exposition professionnelle aux FR et aux hyperfréquences soulèvent actuellement une certaine inquiétude. Il s'agit des radiateurs de chauffage à micro-ondes, des tours et pylônes de radiodiffusion, des appareils de traitement diathermique en ondes courtes et de certaines installations radar.

5. Effets biologiques

Pour comprendre les effets produits dans un système biologique par l'exposition aux FR et aux hyperfréquences, il faut connaître l'intensité du champ électrique et du champ magnétique produits en divers points à l'intérieur du système. En général, les systèmes biologiques sont de géométrie complexe et comportent plusieurs couches aux propriétés électriques différentes; par suite, l'absorption dans l'organisme se fait de façon non uniforme, avec des différences sensibles d'un tissu à l'autre en ce qui concerne l'importance et la vitesse de la hausse de température.

Cette distribution hétérogène, et largement imprévisible, de l'absorption de l'énergie des FR/hyperfréquences peut donner lieu à des élévations de température qui, par leur ampleur ou leur vitesse, sont capables de déterminer des effets biologiques précis. De plus, les gradients de température qui en résultent au niveau des organes profonds peuvent stimuler des altérations fonctionnelles à la fois dans les organes ainsi échauffés et dans les autres. Des effets indirects sont donc possibles, par l'intermédiaire d'organes très éloignés de l'endroit de l'effet primaire.

Rares sont les données qui proviennent d'études effectuées sur des hommes directement exposés aux micro-ondes, expérimentalement ou de par leur profession. La plupart des données relatives aux effets nocifs possibles proviennent d'études portant sur des cellules isolées,

des organismes rudimentaires, des animaux ou des modèles, de sorte qu'il est difficile d'extrapoler à l'homme les résultats ainsi obtenus. Les effets d'une exposition unique et ceux d'expositions répétées doivent être examinés séparément, car une stimulation fréquente des mécanismes d'adaptation risque d'entraîner leur épuisement et leur dégénérescence, selon l'enchaînement classique: «contrainte (stress) — adaptation — fatigue».

Le tableau 1 donne des exemples de catégories de personnels exposés dans l'industrie aux FR et aux hyperfréquences.

Tableau 1. Quelques exemples typiques d'équipements émettant des ondes radioélectriques et des micro-ondes

Fréquence	Emploi	Exposition professionnelle
Au-dessous de 3 MHz	Métallurgie; fusion par courants de Foucault, trempe; radiodiffusion, radiocommunication, radionavigation.	Ouvriers de la métallurgie; personnel utilisant des émetteurs radio.
3-30 MHz	Nombreuses industries, par exemple industrie automobile, industrie du bois, industrie chimique et industrie alimentaire, pour le réchauffement, le séchage, la soudure, le collage, la polymérisation et la stérilisation des diélectriques; agriculture; traitement des aliments; médecine; radioastronomie; radiodiffusion.	Divers ouvriers d'usine, par exemple dans le plaquage du mobilier, le soudage hyperfréquence de matières plastiques, la stérilisation des médicaments et des aliments et l'industrie automobile; personnel médical; personnel des stations de radiodiffusion sonore et télévisuelle.
30-300 MHz	Nombreuses industries comme ci-dessus; médecine; radiodiffusion sonore et télévisuelle, contrôle de la circulation aérienne, radiodétection, radionavigation.	Divers ouvriers d'usine comme ci-dessus; personnel médical; personnel des stations de radiodiffusion sonore et télévisuelle.
300-3000 MHz	Télévision, radar (diffusion troposphérique et météorologie); transmission en hyperfréquences entre points fixes; télémétrie; médecine; fours à micro-ondes; industrie alimentaire; préchauffage des matières plastiques.	Personnel chargé d'essais en hyperfréquences; ouvriers d'entretien et d'exploitation d'appareils de diathermie; personnel médical; personnel des stations de radiodiffusion sonore et télévisuelle; ingénieurs et techniciens de l'électronique; équipage des avions; lanceurs de missiles; mécaniciens radar et personnel d'entretien et d'exploitation des installations radar.
3-30 GHz	Altimètres; radars de bord dans l'aéronautique et la marine; navigation; communications en hyperfréquences par satellite entre points fixes.	Personnel scientifique y compris les physiciens; personnel chargé de la mise au point de dispositifs à micro-ondes; opérateurs radar; personnel de la marine et du service des gardes-côtes; marins, pêcheurs et personnel embarqué.
30-300 GHz	Radiométéorologie; recherche spatiale; physique et techniques nucléaires; spectroscopie hertzienne.	Personnel scientifique, y compris les physiciens; personnel chargé de la mise au point de dispositifs à micro-ondes; opérateurs radar.

