

Le Directeur général

Maisons-Alfort, le 29 MARS 2010

AVIS

de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail

**Relatif à la « synthèse de l'expertise internationale sur les effets sanitaires des
champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences »**

L'Afsset a pour mission de contribuer à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement et du travail et d'évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1336-1 du Code de la santé publique).

Présentation de la question posée

L'Afsset a été saisie le 25 juin 2008 par les ministères en charge de la santé, de l'environnement et du travail afin de conduire une expertise relative aux champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences. Il était notamment demandé à l'Afsset de réaliser une synthèse des travaux de l'expertise internationale et de proposer des recommandations afin de mieux quantifier l'exposition de la population à ces champs.

Plus précisément, l'Afsset a été sollicitée pour :

- réaliser une synthèse des travaux de l'expertise internationale depuis la publication du rapport du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPPF) intitulé « Champs magnétiques d'extrêmement basse fréquence et santé » remis à la Direction Générale de la Santé en 2004 ;
- réaliser une analyse méthodologique de l'étude « Experts » (Exposition des personnes) commanditée par la Direction générale de la santé et menée par l'Ecole supérieure d'électricité (Supélec) en partenariat avec RTE¹ et EDF². Cette étude vise à évaluer l'exposition de la population française aux champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences ;
- réaliser une analyse méthodologique de l'enquête citoyenne du Criirem³, menée dans l'ouest de la France ;

¹ RTE : Réseaux de Transport d'Électricité

² EDF : Électricité De France

³ Centre de recherche et d'information indépendantes sur les rayonnements électromagnétiques

- établir la contribution des différents équipements et situations à l'exposition de la population aux champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences et faire des recommandations et des propositions afin de mieux quantifier le niveau d'exposition de la population française aux champs électromagnétiques ;
- faire des propositions d'études et de recherches pour améliorer les connaissances scientifiques dans le domaine des champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences.

Contexte

La question de l'impact sanitaire des champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences est étudiée depuis plusieurs décennies. La publication, en 1979, d'une étude épidémiologique (Wertheimer et Leeper, 1979)⁴ associant le risque de développement de cancers parmi des enfants dans certains logements du Colorado (États-Unis) avec la présence de réseaux électriques dans leur environnement a été le point de départ de la controverse sur les impacts sanitaires des champs magnétiques basses fréquences. Par la suite, de nombreux travaux ont été publiés dans le monde, aussi bien dans les domaines de l'épidémiologie que des effets des champs *in vitro* et *in vivo*. En dépit d'associations statistiques claires identifiées par plusieurs études entre l'exposition aux champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences et les leucémies infantiles, aucun mécanisme d'action n'a pu être décrit et aucun lien de cause à effet n'a non plus été clairement identifié. La part d'incertitude qui entoure encore la question concernant les effets sanitaires des champs extrêmement basses fréquences, en particulier à long terme, alimente les préoccupations et les interrogations du public, focalisées notamment autour des ouvrages de transport d'électricité.

Le classement par le Centre international de recherche contre le cancer (Circ), en 2002⁵, des champs magnétiques extrêmement basses fréquences dans la catégorie 2B (cancérogènes possibles pour l'homme), eu égard à l'excès de risque de leucémies infantiles, a marqué un tournant dans l'expertise des risques sur ce sujet.

Depuis la publication, en 2004, du rapport du CSHPF, d'autres données d'expertise sont parues. En particulier, l'OMS⁶ et le Scenih⁷ ont communiqué des avis scientifiques sur les effets sanitaires des champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences. L'Afsset et l'Inserm ont publié, en 2008, un rapport d'expertise collective sur le thème « cancer et environnement »⁹ qui aborde en particulier le sujet de l'impact sanitaire de ces champs. En France, les travaux de recherche récents ou en cours sur le sujet ont été notamment tournés vers l'amélioration de la mesure de l'exposition et sa prise en compte dans les études épidémiologiques.

Organisation de l'expertise

L'Afsset a confié au Comité d'experts spécialisés (CES) « agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements » l'instruction de cette saisine. Suite à un avis favorable du CES, au cours de sa séance du 9 mars 2009, l'Afsset a mandaté des experts rapporteurs pour la réalisation de l'expertise. Les travaux d'expertise de ces rapporteurs ont été soumis au

⁴ Wertheimer N., Leeper E. (1979). *Electrical wiring configurations and childhood cancer*. Am J Epidemiol.; 109(3):273-84.

⁵ IARC. (2002). *Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. Volume 80: Non-ionizing radiation, part 1: *static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields*. 445 p.

