

# DES RECOMMANDATIONS DE L'ICNIRP A LA DIRECTIVE EUROPEENNE

Paolo Vecchia, Institut Supérieur de la Santé, Rome, Chairman ICNIRP  
paolo.vecchia@iss.infn.it

## Introduction

La récente directive européenne [1] pour la protection des travailleurs contre l'exposition aux champs électromagnétiques atteint deux objectifs en même temps. D'un côté, elle réalise ce qui était prévu dans la directive cadre à l'égard des agents physiques, de l'autre elle s'insère dans une action pour l'harmonisation des normes qui a été promue, depuis plusieurs années, par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Dans ce contexte, la directive complète d'une façon cohérente l'action de l'Union européenne qui avait déjà émis une recommandation pour la protection du public exposé.

A cet égard, on peut rappeler les raisons de l'Union européenne (UE) pour l'adoption de normes communes : elles assurent un niveau de protection uniforme entre les citoyens, et en même temps sont plus crédibles et acceptables que des normes divergentes. L'UE souligne aussi que les normes communes doivent se baser sur les meilleures connaissances scientifiques, faisant ainsi référence aux recommandations développées par l'ICNIRP [2].

Il est important aussi de noter que les normes de protection avaient été créées, au début, surtout pour la protection des travailleurs. Aux premières recommandations pour la limitation de l'exposition aux micro-ondes du personnel militaire américain dans l'immédiat après-guerre suivirent les limites suggérées par la Conférence Américaine des Hygiénistes Industriels Gouvernementaux (ACGIH). Les normes de l'Institut des Ingénieurs Électriques et Électroniques (IEEE) des États-Unis furent-elles aussi longtemps limitées à la protection sur les lieux de travail.

Cette attention particulière est justifiée par le fait que les niveaux d'exposition du public sont bien au-dessous de ceux qui pourraient provoquer des effets biologiques et sanitaires importants et ainsi ne demanderaient pas de mesures de protection particulières. Au contraire, la protection des travailleurs exige des normes qui soient assez prudentes, scientifiquement bien fondées et pratiquement applicables.

Pour comprendre et apprécier la directive européenne, il est donc approprié d'analyser les critères utilisés pour le développement et pour l'application des recommandations internationales et en particulier des recommandations de l'ICNIRP qui forment la base de la directive.

## Les critères pour le développement des recommandations

L'élaboration des recommandations suit un parcours bien défini, qui comprend plusieurs étapes. La procédure, qui est établie *a priori* pour tout type de rayonnement non ionisant et pour toute situation d'exposition, est décrite en détail dans un document spécifique de l'ICNIRP [3].

### *Revue des données scientifiques*

La première étape consiste en une révision détaillée des résultats de la recherche. Cette révision est en même temps complète et sélective, dans le sens que toutes les études publiées dans des journaux scientifiques accrédités (c'est-à-dire avec un comité de lecture) sont examinées ; seules celles qui sont de bonne qualité et qui fournissent des données utiles pour une évaluation des effets sur la santé sont prises en considération. La qualité différente des études détermine aussi le poids différent assigné à chacune.

En général, pour chaque effet on considère d'abord de manière séparée les données épidémiologiques, celles des études sur des volontaires humains, celles des études sur les animaux et celles de la recherche sur des systèmes cellulaires *in vitro*. À la fin de ces revues, les conclusions sont combinées pour une évaluation globale, qui tient compte aussi de la cohérence entre les résultats fournis par les différentes recherches.

Au travers de cette évaluation, et considérant en particulier la valeur des travaux, la reproductibilité des résultats et la cohérence des indications provenant des différents types d'études, on peut identifier des effets qu'on considère établis. Le point de vue de l'ICNIRP est que seuls ces effets peuvent être l'objet de normes de protection basées sur des limites quantitatives d'exposition.

Toutes les revues de la littérature scientifique effectuées par l'ICNIRP, ainsi que par d'autres organisations et groupes d'experts, ont conclu que les seuls effets établis sont des effets aigus, qui se manifestent en réponse immédiate à l'exposition et qui cessent immédiatement, ou dans un bref délai, quand l'exposition se termine. De plus, ces effets sont détectables seulement au-dessus de niveaux de seuil d'exposition bien déterminés.

