

RENCONTRE - DEBAT

du 27 octobre 2008

Relevé de conclusions

Lignes électriques à haute tension : quels dangers pour la santé ?

Étaient présents : voir liste en annexe.

M. Claude RAYNAL, conseiller général secrétaire à l'environnement et au développement durable et vice-président du SMEPE, ouvre la séance consacrée aux champs électromagnétiques émis par la distribution de l'électricité et leurs risques réels ou supposés sur la santé. Ce sujet étant la cause de nombreuses inquiétudes, il est important d'apporter aux membres du SMEPE un éclairage précis.

➤ **Organisation du transport de l'électricité**

– **Gaëtan DESQUILBET** – *Chef du Service Développement Optimisation du Patrimoine à RTE (Réseau de Transport de l'Électricité)*

➤ **État des connaissances sur les effets sur la santé humaine des champs électromagnétiques émis par les lignes électriques**

– **Bernard VEYRET** – *directeur de recherche au CNRS Bordeaux - laboratoire de physique des interactions ondes/matière*

Organisation du transport de l'électricité

cf. Annexe 1

Gaëtan DESQUILBET – RTE

• **Rappel sur l'organisation du transport de l'électricité**

RTE assure une mission de service public, en gérant l'unique réseau de distribution de l'électricité sur le territoire français, acheminant ainsi en continu l'électricité depuis les centrales de production jusqu'aux consommateurs. Compte tenu que l'énergie ne se stocke pas, il est impératif d'ajuster en permanence la consommation (cf. courbe de charge journalière) et la production. Un déséquilibre et une mauvaise gestion de crise, dus par exemple à une importante avarie sur une centrale ou sur le réseau, conduiraient à une panne généralisée, comme cela s'est produit aux États-Unis en 2002 ou en Italie en 2003. En France, les dernières grandes pannes datent de 1978 et 1987.

RTE est donc au centre de la nouvelle organisation du secteur énergétique, entre les producteurs français et étrangers et les consommateurs français ou étrangers, et en collaboration avec les distributeurs (95% du territoire couvert par ERDF, filiale d'EDF).

L'objectif de RTE est de garantir la meilleure fourniture d'électricité, au moindre coût pour la collectivité, dans le respect de l'environnement, et dans un souci de non discrimination entre clients.

Quelques chiffres :

Le réseau de transport de l'électricité en France, le plus grand d'Europe, représente 80 000 km de lignes – 230 000 pylônes, et permet de desservir 550 clients industriels et 1130 postes sources.

Les recettes de RTE proviennent essentiellement d'une quote-part prélevée auprès de chaque client ("financement du transport de l'électricité" sur la facture d'électricité). La Commission de Régulation de l'Energie veille à la juste valeur de ce prélèvement.

• Champs électriques et magnétiques : généralités

Il s'agit de distinguer deux phénomènes distincts :

- Le **champ électrique** est lié à la présence d'une tension ; il s'exprime en volt par mètre (V/m). Tout appareil électrique, en fonctionnement ou pas, génère un champ électrique, dès lors qu'il est branché.
- Le **champ magnétique** est lié au courant passant dans le fil ; il s'exprime en micro-tesla (μT). Plus la consommation est forte, plus le courant est important, et plus le champ magnétique est grand.

Ces champs décroissent très rapidement avec la distance. Particularité du champ électrique : il est stoppé par les obstacles (murs, arbres, ...), alors que le champ magnétique traverse la plupart des matériaux (matériaux de construction, tissus vivants, ...).

Le réseau électrique est caractérisé par une fréquence de 50Hz, ce qui le classe dans la gamme des très basses fréquences dans le spectre ; c'est une fréquence non ionisante (non susceptible de casser les molécules).

• Valeurs rencontrées à proximité des lignes électriques

Voici les valeurs maximales de champs électriques et magnétiques mesurées dans le cas où le courant transporté est le plus fort (heures de pointe) :

	A l'aplomb de la ligne	A 30m de la ligne**	A 100m de la ligne
Ligne 400 000 V*	5000V/m – 30 μT	2000V/m – 12 μT	200V/m – 1.2 μT
Ligne 225 000 V	3000V/m – 20 μT	400V/m – 3 μT	400V/m – 0.3 μT
Ligne 90 000 V	1000V/m – 10 μT	100V/m – 1 μT	10V/m – 0.1 μT

* maximum en France

** à titre indicatif, le bras d'un pylône mesure 15m et le pylône 50m

Et dans le cas des lignes enterrées, le champ électrique est nul car stoppé par les matériaux d'enfouissement, et le champ magnétique est inférieur à 30 μT à l'aplomb de l'axe et décroît rapidement pour être quasi nul à 20m de la ligne.