⁶ WHO. (2007). *Extremely low frequency fields*. Environmental Health Criteria 238. 543 p.

⁷ Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks

⁸ SCENIHR. (2009). *Health Effects of Exposure to EMF*. Brussels: European Commission, Health and Consumers DG. 83 p.

⁹ *Cancer et environnement*, Éditeur :Inserm et Afsset, Collection : Expertise collective, publié en octobre 2008.

CES, tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques. Le rapport produit tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES.

Ces travaux d'expertise sont ainsi issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires. Ils ont été réalisés dans le respect de la norme NF X 50-110 « qualité en expertise » avec pour objectif de respecter les critères de compétence, d'indépendance et de transparence tout en assurant la traçabilité. Les conclusions du groupe d'experts ont été présentées et approuvées lors de la séance du 26 janvier 2010 par le comité d'experts spécialisés.

Avis et recommandations

Conclusions de l'expertise collective

En matière de caractérisation des expositions

Il ressort des études portant sur la mesure de l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques basses fréquences publiées ces dernières années ou encore en cours, que la connaissance de cette exposition a progressé. Néanmoins, bien que la nature des sources responsables des émissions soit connue, et même si les moyens métrologiques disponibles permettent aujourd'hui de simuler l'exposition au champ créé par exemple par les lignes de transport d'électricité, l'exposition résultant de ces sources est encore insuffisamment documentée.

On dispose aujourd'hui d'outils de mesure du champ qui permettent de caractériser les émissions des ouvrages de transport d'électricité ou des appareils électroménagers. Par ailleurs, il existe des appareils spécifiques qui permettent de quantifier l'exposition individuelle des personnes aux différentes sources de champ, dans leurs activités quotidiennes. Ainsi, l'étude d'exposition réalisée à Champlan (Essonne)¹⁰ a permis de mettre en œuvre une nouvelle méthode d'investigation de l'exposition individuelle aux champs magnétiques extrêmement basses fréquences.

L'étude de caractérisation de l'exposition de la population française aux champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences « Experts » est toujours en cours. Les choix méthodologiques retenus font qu'elle ne pourra donner une représentation exacte des expositions de la population française. Néanmoins, avec 2 000 personnes suivies, elle devrait donner un éclairage tout à fait intéressant sur les expositions réelles et quotidiennes aux champs magnétiques.

En matière d'effets sanitaires

Les effets à court terme des champs extrêmement basses fréquences sont connus et bien documentés, et les valeurs limites d'exposition ($100 \mu\text{T}^{11}$ pour le champ magnétique à 50 Hz, pour le public) permettent de s'en protéger.

Concernant l'hypersensibilité électromagnétique, syndrome très hétérogène, les données actuelles ne permettent pas d'établir de relation de cause à effet avec les champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences.

En ce qui concerne de possibles effets à long terme, il existe une forte convergence entre les différentes évaluations des expertises internationales (organisations, groupes d'experts ou groupes de recherche), qui se maintient dans le temps. Une association statistique entre exposition aux champs magnétiques extrêmement basses fréquences et leucémie infantile a été observée par différentes études épidémiologiques. Ces études montrent même une bonne cohérence entre elles. Elle est statistiquement significative pour une exposition résidentielle, moyennée sur 24 h, à des champs magnétiques dont les niveaux sont supérieurs à 0,2 ou à 0,4 μT , selon les études. Toutefois, à ce jour, les études qui ont été conduites pour déterminer

¹⁰ Étude Ademe – Afsset sur l'exposition individuelle aux champs magnétiques basses fréquences (2006 - 2008).

¹¹ μT : microtesla ; le tesla est l'unité de mesure de l'intensité des champs magnétiques

un mécanisme biologique de cet effet n'ont pas été concluantes. Elles ont porté notamment sur des animaux et sur des systèmes cellulaires humains *in vitro*.

À partir de ces données, le CIRC a classé en 2002 le champ magnétique de fréquences 50 - 60 Hz comme cancérigène possible pour l'homme (catégorie 2B).

Cette incapacité durable à identifier un mécanisme d'action biologique constitue un défi à la compréhension des questions soulevées par les résultats des études épidémiologiques. Cette situation complexe est une motivation pour favoriser la mise en place d'analyses épidémiologiques plus fines avec une meilleure caractérisation de l'exposition.

Aucune relation entre les champs magnétiques extrêmement basses fréquences et des pathologies autres que les cancers n'a été établie. Cependant, l'hypothèse de l'implication de ces champs dans des pathologies neurodégénératives (Alzheimer et sclérose latérale amyotrophique), a été rapportée, notamment dans une méta-analyse traitant des expositions professionnelles (Garcia *et al.*, 2008)¹², et ne peut être écartée.