6. Effets biologiques sur les animaux d'expérience

A la suite d'une exposition à des rayonnements intenses, on a observé diverses lésions chez les animaux, allant de lésions et d'une nécrose locales à un stress thermique très prononcé sous l'effet d'une hyperthermie. La mort de l'animal suit une exposition à une densité de puissance variable, de quelques dixièmes à plusieurs centaines de milliwatts par centimètre carré (mW/cm^2) selon, essentiellement, la taille de l'animal et la fréquence du rayonnement. Les lésions qu'on observe dans les viscères après une exposition prolongée, même en l'absence d'une élévation notable de la température rectale, sont attribuées au manque d'uniformité dans l'absorption de l'énergie. En outre, ces animaux n'ont manifesté aucun signe patent de détresse.

Une exposition aiguë peut entraîner des lésions oculaires. Le risque est particulièrement élevé pour la cornée et le cristallin dans la gamme de fréquences 1-300 GHz. Pour la cornée, le risque est maximal de 10 à 300 GHz et, pour le cristallin, de 1 à 10 GHz. Une exposition à raison de 150-200 mW/cm^2 , soit en une seule fois pendant un délai de quelques heures à 24 heures, soit pendant quelques heures par jour plusieurs fois par semaine, peut provoquer une cataracte. La rétine peut également être lésée.

L'exposition des animaux aux FR et aux hyperfréquences peut déterminer des modifications transitoires du taux de certaines hormones, probablement par suite de la stimulation thermique de glandes endocrines particulières. On a également fait état d'effets au niveau du système hématopoïétique et des cellules immunocompétentes. De tous les effets constatés, l'un des plus sensibles consiste probablement dans l'altération du comportement. Chez de petits animaux exposés à une densité de puissance incidente de l'ordre de 5 mW/cm^2 , on a observé un arrêt ou une baisse d'activité, un amoindrissement de l'endurance et des activités convulsives.

Chez les animaux comme chez les plantes, on relève des effets génétiques, des effets sur le développement et des effets tératogènes. D'après de nombreux rapports, quand l'intensité est suffisamment élevée, l'exposition aux FR et aux hyperfréquences peut provoquer des aberrations chromosomiques et perturber la division des cellules somatiques (mitose), la maturation des cellules germinales (méiose) et la spermatogénèse. L'intensité nécessaire pour déterminer de tels effets semble indiquer qu'il faut les attribuer à un mécanisme thermique.

7. Effets sur la santé de l'homme

Les études relatives aux effets des micro-ondes sur la santé de l'homme sont tout à fait insuffisantes. Des enquêtes ont bien été effectuées sur l'état de santé des personnels professionnellement exposés à ces fréquences, mais leurs résultats sont difficiles à interpréter car ces études pèchent par un ou plusieurs des aspects suivants: effectif trop faible pour que les résultats soient statistiquement significatifs; absence d'une dosimétrie convenable qui permette de déterminer le niveau d'exposition des personnels en cause; absence de groupe témoin ou emploi de témoins non appariés, ce qui interdit des comparaisons valables avec les effets observés dans le groupe exposé.

Dans les études les plus anciennes effectuées en Pologne, en Tchécoslovaquie et en Union soviétique, les sujets exposés aux micro-ondes à des niveaux non précisés présentaient des troubles subjectifs tels que céphalées, irritabilité, troubles du sommeil, asthénie, baisse d'activité sexuelle (libido) et sensation générale mal définie de mauvaise santé. En revanche, dans des études ultérieures conduites aux Etats-Unis d'Amérique et en Pologne avec des techniques de mesure mieux au point, aucune relation n'a été constatée entre l'exposition professionnelle (jusqu'à 6 mW/cm^2) et l'incidence des troubles fonctionnels, la morbidité, la performance en matière de reproduction et la santé des enfants.

