

# Champs Electromagnétiques EBF et santé

## - première partie -

### Rappels historiques (pourquoi les champs magnétiques ?)

La problématique actuelle démarre à la fin des années 70 et concerne le champ magnétique. Néanmoins les premiers questionnements sur les possibles effets sanitaires des CEM d'extrêmement basse fréquence<sup>1</sup> (EBF) datent des années 60, et portaient sur le champ électrique. Aujourd'hui ce débat particulier est clos du point de vue de la recherche, mais cela vaut la peine de retracer ce contexte historique et de comparer le questionnement passé sur le champ électrique et le questionnement actuel sur le champ magnétique.

## 1. Pourquoi le champ électrique ?

### 1.1 Un champ directement perceptible par l'homme

On s'est intéressé au champ électrique EBF, car l'homme peut directement le percevoir dès lors qu'il atteint des valeurs de l'ordre de 10 kV/m, supérieures aux valeurs d'exposition du public mais relativement courantes dans les postes à haute tension. Selon les données bibliographiques disponibles une minorité de personnes pourraient cependant percevoir le champ électrique à partir de 5 kV/m, valeur limite d'exposition du public en France. Il s'agit de valeurs élevées, mais rappelons que sous un nuage orageux le champ électrique naturel peut atteindre des valeurs de 15 à 20 kV/m avant que n'apparaissent les premiers éclairs de foudre.

On perçoit le champ électrique EBF par un effet de « souffle » sur la peau, qui est en réalité une vibration des poils. En pratique, sous l'influence du champ les poils se chargent électriquement avec la même polarité et ont donc tendance à s'écarter les uns des autres : ils se hérissent. Le phénomène est poussé à l'extrême dans les musées scientifiques, comme le Palais de la Découverte à Paris, où des volontaires voient se dresser leurs cheveux sous l'action de champs électriques statiques intenses<sup>2</sup>. C'est particulièrement spectaculaire quand les cheveux sont fins.



<sup>1</sup> Gamme de fréquences de 0 à 300 Hz et comprenant donc les fréquences de fonctionnement des réseaux électriques, à savoir 50 Hz (en Europe) et 60 Hz (en Amérique du Nord).

<sup>2</sup> Des vidéos sont observables ici : <http://www.palais-decouverte.fr/fr/au-programme/expositions-permanentes/toutes-les-salles/salles-de-physique/les-exposes/> ou encore (à partir de la 5ième minute) : [https://www.youtube.com/watch?v=U\\_6Dka6UP8E](https://www.youtube.com/watch?v=U_6Dka6UP8E)

Dans les postes électriques à haute tension, le champ électrique est alternatif à 50 Hz et le phénomène se produit donc à chaque crête de l'onde, donc 100 fois par seconde. C'est trop rapide pour que les cheveux et poils suivent le mouvement mais une faible vibration est perçue. Cet effet de souffle sur la peau est perceptible dans les zones à fort champ électrique quand on tend la main devant soi, bras tendu et paume vers le sol. A noter que si à l'inverse on tourne la paume vers le ciel, on ne perçoit plus rien du fait de l'absence de pilosité sur la paume.

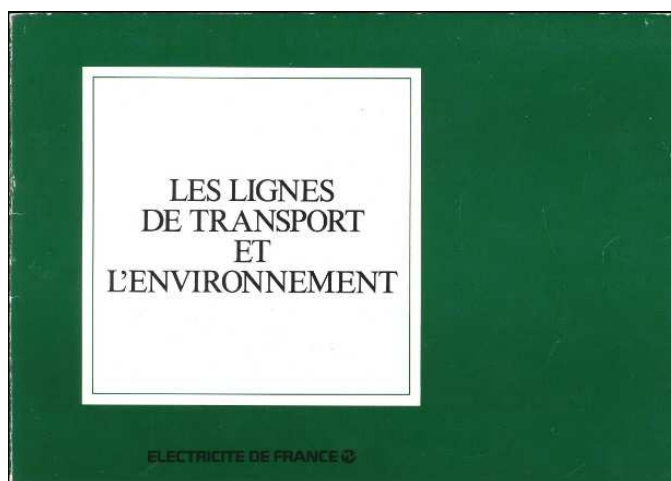
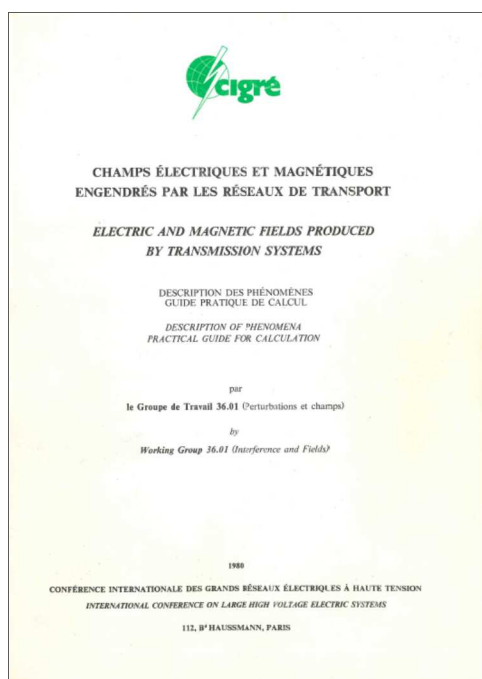
## 1.2 Des questions chez des travailleurs russes