En matière de valeurs limites d'exposition

L'absence de relation claire entre des niveaux croissants d'exposition et l'augmentation du risque d'apparition d'un effet biologique, les résultats négatifs des études expérimentales, notamment celles conduites chez l'animal, et l'absence de mécanisme d'action plausible, ont conduit l'Icnirp, pour la définition de valeurs limites d'exposition, à s'en tenir aux valeurs basées sur l'induction de courants induits suite à une exposition « aiguë » à un champ électromagnétique. Une proposition de révision des recommandations de l'Icnirp, confirmant les valeurs limites actuelles, a été publiée récemment et est soumise à consultation publique.

L'OMS (OMS, 2007, aide-mémoire n°322), notamment, considère que les preuves scientifiques d'un possible effet sanitaire à long terme sont insuffisantes pour justifier une modification des valeurs limites d'exposition. Le groupe d'experts sollicités par l'Afsset partage ces conclusions.

Prise en compte des préoccupations sociales

L'enquête réalisée par le Criirem au voisinage de lignes à haute-tension a été analysée par le groupe d'experts. Elle souffre de nombreux biais (mauvaises conception et gestion du questionnaire, populations étudiées mal définies, mesures des expositions non pertinentes, etc.) qui limitent son interprétation et ne permettent pas de valider scientifiquement ses résultats. Elle a cependant le mérite de mettre en lumière les préoccupations sociales liées à l'aménagement de nouvelles lignes de transport d'électricité. Par exemple, elle met en lumière d'importantes questions de la population sur des effets non spécifiques (fatigue, maux de tête, etc.). La cause de ces symptômes décrits par les personnes interrogées par le Criirem sera alors difficile à élucider.

¹² Garcia, A.M., Sisternas, A., Hoyos, S.P., (2008). *Occupational exposure to extremely low frequency electric and magnetic fields and Alzheimer disease: a meta-analysis*. Int. J. Epidemiol. 37(2):329-40.

Recommandations

L'Afsset formule les recommandations suivantes, en s'appuyant sur le rapport du groupe d'expert, ainsi que sur la synthèse d'expertise collective adoptée par le CES « agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements » :

S'agissant de la caractérisation de l'exposition

Considérant :

- les progrès récents en matière de méthodologie pour la caractérisation de l'exposition (mesure individuelle de l'exposition) et l'intérêt qu'il y aurait à améliorer encore les outils de mesure des champs électromagnétiques existants ;
- la nécessité de définir des protocoles harmonisés de mesure des champs ;
- les connaissances encore limitées de l'exposition des personnes aux sources de champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences ;
- la population estimée à environ 350 000 personnes qui pourraient être exposées à des valeurs de champ magnétique supérieures à 0,4 μ T émis par des lignes de transport d'électricité (CSHPF, 2004)¹³ ;
- la réduction limitée des champs magnétiques émis par les lignes de transport d'électricité très haute tension souterraines par rapport aux lignes aériennes ;

L'Afsset recommande, concernant la métrologie des champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences :

- de disposer d'un appareil de mesure de référence donnant suffisamment d'informations, en particulier spectrales, pour réduire une partie des aléas potentiellement liés aux études d'exposition effectuées ;
- d'élaborer un protocole de mesure des champs magnétiques extrêmement basses fréquences dans l'objectif de standardiser les méthodes d'évaluation de l'exposition des personnes, notamment à proximité des ouvrages de transport d'électricité ;
- d'encourager les laboratoires d'essais et de métrologie en électromagnétisme à obtenir une accréditation de type COFRAC pour la réalisation de mesures de champs magnétiques basses fréquences ;
- d'étudier la pertinence des indicateurs d'exposition aux champs magnétiques extrêmement basses fréquences disponibles : différents types de moyennes (arithmétique, géométrique, etc.), et de réfléchir à l'intérêt de disposer d'autres indicateurs d'exposition ;
- d'améliorer les appareils de mesure pour les rendre moins coûteux et pour réduire leur encombrement. Cela permettra de cartographier précisément et facilement l'exposition aux champs extrêmement basses fréquences à proximité des sources ;

concernant l'exposition du public :

- de compléter la méthodologie de la mesure de l'exposition dans les lieux de vie de la population étudiée par des mesures directes de l'exposition individuelle réelle, et par des enregistreurs individuels portables ;

¹³ CSHPF (2004). Aurengo, A., Clavel, J., de Seze R., et al. *Champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence et santé*. DGS:61p.