### *L'effet critique*

Suivant une approche conservatrice, l'ICNIRP ne considère pas seulement les effets sanitaires, à savoir ceux qui causent un dommage évident, mais aussi les effets biologiques qui, de par leur nature ou leur sévérité, pourraient impliquer un risque pour la santé. Les différents effets présentent bien évidemment des niveaux de seuil divers ; celui qui se manifeste au niveau le plus bas est appelé l'effet critique.

Le concept d'effet critique est central dans la philosophie de l'ICNIRP. Les recommandations visent en fait à protéger le public et les travailleurs contre l'effet critique. Cela assure, à plus forte raison, la protection contre tout autre effet établi.

### *Les quantités dosimétriques*

La recherche a clairement montré que l'action des champs électromagnétiques sur les systèmes biologiques, et en particulier sur le corps humain, ne dépend pas seulement de l'intensité des champs, mais aussi des modalités d'exposition, à savoir la position du corps, ses dimensions, l'orientation des champs, la présence d'objets conducteurs, et d'autres facteurs encore. Pourtant, l'intensité des champs elle-même n'est pas appropriée pour caractériser les réponses biologiques et c'est la raison pour laquelle on utilise des quantités particulières, dites dosimétriques (ou biologiquement efficaces), qui sont directement liées aux mécanismes d'interaction entre les champs et les systèmes biologiques.

Ces quantités sont la densité de courant, liée à l'induction de courant électrique aux basses fréquences, et le débit d'absorption spécifique (DAS) lié à l'absorption d'énergie électromagnétique aux hautes fréquences.

Les niveaux de seuil pour les effets biologiques et sanitaires, et en particulier pour l'effet critique, sont exprimés par ces quantités.

### *Le rôle de la dosimétrie*

Malgré leur valeur d'un point de vue théorique, les quantités dosimétriques ne peuvent pas être mesurées expérimentalement. Pourtant, elles doivent être reliées à des quantités pratiquement mesurables, telles que l'intensité du champ électrique, l'induction magnétique, ou la densité de puissance électromagnétique. Comme on l'a déjà vu, la relation entre les champs extérieurs et la densité de courante induite ou le DAS dépend de plusieurs facteurs qui caractérisent l'exposition. Etablir cette correspondance est le rôle de la dosimétrie.

Aujourd'hui on dispose de techniques dosimétriques très sophistiquées, soit théoriques soit expérimentales. Les premières utilisent des modèles numériques à haute résolution du corps humain et des programmes de calcul spécifiques, les deuxièmes utilisent des fantômes qui, en certains cas,

reproduisent aussi la distribution des tissus biologiques en utilisant des matériaux aux constantes diélectriques appropriées.

Il est ainsi possible, au moins en principe, de déterminer la distribution des courants induits et du DAS pour toute condition d'exposition. Ceci est fondamental surtout pour la protection des travailleurs, car les expositions ont lieu presque toujours très près des sources, où les champs sont fortement variables dans l'espace.

### *Les restrictions de base et les niveaux de référence*

L'exigence de produire des recommandations qui soient scientifiquement solides et cohérentes, et en même temps pratiquement applicables, a conduit l'ICNIRP à développer un système de protection à deux niveaux. On établit d'abord des restrictions de base qui sont les vraies limites d'exposition, à ne dépasser dans aucune condition ; elles sont exprimées par des quantités dosimétriques. A partir des restrictions de base, on déduit des niveaux de référence, exprimés par des quantités mesurables. Ici, l'approche conservatrice joue encore un rôle important. Comme on l'a déjà mentionné, la correspondance entre les quantités dosimétriques et les champs extérieurs dépend d'un grand nombre de facteurs : le choix de l'ICNIRP est de supposer, pour chacun d'eux, la condition du « pire cas », à savoir celle qui réalise le couplage maximum entre le champ et le corps.

Ceci implique deux conséquences importantes. En premier lieu, le respect des niveaux de référence assure toujours celui des restrictions de base, mais le contraire n'est pas vrai. Si les niveaux de référence sont dépassés, cela ne signifie pas nécessairement que les recommandations sont violées : il faut dans ce cas effectuer des analyses supplémentaires pour vérifier que les restrictions de base, les seules significatives pour les effets, ne sont pas dépassées.