Cependant la vraie raison de l'intérêt porté au champ électrique EBF est le fait que dans les années 60, un certain nombre de publications russes<sup>3</sup> font état de symptômes subjectifs (troubles du système neuro-végétatif, maux de tête, insomnies, modifications de la libido, etc.) chez des travailleurs de postes à haute tension. Les auteurs précisent qu'il ne s'agit pas d'effets pathologiques, mais cela suffit à lancer un premier débat sur la nocivité potentielle et donc la limitation des expositions au champ électrique.

Ces études russes sont cependant critiquées (y compris par d'autres auteurs russes) pour leurs faiblesses méthodologiques (absence de groupe témoin) et le fait que les symptômes décrits sont pour une large part non spécifiques : ils peuvent apparaître en situation de stress et peuvent aussi être liés à d'autres expositions, notamment les solvants chimiques. En parallèle, les études menées sur les travailleurs occidentaux ne confirment en rien les observations russes<sup>4</sup>.

## 1.3 Le questionnement s'éteint

La recherche sur le champ électrique est encore active au début des années 80. Il faut dire aussi que les années 60 et 70 correspondent au moment où on étudie le développement des lignes à ultra hautes tensions (700 kV et plus) en Europe et la question de l'exposition aux forts champs électriques est donc d'importance. Dans la brochure éditée par la CIGRE<sup>5</sup> en 1980, un chapitre est consacré aux possibles effets sanitaires et environ une cinquantaine de publications sont référencées dans la bibliographie. Parmi elles seules 3 font explicitement référence au champ magnétique.



Brochure CIGRE 1980 et plaquette EDF 1983

<sup>3</sup> Asanova et Rakov (1966) : « *The state of health of persons working in the electric field of outdoor 400 and 500 kV switchyards* »  
Sazanova (1967) : « *A physiological assessment of the work conditions in 400-500 kV switchyards* »

<sup>4</sup> on peut citer par exemple l'étude Française de M.V. Strumza publiée en 1970 « *Influence sur la santé humaine de la proximité des conducteurs d'électricité à haute tension* »

<sup>5</sup> CIGRE : Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques. C'est une société savante regroupant scientifiques, universitaires et industriels des hautes tensions.

Dans le même ordre d'idée une plaquette EDF de 1983 sur « *les Lignes de Transport et l'Environnement* » consacre un chapitre entier aux possibles effets biologiques des CEM EBF. Là encore, le champ magnétique n'apparaît que de manière marginale : il est traité en une demi-page contre 12 pour le champ électrique.

On pourra enfin citer la publication en 1984 de l'Organisation Mondiale de la Santé du « Critère de santé Environnementale » n°35 (*Environmental Health Criteria n°35*). C'est le premier du genre sur les champs électromagnétiques ; il y a eu plusieurs mises à jour et le dernier en date a été publié en 2007 (EHC n°238). La partie finale du chapitre « *Health Risk Evaluation* » de l'EHC 35 est reproduite en annexe. Là aussi les conclusions portent essentiellement sur le champ électrique. Les questions sur le champ magnétique émergent (l'étude de Wertheimer a été publiée 4 ans avant) mais sont considérées à l'époque comme un sujet tout juste émergent.

On conclura ce chapitre consacré au champ électrique par une remarque : il est en effet intéressant de relever que ce questionnement passé sur le champ électrique est issu, d'une part du fait que les forts champs électriques ont un effet observable et perceptible sur l'homme, et d'autre part d'observations médicales, en l'occurrence celles de médecins du travail russes.

Ce dernier point est intéressant car on suit là un processus relativement courant en matière d'alertes médicales : un ou plusieurs médecins détectent des symptômes jugés anormaux chez des patients et font le lien avec un facteur d'environnement ou un facteur de vie (par exemple la prise d'un médicament). Ce signal permet d'alerter et de lancer des études toxicologiques et épidémiologiques pour confirmer ou non ces observations. En l'occurrence, pour le champ électrique, l'alerte lancée dans les années 60 n'a pas été confirmée par les études ultérieures et de facto, la question des possibles effets à long terme de l'exposition au champ électrique s'est quasiment éteinte à la fin des années 1980.