Compte tenu de la fluctuation des courants transportés (courbe de charge), la moyenne journalière des champs est environ 5 fois plus faible que les valeurs indiquées précédemment.

• Autres émetteurs de champs électromagnétiques

Les appareils électriques du quotidien sont également émetteurs de champs électriques et magnétiques :

	Champ électrique (V/m)	Champ magnétique (μT)
rasoir	négligeable	500
Micro-ordinateur	négligeable	1.4
TV	60	2
réfrigérateur	90	0.3
A titre de comparaison : ligne THT (400 kV) à 100m	200	1.2

Notre exposition aux champs électromagnétiques est donc variable dans la journée en fonction de la proximité aux diverses sources (appareils domestiques, train électrique, photocopieurs, ascenseurs...). Des mesures en continu de l'exposition aux champs ont été réalisées sur des personnes équipées d'un exposimètre et ont mis en évidence ces variations.

• Recommandations

Une recommandation de l'Union Européenne de 1999 donne des limites à ne pas dépasser :

- 5000 V/m pour le champ électrique ;
- 100 μ T pour le champ magnétique.

Ces valeurs sont largement respectées dans le cas des lignes électriques (quelque soit leur tension). Elles peuvent toutefois être dépassées à proximité immédiate des transformateurs, ou dans des postes électriques dans lesquels la population n'est pas admise.

En matière de réglementation française, l'arrêté technique du 17/05/2001, qui impose à RTE diverses obligations en matière de construction des ouvrages (résistance aux vents ou au givre), reprend les recommandations européennes.

• Position de RTE concernant la problématique des CEM

Travaillant souvent à proximité des ouvrages électriques, les personnels de RTE sont les principaux exposés aux champs électromagnétiques (CEM). RTE considère donc la problématique des CEM très au sérieux. Outre le respect de la réglementation, RTE joue la transparence en mettant à la disposition du public les résultats des études, et finance des travaux de recherche permettant de mieux comprendre les interactions des phénomènes électriques sur le vivant.

Etat des connaissances sur les effets sur la santé des champs magnétiques produits par la distribution de l'électricité

cf. Annexe 2

Bernard VEYRET – IMS CNRS

• Exposition de la population aux champs magnétiques

On a vu précédemment que le champ électrique était facilement stoppé par des obstacles courants ; par conséquent, on ne considèrera ici que les champs magnétiques.

On peut distinguer 3 cas :

- personne ayant les pieds sur terre et une source de CEM au dessus de sa tête (ex. ligne à haute tension) : le champ magnétique est négligeable car le courant traversant cette personne est faible : pas d'effet sanitaire
- personne ayant 2 parties du corps à des potentiels électriques différents, dans ce cas, un courant traverse son corps : électrocution
- cas le plus fréquent : personne soumise à un champ magnétique ambiant (champ magnétique de la terre + champ magnétique dû aux installations électriques) : ce champ magnétique induit des courants circulant en boucle à l'intérieur du corps. Ces courants peuvent éventuellement provoquer des effets biologiques, mais pas d'électrocution, ni d'échauffement.

• Contexte de la recherche

Pour évaluer les effets sanitaires des champs magnétiques, une succession d'études est nécessaire :

- 1- il faut d'abord mesurer le champ magnétique à l'intérieur de l'organisme (dosimétrie),
- 2- puis choisir un modèle biologique adapté (sur cellules ou animaux)
- 3- puis études en laboratoire sur l'homme
- 4- enfin, études épidémiologiques sur les populations

Cette recherche est soumise à divers facteurs : financements, contexte social, lobbies favorables ou défavorables à la recherche. En ce moment, les crédits de recherche dans le domaine des très basses fréquences sont quasi nuls ; en France, seuls EDF et RTE financent cette recherche à un faible niveau.

• Etudes épidémiologiques

En épidémiologie, il existe plusieurs approches, notamment les "études cas / témoin", dont le principe est d'étudier la relation entre une exposition à un facteur (champs électromagnétiques) et une maladie (cancer, leucémie chez l'enfant). Les cas (sujets malades) et les témoins (sujets sains) sont plus ou moins exposés à divers facteurs ; il s'agit de mesurer pour chacun, leur exposition aux divers facteurs, puis de comparer ces niveaux d'exposition entre les cas et les témoins, ce qui permet de calculer un risque relatif : si ce risque relatif est supérieur à 1, on estime qu'il existe un lien entre l'exposition au facteur donné et la maladie.

