

# ELECTRICITE DE FRANCE

DIRECTION DES ETUDES ET RECHERCHES

Service Etudes de Réseaux

13 AVRIL 1983

Département COMPTAGE-EXPLOITATION-GESTION

1, Avenue du Général de Gaulle

92141 - CLAMART CEDEX -

Tél. : 765.43.21

Ph. LEFEVRE

**ESSAI PROSPECTIF SUR LES APPLICATIONS  
DE L'ELECTRICITE AU DOMAINE DE  
LA MEDECINE ET SUR LES ETUDES  
D'ENVIRONNEMENT ELECTROMAGNETIQUE**

59 Pages

Résumé

- Confidentiel
- Diff. restreinte
- Diff. EDF
- Diff. générale
- Non signalé

Avertissement au lecteur

La présente note a pour but de présenter les applications possibles de l'électricité au domaine de la médecine, et les problèmes de pollution électromagnétique.

Le lecteur pressé pourra se contenter de l'introduction, du chapitre 1 et de la conclusion.

Le chapitre 2 est une présentation plus détaillée de quelques techniques et de la pollution électromagnétique.

Enfin le chapitre 3 rassemble quelques éléments de réflexion sur les nuisances dues aux lignes HT, qui concernent directement EDF.

## SOMMAIRE

INTRODUCTION : le corps humain est le siège des champs électrobiomagnétiques qui régissent son fonctionnement.

1 - Les développements de la biophysique dans le domaine de l'électromagnétisme sont méconnus en France et mériteraient qu'on y consacre plus de moyens

1.1. Une réflexion prospective laisse penser que la médecine d'aujourd'hui est, par rapport à celle du XXIème siècle, ce qu'était la physique avant la formulation des lois de l'électromagnétisme, comparée à son état actuel.

1.2. Les trois domaines de recherche envisageables sont les méthodes d'analyse et de diagnostic, les thérapies électromagnétiques, et les études d'environnement.

1.3. On s'intéresse trop peu à ces domaines en France dans les laboratoires officiels, mais il n'est pas trop tard pour s'y engager avec l'espoir d'être parmi les premiers.

1.4. Le rôle que les Etudes et Recherches d'EDF pourraient éventuellement jouer : celui d'un initiateur, d'un catalyseur, et d'un lien entre la recherche fondamentale et l'industrie.

2 - Quelques uns des techniques ou des domaines évoqués précédemment sont présentés plus en détail

2.1. Méthodes d'analyse et de diagnostic

2.1.1. Tomographie par RMN (Résonance Magnétique Nucléaire)

2.1.2. Electrobiophotographie

2.2. Méthodes thérapeutiques

2.2.1. Electroanesthésie

2.3. Etudes d'environnement

2.3.1. Ionisation atmosphérique

2.3.2. Pollution électromagnétique directe

3 - Réflexions d'un béotien sur les effets biologiques des lignes HT

3.1. Le point de vue d'EDF et de la communauté scientifique

3.2. Le point de vue des écologistes

3.3. De l'intérêt pour EDF de mener des études approfondies directement, et de le faire savoir au public.

**CONCLUSION**

## INTRODUCTION

Le corps humain est le siège de champs électrobiomagnétiques qui régissent son fonctionnement

Bien qu'il soit impossible de dire aujourd'hui que les forces électromagnétiques constituent le substrat de l'univers, puisqu'aucune théorie unitaire satisfaisante n'a encore pu être élaborée, elles interviennent dans la plupart des phénomènes physiques qui nous touchent.

L'interaction électromagnétique, située à mi chemin entre l'interaction gravitationnelle dans l'infiniment grand, les interactions faible et forte dans l'infiniment petit, a en outre une échelle d'action spatiale qui recouvre celle de l'homme.

Les phénomènes électromagnétiques qui se manifestent dans tout l'univers jouent bien évidemment un rôle dans les mécanismes biologiques qui animent les êtres vivants.

Les découvertes les plus récentes en biologie montrent que tous les organismes vivants et en particulier le corps humain, sont le siège de champs électrobiomagnétiques spécifiques, ignorés jusqu'alors du fait de leur très faible intensité, mais que les progrès de l'électronique permettent maintenant de mesurer.

La connaissance traditionnelle, telle que celle de l'acupuncture, nous apprend même que les perturbations au niveau de ces champs précèdent les troubles fonctionnels et organiques désignés sous le terme de "maladie".

1 - Les développements de la biophysique dans le domaine de l'électromagnétisme sont méconnus en France et mériteraient qu'on y consacre des moyens

1.1. Une réflexion prospective laisse penser que la médecine d'aujourd'hui est, par rapport à celle du XXIème siècle, ce qu'était la physique avant la formulation des lois de l'électromagnétisme, comparée à son état actuel

Si l'on établit un parallèle entre la médecine et les sciences physiques, on constate que la médecine actuelle est très évoluée en ce qui concerne la "mécanique" (anatomie, chirurgie) et la "chimie" (physiologie, biochimie, chimiothérapie), mais encore balbutiante en ce qui concerne l'"électricité" (l'acupuncture, basée sur une connaissance empirique des lois de circulation de l'énergie dans le corps humain, n'est pas encore prise au sérieux par la médecine officielle), de même qu'en physique, la mécanique et la chimie se sont développées avant l'électricité.

La médecine d'aujourd'hui se trouve à peu près au stade où était la physique juste avant la découverte des lois de l'électromagnétisme. La fin de ce siècle et le XXIème siècle verront se développer une médecine électromagnétique et énergétique qui ne niera pas, bien sûr, les connaissances médicales actuelles, mais qui inclura dans sa panoplie des méthodes d'analyse, de diagnostic, et thérapeutiques entièrement nouvelles, fondées sur la connaissance des champs électrobiomagnétiques de l'être humain, et sur les possibilités de l'électronique.

Ces nouvelles méthodes auront en outre l'avantage d'être "douces" par rapport aux méthodes actuelles, encore assez agressives.

Une étude prospective approfondie, basée sur l'analogie entre le développement dans le temps des sciences physiques et de la médecine, permettrait même de dater approximativement les principales étapes de développement de cette nouvelle branche de la médecine.

1.2. Les trois domaines de recherche envisageables sont les méthodes d'analyse et de diagnostic, les thérapies électromagnétiques, et les études d'environnement

Ils découlent naturellement des considérations suivantes :

- le corps humain étant source de champs électrobiomagnétiques, l'étude de ces champs permettra la mise au point de nouvelles méthodes d'analyse et de diagnostic
- lorsque ces champs seront connus, on pourra envisager l'application de rayonnements ou courants précis sur certains organes ou points du corps dans un but thérapeutique
- à l'opposé, les rayonnements électromagnétiques qui saturent l'espace ambiant, et dont la densité a augmenté en quelques dizaines d'années dans des proportions considérables, peuvent avoir une influence très néfaste sur le comportement et la santé des êtres vivants, et des humains en particulier : c'est le phénomène de pollution électromagnétique, qui nécessite des études d'environnement.

Ces trois domaines se complètent mutuellement et nécessitent un effort d'études important au niveau de la mise au point d'appareillages nouveaux, sans lesquels les médecins ne peuvent rien, et dont certains joueront dans l'avenir un rôle aussi important que les appareils de radiographie aujourd'hui.

Ce sont les phénomènes électromagnétiques les plus intenses, donc les plus faciles à mesurer, qui ont été étudiés tout d'abord, d'où l'apparition en premier de l'électrocardiographie et de l'électroencéphalographie.

La démarche évoquée plus haut a abouti à la mise au point des pacemaker ou stimulateurs cardiaques.

Dans l'avenir, en affinant et en généralisant les constatations ayant conduit à ces techniques, on s'apercevra que chaque organe génère des courants ou des champs électrobiomagnétiques caractéristiques, que l'enregistrement et l'analyse de ces grandeurs permet de diagnostiquer un mauvais fonctionnement, et que l'application d'un champ ou d'un courant approprié à l'endroit adéquat a une influence sur l'organe en question.

Parmi les recherches envisageables dans ces trois domaines, nous citerons :

- nouvelles méthodes d'analyse et de diagnostic

- . directes par mesure des signaux générés par l'organisme :  
électrographie directe éventuelle de divers organes : foie, pancréas, reins..., généralisation de l'électrocardiographie et de l'électroencéphalographie.
- . indirectes, par injection d'un signal et mesure de la réponse :
  - . électrographie indirecte, comme l'électromyographie actuelle
  - . mesures d'impédances en divers points de l'organisme
  - . tomographie par résonance magnétique nucléaire
  - . thermographie microondes
  - . électrobiographie (méthode Kirlian)

- nouvelles méthodes thérapeutiques

- . fonctionnement induit de divers organes, extension du pacemaker (stimulateur cardiaque)
- . électroanalgésie et anesthésie électrique
- . thérapie diadynamique du Dr Bernard
- . relaxation induite et électrotranquillisants

- études d'environnement

- . pollution électromagnétique directe :  
influence des champs et rayonnements électromagnétiques sur l'homme
- . pollution électromagnétique indirecte :  
étude des effets de l'ionisation atmosphérique.

Cette liste n'est bien entendu pas exhaustive.

Certaines techniques sont décrites plus en détails dans la deuxième partie de cette note.

1.3. On s'intéresse trop peu à ces domaines en France dans les laboratoires officiels, mais il n'est pas trop tard pour s'y engager avec l'espoir d'être parmi les premiers

Aujourd'hui, les pays où l'on consacre l'effort de recherche le plus important à ces domaines sont l'URSS et les USA, dans une moindre mesure le Canada, le Japon, la RFA et la Grande Bretagne.

En France, si de nombreux chercheurs commencent à s'y intéresser, les crédits officiels sont par contre rares et peu importants.

La situation dans notre pays est variable selon l'application considérée, mais laisse en général fort à désirer ; quatre exemples peuvent illustrer ce fait :

. La tomographie par Résonance Magnétique Nucléaire est la plus favorisée, du fait de son analogie avec les méthodes mises au point en médecine nucléaire (scanners, tomographes par rayons X et gamma).

Les recherches sont néanmoins ardues et nécessitent des investissements importants.

Cette technique est née aux USA et a été par la suite essentiellement développée en Grande Bretagne, où une importante avance a été prise.

En France, on la prend maintenant enfin au sérieux, puisque M. Chevènement a déclaré au dernier congrès de médecine nucléaire qu'elle "mérite des efforts encore plus importants que les cyclotrons".

Un certain nombre de projets sont en cours pour aboutir à une réalisation industrielle, mais les progrès sont lents, et peu favorisés par l'état de l'industrie médicale dans notre pays (faillite de la CGR).

On constate qu'aux USA et en Grande Bretagne existent déjà des constructeurs au stade de la commercialisation, qu'une quinzaine d'appareils fonctionnent dans le monde, répartis entre les USA et la Grande Bretagne, et qu'une fois de plus il a fallu que des appareils soient commercialisés et opérationnels à l'étranger pour qu'on comprenne leur intérêt en France, et qu'on débloque des crédits.

- . L'électrobiophotographie est née en URSS.

Les recherches ont été reprises dans plusieurs pays : USA, RFA... sans toutefois que les résultats soviétiques aient pu être reproduits dans leur intégralité. C'est en RFA qu'une méthode de diagnostic par l'électrobiophotographie des doigts et des orteils a été mise au point.

En France, aucun laboratoire officiel ne s'y intéresse, et ce sont des chercheurs privés, isolés et sans moyens, payant les appareillages nécessaires de leurs propres deniers, qui tentent de faire progresser la technique.

- . Les appareils d'anesthésie électrique ont été imaginés en France par le Professeur Limoge, qui poursuit ses recherches en commun avec le Professeur Barritault, dans le laboratoire de biophysique de la faculté de médecine de l'Hôpital Necker.

Ces études présentent un tel intérêt qu'elles ont été à une époque financées par la NASA, alors que les crédits officiels qu'on y consacre en France sont quasiment inexistantes (ces chercheurs travaillent actuellement avec un crédit d'équipement de 120 le kF).

N'est-il pas regrettable de constater qu'une fois de plus, des chercheurs français, effectuant des travaux remarquables, sont mieux connus à l'étranger que dans notre propre pays, à tel point qu'ils sont sollicités à la fois en URSS et aux USA ?

Il est probable que si cette situation se poursuit, leurs découvertes nous reviendront d'outre-atlantique sous couvert de brevets US, car aussi bien en URSS qu'aux USA, des équipes mixtes de quelques dizaines de personnes dotées de moyens électroniques et informatiques importants s'attèlent au problème.

La pollution électromagnétique est un phénomène à la fois largement répandu et en grande partie ignoré ; elle a pour origine les divers émetteurs radios et les radars, les innombrables appareils électriques d'usage courant, et les lignes MT et HT servant au transport de l'électricité.

La majorité des études effectuées sur ce sujet ont été réalisées d'abord en URSS, puis aux USA. A noter que les normes de sécurité au sujet des champs électriques sont mille fois plus contraignantes en URSS qu'aux USA.

Ce domaine est aujourd'hui très controversé, et il faut noter que les prises de position officielles prises par EDF se réfèrent en majeure partie aux travaux effectués à l'étranger, car les expériences menées en France sont assez peu nombreuses.

Il n'est pas trop tard aujourd'hui pour rattraper le retard que nous avons pris dans ces domaines, éventuellement même pour prendre la tête du peloton des pays occidentaux, sans y consacrer des sommes très importantes, mais dans cinq ou dix ans, ce sera le cas, et nous n'aurons plus d'autre ressource que d'importer des matériels et techniques étrangers.

La France a raté le départ de l'informatique, des composants, de l'électronique grand public..., ratera-t-elle aussi celui de la biophysique ?

1.4. Le rôle que les Etudes et Recherches d'EDF pourraient éventuellement jouer : celui d'un initiateur, d'un catalyseur, et d'un lien entre la recherche fondamentale et l'industrie

Un premier point à souligner est qu'il ne s'agit pas là de recherche fondamentale, puisque nombre de découvertes capitales ont déjà été faites à l'étranger comme en France : elles sont simplement trop souvent ignorées par la science et la médecine officielles.

Il est peu probable que l'initiative vienne dans notre pays du corps médical, trop axé sur la chimiothérapie, ni des industriels, dont ce n'est pas exactement le rôle.

Il y a dans ce domaine une impulsion à donner, et le moment est opportun :

il s'agit de développer des matériels électroniques, ce que la recherche médicale n'est pas habituée à faire, et une fois les résultats acquis, de transférer le know-how à l'industrie - en bref, de réaliser le chaînon manquant entre les médecins universitaires et l'industrie.

Est-ce là le rôle de la DER ?

Pour répondre à cette question, nous établirons un parallèle avec le CEA.

Il a semblé tout à fait indispensable, lorsque le CEA a été créé, de le doter des moyens d'étudier les effets biologiques, dans certains cas extrêmement nocifs, voire mortels, de la radioactivité.

Cette étude a entraîné la mise au point d'appareillages de mesure et a naturellement débouché aussi sur les utilisations possibles de la radioactivité à des fins de diagnostic (traceurs radioactifs, scanners et tomographes  $\alpha$  ...) et sur ses utilisations thérapeutiques (traitement des tumeurs par gammathérapie).

Certains appareils commercialisés aujourd'hui par THOMSON-CGR n'auraient pas pu être conçus en France sans l'intervention décisive des laboratoires du CEA dans les années soixante.

Il est instructif de noter au passage qu'à cette époque, le corps médical français était en majorité hostile à ces innovations.

Faudra-t-il que dans le domaine de la médecine électromagnétique comme dans bien d'autres, les découvertes fondamentales, les brevets et appareillages nous parviennent de l'étranger, et ne consentirons nous à nous y intéresser comme à la RMN qu'une fois que d'autres pays auront obtenu et mis en application à grande échelle de nouvelles méthodes, que nous pourrons alors constater de visu ?

Quelques milliers de kF annuels seraient suffisants pour faire fonctionner un laboratoire, et ces sommes sont bien peu de choses par rapport à celles que la DER investit dans des buts beaucoup moins nobles !

Il est par ailleurs paradoxal qu'EDF qui effectue des études d'environnement au niveau de la pollution atmosphérique et du bruit, ne s'intéresse pas directement, dans ses propres laboratoires de la DER, au phénomène de pollution électromagnétique, qui, bien que controversé, ne peut pas être totalement nié.

Ce type de recherches trouverait sa place dans le cadre du service Applications de l'Electricité et Environnement.

Cela ne pourrait en outre qu'accroître l'image de marque d'EDF auprès du grand public, si l'on savait que notre entreprise s'intéresse de près aux nuisances créées par les lignes haute tension, ainsi qu'aux applications médicales de l'électricité.

2 - Quelques uns des techniques ou des domaines évoqués précédemment sont présentés plus en détail

2.1. Méthodes d'analyse et de diagnostic

2.1.1. Tomographie par RMN (Résonance Magnétique Nucléaire)

La Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) se range à la fois parmi les techniques nucléaires, et parmi les méthodes physiques qui utilisent des rayonnements non ionisants.

Elle est utilisée depuis une trentaine d'années par les chimistes organiciens, les biochimistes et les physiciens pour l'identification et l'analyse des molécules complexes dans des substances liquides ou solides homogènes (spectrométrie RMN). Ses applications dans l'industrie sont assez nombreuses, en particuliers dans l'agro-alimentaire.

C'est en 1973 que P.C. Lauterbur, aux Etats Unis, a imaginé une méthode pour obtenir une image de la répartition spatiale de certains noyaux par RMN.

Les idées de Lauterbur ont été reprises, aux USA et en Grande Bretagne, et ont abouti à la mise au point d'appareils permettant l'imagerie médicale - ces appareils existent depuis trois ans environ.

Voici, brièvement exposé, le principe de la méthode :

- Paramagnétisme nucléaire

Les noyaux sont constitués de particules, protons et neutrons, qui comme les électrons, possèdent des moments orbitaux et un spin. Dans le noyau cependant, ces moments sont fortement couplés, en sorte que seul un moment résultant  $I$  (spin du noyau) est à prendre en considération. Un moment magnétique  $\mu I$  est associé à ce moment cinétique (pour un type de noyau donné, leur rapport est constant, et appelé rapport gyromagnétique nucléaire,  $\alpha n$ ).

Placés dans un champ magnétique  $B_0$  externe intense, les moments  $\mu I$  s'orientent selon certaines directions privilégiées, quantifiées, et globalement alignées sur  $B_0$ , ce qui minimise l'énergie potentielle d'interaction de ces moments avec le champ. Le moment  $\mu$ , résultant de la somme des moments élémentaires  $\mu I$ , est aligné sur  $B_0$  et de même sens, ce qui constitue le phénomène de paramagnétisme nucléaire.

- Précession des moments magnétiques et résonance magnétique nucléaire.

Placé dans un champ magnétique  $B_0$  intense, un échantillon a donc un moment magnétique résultant  $\mu$  d'origine nucléaire, aligné avec  $B_0$  et de même sens. Par contre, les moments  $\mu I$  de ses noyaux forment avec  $B_0$  un angle non nécessairement nul, quantifié, de telle sorte que la population des noyaux ayant un angle ( $\mu I, B_0$ ) donné est d'autant plus faible que cet angle est grand. Les moments magnétiques élémentaires  $\mu I$  non alignés sont alors soumis à un mouvement giratoire autour de la direction  $B_0$ , appelé précession, à une fréquence  $f_0 = \frac{1}{2\pi} \alpha n B_0$  appelée fréquence de Larmor (où  $\alpha n$  est le rapport gyromagnétique nucléaire).

Si on soumet cet échantillon à un champ magnétique alternatif  $B_1$ , orienté à  $90^\circ$  du champ  $B_0$ , obtenu par une onde radio de fréquence  $f$ , rien ne se passe jusqu'à ce que  $f$  atteigne la valeur  $f_0$ .

Pour cette valeur, qui est la fréquence de précession, les noyaux entrent en résonance, c'est-à-dire qu'ils interagissent avec l'onde, en absorbant une partie de son énergie et en s'écartant de la direction définie par  $B_0$ , car ils se mettent à tourner autour de  $B_1$ .

Lorsqu'on supprime l'onde radio superposée, les noyaux considérés reviennent progressivement à leur position d'équilibre (avec  $B_0$ ) par relaxation : ils restituent l'énergie qu'ils ont absorbée, du fait des échanges avec le milieu ambiant, sous forme d'une onde, l'onde de réémission, de fréquence égale à  $f_0$ , et dont l'énergie est proportionnelle au nombre des noyaux entrés en résonance. Les temps de relaxation dépendent du type des noyaux considérés et du milieu ambiant.