Le mécanisme qui a lancé le débat sur le champ magnétique s'écarte complètement de ce schéma.

## **2. L'émergence de la problématique sur le champ magnétique**

### **2.1 Un champ imperceptible jusqu'à des valeurs très élevées**

L'émergence du questionnement sur le champ magnétique ne suit en rien celui du champ électrique : on connaît le mécanisme des magnéto-phosphènes depuis un siècle (recherches du physicien français d'Arsonval) et on sait que si on est exposé à des niveaux très élevés de champ magnétique, les courants induits dans le corps peuvent atteindre des niveaux dangereux. Néanmoins, dans les deux cas il s'agit d'effets immédiats liés à de très fortes expositions, à des niveaux bien plus élevés que ce que l'on peut rencontrer par exemple dans les métiers de l'électricité.

### **2.2 Aucune alerte médicale**

En parallèle au questionnement sur le champ électrique dans les années 60 et 70, aucune alerte médicale vis-à-vis des champs magnétiques EBF n'émane de la médecine du travail (c'est toujours vrai aujourd'hui) et on considère qu'il n'y a pas d'interaction entre le champ magnétique EBF et les tissus vivants, pour les niveaux d'exposition du public et des professionnels, y compris dans les compagnies d'électricité. C'est ce que conclut la plaquette EDF citée précédemment. La brochure CIGRE de 1980 n'évoque même pas le sujet du champ magnétique dans la conclusion du chapitre sur les effets sanitaires.

### **2.3 Une surprise épidémiologique**

C'est dans ce contexte qu'est publiée en 1979 une étude épidémiologique qui observe une association entre leucémie de l'enfant et densité de réseau électrique. Alors qu'aucune alerte médicale ou résultat expérimental ne le précède, c'est donc de ce résultat épidémiologique que va démarrer un vaste questionnement scientifique qui perdure encore aujourd'hui au bout de 4 décennies de recherche.

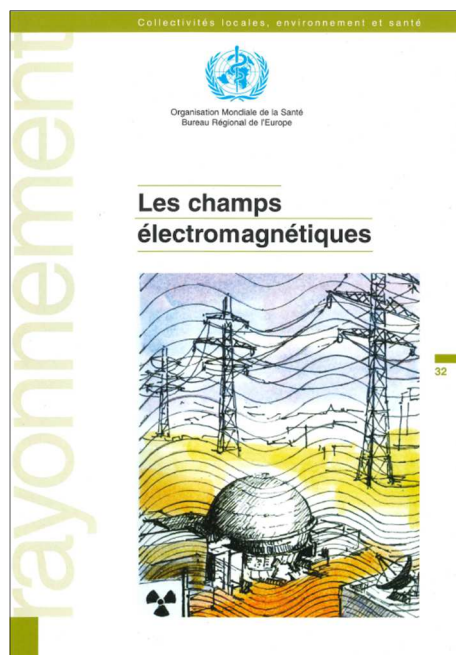
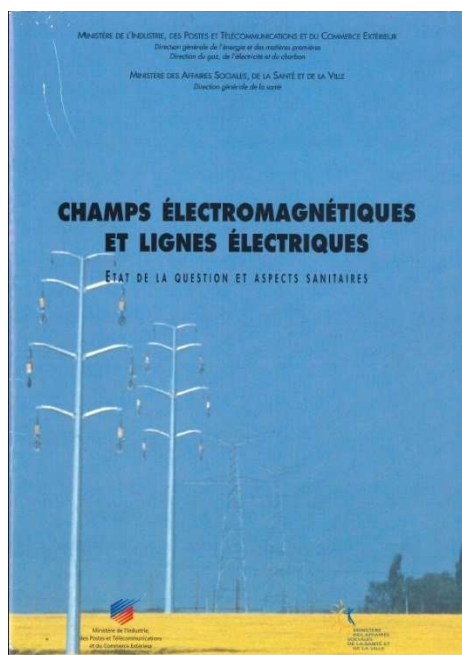
Cette première étude, menée par Wertheimer et Leeper à Denver aux Etats Unis, observe donc davantage de leucémies et de cancers chez les enfants résidant à proximité de réseaux électriques importants. Ces réseaux sont classés suivant un « code de câblage » (*wiring code*) en 5 catégories, et l'excès de leucémie est associé avec les catégories les plus élevées, c'est-à-dire les réseaux les plus importants et avec les plus gros câbles (*High / Very High Current Configuration*).