Une méta-analyse (Ahlbom et coll. 2000), regroupant plusieurs études épidémiologiques réalisées aux Etats-Unis et en Europe, constate qu'il se passe peut-être quelque chose (risque relatif supérieur à 1), mais que ce n'est généralement pas significatif : on ne peut donc conclure à l'existence formelle d'un lien entre l'exposition aux champs magnétiques et la maladie. En effet, cette méta-analyse montre que pour une faible exposition aux champs magnétiques (0.1 μ T), le risque relatif est de 1.08 et atteint 2 pour une exposition plus importante ($> 0.4\mu$ T) ; mais parallèlement, le nombre de cas d'enfants atteints de leucémie diminue plus l'exposition est importante (pour une exposition $> 0.4\mu$ T : 44 cas sur des milliers de témoins).

Ces résultats ont été confirmés par d'autres études plus récentes.

Par ailleurs, il faut rappeler d'une part que la leucémie de l'enfant est une maladie rare (40 nouveaux cas par million d'habitants et par an en France), dont les causes sont méconnues et d'autre part que seulement 0.6 % des enfants français sont exposés à des champs magnétiques supérieurs à 0.4 μ T. Si la relation entre l'exposition et la maladie est avérée (mais ce n'est pas prouvé), il y aurait en France, moins de 3 nouveaux cas de leucémie par an attribuables aux champs magnétiques très basses fréquences, soit moins d'un décès par an.

Une récente étude épidémiologique anglaise (Draper 2005), portant sur le lien entre les cancers et la distance aux lignes haute-tension, établit un risque relatif de 1.7 pour une distance inférieure à 200m et de 1.2 entre 200 et 600m. Or, le champ magnétique mesuré au-delà de 100m d'une ligne est faible et comparable aux autres sources d'exposition quotidiennes, ce qui rend incompréhensible les résultats de cette étude.

On voit donc qu'il reste encore des incertitudes dans ce domaine et que des études épidémiologiques complémentaires doivent être menées. Or, on constate que le nombre de publications scientifiques décroît depuis la fin des années 1990, faute de crédits alloués à la recherche dans ce domaine.

• Etudes humaines

Il est important de rappeler que seulement 20% de l'exposition forte aux champs magnétiques ($>0.4\mu$ T) est due aux lignes haute-tension ; l'essentiel des sources étant les transformateurs, les machines, les lignes basses tension.

Réalisées en laboratoire ou auprès de populations très exposées (agents intervenants sur les lignes haute-tension...), des études sur l'homme ont analysé les relations entre champs magnétiques et les mutations génétiques, les modifications des systèmes endocrinien, cardiovasculaire ou immunitaire, ou les comportements. Toutes ces études humaines se sont avérées négatives : on n'a pas trouvé d'effets reproductibles des champs magnétiques sur l'homme.

• Etudes animales

Ces études sur animaux, qui portent surtout sur les effets des forts champs magnétiques (jusqu'à 2000 μT) sur le démarrage ou le développement du cancer, sont globalement négatives. Toutefois, à ce jour, on n'a pas trouvé de modèle satisfaisant pour reproduire en laboratoire la leucémie de l'enfant.

• Etudes sur les cellules

Il n'y a aucune indication d'effets biologiques ayant des effets sanitaires pour des champs magnétiques en dessous de 100 μT . Par contre, au-delà de 1000 μT , des effets commencent à apparaître, mais il s'agit d'environnements très rares.

• Mécanismes

On distingue l'exposition aiguë et l'exposition chronique. Pour l'exposition aiguë, c'est à dire brève, les courants induits dans le corps peuvent exciter les muscles et les nerfs. Pour une exposition chronique, à long terme, il n'y a pas de mécanisme connu.

• Normes techniques pour les lignes haute-tension

Ces normes sont basées sur les seuils d'exposition aiguë.

On parle de "*restriction de base*" (valeur à ne pas dépasser pour éviter les effets sanitaires = densité de courant induit par les champs magnétiques traversant le corps, exprimé en mA/m^2) et de "*niveau de référence*" (valeur mesurée pour vérifier que la restriction de base est respectée, s'exprimant en μT).

La commission internationale de radioprotection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) a édicté une restriction de base à **$2\text{mA}/\text{m}^2$** (à comparer à l'effet critique atteint à $100\text{mA}/\text{m}^2$ auquel on applique un facteur d'incertitudes)

La commission européenne a repris ces recommandations dans son règlement de 1999.

Le niveau de référence est de **$100 \mu\text{T}$** en valeur instantanée (qui n'est pas comparable à la valeur de $0.4\mu\text{T}$ de la leucémie chez l'enfant, qui est une valeur moyenne sur la journée).