A partir de ce phénomène de RMN, on peut obtenir des spectres, par deux méthodes : la première fait appel à une onde continue de fréquence variable, l'autre à des ondes de courte durée, ou "pulses" de fréquence donnée.

Dans ce dernier cas, les signaux obtenus sont traités par transformation de Fourier.

- Imagerie par RMN du proton (zeugmatographie).

En raison de l'abondance de l'eau dans le corps (c'est son constituant principal), on a choisi les noyaux d'hydrogène (protons) pour l'imagerie RMN biomédicale.

La répartition de la concentration des noyaux d'hydrogène d'un objet peut être obtenue par RMN, à condition de coder chaque élément de volume de l'objet par une fréquence de résonance caractéristique de sa position.

Ce codage est effectué en créant un gradient de champ magnétique linéaire, obtenu en superposant au champ magnétique fixe  $B_0$  un champ  $B(x, y, z)$ , fonction linéaire des coordonnées d'espace dans une direction donnée.

Le décodage des spectres obtenus, permet, après traitement sur ordinateur, de reconstituer une image qui indique la densité des pertes d'énergies des protons dans l'échantillon analysé.

Cette méthode a été imaginée en 1973 aux Etats Unis par P.C. Lauterbur, qui l'a appelée Zeugmatographie ; elle lui a permis d'obtenir les premières images par RMN de proton.

Depuis, d'autres méthodes ont été développées, en particulier en Grande Bretagne.

Le contraste des images peut être basé sur les différences d'intensité, proportionnelles à la concentration des noyaux d'hydrogène, ou sur les différences des temps de relaxation, fonctions de l'état de la zone considérée.

Des études ont en effet montré que le temps de relaxation des protons de l'eau tissulaire augmentait d'une manière significative dans les tissus cancéreux, ce qui permet de les distinguer des tissus sains.

- Perspectives et applications

Les contrastes et résolutions obtenus par les appareils existants sont d'ores et déjà supérieurs à ceux que l'on obtient en tomodesitométrie par rayons X, ce qui est très prometteur, puisque la tomographie par RMN n'en est qu'à ses débuts.

Son seul inconvénient réside dans le temps de scrutation, qui ne permet pas actuellement de pouvoir travailler en temps réel (film) comme on peut le faire grâce aux techniques d'ultrasons.

La technique semble donc promise à un riche avenir, en particulier dans l'étude des tissus mous : muscle, coeur et surtout cerveau et moelle épinière.

On envisage également d'obtenir des images RMN d'autres noyaux que le proton (phosphore, carbone), ce qui ouvrira encore d'autres perspectives.

Une précision : un tel matériel coûte entre 5 et 10 millions de francs, ce qui explique en partie la réticence qu'on a à l'importer...

Pour plus d'information, on pourra trouver un exposé complet de ces méthodes dans le

JOURNAL DE BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE

VOLUME 5 - NUMERO 2 - 1981

GAUTHIER - VILLARS

### 2.1.2. Electrobiographie

Les travaux ayant permis le développement de l'électrobiographie sont ceux du couple russe S. et V Kirlian, qui ont commencé leurs premières recherches en 1939. Ce n'est que dans les années 60 qu'ils intéresseront la science officielle russe à ce sujet et obtiendront des crédits de recherche suffisants.

L'intérêt pour ces travaux s'est manifesté dans les pays occidentaux après 1970, et aux USA, en RFA, au Canada, en Grande Bretagne, au Japon, des chercheurs se sont lancés sur les traces des Kirlian.

En France, à part quelques chercheurs privés, isolés et sans moyens, c'est le vide complet.

Le principe de l'électrobiographie est le suivant :

une électrode plane est reliée à un générateur haute fréquence (quelques dizaines de kilohertz à quelques mégahertz), haute tension (quelques dizaines de kilovolts) et délivrant une intensité très faible.

Cette électrode est recouverte par un diélectrique, puis un support photosensible, sur lequel on pose l'objet à photographier (feuille d'arbre, doigt, etc...).

L'opération est effectuée dans le noir.

Lorsqu'on met le générateur en marche, une décharge a lieu entre l'objet et l'électrode, créant un phénomène lumineux qui impressionne la pellicule photographique.

L'intérêt de ce procédé réside en ce que l'image obtenue, toujours la même pour des objets inanimés, varie quand il s'agit de parties d'organismes vivants, en fonction de l'état de ces organismes.

Par exemple, les feuilles de deux arbres du même type donneront les mêmes images lorsque ces arbres sont sains, mais une feuille prise sur un arbre atteint d'une maladie donnera une image différente, caractéristique de la maladie.

En plus, la maladie est décelable sur le cliché électrobiographique bien avant que ses symptômes cliniques se manifestent : on

voit là l'action préventive que cette information permet d'entreprendre.

Cette technique a été utilisée en RFA depuis 1973 par un médecin allemand, le Dr Mandel, qui a réalisé depuis cette date quelques 120 000 clichés des doigts et des orteils de ses patients, et a pu ainsi mettre en évidence une corrélation très nette entre certains troubles et leur correspondance sur les clichés électrobiophotographiques.

Le Dr Mandel a dénommé sa méthode "diagnostique énergétique des points terminaux" ou "analyse spectro-énergétique".

Mis à part le fait qu'elle est totalement méconnue en France, l'électrobiophotographie est promise à un riche avenir, tant dans le domaine de la médecine que dans celui de l'agronomie.

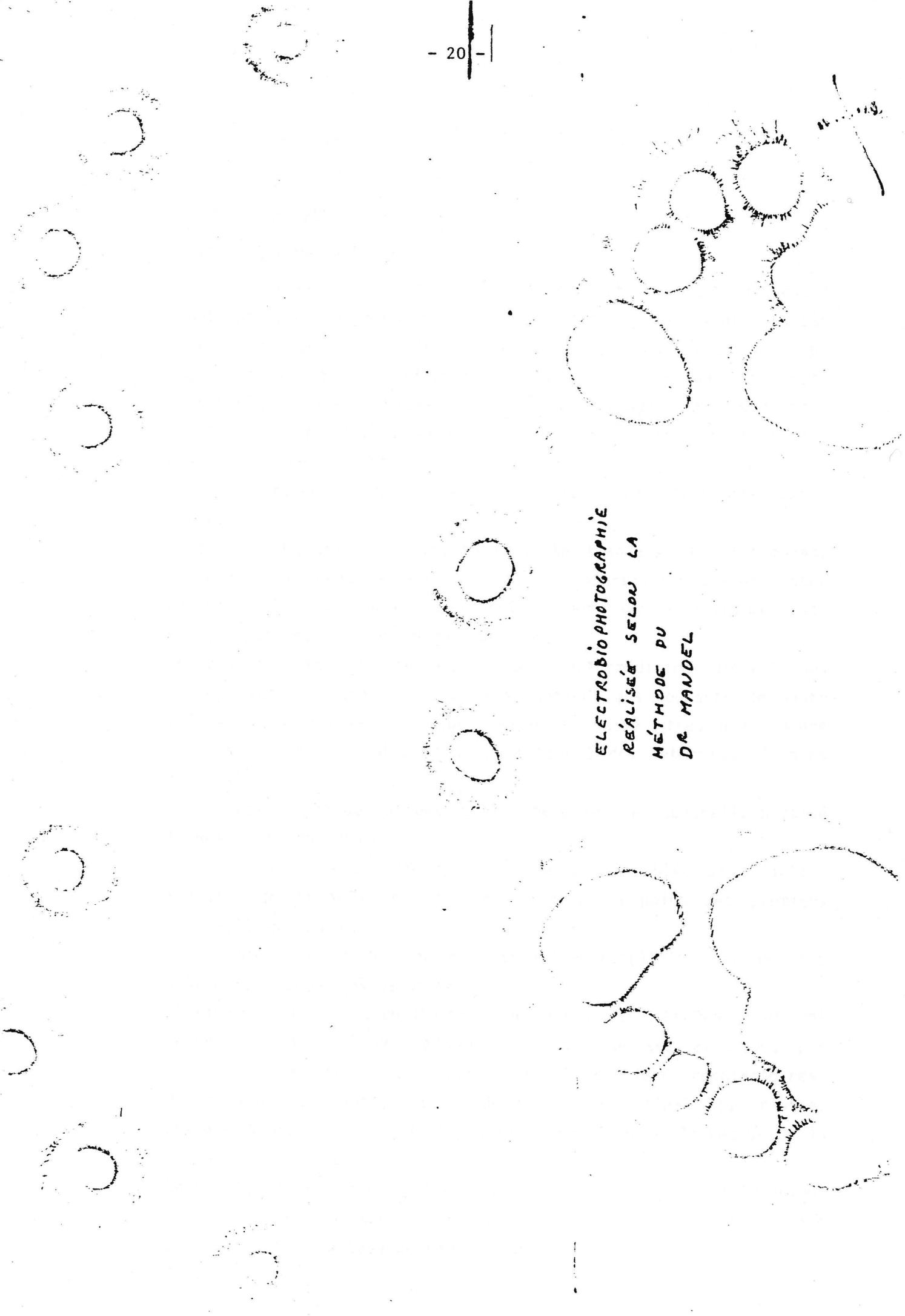
Dans le domaine médical en particulier, elle permettra sans doute d'apporter une preuve matérielle des mécanismes de l'acupuncture, qui viendra s'ajouter aux nombreuses preuves cliniques.

On peut espérer qu'elle permettra enfin d'aborder d'un point de vue plus scientifique et rigoureux la notion orientale d'énergie, dont nous ne disposons pas d'une conception claire en Occident, et qu'elle donnera la possibilité d'étudier certains échanges énergétiques entre l'organisme et son environnement.

Pour plus de renseignements sur ce sujet, on se reportera à la thèse suivante :

L'ELECTROBIOPHOTOGRAPHIE  
THESE PRESENTEE A L'UNIVERSITE SCIENTIFIQUE ET MEDICALE DE GRENOBLE  
POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MEDECINE DIPLOME D'ETAT  
PAR JOSEPH LAUGT  
GRENOBLE - 1978

ELECTROBIOGRAPHIE  
RÉALISÉE SELON LA  
MÉTHODE DU  
DR MANDEL



## 2.2. Méthodes thérapeutiques

### 2.2.1. Electroanesthésie

La douleur physique est la première raison d'être du médecin. Depuis longtemps, c'est l'opium et ses dérivés (morphine) qui sont utilisés pour lutter contre la douleur. Malheureusement, l'utilisation de ces substances n'est pas inoffensive : sans parler des troubles post-anesthésiques bien connus, on compte en moyenne une mort pour 2 800 anesthésies : pratiquement, une anesthésie générale n'est rien d'autre qu'un coma contrôlé !

Dans ce domaine, la biochimie impose actuellement sa totale suprématie.

C'est en 1957 qu'un chirurgien dentiste français, le Dr Limoges, reprenant des idées de Leduc, fabriqua un appareil capable de lutter contre la douleur, qu'il expérimenta d'abord sur des animaux, puis sur les patients de son cabinet dentaire.

Le principe est le suivant : par l'intermédiaire d'électrodes placées sur le crâne, on injecte au patient des courants de haute fréquence superposés à une porteuse basse fréquence d'une quarantaine de volts d'amplitude, le tout à des intensités faibles (250 mA).

Le professeur Limoges a soutenu une thèse sur cet appareil, baptisé l'anesthélec, en 1970.

Ces travaux étaient d'une telle portée que les USA, par l'intermédiaire de la NASA, ont financé la mise au point des premiers appareils en France.

Les premiers essais de l'appareil en milieu hospitalier ont eu lieu à Necker, puis au CHR de Bordeaux.

Plusieurs milliers d'anesthésies ont ainsi été réalisées, et ont montré l'efficacité de la méthode ainsi que ses avantages par rapport à l'anesthésie classique : plus de problèmes respiratoires, de malaises au réveil, reprise du transit intestinal plus rapide, absence de douleur persistant plusieurs heures après le retour de la lucidité du patient...

Cette méthode est particulièrement indiquée dans le cas d'interventions chirurgicales sur des enfants, plus sensibles à l'intoxication par les produits à base de morphine que les adultes.

Elle est en cours d'expérimentation pour les accouchements sans douleur.

Une autre application non moins efficace de l'anesthésie est le sevrage des drogués : la cure de désintoxication, grâce à cet appareil, a lieu sans médicaments, sans souffrances, et sans manque de sommeil.

Aujourd'hui, ces chercheurs sont seuls en France, et le laboratoire de biophysique de Necker dispose de 120 kF d'origine extérieure pour son fonctionnement. Les crédits alloués par la faculté sont nuls.

Aux USA et en URSS, l'invention du Professeur Limoges a suscité un vif intérêt, et des équipes de plusieurs personnes, composées de médecins de diverses spécialités, ingénieurs électroniciens et informaticiens, sont créées pour développer cette technique. Si cette situation se prolonge, cette invention française d'une portée considérable sera entièrement reprise par des brevets américains et lorsque la technique se sera imposée aux USA, il nous faudra l'importer !

De très nombreuses thèses traitent de ce sujet.

Parmi les plus récentes, nous citerons :

#### THESES DE DOCTORAT EN MEDECINE

- Contribution à l'étude de l'association de courants de haute fréquence impulsionnels et d'un neuroleptique nouveau en anesthésiologie : la cyamépromazine

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS VAL DE MARNE - CRETEIL

Auteur : NORE - 1979

- Contribution à l'étude de l'anesthésie électromédicamenteuse à propos de 170 cas en chirurgie abdominale

FACULTE DE MEDECINE DE BESANCON

Auteur : J.M. KUNEGEL - 1979

- Etude rétrospective de 29 anesthésies électromédicamenteuses au cours d'interventions de microchirurgie

FACULTE DE MEDECINE DE BORDEAUX

Auteur : E. DARDEL - 1981

- L'anesthésie électromédicamenteuse chez l'homme : étude clinique  
et neurophysiologique

FACULTE DE MEDECINE DE BORDEAUX

Auteur : Ph. BOURIN - 1981

THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES

( - Etudes et recherches en vue de l'optimisation de l'analgésie élec-  
trique générale

FACULTE DES SCIENCES D'ANGERS )

Auteur : G. PRIEUR - 1982

## 2.3. Etudes d'environnement

### 2.3.1. Ionisation atmosphérique

Outre les gaz bien connus, l'atmosphère que nous respirons est composée d'un certain nombre de particules électrisées, essentiellement :

petits ions légers, gros ions lourds, aérosols et particules solides.

Ces particules électrisées sont dues à l'arrachement ou au contraire la fixation d'un ou plusieurs électrons aux molécules des différents gaz qui constituent l'air.

La quantité d'ions qu'on trouve dans l'air varie ainsi entre un minimum irréductible de 20 à 50 paires/cm<sup>3</sup> et environ 1 500 paires/cm<sup>3</sup> dans les zones de grande concentration.

Les principaux facteurs de l'ionisation atmosphérique sont la radioactivité naturelle et le rayonnement cosmique. Viennent ensuite les phénomènes de photosynthèse liés à l'assimilation chlorophyllienne, et l'action de la flore et du plancton sous marin qui fournissent près de 80 % de l'oxygène de notre atmosphère.

Enfin, deux facteurs secondaires : la pulvérisation des liquides (effet ballo-électrique) et les phénomènes orageux.

Ces ions qui nous intéressent se répartissent en deux catégories :

- petits ions négatifs très mobiles, généralement formés à partir de molécules d'oxygène
- gros ions lourds positifs.

D'innombrables travaux réalisés par des biologistes, des médecins, des physiciens, permettent maintenant d'affirmer avec certitude l'importance des effets de l'ionisation atmosphérique sur le fonctionnement de l'organisme.

Depuis longtemps, on avait observé les malaises provoqués par certaines conditions atmosphériques, notamment par le temps orageux, et inversement le bien être ressenti en certains lieux après la pluie, ou l'influence tonifiante et bénéfique du bord de mer et de la montagne, mais l'explication de ces faits était restée mystérieuse.

Il est aujourd'hui établi de façon indiscutable que la salubrité d'un climat, ou d'une atmosphère, est déterminée par la proportion d'aéro-ions négatifs, c'est-à-dire d'ions oxygène dans l'air. Les ions oxygène négatifs exercent une action stimulante et normalisante sur les fonctions des différents organes.

Par contre, les ions positifs ont dans l'ensemble une action défavorable sur notre organisme.

Les travaux ayant permis d'établir ces résultats sont essentiellement d'origine soviétique, car les chercheurs d'URSS étudient ces problèmes depuis 1920 environ.

D'autres chercheurs se sont intéressés plus tard à l'aéroionisation aux USA, en RFA, au Japon, mais en France, à part quelques travaux isolés, les revues scientifiques sont restées obstinément muettes sur ce sujet.

Les atmosphères les plus riches en ions négatifs sont celles de la mer et de la montagne, les plus pauvres celles des villes, où les poussières absorbent la majorité de ces ions.

On a constaté en faisant des mesures dans des locaux de plusieurs sortes, que les quantités d'ions passent de 300 paires/cm<sup>3</sup> lorsque les locaux sont vides à 30 paires/cm<sup>3</sup> au bout de deux heures d'occupation par quelques personnes : la respiration absorbe les ions négatifs et augmente au contraire le nombre des gros ions positifs et toxiques.

Une ventilation normale est insuffisante pour changer cet état électrique de l'air, néfaste pour la santé. Les malaises divers : maux de tête, fatigue, etc...sont inexplicables par la seule variation de la composition chimique de l'air, car ils se font sentir bien avant que le manque d'oxygène ou l'excès de gaz carbonique puissent être mis en cause.

En outre, des corrélations nettes ont été constatées dans certains hôpitaux entre des accidents cardio vasculaires en série et de brusques variations de l'ionisation atmosphérique liées à des éruptions solaires.

Dans certains hôpitaux russes, les grands malades cardiaques sont isolés en cages de Faraday et l'air de leur chambres est conditionné et contient un pourcentage défini d'ions négatifs.

Ceci nous amène à un second aspect de la question : l'intérêt de la connaissance de l'ionisation atmosphérique ne s'arrête pas à son pouvoir explicatif.

Grâce à la production artificielle d'ions négatifs, elle permet des cures remarquables qui ont l'énorme avantage d'être pratiquement sans effets secondaires, ce qui n'est pas toujours le cas des autres médications.

Enfin les aéro ions négatifs ne sont pas seulement utiles par leur action thérapeutique sur un organisme malade, mais ils sont aussi précieux pour un organisme sain, en hygiène générale, comme correcteurs de l'environnement aérien.

Remarquons encore une fois que ce domaine est totalement méconnu en France, et que la quasi totalité de l'appareillage touchant à ce sujet est importée.

Une présentation très complète de la question est faite dans l'ouvrage suivant :

G.R. RAGER

PROBLEMES D'IONISATION ET D'AERO-IONISATION

ED. MALOINE - 1975

### 2.3.2. Pollution électromagnétique directe

Depuis le début du siècle, à cause de l'essor prodigieux des techniques basées sur la connaissance des lois de l'électromagnétisme, la densité énergétique des ondes électromagnétiques comprises entre quelques dizaines de Hertz et quelques dizaines de Gigahertz a cru d'une façon colossale à la surface de la Terre, particulièrement dans les pays dits développés, à tel point qu'il faut réglementer sévèrement l'utilisation des diverses bandes.

Jusqu'à une époque assez récente (quinze à vingt ans), nul ne songeait à s'interroger sur les répercussions que cette véritable explosion énergétique pourrait avoir sur la santé des populations, car contrairement aux phénomènes radioactifs, les rayonnements non ionisants ne provoquent pas rapidement des troubles nets que l'on puisse facilement leur attribuer.

Cependant, du fait de certains travaux menés depuis une dizaine d'années aux USA et en URSS, il semble de plus en plus probable que notre société engendre, outre celles déjà connues, une véritable pollution électromagnétique, qui peut à la longue entraîner des troubles graves (maladies cardio vasculaires, désordres psychiques, baisse de la vitalité, diminution de la libido...).

Cette nuisance a pu être longtemps méconnue, car, mis à part les cas exceptionnels entraînant mort d'homme dans un bref délai, comme l'exposition à une onde radar à quelques mètres de la source d'émission, les troubles n'apparaissent qu'au bout d'une longue durée, ce qui rend l'expérimentation et la preuve clinique difficiles.