La deuxième conséquence est que les niveaux de référence sont extrêmement prudents. En fait, l'adoption simultanée de l'hypothèse du pire cas pour chacun des nombreux facteurs d'exposition correspond bien évidemment à une situation très improbable. Dans la plupart des cas réels, une mesure d'intensité au-dessous des niveaux de référence correspond à une exposition qui est largement au-dessous (jusqu'à plusieurs ordres de grandeur) des restrictions de base.

### *Exposition globale et partielle du corps*

L'action des champs électromagnétiques et, par conséquent, l'induction de courant ou l'absorption d'énergie, n'est pas la même dans les diverses régions du corps humain. Les différences sont dues d'un côté aux différentes valeurs des constantes diélectriques des tissus, de l'autre à la distribution non homogène des champs quand le sujet exposé est très proche de la source. À part le cas très particulier des téléphones mobiles, le public vit ces situations seulement avec les appareils domestiques, qui généralement provoquent des expositions occasionnelles et de courte durée. Pour les travailleurs, au contraire, une exposition de ce type peut durer pendant une bonne partie de la journée de travail.

Pour prendre en compte ces variabilités, les recommandations prévoient, pour les restrictions de base, des valeurs au corps entier et des valeurs locales, qui sont variables selon l'organe à protéger.

### *Facteurs de réduction*

Les niveaux de seuil pour les effets potentiellement nuisibles ne peuvent pas être déterminés avec une précision absolue. Comme toutes les données scientifiques, ils présentent une certaine marge d'incertitude qui peut être due à des limitations du protocole d'investigation, à des erreurs expérimentales, à l'extrapolation de l'animal à l'homme et, pour les études statistiques comme l'épidémiologie, à des fluctuations d'échantillonnages. C'est la raison pour laquelle on applique aux restrictions de base des facteurs de réduction, qui sont plus ou moins importants selon le degré

d'incertitude pour l'effet spécifique considéré. Les facteurs de réduction constituent un élément de prudence supplémentaire dans le développement des recommandations.

### **Caractéristiques des recommandations de l'ICNIRP**

La méthodologie qui a été décrite donne aux recommandations de l'ICNIRP des avantages importants : elles sont transparentes, scientifiquement solides, prudentes et flexibles.

La transparence est assurée par la méthodologie définie *a priori*. Cette méthodologie a été soumise à l'examen et à la critique de la communauté scientifique et du public par la publication d'un document scientifique où toutes les phases de la procédure sont expliquées en détail.

Une surveillance continue de la littérature scientifique de la part de l'ICNIRP et de ses comités permanents donne aux recommandations solidité et crédibilité.

L'introduction de facteurs de réduction, soit explicites soit implicites (comme ceux fournis par l'hypothèse du couplage maximum pour chaque paramètre d'exposition), rend les recommandations très prudentes, en regard des effets contre lesquels elles visent à protéger.

Enfin, l'adoption d'un système à deux niveaux donne aux recommandations une flexibilité qui est tout à fait nécessaire pour leur application pratique à la protection des travailleurs.

Ce dernier aspect mérite une discussion approfondie par son importance. On peut à cet égard considérer l'exemple de l'Italie, où une loi générale établit trois types de restrictions : limites d'exposition, valeurs d'attention et objectifs de qualité. Toutes les valeurs correspondantes sont exprimées en termes d'intensité des champs ou de densité de puissance, sans aucune considération pour les quantités dosimétriques. La même loi établit que les valeurs de ces limites sont fixées par des décrets spécifiques, soit pour l'exposition du public, soit pour l'exposition professionnelle.

Tandis que les décrets pour le public ont été approuvés en 2003, la même chose n'a pas été possible pour les travailleurs, malgré plusieurs tentatives. En effet, si on considère les limites comme valeurs locales, elles sont trop restrictives pour un grand nombre d'applications industrielles : on devrait par exemple interdire le travail manuel à proximité des fours à radiofréquence si le niveau du champ électrique (ou magnétique) au niveau de la main dépassait la limite, quand bien même l'exposition du reste du corps serait négligeable. Au contraire, si les limites sont interprétées comme des valeurs moyennes sur le corps, elles sont trop permissives : on pourrait en fait avoir une exposition très importante et concentrée sur un organe critique, qui serait acceptable parce qu'elle est compensée par des valeurs plus basses ailleurs.