- dans le cadre d'études épidémiologiques ou de caractérisation de l'exposition, de chercher à évaluer l'exposition réelle des personnes aux champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences. Il est recommandé de considérer des temps de mesures supérieurs à 24 h, idéalement sur une période d'une semaine et de répéter les mesures en différentes saisons de l'année ;
- de caractériser l'exposition à certains équipements sources de champs non encore étudiés : voiture électrique, etc. ;
- d'encourager les sociétés qui exploitent des réseaux de distribution ou de transport d'électricité à disposer de données consultables de l'exposition aux champs électromagnétiques et les mettre à la disposition des scientifiques ;
- de documenter et affiner, notamment par des mesures, la caractérisation de l'exposition des populations vivant à proximité des lignes de transport d'électricité à très haute tension ;
- de réaliser des mesures d'exposition dans les établissements recevant du public qui accueillent des populations sensibles (femmes enceintes et enfants) à proximité des lignes de transport d'électricité à très haute tension ;
- de documenter les niveaux d'expositions aux autres sources de champs magnétiques extrêmement basses fréquences supérieurs à 0,4 μ T (corridors de transports utilisant l'énergie électrique, etc.) ;
- de transposer en droit français la recommandation européenne de 1999 concernant la limitation de l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques, notamment concernant les extrêmement basses fréquences, et de l'harmoniser avec les réglementations déjà existantes, dans toute la gamme de fréquences de 0 à 300 GHz ;

concernant l'exposition des travailleurs :

- d'informer les acteurs concernés de l'évolution de la directive européenne 2008/46/CE fixant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) ;
- de fournir une aide technique et scientifique aux entreprises pour la mise en place de la directive européenne 2008/46/CE ;
- d'identifier les situations d'expositions majeures et mineures, notamment dans les petites et moyennes entreprises et caractériser les différentes expositions en fonction des sources ou des activités ;
- pour l'exposition en milieu professionnel, que les industriels intègrent la réduction des expositions aux champs extrêmement basses fréquences dans leurs actions de protection des travailleurs ;
- d'organiser une veille scientifique sur la question de l'exposition et des effets sanitaires éventuels des champs magnétiques extrêmement basses fréquences en milieu professionnel.

Concernant l'urbanisme :

Considérant d'une part, que des associations statistiques ont été trouvées entre l'exposition aux champs extrêmement basses fréquences et les leucémies de l'enfant et d'autre part, que les mécanismes d'action de ces effets n'ont pas été identifiés et que les valeurs limites d'exposition ne peuvent être aujourd'hui recalculées pour prendre en compte des hypothèses d'effets à long terme, l'Afsset estime qu'il est justifié, par précaution, de ne plus augmenter le nombre de

personnes sensibles exposées autour des lignes de transport d'électricité à très hautes tensions et de limiter les expositions.

Cette recommandation peut prendre la forme de la création d'une zone d'exclusion de nouvelles constructions d'établissements recevant du public (hôpitaux, écoles, *etc.*) qui accueillent des personnes sensibles (femmes enceintes et enfants) d'au minimum de 100 m de part et d'autre des lignes de transport d'électricité à très hautes tensions. Corrélativement, les futures implantations de lignes de transport d'électricité à très hautes tensions devront être écartées de la même distance des mêmes établissements. Cette zone peut être réduite en cas d'enfouissement de la ligne.

L'Afsset remarque que des dispositions législatives et réglementaires ont certes déjà été prises pour limiter les constructions à proximité des lignes de transport d'électricité à très hautes tensions en créant des servitudes d'utilité publique (loi du 13 décembre 2000 relative à la solidarité et au renouvellement urbains, décret du 19 août 2004), mais celles-ci visent uniquement des considérations de gestion des lignes.

S'agissant des études et recherches sur les effets biologiques et sanitaires des champs extrêmement basses fréquences

Considérant :

- la nécessité de poursuivre les efforts de recherche en matière de connaissance des effets biologiques et sanitaires éventuels des champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences, dans le contexte de l'existence d'une association statistique épidémiologique identifiée par certaines études entre la leucémie infantile et l'exposition à ces champs, et l'absence de mécanisme d'action biologique identifié ;
- les incertitudes scientifiques persistantes concernant la relation entre l'exposition aux champs magnétiques extrêmement basses fréquences et l'augmentation du risque de leucémies infantiles ;

afin de compléter les connaissances scientifiques sur les effets potentiels des champs extrêmement basses fréquences, l'Afsset recommande :

en matière d'épidémiologie :