Cette pollution a deux sources principales :

- les divers émetteurs d'ondes radio, radar, et microondes d'une part
- les lignes haute tension d'autre part (génératrices d'ondes baptisées E.L.F. pour "extremely low frequencies").

En ce qui concerne les sources du premier type, on trouve une accumulation éloquente de preuves dans un ouvrage américain (écrit par un journaliste et non scientifique) :

THE ZAPPING OF AMERICA  
PAUL BRODEUR - ED NORTON, NEW YORK

Les communications scientifiques sur ce sujet ne manquent pas, et l'URSS et les USA ont décidé de créer un groupe de travail commun.

Nous nous intéresserons plus particulièrement ici et dans le chapitre suivant à la pollution engendrée par les lignes haute tension, qui concerne directement EDF.

Pour avoir une idée de l'ampleur du problème, il faut voir que d'ici la fin du siècle, les surfaces utilisées pour le passage des lignes HT et THT totaliseront en France une superficie de 1/5ème à 1 département moyen, selon la largeur inutilisable que l'on attribue à une ligne (20 m à 100 m).

Sous ou à proximité de ces lignes se trouvent des habitations, dont les occupants sont soumis en permanence à des champs électriques dont la valeur peut atteindre plusieurs kV par mètre.

Les effets de ces champs sont aujourd'hui très controversés, mais l'opinion la plus répandue dans les milieux scientifiques est de considérer ces effets comme négligeables (un colloque de l'OMS tenu à Fribourg, RFA, en 1978, a conclu à l'innocuité des lignes THT de 400 kV, et a étendu ces conclusions aux lignes de 800 kV).

Sur le terrain, on constate que les plaintes des gens soumis à ces conditions de vie contrastent fortement avec les résultats des investigations scientifiques.

Il est ainsi impossible de conclure définitivement aujourd'hui.

On peut constater que la prise de position officielle d'EDF se base essentiellement sur les résultats de travaux menés à l'étranger, les expériences françaises étant assez peu nombreuses.

C'est sans doute dommage, tant pour la recherche française que pour des considérations extra scientifiques abordées au chapitre suivant.

### 3 - REFLEXIONS D'UN BEOTIEN SUR LES EFFETS BIOLOGIQUES DES LIGNES MT

#### 3.1. - LE POINT DE VUE D'EDF ET DE LA COMMUNAUTE SCIENTIFIQUE

Rapport du groupe d'études médicales de l'UNIPEDE de juin 1982.

CONGRES DE  
9-11 juin 1982

## EFFETS DES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES EN RELATION AVEC LA PRODUCTION ET LA DISTRIBUTION DE L'ELECTRICITE - ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES

par  
le Groupe d'Etudes Médicales (\*)

### RESUME

Malgré les conclusions rassurantes de nombreuses études, le doute subsiste dans certains milieux que le courant ou les charges induites par des champs électriques intenses, même s'ils sont imperceptibles, peuvent avoir une influence néfaste sur la santé des personnes exposées.

Le Groupe d'Etudes Médicales de l'Unipepe s'en est donc remis au Docteur BONNEL du soin d'établir un rapport qui, à la lumière des travaux les plus récents dans ce domaine, exprime son avis sur cette importante question.

Après avoir constaté que les études sur l'homme devaient fournir la principale source de recherches et d'informations, le rapport présente une analyse critique des nombreux travaux réalisés (études d'exposition humaine, enquêtes de santé des travailleurs exposés, études de laboratoires sur des volontaires, études épidémiologiques, expérimentation animale) permettant de définir la méthodologie que de nouvelles études devraient respecter pour être crédibles.

Plus, le rapport fournit quelques indications concernant, d'une part, les recherches en cours et futures, et d'autre part, des études particulières relatives à l'impact des champs électriques sur les stimulateurs cardiaques.

En conclusion, le rapport souligne que le Groupe d'Etudes Médicales de l'Unipepe a constaté qu'il n'y avait aucun argument nouveau qui l'empêche de confirmer son accord avec le point de vue exprimé par un Groupe d'experts de l'Organisation Mondiale de la Santé, selon lequel "les champs électriques associés à des tensions de transport allant jusqu'à 500 KV existent sans danger".

(\*) La composition du Groupe d'Etudes est la suivante : M. H. von SCHULZING, Président (Suède), M. J. CHAYNES, Président Médical (France), M. J. A. BONNEL, Rapporteur (Royaume-Uni), MM. E. HALL (Rapporteur fédéral d'Allemagne), F. WICHMANN (Danemark), P. LECHE (Belgique), E. MALANOSKY (Espagne), M. SERRA (France), A. LACOURT (Italie), J. E. FERRAZ DE AZEVEDO (Portugal), B. KHAYAT (Soudan), E. BAYE (Sénégal).

UNION INTERNATIONALE DES PRODUCTEURS  
ET DISTRIBUTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

39, avenue de Friedland, 75008 Paris

CONGRÈS DE BRUXELLES  
6-11 juin 1982

GRUPE D'ÉTUDES MÉDICALES

EFFETS DES CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES  
EN RELATION AVEC LA PRODUCTION ET LA DISTRIBUTION  
DE L'ÉLECTRICITÉ - ÉTAT ACTUEL DES CONNAISSANCES

par

le Groupe d'Etudes Médicales (1)

RÉSUMÉ

*Malgré les conclusions rassurantes de nombreuses études, le doute subsiste dans certains milieux que le courant ou les charges induites par des champs électriques intenses, même s'ils sont imperceptibles, peuvent avoir une influence néfaste sur la santé des personnes exposées.*

*Le Groupe d'Etudes Médicales de l'UNPEDE s'en est donc remis au Docteur BONNEL du soin d'établir un rapport qui, à la lumière des travaux les plus récents dans ce domaine, exprime son avis sur cette importante question.*

*Après avoir constaté que les études sur l'homme devaient fournir la principale source de recherches et d'informations, le rapport présente une analyse critique des nombreux travaux réalisés (études d'exposition humaine, enquêtes de santé des travailleurs exposés, études de laboratoires sur des volontaires, études épidémiologiques, expérimentation animale) permettant de définir la méthodologie que de nouvelles études devraient respecter pour être crédibles.*

*Puis, le rapport fournit quelques indications concernant, d'une part, les recherches en cours et futures, et d'autre part, des études particulières relatives à l'action des champs électriques sur les stimulateurs cardiaques.*

*En conclusion, le rapport souligne que le Groupe d'Etudes Médicales de l'UNPEDE a constaté qu'il n'y avait aucun argument nouveau qui l'empêche de confirmer son accord avec le point de vue exprimé par un Groupe d'experts de l'Organisation Mondiale de la Santé, selon lequel : les champs électriques associés à des tensions de transport allant jusqu'à 800 kV étaient sans danger.*

(1) La composition du Groupe d'Etudes est la suivante : M. H. VON SCHULTHESS, Président (Suisse); M. J. CABANES, Président Médical (France); M. J.A. BONNEL, Rapporteur (Royaume-Uni); MM. R. HAUF (République fédérale d'Allemagne), F. WECHSELBERGER (Autriche), P. LECLERCQ (Belgique), E. MALBOYSSON (Espagne), M. SOMMER (France), A. LACQUANITI (Italie), J.E. FERRAZ DE ABREU (Portugal), B. KNAVE (Suède), E. BAUR (Suisse).

## 1. Introduction

Le transport d'énergie électrique par des lignes électriques aériennes de courant alternatif haute tension est bien établi. De même certains problèmes qui y sont associés, notamment bruit, brouillage de la transmission radio et télévision et danger de courts-circuits sont bien maîtrisés. Des rapports concernant l'apparition de symptômes subjectifs tels que céphalées, lassitude, nausées et perte de libido chez des travailleurs de sous-stations en *Union des Républiques Socialistes Soviétiques* (URSS) ont été publiés en 1966 (ASANOVA et RAKOV). Ces rapports ont été suivis par d'autres publiés entre 1967 et 1972 en URSS par SAZONOVA, KOROBKOVA et YAKOUB. On a laissé entendre que ces symptômes étaient dus à l'exposition pendant le travail à des champs électriques intenses dans des sous-stations de 500 kV et 765 kV. Dans quelques-uns des rapports soviétiques, on a laissé entendre que les travailleurs avaient subi fréquemment de légers chocs et que ceux-ci étaient la cause de ces symptômes.

Malgré le contenu rassurant des rapports publiés par les chercheurs d'Europe Occidentale et d'Amérique du Nord (KOUWENHOVEN, 1967; STRUMZA, 1970; MICHAELSON, 1979), un doute subsiste dans certains milieux que les courants ou les charges induites par des champs électriques intenses, même s'ils sont imperceptibles, peuvent détériorer la santé des personnes exposées.

Une discussion sur le plan mondial concernant les effets possibles des champs électriques sur la santé s'est poursuivie sans désespérer pendant les trois années qui ont suivi le XVIII<sup>e</sup> Congrès de l'UNIPED, tenu en 1979 à Varsovie. Un certain nombre de projets de recherches fondamentales ont été élaborés pendant ce temps.

Dans ce rapport, il sera question des travaux publiés précédemment sur le sujet en insistant en particulier sur les aspects qui se rapportent essentiellement aux études sur l'homme, tout en donnant une indication sur le travail futur dans les pays membres.

MICHAELSON (1979), dans une analyse critique des rapports établis dans le domaine des réactions de l'homme aux expositions à la fréquence d'alimentation, a énuméré les déclarations faites au sujet des effets des champs haute tension sur la santé, à savoir :

- a) que les informations disponibles n'étaient pas suffisantes pour porter un jugement,
- b) que les champs électriques provoquent « probablement » des effets biologiques et agissent comme des agents stressants,
- c) que de légers effets de champs électriques ont été rapportés, et
- d) que des chercheurs soviétiques avaient fait état de symptômes subjectifs chez des personnes travaillant dans des sous-stations haute tension.

Afin d'étudier certains de ces effets possibles, de nombreuses expériences sur les animaux, de grande envergure et coûteuses, ont été entreprises aux *Etats-Unis d'Amérique*, en *France* et en *Italie*. Ces expériences seront décrites plus loin. Etant donné que l'une des difficultés liées à toutes les expérimentations animales est l'interprétation des résultats en relation avec l'exposition humaine, plusieurs études sur l'homme ont également été entreprises ou se trouvent à un stade avancé de planification.

En raison de la large utilisation de l'électricité dans l'environnement domestique et industriel moderne, tous les rapports tendant à démontrer que les champs électriques créés par les lignes d'alimentation provoquent un état pathologique ou l'aggravent, doivent être sérieusement pris en considération ou évalués de façon critique. Deux rapports récents méritent l'attention pour cette raison : celui de WERTHEIMER et LEEPER (1979) dans lequel on laissait entendre que l'exposition à des champs électromagnétiques, évalués d'après la concentration du courant électrique, aurait un rapport avec l'augmentation du cancer chez l'enfant. Le deuxième rapport de PERRY *et al.* prétendait démontrer l'existence d'une association entre les lignes haute tension et une incidence accrue de suicides.

En plus de ces rapports, des études sont en cours en Suède en vue de déterminer si des champs électriques peuvent provoquer *in vivo* ou *in vitro* des aberrations chromosomiques chez des personnes exposées ou leur descendance. On s'interroge sur la raison d'être d'une telle étude et le plan de l'étude lui-même sera discuté.

## 2. Etudes d'expositions humaines

Etant donné que la préoccupation majeure est l'effet possible sur l'homme, le *Groupe d'Etudes Médicales de l'UNPEDE* est d'avis que les études sur l'homme doivent fournir la principale source de recherches et d'informations.

C'est l'étude concernant les symptômes subjectifs ressentis par les travailleurs des sous-stations en URSS, publiée au milieu des années 60 qui a déclenché dans le monde entier l'intérêt pour les effets de champs haute tension. Ces symptômes subjectifs n'étaient pas spécifiques et comprenaient des céphalées, de la fatigue et des troubles gastro-intestinaux généraux (ASANOVA et RAKOV, 1966). Ces auteurs affirment qu'ils ont acquis la certitude que des modifications du système cardiovasculaire se rencontraient plus fréquemment et étaient plus marquées chez les personnes subissant systématiquement l'action de champs électriques (par exemple, personnel d'entretien), que chez celles exposées de temps en temps (par exemple, préposés aux signaux, surveillants des sous-stations). Aucune de ces affirmations n'était étayée par des données quantitatives. Il n'y a pas de compte rendu détaillé de la fréquence des troubles en fonction de la durée du travail dans les champs électriques; il n'y a pas non plus de discussion concernant la fréquence de symptômes semblables chez des travailleurs non exposés. Aucune base objective n'est donnée pour affirmer que les troubles observés étaient liés d'une façon quelconque aux champs électriques (MICHAELSON, 1979).

D'autres travaux décrivant des constatations positives faites chez des hommes exposés professionnellement à des champs électriques ont été publiés par un certain nombre d'auteurs soviétiques depuis cette époque (SAZANOVA en 1967; KOROBKOVA *et alii* en 1972; FILIPPOV en 1972). Ils tendaient à confirmer les résultats d'AZANOVA et de RAKOV et ont signalé une perte de libido en plus des symptômes non spécifiques pouvant être rattachés aux systèmes nerveux, cardiovasculaire et digestif. Ils ont décrit également diverses modifications mineures touchant la tension artérielle et le rythme cardiaque. Enfin, quelques modifications des numérations du sang périphérique ont été notées et attribuées à l'action des champs électriques. Il s'agissait d'une légère leucocytose touchant essentiellement les granulocytes et d'une réticulocytose, mais ces modifications sont minimales et se situent dans les limites normales de dispersion physiologique.

Le fait que ces troubles ont été trouvés principalement chez des sujets qui avaient été exposés pendant de longues périodes à des champs intenses a conduit les auteurs soviétiques à avancer l'idée d'un effet seuil. A la suite d'une étude avec des volontaires exposés à des champs de 0-30 kV/m, FILIPPOV (1972) a rapporté que les modifications hématologiques se sont produites seulement avec des champs de plus de 5 kV/m. Il considérait cela comme étant le seuil au-dessus duquel il serait approprié de limiter soit la durée d'exposition soit les intensités des champs auxquels les sujets sont exposés.

Par ailleurs, DANILIN, VORONIN et MODORSKII (1966) considéraient que ces symptômes peuvent avoir été provoqués par d'autres agents de l'environnement, suggérant qu'il pouvait s'agir de vapeurs de kérosène et d'essence fréquemment utilisés par les travailleurs des sous-stations en URSS. Il est intéressant de noter qu'au Symposium américano-soviétique sur la distribution de courant alternatif très haute tension, qui s'est tenu à *Taskhent* en 1978, SAVIN, SHANDALA, NIKONOVA et MOROZOV ont exprimé des réserves quant à la validité de certains des rapports soviétiques antérieurs au sujet d'effets défavorables des champs électriques. Ce point de vue a été repris par BOURGSDORF (1980) à la *Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension* (CIGRE) qui s'est tenu en 1980 à *Paris*; cet auteur ayant déclaré qu'une expérience opérationnelle avec des lignes de 750 kV a confirmé que les effets biologiques dangereux des champs électriques auxquels on s'attendait, avaient été surestimés.

Les recherches menées en Europe et aux *Etats-Unis d'Amérique* ont, pour la plupart, donné des résultats négatifs. La première était celle de KOUWENHOVEN et SINGEWALD (1967-1973) qui ont observé dix monteurs de lignes pendant une période de neuf ans. Les courants corporels calculés chez ces hommes étaient parfois aussi élevés que ceux auxquels on peut s'attendre d'une exposition à des champs non perturbés atteignant 25 kV/m. Les examens médicaux ont été approfondis et aucune anomalie attribuable aux champs électriques n'a été trouvée, bien que le nombre de sujets ait été trop petit pour que des effets autres que les plus importants puissent ressortir. Il n'y avait pas de sujets témoins.

En Europe Occidentale, des symptômes apparemment associés à des champs électriques ont été mentionnés uniquement par FOLE (1973) et par FOLE et DUTRUS (1974). Ces auteurs ont décrit les observations faites sur trois travailleurs qui ont été transférés d'une sous-station de 200 kV dans une sous-station de 400 kV et qui se sont plaints de vertiges, de troubles visuels, de nausées et de lassitude. Dans le dernier article, six sujets ont été exposés à des champs de 15 kV/m pendant plusieurs heures, et deux sujets se sont plaints de perte de force « dans le corps » et des modifications de la tension artérielle et du rythme cardiaque ont été enregistrées. La brièveté de ces études, l'absence de témoins, l'incapacité de confirmer toute relation directe entre les symptômes observés et les champs électriques font penser que ces rapports sont d'une valeur douteuse.

Dans le cadre de recherches concernant des familles d'employés d'*Electricité de France*, STRUMZA (1970) a décrit une étude effectuée sur une période de quatre ans sur 70 hommes, 65 femmes et 132 enfants vivant dans un rayon de 25 mètres de lignes de 200 et 400 kV. Son groupe témoin était composé de 74 hommes, 64 femmes et 120 enfants vivant à plus de 125 mètres des lignes. Il n'a découvert aucune différence sur la base des dossiers médicaux, de la fréquence des visites aux médecins de famille ou les dépenses pour les prescriptions médicales.

### 3. Enquêtes sur la santé dans les conditions de travail

Quatre enquêtes importantes sur la santé (études épidémiologiques) de personnes exposées professionnellement ont été entreprises au cours des cinq dernières années. MALBOYSSON (1976) a fait une étude sur un groupe de 84 travailleurs de sous-station et un groupe de 76 monteurs de lignes en *Espagne* et il les a comparés avec 94 monteurs de lignes travaillant sur des systèmes basse tension. Des questionnaires, des anamnèses médicales ont permis aux médecins d'établir sur une période de quatre ans, les antécédents médicaux de ces hommes qui ont aussi été soumis à des examens hématologiques, des examens de la rétine, et à des tests biochimiques : glycémie, cholestérol, triglycérides, urée et acide urique du sérum. On a constaté moins d'absences pour maladie parmi les monteurs dans les deux groupes et, apparemment, le travail dans des champs électriques n'avait pas d'effets nuisibles sur l'homme. Des mesures de l'exposition n'ont toutefois pas été faites et les données n'ont pas été analysées statistiquement.

ROBERGE (1976), au *Canada*, a examiné le cas de 56 ouvriers d'entretien travaillant dans des sous-stations de 735 kV à *Québec*, qui avaient été exposés parfois à des champs de 15 kV/m pendant une période de 4 ans 1/2. Il n'y avait pas de témoins et les hommes qui étaient volontaires avaient été priés de remplir un questionnaire. On n'a pas noté d'effets importants sur la santé de ces travailleurs. Il faut remarquer, cependant, que les mesures de l'exposition étaient peu satisfaisantes, la durée n'était pas quantifiée et il n'y avait pas de groupes témoins pour évaluer les réponses au questionnaire. De plus, les hommes participant à l'étude étaient volontaires. Deux suggestions importantes sont ressorties de cette étude : premièrement, parmi les hommes participant à l'étude, 22 ont fait état d'anxiété et de peur des chocs électriques; deuxièmement, le rapport fils/fille était anormalement élevé, 17 : 3.

Une deuxième étude canadienne a été rapportée par STOPPS et JANISCHEWSKY (1979), dans laquelle 30 hommes chargés de l'entretien de lignes haute tension dans l'état d'*Ontario* et 30 employés assortis quant à l'âge et le niveau d'éducation mais non exposés aux champs électriques

ont été examinés de façon approfondie en milieu hospitalier. Les examens comprenaient un électroencéphalogramme (EEG), un électrocardiogramme (ECG), la détermination des paramètres biochimiques du sang, des épreuves fonctionnelles hépatiques, la détermination des électrolytes du sérum, une évaluation physique et psychologique complète avec des tests psychométriques et de personnalité. Au moment de l'examen, les sujets n'étaient pas identifiés comme étant exposés ou témoins. Le groupe exposé était composé de :

- a) 19 monteurs de lignes, avec une exposition calculée comme étant de 7 kV/m heures par jour - jusqu'à 8 000 kV/m heures pendant dix ans, et
- b) 11 travailleurs de sous-stations avec une exposition moyenne calculée de 13 kV/m heures par jour - jusqu'à 36 000 kV/m heures pendant dix ans.