L'association observée porte donc sur le voisinage avec les réseaux électriques. Quel facteur pourrait expliquer cette association entre réseaux électriques et effets sanitaires ? Le champ électrique n'est pas retenu car d'une part aucun indice de cancérogénicité n'est apparu dans les recherches des années 60 et 70 et d'autre part, comme on l'a vu en première partie du MOOC, il ne pénètre pas dans les résidences et ne génère donc peu ou pas d'exposition résidentielle. **C'est donc le champ magnétique qui sera suspecté d'être le facteur explicatif de l'association observée et c'est sur lui que la recherche va se focaliser durant les 4 décennies qui vont suivre.**

Le démarrage est lent et ceci va se faire avec un certain délai et par exemple il est frappant de constater que dans la brochure d'information EDF de 1983 déjà citée, l'étude de Wertheimer est citée dans les références bibliographiques mais pas dans le texte : le sujet n'a pas encore vraiment pris d'importance. De même, le *Environmental Health Criteria* n°35 de l'OMS date de 1984 et si les études de Wertheimer et Thomenius sont citées (voir annexe) c'est encore une piste de recherche qui attend confirmation.

Néanmoins 10 ans plus tard, le champ magnétique est au cœur des recherches tandis que le champ électrique n'est plus considéré comme une cause possible d'effet sanitaire à long terme : la brochure éditée en 1993 par les Ministères de l'Industrie et de la Santé est tout à fait illustrative de cette évolution. Il en est de même avec la brochure OMS de 1999. Toutes deux indiquent que les recherches en cours portent sur le champ magnétique et le cancer ; les champs électriques ne basse fréquence ne sont plus évoqués en tant que piste de recherche.



Plaquette ministérielle de 1993 et plaquette OMS de 1999



## Annexe : copie de la fin du chapitre "Health Risk Evaluation" du EHC n°35 de l'OMS de 1984

Comme on peut le constater l'essentiel des conclusions porte sur le champ électrique (surligné en jaune). L'exposition au champ magnétique (surligné en bleu) est peu évoquée et le plus souvent non explicitement.

### HEALTH RISK EVALUATION

(...) The epidemiological studies (Wertheimer & Leeper, 1979, 1982; Tomenius et al., 1982) suggesting a relationship between childhood or adult cancer and residence in houses at various distances from high current flow due to external electrical wiring configurations, can only be considered as preliminary because of the many criticisms that have been levelled at the studies.

The studies (Milham, 1982; Wright et al., 1982; Coleman et al., 1983; McDowell, 1983; Vagero & Olin, 1983) suggesting an association between electrical occupations (exposure to electric and magnetic fields) and cancer were analyses of occupational mortality data and subject to many sources of errors.

Thus, although these reports suggest potential adverse health effects, they cannot be evaluated in terms of health risk until the potentially confounding factors and sources of errors are eliminated. It is of concern, however, that no studies have yet been published following up these reports.

Laboratory studies on human volunteers exposed for short periods to electric fields (up to 20 kV/m) have, in general, shown no effects (Hauf & Wiesinger, 1973; Johansson et al., 1973; Hauf, 1974; Rupilius, 1976; Sander et al., 1982). The results of these studies suggest that no apparent acute effects are likely from exposure to strong electric fields. However, they cannot be used as indicators that no health effects will occur from long-term exposure (months or years).

Studies on the health status of linemen and switch-yard workers have not revealed any differences between exposed and control groups (Knave et al., 1979; Stopps & Janischensky, 1979). As indicated in section 6, these epidemiological studies, although among the more complete, have still suffered from a lack of numbers of persons exposed to high electric field strengths for extended periods. However, these workers are exposed to potentially the highest electric field strengths albeit for short periods of time (section 6, Table 7). These studies do not provide a good data base on which to evaluate the possible health effects from long-term exposure of the general public to electric fields near transmission lines. More definitive information is needed, which in general, can only be provided through both large-scale epidemiological studies and developments in dosimetry that will make it possible to extrapolate the experimental animal results to human beings.

While attempting to arrive at general conclusions concerning the health hazards of ELF electric fields for protection purposes, the fundamental question that requires an answer is whether or not exposure to these electric fields induces any physiological or pathological effects in man.

From a careful review of laboratory studies *in vivo* and *in vitro*, and from human studies, the following conclusions can be drawn:

- a) Adverse human health effects from exposure to ELF electric field levels normally encountered in the environment or the workplace have not been established.
- b) Some human beings feel spark discharges in electric fields of about 3 kV/m and perceive the fields between 2 - 10 kV/m. At present, there are no scientific data that suggest that perceiving a field produces an adverse pathological effect.
- c) Exposure to ELF electric fields can alter cellular, physiological, and behavioral events. Although it is not possible to extrapolate these findings to human beings, at present, these studies serve as a warning that unnecessary exposure to electric fields should be avoided.
- d) The preliminary nature of the epidemiological findings on the increased incidence of cancer among children and adults exposed to ELF fields from electric wiring and the relatively small increment in reported incidence, suggest that, although the epidemiological data cannot be dismissed, there must be considerable study before they can serve as useful inputs for risk assessment.