- de travailler sur les caractéristiques de l'association statistique identifiée avec la leucémie infantile, et de l'approfondir par des études sur des cas particuliers : situations d'expositions importantes, en milieu professionnel ou ailleurs ;
- de systématiser le recours aux méthodes les plus avancées sur la caractérisation de l'exposition et répliquer les études anciennes ;
- de prendre en compte l'impact des expositions multifactorielles (co-expositions à d'autres agents chimiques et/ou physiques) dans les nouvelles études ;
- de rappeler l'importance de réaliser des études comportant des échantillons de taille suffisante et de réaliser des études de faisabilité préalables aux études épidémiologiques de grande ampleur ;
- d'actualiser les méta-analyses existantes sur la leucémie infantile à l'aide des nouvelles données aujourd'hui disponibles ;
- de favoriser l'acquisition de connaissances épidémiologiques sur l'étiologie des leucémies infantiles, en facilitant notamment l'accès aux données administratives indispensables comme le lieu de résidence des parents à la naissance de l'enfant et en

encourageant les dispositifs permettant un recrutement suffisant d'individus sur le plan statistique ;

- de poursuivre et améliorer les travaux concernant les pathologies autres que les cancers (maladie d'Alzheimer et sclérose latérale amyotrophique notamment), en raison du déficit d'information actuel ;

concernant la recherche d'effets biologiques :

- de mieux contrôler les conditions expérimentales permettant d'évaluer les effets biologiques ainsi que la caractérisation de l'exposition des modèles ;
- de développer des recherches sur les conséquences de l'exposition à un champ magnétique extrêmement basses fréquences sur le développement des systèmes immunitaires et hématopoïétiques chez le jeune animal ;
- de mener des expérimentations avec des expositions animales *in utero* ou du moins précoces dans la vie, prolongées ou répétées dans le temps, autres que les études de tératogénèse et de développement. Les paramètres à étudier doivent être en lien avec le cancer (cancérogenèse, génotoxicité et cytogénétique, etc.), mais aussi avec la leucémie lymphoblastique aiguë ;
- d'encourager l'utilisation de modèles animaux de leucémie lymphoblastique aiguë, notamment par la mise au point des modèles murins transgéniques de leucémie infantile utilisables dans les études sur les champs extrêmement basses fréquences ;
- de réaliser des études qui permettent de comprendre expérimentalement une éventuelle relation causale entre champs magnétiques extrêmement basses fréquences et leucémies de l'enfant, d'éventuels mécanismes d'effets co-cancérogènes, de mécanismes de stress oxydatif, etc. ;
- de tester les interactions entre les champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences et des agents dont la toxicité est établie (agents génotoxiques notamment) en utilisant des protocoles de toxicologie standardisés et une puissance statistique suffisante ;
- de conduire des études visant à vérifier l'existence d'effets synergiques et à déterminer les seuils éventuels pour l'apparition de tels effets.

concernant la compatibilité électromagnétique avec des dispositifs médicaux implantables :

- de mettre en place un recueil systématique d'éventuels incidents qui pourraient affecter les personnes porteuses d'implants médicaux actifs ;

S'agissant de la communication au public sur les effets des champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences

Dans l'attente de la publication de nouvelles études, un effort doit être réalisé pour informer le public sur le risque sanitaire débattu associé à l'exposition aux champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences. L'action doit porter sur l'état des connaissances et ses évolutions, ainsi que sur les efforts conduits en matière de mesure et de limitation des expositions. À titre d'exemple, l'Afsset recommande :

- de fournir au public une information sur les niveaux de champ magnétique à la fréquence 50 Hz à proximité des ouvrages de transport d'électricité, par le biais de mesures ponctuelles sur site, et par l'intermédiaire d'estimations de l'exposition

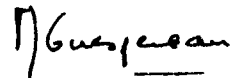
réalisées à partir de données de charge des principales lignes de transport d'électricité, sur le réseau haute-tension B (au-dessus de 50 kV) ;

- de faciliter la réalisation de mesures de champs dans les logements des personnes qui le souhaiteraient ;
- d'envisager la création d'un site internet de vulgarisation sur le sujet des champs extrêmement basses fréquences, qui pourrait proposer notamment de visualiser des mesures de champs couplées à la localisation des lignes de transport d'électricité et favoriserait l'accès des citoyens français aux documents de l'expertise internationale les plus importants ;

d'associer les populations locales aux études de caractérisation de l'exposition, en les impliquant dans la définition des objectifs et en les informant des résultats.

Fait en quatre exemplaires,

Le Directeur général



Martin GUESPEREAU