Il a été conclu, en se basant sur cette étude très approfondie et complète, que le travail dans des conditions de très haute tension ne provoque pas d'atteintes chroniques chez le personnel des sous-stations dans l'Ontario. Malgré cela, il faut remarquer que les hommes ayant participé à l'étude étaient tous des volontaires et représentaient un petit nombre de l'ensemble du personnel employé dans ces catégories, l'exposition exprimée en kV/m heures a été estimée et non mesurée, mais quelques contrôles au dosimètre ont été faits. On n'a pas recherché d'effets aigus.

Le quatrième rapport est celui de KNAVE (1979) dans lequel 53 travailleurs de postes d'interconnexion en Suède ont été examinés par rapport à 53 employés travaillant sur des systèmes basse tension, assortis quant à l'âge, le lieu et la durée de service, mais non quant au niveau d'éducation. Les détails sur l'exposition sont incomplets car elle a été estimée et non mesurée. Les groupes exposé et témoin ont été examinés de façon approfondie : questionnaire, EEG, ECG, examen médical et hématologique et divers tests psychométriques. Il n'y avait pas de signes d'effets importants dus au travail dans les sous-stations de 400 kV. Il est intéressant de remarquer que les performances du personnel exposé étaient significativement meilleures que celles du groupe témoin, mais cela peut être dû au niveau d'éducation supérieur du groupe exposé. Il a été noté, également, que le groupe exposé avait significativement moins de fils que de filles par comparaison avec le groupe témoin. Cette dernière constatation est l'inverse de celle décrite par ROBERGE. Ces constatations n'ont pas d'importance du point de vue épidémiologique et seront discutées plus loin.

Les études épidémiologiques européennes et américaines sont d'un niveau supérieur à celui des rapports soviétiques parce qu'elles donnent des informations détaillées sur tous les examens. Même ainsi, dans certaines études, les examens médicaux ne coïncidaient pas avec la période d'exposition, les groupes témoins n'étaient pas toujours bien assortis et l'intensité des champs et l'exposition étaient estimées et non mesurées. Malgré cela, les données prises dans leur ensemble suggèrent de façon absolue que les champs haute tension ne provoquent pas d'atteintes chroniques.

#### 4. Etudes de laboratoire sur des volontaires

Les imperfections de certaines des études décrites plus haut soulignent l'importance des tests de laboratoire comme ceux décrits par HAUF (1974) de l'Université Technique de Munich.

Les études de laboratoire ont l'avantage de conditions d'exposition beaucoup plus facilement contrôlées, bien que les expositions de longue durée présentent des problèmes sur le plan pratique. HAUF a exposé des volontaires à des champs de 1 à 20 kV/m pendant des périodes allant de 45 minutes à 5 heures. Les expériences n'étaient pas réalisées en double-aveugle et il est possible que les sujets aient été susceptibles de percevoir les champs dans certains cas. Les principaux critères utilisés pour les comparaisons étaient les suivants :

- 1) tests psychomoteurs - temps de réaction,
- 2) mesure de la fréquence cardiaque, de la tension artérielle, ECG et EEG.
- 3) numérations du sang périphérique (examens hématologiques de routine),
- 4) électrolytes du sérum et biochimie du sang.

Dans l'ensemble, ces études ont donné des résultats négatifs, à l'exception d'une légère stimulation, retardant et réduisant l'effet de fatigue aux temps de réaction. De légères modifications quant au nombre de leucocytes, de neutrophiles et de réticulocytes ont été observées dans les constituants du sang; ces modifications étaient comparables à celles signalées par les auteurs soviétiques.

Afin de définir de façon plus précise ces légères modifications, HAUF et ses collaborateurs ont étudié les effets de très faibles courants, voisins des courants de déplacement qui, du point de vue physique, constituent le seul effet possible d'exposition à un champ électrique. Les résultats négatifs obtenus dans cette nouvelle série d'expériences ont convaincu HAUF que les effets observés lorsque des sujets sont exposés à un champ électrique sont les effets d'une stimulation non spécifique.

Le travail de HAUF et de son école est en accord avec des études suédoises réalisées plus tôt par JOHANSSON, LUNDQUIST, LUNDQUIST et SCUKA (1973) qui ont trouvé que l'exposition aux champs électriques n'avait pas d'influence sur les performances dans les tests psychométriques. L'intensité du champ, mentionnée comme étant de 100 kV/m « au niveau de la tête », peut-être considérée comme indiquant une intensité de champ non perturbé de 5-10 kV/m.

KALYADA (1979) a rapporté de légères modifications fonctionnelles réversibles après une exposition journalière de deux heures à 10 kV/m pendant une période de vingt jours. KRIKOVA *et al.*, (1977) n'ont pas trouvé de modifications physiologiques à 10 kV/m mais ont identifié une certaine détérioration des capacités motrices après exposition pendant deux heures à 16 kV/m. Dans aucune de ces études soviétiques on ne faisait mention de perception. Cependant, les études soviétiques et japonaises sont d'accord sur le fait qu'il y a des modifications significatives (bien que transitoires) des capacités fonctionnelles chez les sujets soumis aux microchocs.

L'impression générale qui ressort est qu'il ne se produit pas d'effets avec des champs au-dessous de 10 kV/m. mais si des sujets sont exposés à des champs de 10 kV/m ou plus pendant quelques heures par jour, on peut parfois observer des modifications physiologiques transitoires. Même ainsi, il n'est en aucune façon démontré que la cause est le champ électrique en soi et non pas l'appréhension ou la perception. Il est très difficile dans des expériences de ce type de s'assurer que les sujets ne perçoivent pas la présence du champ électrique grâce à des indices purement extérieurs (TUCKER et SCHMITT, 1978).

Dans une série d'expériences originales, CABANES et GARY (1981) ont effectué des tests de perception directe d'un champ électrique par des êtres humains dans le laboratoire haute tension d'*Electricité de France*. Par un arrangement de conducteurs horizontaux placés à une hauteur de neuf mètres au-dessus du sol, ils ont créé un champ électrique qui variait entre 27 kV/m directement sous les conducteurs et 0,3 kV/m en d'autres points sur le sol du laboratoire. 75 personnes se sont soumises volontairement à ces intensités de champs en des points précis et ont décrit leurs impressions et leurs sensations en ces différents points sans connaître l'intensité du champ en chacun de ces points. A partir de cette étude, il a été possible de construire des courbes de perception exprimée en pourcentages de l'échantillon de personnes ressentant quatre différents niveaux de sensation en fonction de l'intensité du champ. Cette étude a montré que la perception des champs électriques chez l'homme était fonction de la stimulation mécanique des poils qui était provoquée par les forces électrostatiques.

La sensibilité de perception de l'avant-bras nu dépendait de ce que l'avant-bras avait été rasé ou non. La suppression des poils réduisait considérablement la sensibilité de l'avant-bras. Les vibrations des poils sur l'avant-bras ont été enregistrées par des photographies à grande vitesse, des mouvements de 1 mm des poils ont été notés dans des champs de 50 kV/m.

Une série parallèle d'expériences sur les animaux a confirmé ces résultats. De nouveau, grâce à l'utilisation des photographies à grande vitesse, des vibrations atteignant 1 cm des moustaches de rats et de souris ont pu être visualisées, indiquant clairement l'extrême sensibilité des animaux à la présence de champs électriques.

### 5. Etudes épidémiologiques concernant des individus exposés en dehors des conditions de travail

WERTHEIMER et LEEPER (1979) ont soutenu l'existence d'une relation entre le cancer chez l'enfant et la résidence dans des maisons avec un flux de courant intense dû aux configurations de réseaux électriques externes, par exemple transformateurs, au voisinage de ces maisons, en comparaison avec un groupe témoin. La constatation était la plus marquée pour les enfants qui avaient passé toute leur vie à la même adresse et il est apparu aux auteurs qu'il y avait une relation avec la dose. Cela ne semblait pas être un artefact du voisinage, de surpeuplement de la rue, de la classe sociale ni de la structure familiale. Ils ont émis l'hypothèse que la relation peut avoir été due aux effets du courant dans les conduites d'eau ou des champs magnétiques alternatifs.

Dans une critique de cette étude, publiée dans un numéro ultérieur du même périodique, MILLER (1980) a estimé qu'une relation dose-réponse a été suggérée, mais qu'aucune dose, c'est-à-dire aucune intensité de champ magnétique, n'a été indiquée pour aucune des adresses. De plus, MILLER apporte la preuve que le champ magnétique provenant d'appareils électriques dans la maison serait bien supérieur à toute contribution de configurations de réseaux électriques à l'extérieur de la maison. Une étude analogue a été réalisée par FULTON *et alii* (1980) à *Rhodes Island*, qui n'ont trouvé aucun argument venant étayer l'hypothèse de WERTHEIMER et LEEPER. D'autres points sont criticables dans l'étude de WERTHEIMER et LEEPER, et notamment le fait que les données n'ont pas été recueillies à l'aveugle, d'où un biais important au niveau des observateurs. En outre, les cas ont été vérifiés après la mort, c'est pourquoi on n'a pas tenu compte des cas de cancer encore en vie. Il est vital, dans des études de cas avec témoins correspondants de cette nature, de vérifier si les adresses de naissance et de décès ont été utilisées. Il semble, d'après l'article publié, que des adresses de naissance et de décès ont été utilisées, introduisant un autre biais important dans les données.

Une autre hypothèse récente a été celle de l'existence d'une relation entre l'exposition aux champs électromagnétiques et le suicide (REICHMANIS, PERRY, MARINO et BECKER, 1979). Le rapport manque de toute base biologique. Le suicide est un événement, non une maladie. C'est fréquemment un symptôme d'une maladie psychique préexistante et ce sont ces maladies qui doivent être étudiées et classées. L'article est contradictoire dans ses conclusions et il donne lieu à de sérieuses critiques pour son usage incorrect des techniques épidémiologiques.

### 6. Expérimentation animale

De nombreuses expériences ont été réalisées sur l'exposition des animaux aux champs électriques.

Les effets décrits comprenaient une consommation réduite d'eau chez les rats, une taille réduite de la descendance et une mortalité plus élevée chez les souris (MARINO *et alii*, 1976, 1977), des modifications hématologiques chez les souris (BLANCHI *et alii*, 1973) et une consolidation plus lente des fractures chez les rats (MARINO *et alii*, 1978). Dans toutes ces expériences, des microchocs se sont probablement produits. Des études sur des abeilles dans des ruches disposées sous des lignes aériennes (GREENBERG *et alii*, 1979) suggèrent que les insectes sont affectés seulement lorsqu'ils sont soumis à des microchocs lors de contact avec la structure de la ruche ou avec d'autres insectes.

Dans le travail le plus minutieux et le plus complet effectué jusqu'à présent - aux *Battelle Pacific Northwest Laboratories* (PHILLIPS, 1979) - la plupart des effets physiologiques rapportés ailleurs ont été recherchés, mais n'ont pas été trouvés. Certains effets ont, cependant, été confirmés chez des rats et des souris exposés à des champs atteignant 100 kV/m - champs que les animaux pouvaient très probablement percevoir. Des rats auxquels on laissait le choix passaient plus de temps hors des champs de plus de 90 kV/m que dans ceux-ci et, lorsqu'ils s'y trouvaient, faisaient montre

d'une plus grande activité. A des intensités de champs plus faibles (25 et 50 kV/m), les rats passaient la plus grande partie du temps dans la zone du champ.

Des rats, exposés depuis la conception jusqu'à huit jours après la naissance, présentaient de légères différences comportementales par rapport aux témoins soumis à une exposition simulée, bien que ces différences aient disparu 21 jours après la naissance. Les résultats d'une réponse à un test conditionné ont montré des modifications de l'excitabilité des ganglions sympathiques chez des rats exposés et il y avait également des modifications du nombre des globules rouges et blancs dans le sang des souris exposées.

Tous les effets observés, jusqu'à présent, dans le *programme de Battelle* sont légers et se trouvent dans les limites normales de variation pour les animaux concernés. Un aspect remarquable du travail récent est qu'au fur et à mesure que les techniques expérimentales se sont perfectionnées, le nombre d'effets observés a diminué.

De plus, une série complète d'expériences sur des rats, des lapins et des souris a été réalisée par le *Comité Médical d'Electricité de France*, en collaboration avec l'*Ecole Vétérinaire de Maisons-Alfort* en vue d'étudier divers paramètres hématologiques et biochimiques après exposition à des champs contrôlés en laboratoire. Aucune anomalie significative n'a été constatée. On a mentionné, en un autre endroit, les études effectuées sur la perception directe des champs chez les animaux (CABANES et GARY). De même, des études sur les effets biologiques des champs électriques sur les souris, les rats, les lapins et les chiens ont été effectuées en *Italie* dans le cadre du projet de 1 000 kV réalisé par *Ente Nazionale per l'Energia Elettrica (ENEL)*. Ces études ont été effectuées par le *Département de Physiologie de l'Université de Milan* en collaboration avec l'ENEL (CERRETELLI *et alii*, 1981). Elles concernaient les paramètres cardiovasculaires, hématologiques et biochimiques. En outre, la croissance, la fertilité et les effets tératogènes ainsi que les modifications de la résistance à des infections induites ont été étudiées. Encore une fois, il n'a pas été constaté, jusqu'à présent, d'anomalies significatives, et le travail se poursuit.

Aucune expérience sur les animaux n'a encore fourni d'indications précises sur ce qui peut arriver aux êtres humains exposés à des champs électriques, l'une des difficultés étant que les champs électriques et les courants ne s'échelonnent pas de façon simple, ni en importance ni en distribution dans le corps, à cause des différences de taille, de forme et d'orientation. Des études épidémiologiques et des expériences avec des sujets humains sont apparemment essentielles s'il s'agit de résoudre, de façon satisfaisante, la question de savoir si, en fait, des effets subtils sur la santé humaine existent réellement.

## 7. Discussion

La question fondamentale, qui exige une réponse, est de savoir si des champs électriques alternatifs au voisinage des installations de transport exercent ou non un effet physiologique ou pathologique sur l'homme. Si c'est le cas :

- a) est-il dû au passage du courant dans le corps ?
- b) est-il dû à un effet secondaire associé à des microchocs, à une stimulation des poils ou de la peau, ou à un effet psychologique dû à l'appréhension ?
- c) y a-t-il un effet quelconque en l'absence de perception ?
- d) tout effet est-il nocif ? Un effet chronique peut-il se développer en l'absence d'effets aigus ?

Pour tenter de répondre à ces questions, on a utilisé jusqu'à présent trois approches principales :

- a) études épidémiologiques concernant des individus exposés à des champs électriques pour des motifs professionnels ou par suite de la situation de leur domicile,
- b) expériences de laboratoire sur des volontaires,
- c) expériences de laboratoire sur des animaux.

En faisant une évaluation critique des études rapportées dans la littérature, les points suivants doivent être pris en considération.

#### 7.1. GROUPES TÉMOINS

Dans toute étude d'exposition de groupes de population définis, il est nécessaire d'avoir des populations témoins adéquates. De façon idéale, les groupes témoins doivent être assortis sous tous les aspects avec le groupe exposé (sexe, âge, classe sociale, éducation, etc...), soumis au même traitement, à l'exception de l'exposition au champ électrique et étudiés avec les mêmes critères. Si une bonne comparabilité n'est pas possible, plusieurs groupes témoins doivent être utilisés afin que la variabilité introduite par les différentes conditions dans les différents groupes puisse être évaluée.

Dans les expériences de laboratoire sur des êtres humains, il est souvent pratique d'utiliser chaque individu comme son propre témoin en examinant sa réponse avec et sans exposition au champ. Dans cette situation le sujet ne doit pas pouvoir faire la distinction entre la présence ou l'absence du champ.

#### 7.2. EXPOSITION SIMULÉE ET PROCÉDÉS EN AVEUGLE

Dans l'exposition simulée, les animaux ou les sujets témoins sont placés dans un équipement qui est capable de générer le courant électrique, mais qui en réalité n'est pas sous tension. Une expérience est appelée « en aveugle » si le sujet ne sait pas si une exposition a eu lieu ou non. De façon idéale, une expérience devrait être « en double aveugle », c'est-à-dire que ni le sujet ni ceux qui expérimentent sur le sujet et enregistrent sa réponse ne doivent savoir si l'exposition a eu lieu ou non. Ces procédés sont destinés à éviter les biais introduits par les observateurs ou par ceux manipulant les sujets ou les animaux.

#### 7.3. ELIMINATION OU RECONNAISSANCE DES FACTEURS PRÉTANT A CONFUSION

En dehors des microchocs, de la stimulation des poils ou de la peau et de l'appréhension, les facteurs prêtant à confusion peuvent inclure en particulier le bruit, les vibrations, les ions et les gaz étrangers (par exemple, ozone) et les différences de température ou d'humidité. Si ces facteurs ne peuvent pas être éliminés, ils doivent être mesurés et être pris entièrement en compte.

#### 7.4. ANALYSE STATISTIQUE

Une réduction minutieuse des données est normalement nécessaire pour déterminer la signification de toutes les tendances observées parce que les animaux et les sujets peuvent présenter des réponses variables et que les effets recherchés sont mineurs.

#### 7.5. RÉPÉTITION DE L'EXPÉRIENCE

Pour que les résultats inspirent une totale confiance, il faut que l'expérience puisse être répétée avec succès avec un groupe différent de sujets et dans un autre laboratoire. Malheureusement, la presque totalité des travaux publiés pèchent par une insuffisance de l'un ou l'autre de ces aspects. Bien que cela ne diminue pas nécessairement la validité des conclusions de ces études, cela constitue souvent une faiblesse, en particulier là où des effets positifs des champs électriques ont été identifiés.

Il n'y a pas de preuve de lésion organique provoquée par les champs électriques chez l'homme. Cela s'applique à la fois aux effets aigus et chroniques et ressort des études russes, américaines et européennes. Cela s'applique aussi bien à l'exposition aiguë qu'à l'exposition chronique.

Les effets attribués aux champs électriques, qui ont été rapportés, sont de nature fonctionnelle et générale. Des examens biochimiques complets n'indiquent aucun signe de stress.

Bien qu'il y ait quelques études sur le terrain et en laboratoire sur des êtres humains exposés à des champs électriques, beaucoup sont insuffisantes quant à la portée et aux détails, manquent de solidité statistique et ne sont pas soumises à des contrôles stricts. Les études soviétiques, en général, semblent souvent orientées pour aboutir à des résultats finals particuliers prévus d'avance. Par exemple, les troubles fonctionnels du système nerveux central sont cités à maintes reprises pour expliquer une multitude de symptômes et de signes mal définis, tels que apathie, excitabilité, céphalées, somnolence et fatigue. En général, on ne peut avoir qu'une confiance très limitée en ces études et les Normes de l'environnement qui en sont ressorties.

A l'exception du risque évident d'électrocution accidentelle, aucun tableau de maladie professionnelle n'a été rapporté pour les travailleurs œuvrant dans un environnement de haute tension. Des sensations subjectives gênantes ou déplaisantes, telles que des microchocs, se produisent chez des travailleurs exposés à des champs haute tension. Il est intéressant de noter que, dès 1968, KRIVOVA ait souligné l'importance de l'exposition aux microchocs dans l'induction de symptômes chez le personnel des sous-stations. ROBERGE, à Québec, a décrit l'anxiété et la peur des chocs électriques chez 22 des 56 ouvriers chargés de l'entretien qu'il a étudiés. Au Japon, TAKAGI a étudié, en 1976, les réponses de 40 sujets placés sous une ligne d'essai de 500 kV et dans des champs de 5 kV/m et plus qui montrent que les microchocs ont donné lieu à un certain malaise parmi les participants.

C'est pourquoi, dans le champ des expériences de laboratoire, l'élimination des microchocs est une condition préalable d'une importance majeure. Dans plusieurs rapports d'expérimentations animales, il semblerait que les animaux sont particulièrement sensibles et CABANES et GARY ont décrit les vibrations atteignant une amplitude de 1 cm des moustaches de rats et de souris dans des champs de 20-50 kV/m. Ils ont montré également la sensibilité de l'avant-bras de l'homme à la perception de champs électriques avant et après rasage des poils sur l'avant-bras.

Un thème constant du travail soviétique est que des problèmes surviennent seulement dans les sous-stations où les tensions sont de 500 kV ou plus. KRIVOVA, LUKOVKIN et MOROZOV (1977) fournissent des données sur des intensités de champs dans de telles sous-stations. Les niveaux les plus élevés se situent entre 20 et 25 kV/m, ce qui est élevé pour les normes occidentales. Sur la base des travaux américains, la fréquence de malaises dus aux chocs serait probablement également élevée.