Des études épidémiologiques ont été réalisées dans un certain nombre de pays au sujet de l'effet des micro-ondes sur le cristallin d'ouvriers professionnellement exposés; aucune de ces études n'a révélé d'augmentation statistiquement significative du nombre de cataractes. Dans les cas de cataracte confirmée, les intéressés avaient été exposés à une densité de puissance dépassant 100 mW/cm^2 , ce qui est en accord avec les données expérimentales recueillies chez le lapin.

8. Normes de protection

Pour protéger la santé, deux types principaux de normes sont nécessaires: des normes d'exposition limitant la quantité de micro-ondes et d'ondes radioélectriques dans le cadre de vie et le milieu de travail et des normes d'émission limitant la quantité de rayonnement ou de fuites à partir d'un émetteur. Comme exemple de normes

Tableau 2. Exemples de normes nationales d'exposition: sur 8 h en milieu professionnel et sur 24 h pour le grand public

Pays	Groupe	Gamme de fréquences	Limites d'exposition
Canada	Milieu professionnel	10 MHz-1 GHz 1 GHz-300 GHz	1 mW/cm ² , 60 V/m, 0,16 A/m 5 mW/cm ² , 140 V/m, 0,36 A/m
	Grand public	10 MHz-1 GHz	1 mW/cm ² , 60 V/m, 0,16 A/m
Etats-Unis d'Amérique (American National Standards Institute, 1979)	Milieu professionnel et grand public	300 kHz-3 MHz 3 MHz-30 MHz	100 mW/cm ² (et valeurs équivalentes pour <i>E</i> et <i>H</i>) (900/f) mW/cm ² (et valeurs équivalentes pour <i>E</i> et <i>H</i>) <i>H</i> , <i>f</i> = fréq., MHz
		30 MHz-300 MHz 300 MHz-1,5 GHz	1 mW/cm ² (et valeurs équivalentes pour <i>E</i> et <i>H</i>) <i>f</i> /300 mW/cm ² (et valeurs équivalentes pour <i>E</i> et <i>H</i>), <i>f</i> = fréq., MHz
	Milieu professionnel	1,5 GHz-300 GHz	5 mW/cm ² (et valeurs équivalentes pour <i>E</i> et <i>H</i>)
		30 kHz-30 MHz 30 MHz-300 MHz 300 MHz-300 GHz	50 V/m 10 V/m 25 µW/cm ² (o.e) ^a , 10 µW/cm ² (impulsions)
Grand public	30 kHz-30 MHz 30 MHz-300 MHz 300 MHz-300 GHz	5 V/m 1 V/m 2,5 µW/cm ² (o.e), 1 µW/cm ² (impulsions)	
	Milieu professionnel	60 kHz-3 MHz 3 MHz-30 MHz 30 MHz-50 MHz 50 MHz-300 MHz 300 MHz-300 GHz 300 MHz-300 GHz	50 V/m, 5 A/m (jusqu'à 1,5 MHz) 20 V/m 10 V/m, 0,3 A/m 5 V/m 10 µW/cm ² (antenne stationnaire) 100 µW/cm ² (antenne rotative)
Grand public	300 MHz-300 GHz	1 µW/cm ²	

^aOndes entretenues.

d'émission, on peut citer celle qui a été adoptée au plan international pour les fours à micro-ondes, laquelle limite les fuites à 1 mW/cm^2 à une distance de 5 cm du four.

Pour ce qui est des normes d'exposition, elles n'ont malheureusement pas fait l'objet d'un accord international. Si la plupart des investigations biologiques utiles pour l'élaboration de normes d'exposition ont été effectuées dans la gamme de fréquences 1-10 GHz, il existe des divergences considérables selon les pays en ce qui concerne les limites d'exposition recommandées et les gammes de fréquences dans lesquelles les normes sont applicables.