Les recommandations de l'ICNIRP permettent de surmonter la difficulté : il s'agit dans ce cas de vérifier que, malgré le dépassement du niveau de référence, soit la restriction de base au corps entier, soit les restrictions locales sont respectées.

### **Les recommandations de l'ICNIRP et la directive européenne**

Bien que les restrictions de base et les niveaux de référence soient presque identiques, la directive européenne ne peut pas être regardée comme une simple transposition des recommandations de l'ICNIRP. Ces dernières constituent en fait un avis scientifique, tandis que la directive est un document politique. Elle fournit les valeurs de l'ICNIRP comme « des prescriptions minimales », laissant « aux États membres la possibilité de maintenir ou d'adopter des dispositions plus favorables à la protection des travailleurs, notamment en fixant, pour les champs électromagnétiques, des valeurs déclenchant l'action ou des valeurs limites d'exposition plus basses ».

La directive reconnaît donc la possibilité d'adopter une politique de précaution. À ce regard il faut toutefois rappeler la recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), selon laquelle « Il ne faudrait adopter ce genre de politique qu'à la condition que l'évaluation scientifique des risques et des limites d'exposition scientifiquement fondées ne soit pas sapée par l'adoption d'approches arbitraires en matière de précaution. C'est ce qui passerait, par exemple, si les valeurs

limites étaient abaissées à des niveaux n'ayant aucun rapport avec les risques établis ou étaient ajustées de façon arbitraire et inappropriée de manière à tenir compte de l'ampleur de l'incertitude scientifique » [4].

On peut considérer l'affirmation de la directive comme une juste reconnaissance de la souveraineté des états mais, pour les raisons qu'on a déjà discuté, il est bien recommandable que tous les pays adoptent les limites telles qu'elles sont indiquées.

Ceci n'empêche pas la mise en place de mesures de précaution qui, selon l'OMS, devraient être complémentaires des normes scientifiquement fondées, plutôt que les remplacer. L'OMS elle-même suggère un cadre de précaution dans lequel réaliser ces actions.

## Références

1. Rectificatif à la directive 2004/40/CE du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) (dix-huitième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE). Journal officiel de l'Union européenne L 159 du 30 avril 2004.
2. ICNIRP. Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). Health Phys 1998 ; 74 : 494-522. *Disponible en français sur le site [www.icnirp.org](http://www.icnirp.org) (Guide pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques. Champs alternatifs (de fréquence variable dans le temps, jusqu'à 300 GHz).*
3. ICNIRP. General Approach to protection Against Non-Ionizing Radiation. Health Phys 2002 ; 82 : 540-8. *Disponible sur le site [www.icnirp.org](http://www.icnirp.org).*
4. OMS. Aide mémoire: Champs électromagnétiques et santé publique – Politiques de précaution. (Mars 2000). *Disponible sur le site [www.who.int/emf](http://www.who.int/emf).*

**Question :** Dans le cas pratique où on se trouverait en situation d'exposition professionnelle où on en viendrait à dépasser les limites mesurables et les niveaux de référence de l'ICNIRP sans dépasser les limites fondamentales, quelle communication vis-à-vis des travailleurs, qui ne sont pas obligatoirement aussi scientifiquement formés que les personnes présentes ici ?

**Réponse :** Je crois que la question n'est pas de la responsabilité de l'ICNIRP, et que l'orateur qui va discuter de la directive pourra fournir une meilleure réponse. En lisant la directive j'entends que l'évaluation des risques doit être faite *a priori* généralement. Il ne s'agit pas d'une exposition occasionnelle, il faut prévoir toutes les conditions d'exposition et si l'analyse *a priori* montre qu'il existe la possibilité de dépasser les niveaux d'action, il faut analyser plus en détail et montrer qu'on ne dépasse pas les niveaux de référence. C'est mon interprétation personnelle.