Une observation, qui a donné lieu à certaines spéculations, a été faite dans deux rapports. Il s'agit de celui de ROBERGE qui a trouvé un ratio garçons-filles anormalement élevé chez les enfants nés de travailleurs exposés à l'action de champs haute tension, et de celui de KNAVE qui a rapporté une proportion anormalement élevée de filles. KNAVE a souligné que la différence du nombre des enfants était supposée être liée à des facteurs autres que l'exposition aux champs électriques, étant donné que la différence du nombre d'enfants a été trouvée dix ou quinze ans avant que le travail dans les sous-stations de 400 kV ne commence. On pourrait s'attendre à observer une différence dans la proportion des garçons et des filles dans de petits groupes; en fait, même avec des populations importantes, il est extrêmement improbable qu'elle soit égale à l'unité. Par conséquent, elle n'a pas d'importance du point de vue épidémiologique, mais est purement et simplement une observation dans une étude sectorisée. Le fait que l'observation intéresse un petit groupe et le fait que dans les deux rapports les proportions étaient inversées, illustrent ce point.

Quoique les différentes études déjà effectuées présentent certaines imperfections, il faut s'y attendre lorsque la probabilité est qu'aucune détérioration permanente de la santé ne se produit comme conséquence des expositions aux champs électriques. Il est significatif que la majorité des données suggèrent que l'exposition aux champs électriques se rencontrant normalement au voisinage d'installations de transport n'a pas d'effet pathologique et ne présente aucun risque pour la santé.

Certains chercheurs ont trouvé de légères modifications physiologiques passagères chez des sujets après plusieurs heures d'exposition à des champs de 10 kV/m ou plus. Aucun de ces chercheurs n'a prétendu que ces modifications devaient s'expliquer par d'autres causes telles que l'appréhension ou la perception de la présence du champ. Des tests en laboratoire montrent que les

sujets ne présentent normalement pas de réponses physiologiques transitoires à une stimulation par de légers chocs électriques tels qu'ils peuvent les ressentir dans des champs électriques intenses au voisinage d'installations de transport. Les expériences sur les animaux n'ont pas apporté de confirmation de l'existence d'effets pathologiques après exposition à des champs atteignant 100 kV/m.

Des réponses physiologiques chez les animaux ont été confirmées seulement avec des champs suffisamment intenses pour que la perception soit probable. Les réponses semblent être légères et les résultats ne permettent pas de discerner les conséquences nettes en ce qui concerne la santé des êtres humains vivant au voisinage d'installations de transport.

Malgré la nature rassurante d'un grand nombre de résultats très récents, on ne peut jamais exclure complètement la possibilité que des effets mineurs sur la santé aient pu être omis. Des programmes de recherches sont en cours dans plusieurs pays, un effort particulièrement important ayant été fait aux *Etats-Unis d'Amérique*. Les sujets à l'étude vont des problèmes fondamentaux de l'interaction des champs électromagnétiques avec la matière vivante à des tentatives directes d'identifier des effets médicaux spécifiques - un exemple particulier dans cette dernière catégorie étant le travail qui se poursuit en *Suède* sur une détérioration possible des chromosomes et des malformations congénitales (NORDSTROM et BIRKE, 1979). Ce rapport comprenait une étude rétrospective de l'incidence de malformations congénitales dans la descendance de 542 employés de sexe masculin du *Swedish State Power Board* et l'incidence d'aberrations chromosomiques dans des lymphocytes cultivés provenant de 20 travailleurs employés dans des sous-stations de 400 kV.

Un certain nombre d'observations intéressantes peuvent être faites en rapport avec ces études. La fréquence accrue de malformations se produit de façon uniforme dans toute la population étudiée, qu'il s'agisse de sous-stations de 400 kV, 130-200 kV ou 70 kV. Le groupe témoin est composé des mêmes individus avant qu'ils n'aient été exposés. C'est pourquoi toute l'étude a perdu sa validité parce que le groupe exposé et le groupe témoin ne sont pas assortis quant à l'âge. L'âge des parents est un facteur extrêmement important dans toute étude de malformations congénitales.

En ce qui concerne l'étude des chromosomes, les critères de sélection des 20 personnes exposées et des 20 personnes témoins ne sont pas définis. De plus, on admet que les personnes qui se décrivent comme employés travaillant dans des sous-stations de 400 kV et sur des lignes de transport sont exposées à des champs électriques. Des jugements subjectifs sur l'importance de l'exposition aux champs électriques, même lorsqu'ils sont portés par des techniciens possédant une expérience approfondie du travail dans une installation de transport, ne devraient pas être considérés comme sûrs. En effet, aucune étude sur laquelle fonder un jugement bien documenté n'a été publiée concernant les expositions à des champs électriques objectivement mesurés pendant une journée entière de travail; les renseignements officiels laissent apparaître que les évaluations subjectives de l'exposition tendent à surestimer l'exposition réelle aux champs électriques.

D'autres études sont prévues en *Suède* (KNAVE, 1981) dans lesquelles environ 1 500 hommes de 18 à 30 ans qui seraient employés en 1981, 1982 et 1983 dans les entreprises d'électricité suédoises seront étudiés pendant une période de 10 ans dans une étude épidémiologique prospective. Le type de travail et les différentes conditions (physiques et chimiques) auxquelles ils sont exposés dans leur travail et dans leur environnement social seront pris en considération.

D'autres études épidémiologiques de personnes exposées à des champs électriques doivent être organisées par l'*Electric Power Research Institute* (EPRI) et par le *Ministère de l'Environnement* des *Etats-Unis d'Amérique*. Au *Royaume-Uni*, une étude épidémiologique de travailleurs sur lignes de transport haute tension et sur réseau de distribution basse tension est en cours. Ces études vont couvrir un plus grand nombre de sujets que les études précédentes. L'étude, au *Royaume-Uni*, est réalisée conjointement par le *Central Electricity Generating Board* (CEGB) à *Londres* et le *Département de Psychologie Expérimentale* de l'*Université d'Oxford*. Environ 700 agents du *South West Britain* y participent et des corrélations vont être recherchées entre les réponses à un questionnaire de santé et les estimations d'exposition à des champs électriques sur des périodes remontant jusqu'à 15 ans. Pendant les deux semaines précédant la remise du questionnaire, des expositions individuelles seront mesurées à l'aide d'un simple compteur intégrateur fixé au bras. L'étude fournira, bien entendu, des données se rapportant directement aux conditions existant au *Royaume-Uni*.

La question de savoir si les individus présentent une réponse comportementale ou physiologique à des courants de 50 Hz, si ces courants ne sont absolument pas perçus, doit être précisée par une étude expérimentale menée conjointement par le CEGB, le *Medical Research Council* et le *Département des maladies professionnelles de l'Université de Manchester*. Des électrodes de contact seront utilisées pour faire passer des courants d'une intensité inférieure à celle du seuil de perception chez des sujets volontaires pendant plusieurs heures, les électrodes étant disposées de sorte que la distribution du courant dans le corps soit approximativement celle qui serait induite par des champs électriques extérieurs de tensions non perturbées jusqu'à 30 kV/m.

Une batterie de tests psychométriques sensibles sera utilisée pour rechercher les réponses physiologiques à la présence du courant. Ils comporteront des tests de temps de réaction en série, de faculté de recherche visuelle et de raisonnement syntactique et sémantique. Ces tests sont supposés fournir le plus vaste filet qui puisse être jeté pour saisir un changement physiologique, tout en étant en même temps bien établis et expérimentalement réalisables. Les sujets seront testés en utilisant des techniques en double-aveugle.

Une autre question utile qui peut se poser est celle de savoir si certains individus sont particulièrement prédisposés pour être influencés par les champs électriques. Les études donnent peu d'informations à ce sujet, bien qu'on sache que les individus varient quant à leur capacité de percevoir les champs (GE/EPRI, 1978). Des expérimentations animales, prévues aux *Battelle Pacific Northwest Laboratories*, rechercheront spécifiquement des corrélations entre les réponses comportementales et d'autres réponses (telle que l'excitation synaptique) comme conséquence d'exposition au champ. Un objectif est de voir si des individus sensibles sont également les plus susceptibles de présenter des effets physiologiques. Ces travaux peuvent fournir certaines données d'orientation pour des programmes de recherches futures sur les êtres humains.

Dans les études rapportées par CABANES et GARY (1981), sur la stimulation des poils par les champs électriques, il était également évident qu'il y avait une large variation individuelle en ce qui concerne le seuil de perception des champs parmi les 75 personnes participant à l'étude.

A un niveau plus fondamental, il y a la question de savoir quels sont les mécanismes physiques qui interviennent dans l'interaction entre les champs électriques de basse fréquence et le corps humain, et ce qui détermine les seuils de sensation, de douleur et de spasme musculaire. Divers groupes, dans le monde, ont attaqué ce problème, mais en raison de la complexité de la constitution physiologique de l'homme, il semble peu probable que des données soient disponibles à court terme pour éclairer la question de savoir si l'exposition aux champs électriques est nocive pour la santé. Il semble judicieux, par conséquent, de suivre l'approche plus directe, qui est celle de mesurer la réponse des sujets aux champs électriques, tout en surveillant les progrès des études théoriques et pratiques.

Une question d'un intérêt pratique immédiat, à laquelle on peut répondre, concerne la sensibilité possible des pacemakers cardiaques aux interférences créées par les champs électriques des installations de transport. Des études approfondies réalisées aux *Etats-Unis d'Amérique* (BRIDGES et FRAZIER, 1979), ont montré que la plupart des stimulateurs cardiaques ne sont pas influencés par ces champs. Quelques types de stimulateurs particulièrement sensibles peuvent s'inverser, dans des champs d'environ 3 kV ou plus à 60 Hz, en un mode de fonctionnement où ils stimulent le cœur en compétition avec les impulsions cardiaques naturelles au lieu de le stimuler en coopération. Cette inversion n'est pas connue pour être dangereuse, mais elle est considérée comme indésirable par certains cardiologues.

Des informations préliminaires montrent que la plupart des stimulateurs cardiaques utilisés au *Royaume-Uni* sont du type unipolaire, par opposition au type bipolaire plus largement utilisé aux *Etats-Unis d'Amérique*. Le type unipolaire a des électrodes plus largement espacées et va capter une tension d'interférence plus grande pour un courant corporel donné. Cependant, la fréquence de courant plus basse, utilisée en Europe, 50 Hz par opposition à 60 Hz aux *Etats-Unis d'Amérique*, signifie que des courants corporels proportionnellement plus faibles seront induits pour une intensité donnée du champ extérieur. Cette situation doit être évaluée plus en détail. Actuellement, le CEGB prévoit de collaborer avec le *Département de cardiologie* du *St. Bartholomew Hospital* de Londres,

pour évaluer la sensibilité aux interférences des stimulateurs utilisés au *Royaume-Uni* et pour contrôler les performances des types les plus sensibles lorsque leurs porteurs sont exposés directement à des champs électriques.

D'autres actions prévues actuellement au *Royaume-Uni* par le CEBG comprennent une étude de confirmation de l'incidence des champs électriques intenses au voisinage d'installations de transport, la fourniture d'aide pour la mesure des champs électriques ou magnétiques aux organismes médicaux ou autres qui peuvent en avoir besoin, et la diffusion de l'information sur ce sujet pour le public.

## 8. Conclusions

Une étude critique des phénomènes physiques et physiologiques associés avec l'exposition des organismes vivants aux champs électriques de même qu'une revue de la littérature sur le sujet ont été réalisées par un groupe d'experts de pays industrialisés sous les auspices de l'*Organisation Mondiale de la Santé* en 1978. Il a été conclu que les champs électriques étaient sans danger jusqu'à des tensions de 400 kV. Les experts étaient d'avis que cette façon de voir était valable pour des champs électriques associés à des tensions de transport jusqu'à 800 kV.

Cette conception demeure, avec l'affirmation supplémentaire que les autorités soviétiques pensent également que leurs évaluations passées sur ce problème étaient pessimistes. En raison du rôle prépondérant de l'électricité dans la société moderne, que ce soit au plan industriel ou domestique, d'autres travaux de recherche ont été entrepris ou prévus dans des conditions strictement contrôlées dans de nombreux pays : mais de l'avis du *Groupe d'Etudes Médicales de l'UNIPED*, il n'y a pas, jusqu'à maintenant, de nouveaux arguments pour qu'il modifie son accord avec le point de vue exprimé par le groupe d'experts de l'*Organisation Mondiale de la Santé* en 1978.

## Références

- [1] ASANOVA T.P. and RAKOV A.I., 1966. - The state of health of persons working in the electric field of outdoor 400 and 500 kV switchyards. *Gig. Trud. Prof. Zabol.*, 10 (5), 50-52.
- [2] BLANCHI D., CEDRINI L., CERIA F., MEDA E. and RE G.G., 1973. - Exposure of mammals to strong 50 Hz electric fields. *Arch., Fisiol.*, 70, 30-32.
- [3] BOURGSDORF V., 1980. - How the advancement of knowledge has modified the technical-economic feasibility forecasts. CIGRE. Round Table on UHV Transmission Feasibility, Subject 2.
- [4] BONNELL J.A., CABANES J., HAUF R. and MALBOYSSON E., 1980. - *J. Soc. Occup. Med.* 30 : B5-137.
- [5] BRIDGES J.E. and FRAZIER M.J., 1979. - The effects of 60 hertz electric and magnetic fields on implanted cardiac pacemakers. IITRI/EPRI Project 679-1, Final report, September.
- [6] CABANES J. and GARY C., 1980.
- [7] CERRETELLI P. and MALAGUTI C., 1976. - Research carried out in Italy by ENEL on the effects of high-voltage electric fields. RGE Numéro Spécial, July, pp. 65-74.
- [8] CERRETELLI P., VEICSTEINAS A., MARGONATO V., CANTONE A., VIOLA D., MALAGUTI C. and PREVIA A., 1978. - 1000kV project : research on the biological effects of 50 Hz electric fields in Italy, *18th Annual Hanford Life Sciences Symposium*, Richland, Wa., October 16-18.
- [9] DANILIN V.A., VORONIN A.K. and MODORSKII V.A., 1969. - The state of health of personnel working in high-voltage electric fields. *Gig. Trud. Prof. Zabol.*, 13 (5), 51-52.
- [10] FILIPOV V., 1972. - Die Wechselfeld-Wirkung auf den Menschen und Schutzmassnahmen, *Second International Colloquium on Prevention of Occupational Risks due to Electricity*, ISSA, Cologne, 30 Nov.-1 Dec., pp: 70-80.
- [11] FOLE F.F., 1973. - "PAT" phenomenon in electric-power substations. (paper to the 2nd Int. Colloqu. of the International Section of the ISSA, Cologne, 30 Nov.-1 Dec., 1972). *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 21, (81), 15-18, Jan.-Mar.

- [12] FOLE F.F. and DUTRUS E., 1974. - Nueva aportacion al estudios de los campos electromagneticos generados por muy altas tensiones. *Med. y Seg. del Trab.*, 22, (87), 25-44, July-September.
- [13] GE/EPRI, 1978. - Electrostatic and electromagnetic effects under ultra-high-voltage transmission lines. *EPRI Report No. EL-802*.
- [14] GREENBERG B., KUNICH J.C. and BINDOKAS V.P., 1979. - The effects of high-voltage transmission lines on honey bees. *EPRI Project, EA-841, RP-934-1, Final Report, Phase I*.
- [15] HAUF R., 1974. - Wirkung von 50 Hz Wechselfeldern auf den Menschen. *ETZ-b*, 26, (12), 318-320 (CEGB Translation CE 6689).
- [16] JOHANSSON R., LUNDQUIST A.G., LUNDQUIST S. and SCUKA V., 1973. - Is there a connection between electricity in the atmosphere and the function of man ?, (Part 3 - Alternating Fields). FOA C 2627 - H5, September.
- [17] KALYADA T.V., 1979. - Workshop on Biological Effects of Physical Factors in the Environment, Seattle, Wa., June 11-15.
- [18] KNAVE B., GAMBERALE F., BERGSTROM S., BIRKE E., IREGREN A., KOLMODIN-HEDMAN and WENNBERG A., 1979. - Long-term exposure to electric fields - a cross-sectional epidemiologic investigation of occupationally exposed workers in high-voltage substations. *Electra*, 65, 41-54.
- [19] KNAVE B., 1981. - CIGRE Conference Sweden.
- [20] KOROBKOVA V.P., MOROZOV Yu. A., STOLAROV M.S. and YAKUB Yu. A., 1972. - Influence of the electric field in 500 and 750 kV switchyards on maintenance staff and means for its protection. *CIGRE*, 23-06.
- [21] KOUWENHOVEN W.B., LANGWORTHY O.R., SINGEWALD M.L. and KNICKERBOCKER G.G., 1967. - Medical evaluation of man working in AC electric fields. *IEEE Trans.*, PAS 86 (4), 507-511.
- [22] KRINOVA T.I., LUKOVKIN V.V. and MOROZOV Yu. A., 1977. - The influence on the human body of the electric field caused by high-voltage AC electrical installations. *C.E. Trans.* 7496.
- [23] MALBOYSSON E., 1976. - Medical control of men working within electromagnetic fields. *Rev. Gen. Elec.*, 1976-07, 75-80.
- [24] MARINO A.A. and BECKER R.O., 1977. - Biological effects of extremely low-frequency electric and magnetic fields: a review. *Physiol. Chem. and Physics*, 9, 131-147.
- [25] MARINO A.A., BECKER R.O. and ULRICH B., 1976. - The effect of continuous exposure to low-frequency electric fields on three generations of mice: a pilot study. *Experientia*, 32 (5), 565-6.
- [26] MARINO A.A., CULLEN J.M. and BECKER R.O., 1978. - Power-frequency electric fields and biological stress: a cause and effect relationship. Conference on biological effects of ELF electromagnetic fields, Richland, Wa., Oct. 16-18.
- [27] MICHAELSON S.M., 1979. - Analysis of studies related to biologic effects and health implications of exposure to power frequencies. *The Environmental Professional*, 1, 217-232.
- [28] MILLER W.M., 1980. - *American Journal of Epidemiology*, 112, 165.
- [29] NORDSTROM S. and BIRKE E., 1979. - Investigation of possible genetic risks among employees of Vattenfall/Sydkraft who had been exposed to 400 kV. Summary of preliminary results. Press release, University of Umea, Department of Medical Genetics, 25 October.
- [30] PHILLIPS R.D., 1979. - Health aspects of power transmission. Symposium on Energy and Human Health: Human Costs of Electric Power Generation. Pittsburgh, PA. March 19-21.
- [31] REICHMANIS M., PERRY F.S., MARINO A.A. and BECKER R.O., 1979. - Relation between suicide and the electromagnetic field of overhead power lines. *Physiol. Chem. and Physics*, 11, pp. 35-403.
- [32] ROBERGE P.F., 1976. - Study on the state of health of electrical maintenance workers on Hydro-Quebec's 735 kV power transmission systems, Hydro-Quebec. September.
- [33] SAVIN B.M., SHANDALA M.G., NIKONOVA K.V. and MOROZOV Yu. A., 1978. - Methods for studying and criteria for evaluating the biological effects of electric fields of industrial frequency. Paper for the American-Soviet Symposium on Superhigh Supply Lines, Tashkent (May).
- [34] SAZONOVA T.E., 1967. - Physiological assessment of the work conditions in 400-500 kV open switching yard. Institute of Labour Protection of VTSSPS, Moscow. *Scientific Publications*. No. 46, 34-39.
- [35] SINGEWALD M.L., LANGWORTHY O.R. and KOUWENHOVEN W.B., 1973. - Medical follow-up study of high-voltage linemen working in a.c. electric fields. *IEEE Trans. Pas* 92 (4), 1307-1309.
- [36] STOPPS G.J. and JANISCHEWSKY W., 1979. - Epidemiological study of workers maintaining HV equipment and transmission lines in Ontario. Canadian Electrical Association Research Report.
- [37] STRUMZA M.V., 1970. - Influence sur la santé humaine de la proximité des conducteurs d'électricité à haute tension. *Arch. Mal. Prof.*, 31 (6), 269-276.