Les premières normes visant à réglementer l'exposition aux FR et aux hyperfréquences ont été mises en vigueur au cours des années 50, aux Etats-Unis d'Amérique et en Union soviétique. Les limites d'exposition proposées à cette époque sont restées pour l'essentiel sans changement — c'est-à-dire fixées respectivement à 10 mW/cm^2 et $10 \text{ } \mu\text{W/cm}^2$ dans le cas d'une exposition continue. La plupart des pays qui ont mis au point des normes nationales se sont inspirés des limites établies aux Etats-Unis et en URSS.

Depuis, un certain nombre de pays ont proposé ou promulgué des normes qui se situent entre les deux niveaux extrêmes précédents. Il convient de se reporter à la norme particulière pour obtenir les précisions nécessaires. On trouvera au tableau 2 quelques exemples de normes nationales d'exposition pendant 8 h (en milieu professionnel) ou pendant 24 h (pour le grand public).

9. Procédures de sécurité applicables dans les professions exposées

Pour l'essentiel, le matériel de radiodiffusion, de radiotransmission, de radiodétection (radar) et de chauffage industriel est identique dans tous les pays, de même que les appareils médicaux. Quand le personnel risque d'être exposé à des champs élevés, il doit recevoir une formation appropriée et être averti des dangers qui peuvent découler pour la santé d'un emploi incorrect de l'équipement. Ce point est spécialement important quand l'utilisation de l'équipement n'exige aucune formation professionnelle ni compétence particulières, par exemple pour le soudage à hautes fréquences des matières plastiques. Il est possible que le petit entretien ou les réparations du matériel comportent des risques plus élevés puisqu'il faut, pour tra-

vailler, enlever ou neutraliser les dispositifs de protection (blindage) ou de verrouillage et se tenir près de la source d'ondes radioélectriques ou de micro-ondes. On trouvera une étude plus détaillée des procédures de sécurité dans le document *in extenso* de l'OMS, pages 107 et 116-117.

10. Evaluation des limites d'exposition et des risques pour la santé

Il existe une relation fort complexe entre les conditions d'exposition et l'énergie absorbée, laquelle dépend de façon décisive de variables telles que la fréquence, la densité de puissance, la polarisation du champ, les dimensions et la forme du sujet exposé et les facteurs environnementaux. Comme, dans la plupart des effets biologiques rapportés, c'est la nature du phénomène qui a été prise en considération et que les comptes rendus d'expériences ne contiennent pas assez de renseignements sur la dosimétrie, il est difficile d'interpréter rigoureusement les résultats et l'on est mal renseigné sur la relation dose-effet.

Les seules indications qu'on puisse donner en vue de la fixation de limites d'exposition sont fondées sur les meilleures interprétations dont on dispose au sujet des données publiées dans la littérature; ce sont les suivantes:

1) Pour les travailleurs: l'exposition totale ou partielle du corps à des micro-ondes ou à des ondes radioélectriques (ondes entretenues ou impulsions) de densité de puissance comprise en moyenne entre 0,1 et 1 mW/cm², sur n'importe quelle partie de la gamme de fréquences et pour une journée de travail complète, doit être fixée avec un coefficient de sécurité suffisamment élevé pour exclure tout effet nocif sur la santé.

2) Pour la population générale: l'exposition doit être maintenue à la plus faible valeur possible — probablement inférieure aux limites fixées pour l'exposition professionnelle étant donné qu'il est indispensable de clarifier les mécanismes d'interaction et de déterminer les seuils associés aux divers effets.

**Autres titres parus dans la série des
«Critères d'hygiène de l'environnement»**

1. Mercure
2. Polychlorobiphényles et polychloroterphényles
3. Plomb
4. Oxydes d'azote
5. Nitrates, nitrites et composés *N*-nitroso
6. Principes et méthodes d'évaluation de la toxicité des produits chimiques. Partie I
7. Oxydants photochimiques
8. Oxydes de soufre et particules en suspension
9. DDT et dérivés
10. Sulfure de carbone
11. Mycotoxines
12. Le bruit
13. Monoxyde de carbone
14. Rayonnement ultraviolet
15. Etain et organostanniques
16. Fréquences radioélectriques et hyperfréquences
17. Le manganèse
18. Arsenic
19. Sulfure d'hydrogène
20. Quelques dérivés du pétrole (*en préparation*)