- [38] TAKAGI T., 1976. - Electrostatic induction caused by extra-high-voltage overhead transmission lines, Japan IERE Council Document R7604, June.
- [39] TUCKER R.D. and SCHMITT O.H., 1978. - Tests for human perception of 60 Hz moderate strength magnetic fields. *IEEE Trans. BME-25*, (6), 509-518.
- [40] WERTHEIMER N. and LEEPER E., 1979. - Electrical wiring configurations and childhood cancer. *American Journal of Epidemiology*, **109**, 273-284.

L'IMPATIENT - N° 43 - JUIN 1981

PROTECTION CONTRE LES RAYONNEMENTS IONISANTS - N° 73 -

2ème TRIMESTRE 1978

17, rue des Atoyers - 77390 VERNUIL L'ETANG



# FRENCH INTERCONNECTION

La pollution électrique, une des plus insoupçonnées. Un peu partout en France ou à l'étranger, des gens s'opposent à l'implantation de postes

d'interconnexion ou au passage d'une autoroute électrique. Cela nous donne l'occasion d'aborder à nouveau un dossier controversé.

Marlenheim dans le Bas-Rhin, La Gaudière-Verfeil dans le Toulousain, Vibeuf et Boudeville dans le pays de Caux, Chazay d'Azergues dans le Beaujolais... Les habitants de ces lieux que l'on cite rarement dans les médias défendent eux aussi leur cadre de vie, leur outil de travail. Une partie d'entre eux ont conscience de défendre leur santé menacée par le poste d'interconnexion ou les lignes à très haute tension que le nucléaire tisse à travers l'hexagone comme une grande toile d'araignée...

Les risques pour la santé sont niés par les autorités, EDF et certains scientifiques. D'autres chercheurs, dont nous nous sommes fait l'écho (*Umpatent* n° 16) ont prouvé par leurs travaux les effets nocifs de la pollution électrique due aux champs électromagnétiques. Devant l'existence de ces deux camps dans un domaine qui devrait être « objectif », l'homme du commun est mal à l'aise. Qui croire ? Pourquoi les chercheurs marginaux auraient-ils raison contre l'avis du grand nombre ? Pourquoi un médecin isolé et condamné comme l'a été le dr Maschi pour sa thèse sur l'origine électrique de la sclérose en plaques aurait-il raison alors que le corps médical est encore imperméable à ces idées ?

## Des juges contre la pollution électrique

Les juges de New-York ont été placés devant ce dilemme à la suite de plaintes de riverains de lignes à Très Haute Tension. Ils ont mis quatre ans, de 1974 à 1978 pour instruire le procès et prendre une position entre deux thèses qui s'affrontaient : la thèse « biologique » et la thèse « biophysique ». Les tenants de cette dernière appliquent les principes de la physique aux systèmes biologiques afin de prévoir, en théorie, les effets biologiques des champs électromagnétiques. Pour eux, il n'y a pas de pollution électrique.

La méthode biologique au contraire donne la priorité aux résultats expérimentaux et toute théorie doit être jugée en fonction de ses capacités d'explication des phénomènes observés. Comme il n'existe actuellement aucune théorie capable de prédire les effets biologiques des champs électro-magnétiques, on peut comprendre l'avantage de cette méthode.

Les juges ont suivi les thèses des biologistes et ont reconnu l'existence d'un risque pour la santé dans une zone de 400 m de large située de part et d'autre d'une ligne de 750 000 volts. Les

gens habitant dans une zone de 200 m de large ont eu la possibilité de se faire reloger aux frais des producteurs d'électricité.

## Ouvriers bien protégés

Mais c'est bien avant 1978 que l'effet nocif des lignes à THT est reconnu : en Union soviétique où, dès 1964, certains médecins révèlent différents troubles observés chez des ouvriers travaillant sur des lignes à THT ou des postes d'interconnexion. Ceux-ci souffrent de troubles du système neuro-végétatif, d'une grande variation du pouls ou de la pression artérielle, d'une mauvaise régulation aux variations de température, d'un désordre au niveau de la coordination de la moëlle épinière et de la motricité de la main.

En 1966, Asanova, puis en 1968 Rénova, notèrent chez les ouvriers de fréquents maux de tête, une fatigue anormale, des troubles cardiaques, des défaillances de mémoire et de concentration, une gorge sèche et voix enrouée accompagnée de rhinite, pharyngite et laryngite. Certains hommes jeunes se plaignaient aussi d'un amoindrissement de leur puissance sexuelle.

Des tests cliniques effectués en 1972, puis des expérimentations faites sur l'homme ont confirmé les premières observations. Ceci a conduit les services de santé d'Union soviétique à mettre en vigueur une législation spéciale pour la protection des ouvriers à partir de 400 kv.

## En France, pas de risques...

En France, il n'est toujours pas question de reconnaître un risque pour la santé. Des milliers de kilomètres de lignes de 400 kv, transformables en lignes de 700 kv, continuent à être construits chaque année. Souvent, elles survolent les habitations à seulement 8 m de distance. C'est la réglementation actuelle. Les technocrates refusent d'envisager son changement. Un colloque de l'OMS est venu à leur secours.

En mai 1978, un colloque de scientifiques réunis par l'OMS à Fribourg (All. Féd.) conclut en effet à l'innocuité des lignes à THT de 400 kv et, au conditionnel, étend celle-ci jusqu'à 800 kv. Le rapport tend à établir un seuil, en-deça duquel il n'y aurait aucun risque pour l'homme. Rappelons qu'aucun seuil ne tiendra jamais compte des effets de synergie (association) possibles entre différentes sources de pollution, ni du mode de vie de chaque personne. Les seuils ont d'ailleurs toujours été extensibles...

« Les résultats négatifs de ces études n'éliminent pas cependant toute possibilité d'une action retardée et c'est dans ce sens que sont poursui-

vis des travaux expérimentaux » peut-on lire dans un courrier d'EDF qui commente le rapport. En France, les études pour mettre en évidence, notamment le seuil de risque chez l'animal, ont été confiées au professeur Le Bars (voir encadré). L'année dernière, il se refusait à toute déclaration, sous motif qu'EDF lui imposait « le secret le plus absolu sous peine de rupture de contrat »

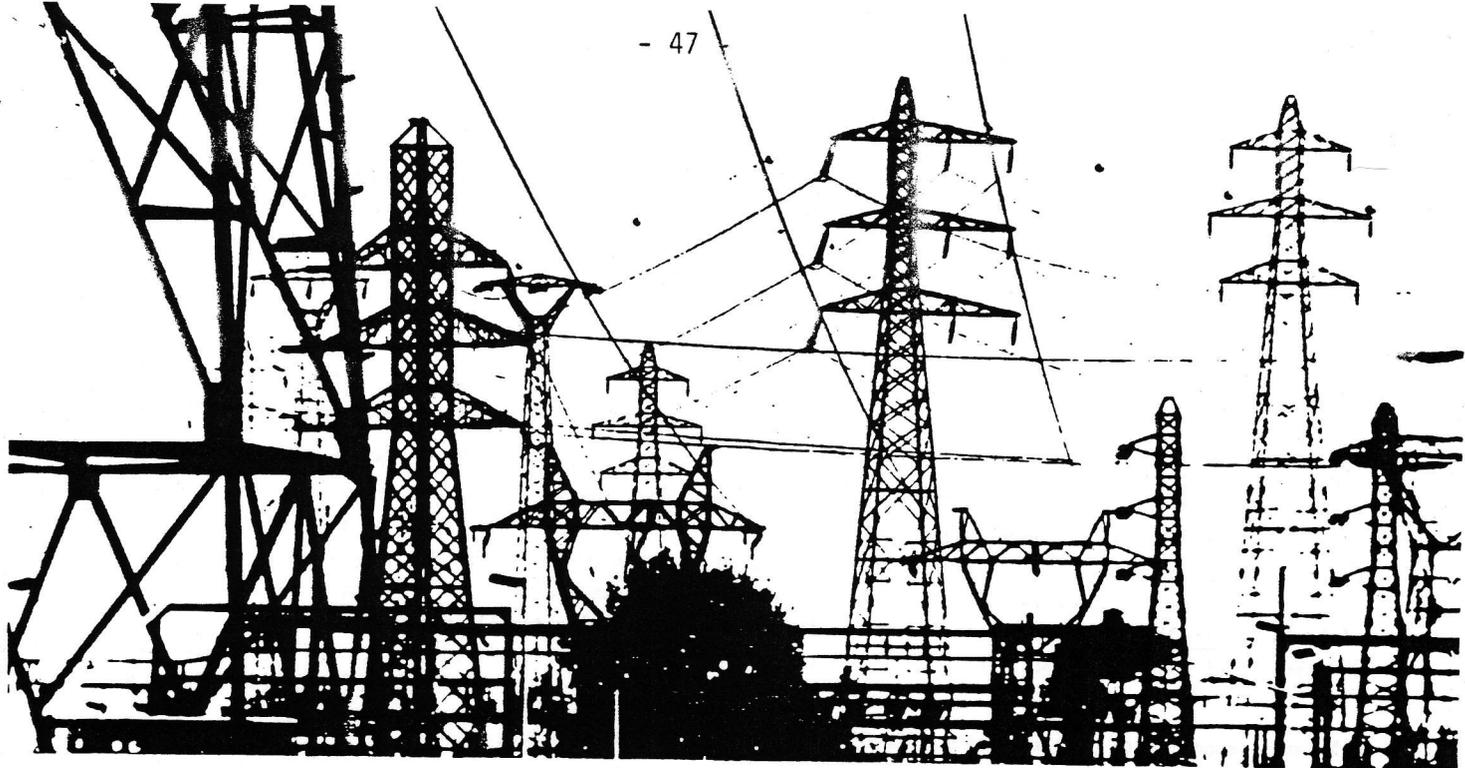
Cette réponse du chercheur, qui est d'ailleurs tout à fait normale dans le système contractuel en vigueur, (où est la fameuse liberté du chercheur ?) met en valeur le fonctionnement antidémocratique d'un service public français. Mais il y a d'autres moyens que le bon emploi du secret : celui d'une manipulation de l'opinion par un colloque international. Comment interpréter autrement ce qu'écrit le chercheur américain Marino au sujet du colloque de l'OMS précité : « Je considère le texte (du rapport qui écarte le problème de la pollution électrique) comme une déclaration politique, non comme une analyse scientifique... Je ne peux pas croire que les scientifiques de l'Est... puissent l'accepter. La plupart des autres signataires sont simplement des porte-paroles de producteurs d'énergie ».

Une telle accusation est évidemment grave. Elle met l'accent sur une lacune importante : l'absence d'une instance internationale où les simples citoyens soient représentés à côté des différentes « écoles » de chercheurs. Les riverains ou futurs riverains des lignes à HT ne sont-ils pas les premiers intéressés ? Une telle institution, contrôlable par tous pourrait recommander aux Etats des normes de sécurité identiques pour tous les pays...

Cette proposition, de nature conservatoire, n'est pas contradictoire avec le débat démocratique qui devrait s'instaurer dans notre pays au sujet des formes énergétiques. Le choix du Tout-électrique et Tout-nucléaire qui détermine en fait tant la construction des centrales nucléaires que celle des lignes à THT, ainsi que le bouleversement de régions entières par les mines d'uranium et même une politique néo-colonialiste envers les pays d'Afrique (soutien aux dictatures), est finalement le choix déterminant.

Mais même décidée par une majorité manipulée, le choix dangereux du Tout-nucléaire n'élimine pas un problème de morale. Mourir pour un confort illusoire est après tout un suicide comme un autre. A-t-on cependant le droit d'entraîner dans la chute ceux qui désirent vivre pleinement et en bonne santé ? Tel est le grave problème que pose, entre autres, la construction d'un réseau de lignes à Très Haute Tension.

Roland Hatzemberger.



## résumé succinct des différents troubles recensés

### NERVOSITE due au BRUIT :

Par beau temps, le bruissement émis sous une ligne de 400 kv est semblable à celui d'une grosse pluie. Par temps humide, le bruit augmente. Ce bruit permanent et continu peut entraîner des troubles nerveux, modifier le comportement au niveau de la vigilance et altérer d'autres fonctions sensorielles et motrices.

### STRESS :

MM. Marino et Becker (1) ont obtenu récemment la preuve expérimentale que les champs de 5 000 volts par m<sup>2</sup> de basse fréquence, c'est-à-dire équivalent à ceux produits par une ligne de 400 kv engendrent directement des réactions de stress.

### CANCER :

Mc Elhaney (2) a obtenu des développements de cancer chez des souris exposées à des champs électriques de 7 000 v/m. Une autre étude de Marino et Becker (2) suggère que le taux de cancer augmente dans une zone où l'on trouve à la fois une concentration de lignes et d'antennes de transmission d'ondes radio et télévision, ce qui donne un effet de synergie. Les deux chercheurs américains demandent en fait une étude épidémiologique sérieuse.

### SYSTEME NERVEUX ET THYROÏDE :

Le soviétique Doumansky (1) en exposant des souris pendant 4 mois à des champs faibles de 1 000 v/m a découvert qu'une enzyme primordiale du cerveau, l'acétylcholine estérase, perdait près de 40% de son activité. La fixation d'iode par la glande thyroïde était diminuée de moitié.

### ALTERATION DE LA CROISSANCE :

Marino et Becker (2) ont élevé 3 générations successives de souris dans un champ de 15 000 v/m. A chaque génération, les animaux exposés étaient plus petits que les animaux témoins.

### ALTERATION DES SPERMATOZOÏDES :

Andriyenko a observé (3) un affaiblissement des fonctions reproductrices de rats mâles et femelles sous l'effet des champs électriques : fertilité plus longue, défaut de développement des organes de reproduction, animaux nouveaux plus petits et plus faibles, perturbation du fonctionnement des ovaires et de l'utérus des femelles ainsi que le changement morphologique et fonctionnel des glandes sexuelles mâles. Doumansky a exposé des spermatozoïdes d'animaux à

des champs de 5 000 v/m. Au bout de 4 mois et demi, le nombre des spermatozoïdes vivants des animaux exposés est plus faible que chez le groupe témoin. Leur vitalité est aussi amoindrie (1).

(1) G. Ribereau-Gayon, *Combat nature*, n° 38, nov. 1979

(2) A. Marino et O. Becker - *Medical Research Engineering*, p 6, nov. 1977 et *Environment*, 20, p 6, 1978

(3) *Public Service Commission, cases 26529 and 26598 State of New York, Department of Public Service Empire State Plaza, Albany 12223, USA juin 1978*

## UNE EXPERIMENTATION D'EDF

L'E.D.F. finance une expérimentation poursuivie par le Pr Le Bars, à l'école vétérinaire de Maisons-Alfort.

En quoi consiste-t-elle ? A soumettre des rats pendant 18 h par jour durant une période allant jusqu'à 6 mois, à un champ électrique environ 10 fois supérieur en intensité à ceux que l'on enregistre sous les lignes à haute tension.

Le Pr Le Bars n'a pas encore tiré de conclusions définitives de ses expériences, mais les contrôles divers qu'il effectue tendraient à prouver que ce champ électrique de très grande intensité n'a aucune incidence sur les rats : pas de modification du comportement alimentaire ou autre, pas de trouble de la croissance ni du processus immunologique, la réponse post-vaccinale est la même dans le groupe témoin (1) et le groupe exposé. Le dosage hormonal n'atteste aucune différence entre les deux groupes. La reproduction est normale et la première génération reproduite ne présente aucune anomalie.

Au cours d'une expérience « électrique » sur le lapin, une épidémie se déclencha. Les lapins furent traités et le groupe exposé reprit plus vite un comportement alimentaire et un poids normaux que le groupe témoin. La leucémie apparaît plus tard chez un groupe de rats exposés que sur les rats d'un groupe témoin. Le Pr Le Bars constate mais n'en tire aucune conclusion.

La seule modification biologique enregistrée est celle de la norme sanguine : chez le rat exposé on note une augmentation du nombre de leucocytes.

L'E.D.F. a donné au Pr Le Bars son accord pour la publication in extenso de ses travaux quand ils seront terminés. A suivre...

Anne Lemozy

(1) Groupe témoin : groupe d'animaux soumis aux mêmes conditions de vie - même nourriture, même éclairage, etc... à part l'exposition au champ électrique, que le groupe exposé

# LIGNES A TRES HAUTES TENSIONS :

## INCONVENIENTS ET DANGERS

Abbé Joseph BEHAGHEL, Professeur de sciences

### INTRODUCTION

Il ne suffit pas de produire de l'énergie électrique, il faut la transporter vers les lieux d'utilisation; cela va poser des problèmes plus nombreux avec l'électricité produite par les centrales nucléaires qu'avec celle produite par les centrales hydrauliques ou thermiques classiques pour deux raisons principales:

1°) Les puissances produites au même endroit par une centrale nucléaire (CN) dépasseront de beaucoup celles produites par les autres centrales qui se prêtent facilement à de petites productions, assez proches des lieux d'utilisation; en effet, le gouvernement a décidé le 4 mars 1974, sans consulter la population ni le Parlement, la construction d'ici l'an 2000 de 200 réacteurs nucléaires de 1000 ou même 1200 millions de watts électriques (MWe); en raison des investissements financiers gigantesques que représente un tel programme, le gouvernement ralentira sans doute sa réalisation de quelques années, mais il est décidé à le réaliser. Il est prévu que ces 200 réacteurs seront répartis sur 35 à 40 sites, c'est-à-dire qu'ils seront groupés par 2, 4 ou 6, comme à CHINON où il y en aura 4 ou 6, à SAINT-LAURENT DES EAUX 4, à DAMPIERRE EN BURLY, en amont d'Orléans, 4 ou 6.

2°) Ces sites nucléaires de 5 000 et peut-être 10 000 MWe, soit 5 à 10 milliards de watts, seront normalement éloignés des grandes villes en raison des dangers que présentent ces CN; ils seront aussi éloignés des grands centres industriels de la région parisienne pour la même raison; la construction de 4 réacteurs nucléaires à GRAVELINES, ville de 10 000 habitants située sur la Mer du Nord à 18 km de DUNKERQUE à l'est, ville de 45 000 habitants, et à 18 km de CALAIS à l'ouest, ville de 80 000 habitants, présente de gros risques dans une région aussi peuplée que celle du nord de la France, à la frontière d'une région également fort peuplée de la Belgique; quant au projet d'une CN au PELLERIN, à 16 km du centre de NANTES, ville de 400 000 habitants située sous les vents dominants, c'est de la folie ou plutôt un mépris de la vie des populations en raison des dangers potentiels énormes d'une centrale de la filière américaine.

### TENSIONS DE PLUS EN PLUS ELEVEES

Pour transporter économiquement de l'énergie électrique, il faut diminuer l'intensité du courant, c'est-à-dire l'aiguillage et augmenter la tension, c'est-à-dire le voltage; en effet la perte de courant par effet Joule, sous forme de chaleur dans les conducteurs est proportionnelle au carré de l'intensité:  $P \propto I^2 R$ . C'est pourquoi EDF cherche sans cesse à augmenter le voltage et s'oriente de plus en plus vers des lignes à très hautes tensions:

autrefois les lignes électriques supportaient des tensions de 20 000 volts, 63 000 V, 90 000 V; maintenant, les lignes ont couramment 220 000 V ou 220 kilovolts (kV), 380 kV, 400 kV.

EDF envisage déjà, dans un proche avenir, des lignes de 730 kV et suivant un communiqué paru dans le Courrier Français du 22.5.77, elle étudie au Centre des Renardières, près de Montreuil, dans la Seine-et-Marne, une ligne expérimentale de 1 000 kV!

Un autre communiqué récent d'EDF, paru dans La Croix du 29.4.77, indique que le réseau actuel Haute tension en France représente environ 70 000 km de lignes et 130 000 pylônes; dans les programmes prévus d'ici l'an 2000, elle prévoit de construire en plus 20 000 km de lignes à très hautes tensions et 40 000 pylônes de 40 à 50 m de hauteur.

### LARGEURS DES COULOIRS DE LIGNES

De chaque site nucléaire partent des réseaux de lignes à très hautes tensions (THT), comme des toiles d'araignées. Ces lignes seront souvent regroupées par 2, 3 ou davantage. La largeur de ces couloirs de lignes dépendra de la tension et du nombre de lignes parallèles réunies dans un même couloir; cette largeur sera, selon les cas, de 160 m, 215 m, 480 m et parfois plus.

Ainsi, pour le cas fréquent de deux lignes à 400 kV dans le même couloir, cela donnera environ 160 m de largeur; parfois, ce sera beaucoup plus: je cite quelques lignes d'un article paru dans la revue "Sud-Ouest Nature" en 1975, rédigé par Marcel Ghidone, ingénieur-électronicien:

"Un projet EDF pour la région bordelaise s'étalant sur plusieurs années prévoit un couloir qui traversera la région bordelaise du nord au sud; en tenant compte que, pour le moment, les lignes à 730 kV sont remplacées par 2 lignes à 400 kV, on aura 7 lignes à 400 kV et 6 lignes à 225 kV. La largeur du couloir sera de 725 m; pour le bien public, la sauvegarde des sites, la sécurité des populations, il est à souhaiter qu'un aussi démentiel projet ne se réalise jamais."

### HAUTEURS DES PYLONES

Les pylônes seront ordinairement distants de 500 m; leur hauteur prévue est de:

30 m pour 225 kV  
35 m pour 400 kV  
au moins 45 m pour 730 kV.

Entre 2 pylônes, les fils ont une forme incurvée vers le bas, le point le plus bas de la ligne par rapport au sol doit être à :  
7 m de celui-ci pour une ligne de 225 kV,  
9 m " " " " 400 kV,  
9 m seulement " " " " 730 kV.

Un pôle de 12 m (1978).

Le nombre d'isolateurs est de 5 ou 6 pour 63 kV; il est de 19 pour 400 kV.

PLAN

Nous allons examiner successivement:

- 1\*) Les conséquences pour l'environnement de ces couloirs de lignes à très hautes tensions;
- 2\*) Les servitudes pour les travaux agricoles;
- 3\*) La destruction de la qualité de la vie pour ceux qui habiteront auprès;
- 4\*) L'influence sur la santé à longue échéance.

1\*) CONSEQUENCES POUR L'ENVIRONNEMENT

Comme j'habite la TOURAINE, je décris ce qui se passe déjà et ce qui va se passer prochainement dans l'Indre-et-Loire et les départements voisins pour le transport de l'électricité; les méfaits seront analogues dans toutes les régions concernées par ces lignes, en particulier de long des côtes en raison des sites nucléaires installés en bord de mer, non loin des plages où se rendent en vacances chaque année des centaines de milliers de personnes.

La Touraine, appelée le JARDIN DE LA FRANCE, est un pays de tourisme avec ses nombreux châteaux et cours d'eau; la dégradation du paysage y sera très regrettable.

"L'Espoir" (hebdomadaire du Député-maire de Tours), dans un article paru le 5.2.77, abordait ce sujet:

"Nous voyons partout et dans les conditions les plus déplorablement se multiplier les lignes d'importance moyenne. Qu'en sera-t-il quand il faudra aborder la dévastation de 30 hectares au km pour implanter de grosses lignes de transport de courant électrique projetées?"

La "S.E.P.A.N.I." (Société d'Etudes de Protection et d'Aménagement de la Nature en Touraine), dans son bulletin de décembre, sous la plume de François UNGER, Président d'APRI-TOURAINE, donnait des précisions sur les couloirs de lignes HT:

"La Touraine, comprise entre les quatre réacteurs de CHINON à l'ouest et les 4 réacteurs de SAINT-LAURENT DES EAUX à l'est, va donc devoir supporter un espace particulièrement asservi par le programme nucléaire

"Dores et déjà, le poste de DISTRÉ, près Saumur, en Maine-et-Loire, sur lequel est dirigé le courant produit par CHINON II et CHINON III, et le poste du Verger en Loir-et-Cher, qui reçoit le courant produit par SAINT-LAURENT DES EAUX I et II, sont reliés par deux lignes à HT de 400 kV, dans un couloir de 180 m... Ces lignes traversent le nord de la Touraine très boisée, en touchant les communes de SAINT-NICOLAS DE BOURGUEIL, BOURGUEIL, CONTINVOIR, AVRILLÉ, AMBILLOU, PERNAY, SEMBLANÇAY, ROUZIERES, NUUZILLY, VILLEDUMIER, AUZOUER, etc.

"Avec les deux réacteurs CHINON IV et CHINON V, actuellement en construction, la puissance actuelle sera presque quadruplée sur ce site; EDF envisage au minimum de doubler ce couloir par une ligne de 400 kV ou une de 750 kV, avec encore un couloir d'au moins 180 m à travers les communes citées.

"Dans les prochaines années, les nouveaux réacteurs de SAINT-LAURENT DES EAUX III et IV actuellement en construction, amèneront à évacuer de ce site trois fois plus de puissance; là encore de nouvelles lignes à HT sont à prévoir dans de nouveaux couloirs dans les communes indiquées ou de nouvelles."

En se déplaçant dans le nord de la Touraine, il est facile déjà de constater la large trouée à travers les bois ou les tallis; elle se continue sur des dizaines de km à l'est et à l'ouest. Ce sont et ce seront surtout des centaines et même des milliers d'hectares de bois rasés complètement et définitivement, car il faut abattre tous les arbres dans ces couloirs et les empêcher de repousser; cela est désastreux du point de vue écologique.

Les forêts ou les bois servent de brise-vent; ils sont un écran protecteur pour les cultures ou les villages situés de l'autre côté des vents dominants. Désormais, le vent s'engouffrera dans ces couloirs, favorisera les gelées matinales, provoquera un abaissement de la température défavorable pour les cultures et les animaux qui vivent dans les prés, comme cela a été constaté après des remembrements malheureux en Bretagne. N'oublions pas aussi que les forêts sont des sources d'oxygène précieuses pour la régénération de l'atmosphère.

2\*) SERVITUDES PROVOQUEES PAR CES LIGNES A TRES HAUTES TENSIONS

Chaque ligne comporte 3 câbles pour transporter le courant triphasé et 2 câbles neutres, dits câbles de garde, placés au-dessus, destinés à protéger la ligne contre les coups de foudre; le tout est supporté par les pylônes métalliques.

En plus des lignes électriques existantes, les 20 000 km à THT, beaucoup plus larges, prévus dans un proche avenir, causeront des servitudes sur environ 300 000 à 500 000 hectares, l'équivalent d'un département moyen.

### EMPRISE DES PYLONES

L'emprise au sol des 40 000 pylônes sera pour chacun d'eux de:

$40 \text{ m}^2$  pour 225 kV,

$60 \text{ m}^2$  pour 400 kV, d'après EDF.

Certains pylônes à 4 pieds occuperont 200 à 250 m<sup>2</sup>.

En fait les surfaces neutralisées seront beaucoup plus importantes car pour les cultivateurs il ne sera pas facile de travailler immédiatement autour des masses de béton fixant les pylônes; il faudra les contourner avec les tracteurs sans les heurter et ce sera aussi une perte de temps; en fait on peut considérer pour chaque pylône une surface perdue d'au moins 100 à 250 m<sup>2</sup> selon les cas.

### AUTRES SERVITUDES

Il y aura des servitudes très gênantes pour les vignobles, les vergers et les champs cultivés, placés sous ces lignes ou à proximité, car ces lignes à THT créent tout le long de leurs parcours dans le milieu environnant des "champs" électromagnétiques et électro-statiques dont je parlerai tout à l'heure.

A.- Les vignes: elles sont habituellement retenues par des fils de fer; ces fils placés dans un champ électromagnétique alternatif, seront traversés par induction par un courant de même nature et de même fréquence (50 périodes) que le courant inducteur, mais de faible intensité, sauf si elles sont perpendiculaires ou presque perpendiculaires à l'axe de la ligne; le viticulteur, s'il les touchait, recevrait une décharge électrique! Pour empêcher cela, il faudra que tous les fils qui soutiennent les vignes soient mis à la terre de chaque côté et avec une bonne prise de terre profonde, en prévision des étés secs. EDF conseille de remplacer les fils métalliques par des fils de nylon. On m'a affirmé qu'un représentant d'EDF aurait répondu à des vignerons de la Gironde qui se plaignaient de ces contraintes coûteuses: "Vous n'avez qu'à changer l'orientation de votre vignoble." !

B.- Les vergers: Surtout ceux à hautes tiges ne seront probablement pas admis sous ces lignes, du moins dans la partie la plus basse des conducteurs qui n'est qu'à 7 ou 8 m au-dessus du sol; les arbres fruitiers ayant de 3 à 6 m:

"Par temps humide ou par brouillard, des amorçages à des distances de plusieurs mètres peuvent se produire entre le haut des arbres fruitiers et la ligne; le cas d'incendies provoqués par des amorçages de ce genre ne sont pas rares." (Marcel Ghidone)

C.- Les champs cultivés: Un cultivateur monté sur son tracteur est plus proche des lignes électriques que lorsqu'il est au sol. Il est alors placé dans un champ électrique plus puissant, de plusieurs milliers de volts par mètre; il peut subir celui-ci pendant plusieurs heures en allant et venant à travers son champ, avec des risques pour sa santé comme nous le verrons tout à l'heure.

D.- Arrosage: En ce qui concerne l'arrosage avec des lances, il faudra faire bien attention de maintenir celles-ci à une petite hauteur au-dessus du sol en s'interdisant de les dresser un peu verticalement ce qui dirigerait le jet d'eau dans la direction des fils et risquerait de provoquer une décharge violente ou une électrocution.

### QUELQUES QUESTIONS ET LEURS REPONSES

Pour éviter tous ces inconvénients, pour les forêts, les vignes, les cultures, beaucoup de gens se demandent pourquoi on ne fait pas passer les lignes à THT dans des couloirs déjà occupés par les voies ferrées ou les autoroutes; du point de vue écologique cela semblerait bien préférable. La raison est celle-ci: le danger des lignes à THT est tel qu'un arrêté technique EDF précise:

"Les lignes à hautes tensions ne doivent être ni à proximité, ni parallèles aux lignes de télécommunications ou de signalisation des chemins de fer; les tensions induites qui peuvent y prendre naissance risquent de perturber le fonctionnement des signaux au point de les déclencher intempestivement." Il y aurait donc des risques d'accidents de chemin de fer.

Ces lignes peuvent créer de dangereuses charges statiques dans les masses métalliques des trains en mouvement; le même phénomène se produirait dans le cas de canalisations, de transports de fluides (pipelines).

Pour les mêmes raisons on ne peut utiliser les couloirs tracés par les routes ou les autoroutes; l'arrêté technique EDF précise:

"Pour les lignes à haute tension il ne faut en aucun cas qu'elles soient à proximité ou parallèles aux grands axes routiers: la traversée de ces axes devra se faire sous un angle d'au moins 15 degrés."

Autre question: au lieu de lignes aériennes, pourquoi ne pas faire passer les lignes dans le sous-sol? Réponse: le prix d'une ligne souterraine coûterait dix fois plus cher; EDF a dû y renoncer: l'air est un assez bon isolant, gratuit, du moins par temps sec.

### REACTION DES VITICULTEURS DU BEAUJOLAIS

Le 23 décembre 75, le journal "Franco-Soleil" s'est fait l'interprète du mécontentement des habitants du Beaujolais qui tentent de s'opposer à la construction de nouvelles lignes à THT, deux fois 380 kV; ces lignes ne devaient pas passer au-dessus de leurs habitations mais seulement au-dessus de leurs champs et de leurs vignobles. Plus de 1000 personnes venant du Sud Beaujolais se réunirent à CHAZAY D'AZERGUES pour assister à une réunion d'information en présence de tous les élus, parlementaires, conseillers généraux et maires. Après une autre réunion analogue à LACHASSAGNE, le député a déclaré: "J'ai déposé une question écrite auprès de M. le ministre de l'Industrie; j'ai eu un entretien avec M. Jarrot, ministre de la qualité de la vie, puis avec M. Douell, préfet de la région, je pense qu'il doit être possible de réaliser une rencontre entre une délégation du Beaujolais et le ministre de l'Industrie."

Devant une opposition aussi ferme, EDF recula. Mais d'autres communes subiront ces lignes à THT.

### 3°) PERTURBATIONS DE LA QUALITE DE LA VIE

Pour faire comprendre les méfaits causés par ces lignes à THT, il convient que, pendant quelques instants, j'entre dans des détails techniques:

- Que se passe-t-il dans l'environnement des lignes à THT? Il se produit un phénomène qui se présente sous deux aspects différents:

a) L'effet électro-magnétique: lorsqu'un conducteur est parcouru par un courant alternatif, il crée tout autour de lui dans l'espace un "champ" électro-magnétique qui, par "induction", engendre dans un autre conducteur placé dans la zone à proximité un courant alternatif de même nature et de même fréquence que le courant inducteur. C'est pour éviter ce genre de perturbation que les lignes à THT et les lignes de télécommunications ne peuvent cohabiter.

C'est ce phénomène qui est responsable du bourdonnement que vous entendez sur votre chaîne HI-FI, et de l'altération de vos bandes magnétiques.

b) L'effet électro-statique tend à produire des charges électriques comme dans un condensateur: un condensateur est un appareil électrique formé de deux armatures séparées par un isolant; il a pour but d'emmagasiner des charges électriques; dans le cas des lignes à THT l'isolant est l'air; les armatures sont représentées d'une part par les trois fils (phases) de la ligne, d'autre part par le sol; cela constitue un gigantesque condensateur entre les armatures duquel va se créer un champ électro-statique; ce champ électro-statique intense est créé autour des lignes par les très forts voltages auxquels sont portés les conducteurs dénudés:

"Ce champ électro-statique alternatif existant entre la ligne et le sol induit des courants de charge dans tous les objets au voisinage de la ligne; des courants faibles mais permanents parcourent donc le sol, les plantes, les ruchers, le fermier sur son tracteur." (Marcel Ghidone)

Tous les objets métalliques placés dans ce champ électrique: clôtures, séchoirs à linge, machines agricoles, réservoirs, cheneaux d'écoulement de pluie, non reliés à la terre, une voiture isolée au sol par ses pneus, vont se trouver portés à un potentiel statique d'autant plus important que la masse métallique sera plus grande et que le champ électrique sera plus intense; ainsi au moment où le propriétaire de l'auto touchera la poignée de la portière, il subira une décharge qui ne sera pas mortelle mais très désagréable, et il prendra alors l'habitude de relier à la terre sa voiture.

Les personnes devant travailler ou séjourner dans la zone perturbée devront prendre certaines précautions, se soumettre à diverses contraintes, tant que les pouvoirs publics n'interdiront pas l'accès de cette zone, ce qui serait une sage mesure parce que les puissances transportées ne cesseront d'augmenter.

Dans ce champ électrique de forts voltages par mètre peuvent prendre naissance, comme le montre le tableau ci-dessous: on considère qu'au-delà de 5 kV par mètre, il y a risque pour le corps humain, cela dépend de l'intensité du courant qui traverse le corps en micro-ampères.

Tension de la ligne en kV	Champ électrique en kV/m		
	sous l'axe		à 30 m de l'axe
	valeur moyenne	valeur maximum	
245	1,10	2,60	0,37
420	3,00	5,10	1,50
750	6,00	9,00	5,00

### AMPOULES FLUORESCENTES

On peut prouver l'existence de ce champ électrique en se promenant près d'une ligne à THT, une ampoule fluorescente à la main: bien qu'il n'y ait ni fil, ni pile, ni aucun conducteur métallique relié au sol, la lampe s'allume, même si on

se tient à une certaine distance de l'aplomb d'une ligne à 700 kV.

Or nombreuses sont et surtout seront les personnes qui auront leur jardin, leur champ, leur cour où les enfants s'amuse, dans des secteurs où une simple lampe s'allume, et elles y resteront pendant de très nombreuses heures chaque jour.

INCIDENTS GRAVES

Il faudrait signaler les incidents pouvant survenir sur les lignes à THT: disjonctions intempestives, claquages d'isolateurs, coups de foudre, défauts de mise à la terre; dans ces cas les nuisances signalées pourraient se trouver décuplées, entraînant parfois des accidents graves.

L'EFFET COURONNE

Autour d'une ligne à THT, l'air est ionisé, c'est-à-dire que les molécules de l'air sont transformées en ions positifs et négatifs, l'air est rendu conducteur; il se forme donc autour des câbles une gaine gazeuse conductrice dont le diamètre dépend de divers facteurs; elle est limitée du fait que le courant est alternatif.

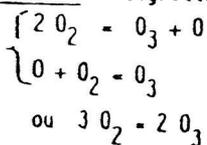
Tout le long de la ligne prennent naissance de petits amorçages ou décharges électriques dans l'air, accompagnés d'un bruissement et d'une lueur violacée, surtout visible la nuit: c'est le phénomène d'aigrette; ces effluves autour des lignes électriques à THT constituent l'effet couronne ou effet corona; le nombre et l'intensité de ces effluves dépendent de la tension, du diamètre des câbles, de l'état de surface des conducteurs, des aspérités; la pluie, les brouillards et la neige augmentent dans d'énormes proportions les points de formation des aigrettes; le même phénomène apparaîtra le long des chaînes d'isolateurs en bon état; il sera plus fort s'il y a mauvais contact entre les pièces métalliques, s'il y a des isolateurs descellés ou fêlés.

Quatre fâcheuses conséquences: cet effet couronne est responsable de pertes de puissance électrique, de pollution atmosphérique, de bruits gênants et de parasites radio:

1°) Il y a une perte de puissance énorme par suite de l'effet couronne, principalement par temps humide ou par brouillard: on estime que pour une ligne de 765 kV en parfait état, la perte varie selon le taux d'humidité de l'air entre 50 et 200 watts par mètre, soit pour 100 km entre 5 à 20 Mde (millions de watts perdus par seconde). Cette perte s'ajoute à celle due à l'effet Joule sous forme de chaleur dans les conducteurs, dans les postes de transformation; ce qui diminue d'autant le rendement brut des CN. Il faut aussi signaler l'auto-consommation d'électricité importante dans les CN sous forme de très puissants moteurs pour les soufflantes, les ventilateurs, etc.

2°) La pollution atmosphérique est double: production d'ozone et production d'oxydes d'azote.

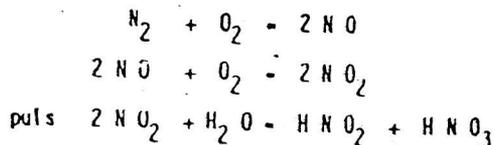
Production d'ozone: l'aigrette libère des électrons à haute énergie qui transforment l'oxygène de l'air en ozone selon les réactions:



L'ozone est un gaz qui se trouve naturellement en toute petite quantité dans la nature, surtout après les orages; mais dès qu'il atteint une concentration un peu importante, il devient nocif. C'est un oxydant très énergique, c'est lui qui normalement, dans la haute atmosphère, arrête une partie des rayons ultra-violet, ce qui est utile. En quantités trop grandes, il priverait la terre de tous rayonnements ultra-violet, ce qui serait nuisible pour la vie sur la terre.

Pour les personnes qui vivent habituellement sous ces lignes, par temps très calme, par temps de brouillard, il y aura des concentrations d'ozone inquiétantes, irritantes pour les bronches. Dans les végétaux à partir de 50 ppb (parties par billion), il provoque le dépérissement de plusieurs plantes herbacées ou ligneuses. Quelle dose sera produite par les lignes à THT pour ceux qui habiteront auprès?

Production d'oxydes d'azote: L'effet couronne produit une autre pollution atmosphérique: les oxydes d'azote. Ceux-ci résultent de la combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air; il se forme d'abord un oxyde d'azote simple: NO, celui-ci s'unit spontanément à l'oxygène de l'air pour donner un peroxyde d'azote: NO<sub>2</sub> qui, quand il est concentré est de couleur rougeâtre; ce peroxyde d'azote à l'air humide produit de l'acide nitrique et de l'acide nitreux selon les réactions:



Ces deux derniers acides donnent des vapeurs toxiques et irritantes. Ces oxydes d'azote se produisent aussi dans les gaz d'échappement des autos, mais on les subit en général d'une façon intermittente; pour ceux qui habiteront près de ces lignes à THT, ils respireront ces oxydes d'azote qui se produiront 24 h sur 24; certes quand il y aura du vent, ces gaz seront entraînés et ne seront pas gênants, mais par temps très calme ou les jours de brouillard sans vent, ils seront plus nocifs.

3°) le bruit: Le phénomène d'aigrette est accompagné d'un bruissement, ce bruit caractéristique est produit par les

petites décharges électriques tout le long de la ligne; l'intensité de ce bruit est plus forte près des isolateurs qui agissent comme amplificateurs. On ne voit pas, on ne sent pas les champs électro-magnétiques nuisibles, mais on subira ce bruit qui sera plus ou moins fort selon l'état de l'atmosphère, la tension des lignes, la hauteur; dernièrement une famille de Montsoreau habitant à 500 m d'une ligne à 400 kV me disait qu'elle entendait nettement ce bruit le soir.

Voici quelques mesures publiées par la C<sup>ie</sup> Westinghouse Electric Corporation concernant ce bruit pour une tension de 765 kV, un jour de léger brouillard:

D - distances en mètres à partir de la verticale du câble situé le plus à l'extérieur,  
dB - niveau moyen du bruit en décibels.

D	-	25	62	94	125
dB	-	47,5	45	43,5	42

Un bruit de 40 à 50 décibels est tout à fait supportable quand il est passager; il devient gênant et très désagréable quand il se produit d'une façon fréquente presque continue; il y a des bruits agréables comme le chant d'un oiseau ou une petite chute d'eau; il y en a d'autres qui sont pénibles: ici, il s'agit d'un grésillement agaçant, plus ou moins fort selon l'état d'humidité de l'atmosphère. On supporte des bruits très forts dans un atelier de mécanique par exemple, parce qu'ils sont prévus et normaux dans ces ateliers, on ne les supporterait pas dans un bureau; le grésillement des lignes à IHT se produira dans les campagnes où l'on recherche le calme et la tranquillité de la nature; à la longue, il pourra provoquer des troubles physiques, nerveux ou généraux ou des troubles psychiques surtout chez les personnes sensibles ou fatiguées.

### CAS DU VILLAGE DE CHAMPLAN

Un article parut en octobre 75 dans le journal "France-Soir", intitulé: "225 000 volts au-dessus des toits"; voici les passages de cet article:

"CHAMPLAN situé à 25 km au sud de Paris peut être considéré comme la capitale des nuisances: depuis 20 ans, tous les fléaux du développement moderne s'acharnent sur cette bourgade de 2000 habitants: il y eut d'abord le fracas des longs-courriers qui passent au-dessus des toits pour aller se poser à Urly, puis le tumulte des voitures lancées sur l'autoroute A 6 aux portes du village, et depuis cet été la mise en place définitive de 96 câbles de 225 000 volts qui conduisent à Paris le courant électrique: 9 pylônes géants enjambent aujourd'hui CHAMPLAN...

"C'est un bruit de sole froissée, étrange et crispant, qui ne s'arrête jamais; la tête nous tourne, nous n'en pouvons plus", disent les habitants.

"... Je soigne des dépressifs en nombre de plus en plus grand, déclare un médecin de la région."

4\*) Parasites hertziens: Enfin l'effet couronne est responsable d'un autre désagrément: il provoque des parasites dans les appareils de réception de radio et de télévision. Chaque décharge se comporte comme un petit émetteur dont la fréquence se situe aux environs du mégahertz et s'étale assez loin de part et d'autre de cette fréquence; cela s'ajoute aux autres causes de parasites hertziens: orages, moteurs non protégés, zones industrielles.

Par temps sec, sous les lignes à IHT et de chaque côté de celles-ci sur une centaine de mètres, le niveau sonore des parasites radio-télé est de 40 dB pour une ligne de 380 kV; par temps de pluie, il est de 65 dB, c'est-à-dire considérablement augmenté. Autant dire que la réception radio ou télévision sera assez souvent impossible sous une nappe de câbles IHT.

### 4\*) INFLUENCES SUR LA SANTE

Quelles seront les conséquences pour la santé de ceux qui vivront habituellement dans un champ électrique intense qui seront parcourus par des courants comme on l'a vu précédemment? Est-il dangereux de vivre sous ces pylônes géants à proximité lorsqu'ils supportent des câbles traversés en permanence par des courants à IHT avec un ampérage important?

Pas d'études sérieuses officielles en France. - Il serait normal de penser que les compagnies d'électricité ont sérieusement étudié ce problème de santé avant d'entreprendre l'implantation de telles lignes; il suffit d'examiner les recherches scientifiques pour constater que ce sujet n'a pas été convenablement abordé. Cependant quelques recherches ont été faites aux USA, en URSS, au Canada, en Allemagne, et assez récemment en France par le Dr Maschl. Elles montrent que ces champs électriques sont probablement lourds de conséquences pour la santé; il faudrait poursuivre ces recherches pour mieux connaître les effets de cette pollution électrique de l'environnement afin qu'on les reconnaisse officiellement et qu'une réglementation de protection soit établie.

Les effets nocifs dépendent à la fois de la tension qui devient de plus en plus élevée et des puissances de plus en plus grandes transportées par les câbles. Ce n'est pas parce que les conséquences sur la santé ne se font pas sentir immédiatement qu'elles n'existent pas; il s'agit d'étudier les effets à longue échéance par diminution de la vitalité, par prédisposition à diverses maladies; c'est ce qu'a fait le Dr Maschl sur des centaines de malades; il a été radié à vie de l'Ordre des médecins parce qu'il en a guéri un très grand nombre, en les traitant contre la pollution électrique, ce qui n'est conforme aux méthodes officielles!

A priori, on peut prévoir que la pollution électrique agit sur la santé: l'atmosphère est le siège d'un champ électrique normal dans lequel nous baignons d'une façon habituelle, surtout par beau temps; quand celui-ci est modifié temporairement, par exemple à l'approche d'un orage, beaucoup de personnes se sentent moins bien, elles manquent d'entrain, elles

respirent mal; ceci est ressenti par les cardiaques, les nerveux, les emphysémateux, les rhumatisants... Dès que l'orage a éclaté, on se sent mieux, on respire plus profondément. Que s'est-il passé? Avant l'orage, l'atmosphère était remplie de charges électriques positives; c'est anormal; dès que l'orage a éclaté, il se produit une grande quantité d'ions négatifs qui rétablissent l'équilibre électrique normal:

"même si une personne en bonne santé est peu sensible à ces changements électriques, écrit le Dr Maschi dans son livre: "Secours par mes malades", la plupart de ses fonctions biologiques n'en sont pas moins modifiées: coagulation du sang, diurèse, taux de sucre, de calcium, de sodium, de magnésium dans le sang."

#### Recherches aux U.S.A.

1) "Science et Vie", dans son numéro de septembre 76 parle des hypothèses avancées depuis une vingtaine d'années sur l'influence des champs électro-magnétiques sur l'être vivant et de leur confirmation par diverses expériences: les Drs Edgar STILLWELL, Clarence CONE ont publié dans la revue "Nature" aux USA, les résultats de travaux de laboratoire expliquant les effets des champs électro-magnétiques: des neurones ou cellules nerveuses d'embryons de poulets, placés dans un champ électro-magnétique, voient l'A.D.N. du noyau se multiplier plus rapidement: il y aurait abaissement du potentiel électrique de la membrane cellulaire. Cela est inquiétant, car à l'état normal, lorsque les neurones ont atteint un potentiel électrique élevé et stable, ils ne se reproduisent plus jamais; cela corroborerait le fait que les cellules des tissus cancéreux ont un faible potentiel de membrane, ce qui leur permettrait de se multiplier rapidement et anarchiquement.

2) Il y a une dizaine d'années, alors qu'elles commençaient à utiliser des lignes à HTI, des compagnies américaines effectuèrent des expériences. En voici une: Elles soumettent des souris mâles à des champs électriques intenses, 6 h 1/2 par jour et ceci pendant 10 mois 1/2; ces souris étaient régulièrement accouplées à des femelles qui n'avaient pas été soumises aux champs. On constata que la taille moyenne des descendants mâles était nettement inférieure à la normale; on remarqua aussi que les souris exposées avaient tendance à dormir plus longtemps que les souris témoins; on s'appuyant sur ces recherches et résultats, les chercheurs ont conseillé de poursuivre leurs études; il est à remarquer qu'au cours de ces expériences, ni les femelles ni leurs petits n'ont été à aucun moment soumis aux champs électriques; or les foetus et les très jeunes animaux sont particulièrement sensibles aux radiations.

3) "Une autre étude a montré que certains stimulateurs cardiaques sont susceptibles d'être perturbés, même par de très faibles champs électro-magnétiques; des courants n'atteignant que 50 micro-ampères gênent le fonctionnement des stimulateurs "Sentinelles" et ce sont des courants de cette intensité qui parcourent continuellement les gens qui se tiennent au sol sous des lignes de 765 kV; le simple fait de marcher sous ces lignes pourrait faire courir de très gros risques à ceux qui utilisent un tel stimulateur." ("Bulletin of the Atomic Scientists")

4) Les travaux effectués par deux docteurs américains MARINO et BECKER, chargés de recherches dans un hôpital de New-York, montrent que les lignes à HTI endommagent l'organisme humain de façons diverses:

"Les champs électriques introduisent des décharges dans le corps pouvant entraver la croissance normale des tissus: le stress qu'imposent ces champs électriques perturbe le métabolisme, augmente la pression sanguine et la production de cortisone; le stress chronique entraîne des maladies cardiaques, rénales, gastro-intestinales (ulcères), nerveuses, éventuellement des maladies vasculaires; il aggrave des maladies déjà présentes."

#### En U.R.S.S.

On y a examiné le problème de manière beaucoup plus approfondie: en 1963, plusieurs mois après la mise en service de la première ligne à 500 kV, des hommes employés dans les sous-stations commencèrent à se plaindre de maux de tête et d'un état de fatigue générale; la majorité des ouvriers signalèrent une fatigue et une somnolence anormales; ils attribuaient ces symptômes au fait qu'ils étaient soumis à des champs électriques.

"Une étude à long terme de ces conséquences a été menée en pratiquant des examens médicaux systématiques sur 250 hommes travaillant à des postes de moindres voltages. On a constaté alors qu'un travail prolongé dans des stations de 500 kV, sans mesures de protection, avait pour conséquence d'ébranler le système nerveux central, le cœur et le système circulatoire et qu'il changeait la composition du sang; des hommes jeunes se plaignaient d'un pouvoir sexuel amoindri; la gravité de ces conséquences était directement proportionnelle à la durée du séjour dans ce champ."

Réglementation en URSS: "A la suite de leurs découvertes, les Soviétiques ont établi un règlement concernant l'exposition de leur personnel à des charges électriques. Ce règlement stipule que personne ne devrait être soumis à des champs de plus de 25 kV par m sans un écran protecteur spécial ou une cage de Faraday et cela quelle que soit la durée du séjour. Dans un champ de 25 kV par m, la durée d'exposition ne doit pas excéder 5 minutes par jour; cette durée croît lorsque l'intensité diminue; on considère que 5000 V par m est le seuil au-dessous duquel tout danger paraît écarté."

#### LE DOCTEUR MASCHI

En France, le Dr MASCHI, de Nice, a fait depuis 1969 beaucoup d'observations sur des centaines de malades pour constater la relation de cause à effet de la pollution électrique; il s'est intéressé aussi bien à la pollution provenant des lignes à HT qu'à celle due aux vêtements en tissus synthétiques comme le nylon, à des revêtements isolants, aux ondes provenant des grandes stations émettrices ou des fours électriques à micro-ondes: ce danger ne se sent pas, ne se voit pas; ce docteur a constaté que l'action de cette pollution chronique correspondait à une électrocution lente.

Il s'agit d'une modification de l'espace dans lequel nous vivons par effet électrostatique et électro-magnétique; l'influence dépend surtout de la fréquence.

Personnellement j'ai essayé de comprendre pourquoi ces champs électriques pouvaient être nocifs pour les organismes vivants, en particulier l'homme, lorsqu'il les subit de façon habituelle, plusieurs heures par jour pendant des années; j'ai enseigné pendant plusieurs années en classes terminales la physiologie et l'anatomie humaines: toutes les cellules du corps humain (il y en a des quadrillions) présentent une polarité électrique; de même toutes nos fibres nerveuses présentent une différence de potentiel électrique entre les deux faces de leur membrane, elle s'élève à 60 millivolts, l'extérieur est chargé positivement, l'intérieur négativement; il en est de même pour les fibres musculaires. Il serait vraiment étonnant qu'un champ électrique alternatif puissant ne dérègle pas nos cellules, notre système nerveux, nos fibres musculaires, au bout d'un temps prolongé, surtout chez les sujets plus sensibles.

Un article a paru dans la revue "A table" de septembre 72:

"Le voisinage d'une ligne à HT finit par nuire, non seulement au système nerveux en le soumettant à des rythmes anormaux, mais aussi à tout l'organisme en le plaçant dans un champ électrique anti-naturel; on peut penser que toutes les cellules vivantes se trouvent soumises à une oscillation électro-magnétique continue qui, à la longue, risque d'avoir un effet nuisible, surtout sur les neurones."

Le 22 octobre 76 "La dépêche du midi" de Toulouse, dans un long article, disait: "La ligne à HT du Lauragais sera-t-elle installée, alors que les savants sont de plus en plus préoccupés par les effets de la pollution électrique?"

En France, EDF fait des recherches sur les applications techniques des H.T. Il semble qu'elle n'en fasse guère sur leurs effets biologiques; il est vrai que ces recherches seraient longues étant donné le temps de latence. Il faudrait rechercher à long terme les effets nocifs pour ceux qui vivent habituellement sous ces lignes à HT: on s'en occupera dans 10 ou 15 ans, quand on aura la preuve des effets nocifs grâce aux cobayes humains! Alors on interdira d'habiter sous ces lignes ou à leur proximité, mais ce sera bien tard!

Cela soulève un problème d'ordre moral, auquel fait allusion le cahier n° 10 d'octobre 1976 des "Cahiers de la Réconciliation", rédigé par Daniel PARKER:

"Il faut se rappeler ce principe de base: c'est à celui qui modifie l'environnement qu'il incombe de démontrer l'innocuité de son intervention; le public est en droit de refuser toutes modifications de l'environnement dont l'innocuité n'est pas prouvée."

A-t-on besoin de tant d'énergie pour être heureux? Ce n'est pas le super confort ni le nombre de kilowatts consommés qui assurera l'équilibre et l'épanouissement des hommes, mais la qualité de la vie, leurs rapports fraternels et non une société basée sur le profit et la consommation à outrance.

Je termine par ces quelques lignes de M. GHIDONE:

"Les résultats des recherches laissent sérieusement penser que des dégâts à long terme sont bien la conséquence d'une exposition à des champs électriques intenses; il serait plus prudent et plus respectueux des valeurs humaines de veiller à ce que ces risques soient sérieusement étudiés et de manière impartiale avant que d'autres lignes ne soient construites et mises en service."

Joseph BEHAGHEL

Sources: Ma documentation provient de diverses sources, en particulier:

- des articles de Marcel GHIDONE, Ingénieur électronicien, membre de la Commission Environnement de la SEPANSO (Société pour l'Etude, la Protection et l'Aménagement de la Nature dans le Sud-Ouest), parus dans la revue "Sud-Ouest Nature".

- de l'article de Daniel PARKER, Ingénieur des Travaux Publics, membre de l'APRI, dans le n° 10 des "Cahiers de la Réconciliation", d'octobre 76.

- du livre du Dr MASCHI paru en 75: "Secours par mes malades".

- de communiqués d'EDF dans divers journaux.

3.3. - DE L'INTERET POUR EDF DE MENER DES ETUDES APPROFONDIES DIRECTEMENT, ET DE LE FAIRE SAVOIR AU PUBLIC

Une remarque préliminaire s'impose, avant une quelconque tentative d'approche de ce problème de la pollution électromagnétique si controversé : la sensibilité qu'on a vis à vis de ce sujet est très différente selon qu'on l'aborde par la lecture des comptes rendus d'expériences menées dans le monde, ou par l'interrogation de personnes vivant en permanence sous les lignes haute tension.

L'enquête directe menée auprès de certains habitants de Champlan, petite commune du sud de Paris, située en partie sous les câbles de 225 000 V qui alimentent la capitale, montre que ceux-ci se plaignent de troubles divers depuis l'installation des lignes : maux de tête, insomnies, dépressions, maladies cardiovasculaires. Leurs plaintes se perdent dans le vide, puisque la doctrine officielle est que les champs électriques n'ont aucun effet sur les organismes vivants.

Il est en fait quasiment impossible de rendre compte d'un vécu, d'une réalité humaine, par une suite d'expériences de laboratoire et de comptes rendus rigoureux.

C'est à ce point que l'on peut être amené à s'interroger sur la validité de la méthodologie scientifique lorsqu'on aborde les phénomènes de la vie, et en particulier ceux où intervient la psychologie.

Si cette méthodologie scientifique est bien sûr indispensable, là comme ailleurs, il ne faut pas perdre de vue que dans le domaine de la vie, elle ne permet de cerner qu'un aspect très restreint de la réalité, contrairement au domaine des sciences physiques, où elle en donne une image plus complète et plus fiable.

Remarquons que les avis des scientifiques au sujet de la pollution électromagnétique ne sont pas unanimes, puisque le Dr. Marino, de New York, a vivement critiqué les conclusions du colloque de l'OMS.

Il est troublant de constater que plusieurs expériences menées en soumettant des sujets à des conditions électriques analogues aient eu des résultats différents, voire contradictoires.

Cela pourrait amener à penser que le facteur nocif soit, non pas le champ électrique lui même, mais un phénomène secondaire, conséquence de l'effet du champ électrique sur l'environnement du sujet soumis à ce champ.

Comme cet environnement n'est pas le même d'une expérience à l'autre, cela expliquerait la variabilité des résultats d'une manière probablement plus satisfaisante que d'incriminer la méthode utilisée par les expérimentateurs.

Quoiqu'il en soit, indépendamment de la réalité ou non de l'effet du champ électrique sur les êtres vivants, un fait psychologique est, lui, indéniable :

beaucoup de gens vivant à proximité des lignes HT, ressentent très mal ce voisinage et se considèrent comme des victimes d'EDF.

S'il est besoin de s'en persuader, il n'y a qu'à passer en revue les procès que certains habitants de Champlan, et d'autres lieux analogues, regroupés en associations, intentent à EDF. Ils ont généralement gain de cause : - pour des raisons tout à fait extra médicales - mais le fait de gagner ces procès contre EDF ne change rien à leur sort !

Ce genre d'actions collectives contre EDF va en se développant, et vu l'évolution de la société, on voit mal comment cette tendance pourrait s'inverser.

Lorsque les écologistes militants, qui sont aujourd'hui axés sur le nucléaire, prendront dans leur collimateur les lignes HT, la situation risque d'être grave, car si l'on peut protéger les centrales nucléaires par des barbelés et éventuellement des pelotons de CRS, ce n'est pas le cas des pylônes.

Les seuls moyens envisageables sont dans ce cas la prévention par l'étude, le dialogue et l'information.

Etude, pour avoir sur notre territoire des laboratoires chargés de mener des expériences, et pouvoir prouver à la population qu'on s'intéresse au sujet autrement que par la compilation des rapports américains et russes.

Dialogue, pour ne pas se contenter des résultats obtenus dans les laboratoires, mais entamer des campagnes parmi les populations concernées, pour savoir comment elle ressentent cette proximité, physiologiquement et psychologiquement.

Information, pour diffuser largement l'existence et les résultats des expériences, et ainsi prévenir le développement dans la population d'une psychose des lignes haute tension.

Ces remarques ont pour seul but d'entamer une réflexion sur ce sujet délicat, et de l'aborder avec un point de vue différent de celui avec lequel il l'a été jusqu'à maintenant.

## CONCLUSION

Cette note relate un certain nombre de faits et de réflexions qui mettent en évidence que les lois et les techniques de l'électromagnétisme peuvent trouver des applications dans les domaines de la biologie et de la médecine.

Les deux aspects envisagés sont la mise au point d'appareillages de diagnostic et thérapeutiques d'une part, et la pollution électromagnétique d'autre part.

Il apparaît que des efforts devraient être engagés en France, où certains domaines sont totalement délaissés, et qu'il pourrait être justifié d'engager ces recherches à la DER.

Par ailleurs, le sujet de la pollution électromagnétique pourrait être abordé d'un point de vue différent de celui avec lequel il l'a été jusqu'alors.

Ces deux volets, études d'appareillages nouveaux et études d'environnement, se complètent, car la connaissance des effets de certaines conditions d'environnement sur l'homme passe par la mise au point de nouveaux appareils d'analyse et de diagnostic : (par exemple, les effets de la pollution électromagnétique pourraient apparaître sur les clichés réalisés par électrobiophotographie.)