• Documents de référence

Pour compléter son exposé, M. VEYRET donne une liste de documents de qualité scientifique reconnu (cf. annexe). Citons quelques conclusions :

- le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) a classé les champs magnétiques comme "cancérogènes possibles", au même niveau que le café, les fumées de moteurs...
- le CSHPF (Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France) préconise une approche de précaution vis-à-vis des risques de leucémie chez l'enfant. Il recommande un cadre réglementaire fixant des limites d'exposition du public aux champs magnétiques de très basse fréquence, ainsi que la poursuite des recherches notamment sur l'exposition de la population française aux champs électromagnétiques.
- pour l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), la santé n'est pas seulement l'absence de maladie ou d'infirmité, mais aussi le bien-être total. Or pour beaucoup de gens, la proximité d'une ligne haute-tension génère des maux, à cause des craintes (et non à cause des CEM). Par ailleurs, l'OMS reconnaît qu'il existe une grande incertitude sur les effets des CEM sur la leucémie infantile ; elle recommande des recherches complémentaires.

En conclusion, l'association entre l'exposition aux CEM et la leucémie chez l'enfant paraît robuste mais n'est pas expliquée. Les révisions des normes ne prennent pas en compte cette relation de causalité, si elle s'avérait réelle.

Par contre, il existe des mesures de précaution élémentaires afin de diminuer l'exposition de la population aux CEM de toutes les sources.

DEBAT :

• sur les précautions vis-à-vis des enfants

M. SARRAILH (Elu de St Orens) évoque le cas sur sa commune d'un groupe scolaire et d'espaces verts publics situés à proximité immédiate d'une ligne haute-tension ; il souhaite connaître les précautions à prendre vis-à-vis des enfants (balisage, interdiction ...). M. DESQUILBET (RTE) répond qu'il n'y a pas de restriction à la présence d'enfants sous les lignes (225 kV ou 400kV), à partir du moment où les normes sont respectées.

• sur les solutions techniques pour limiter les CEM : l'enfouissement ?

M. SARRAILH (Elu de St Orens) s'interroge sur les solutions techniques pour réduire les champs électromagnétiques des lignes haute-tension, et en particulier sur l'intérêt efficacité/coût de l'enfouissement des lignes. M. DESQUILBET (RTE) pense que l'enfouissement d'une ligne sous un chemin n'est pas pertinent car le champ sera sensiblement le même que sous une ligne aérienne au droit du chemin.

Par ailleurs, on peut réduire en théorie les CEM émis par une ligne souterraine, soit en transformant le courant alternatif en courant continu (mais c'est difficile à mettre en œuvre à grande échelle et très onéreux), soit en utilisant des protections en matériaux amagnétiques (extrêmement coûteux). Ces solutions sont donc peu réalistes techniquement et économiquement. Elles sont réservées à des situations très spécifiques.

M. DESQUILBET donne quelques idées du surcoût lié à l'enfouissement (en zone rurale) :

Pour la création d'une nouvelle ligne	Surcoût au km
225 kV	x 2 à 3
400 kV	x 5 à 10
63 kV	x 1.5 à 2

A noter qu'en zone urbaine ou péri-urbaine, ces surcoûts peuvent être plus importants du fait des contraintes (tracés non rectilignes).

Lors de la création de nouvelles lignes, des études d'impact sur les milieux naturels, les paysages, la faune et la flore sont réalisées et permettent de juger de l'opportunité de choisir entre une technique aérienne ou souterraine. Dans le cas d'une ligne existante, soit on laisse le réseau en l'état (aucun coût), soit on détruit la ligne et on la reconstruit en souterrain, ce qui représente un coût non négligeable, qui n'est envisagé que dans le cas de lignes en fin de vie.

• sur les CEM émis par le photovoltaïque

Mme MASSIOT (Elue du Fauga) mentionne un projet de ferme photovoltaïque et s'inquiète des émissions de champs électromagnétiques émis par ces installations. Elle souhaite l'avis des intervenants et demande s'il existe des précautions particulières en terme de distance par rapport aux habitations ou voies de circulation.

M. DESQUILBET confirme que l'installation photovoltaïque génère du courant continu et n'émet donc pas de champ magnétique ; à l'aval de l'onduleur (réseau de distribution), il n'existe pas de précaution particulière, compte tenu que le courant généré est de même nature que celui produit par d'autres sources de production d'électricité.

Selon M. VEYRET (CNRS), l'installation photovoltaïque est un circuit supplémentaire à basse tension, venant s'ajouter aux autres sources de CEM ; il rappelle que l'essentiel de l'exposition de la population aux forts niveaux de CEM est dû aux circuits à basse tension. Il suggère de mettre en œuvre des solutions techniques simples et peu coûteuses limitant les CEM : par exemple, utiliser des fils torsadés au lieu des traditionnels fils en parallèle.

• sur les effets des CEM des lignes haute-tension sur les stimulateurs cardiaques

M. POUJOL (Elu de Mondonville) souhaite connaître les conséquences pour les porteurs d'un stimulateur cardiaque d'une exposition aux champs électromagnétiques des lignes à haute tension. M. VEYRET (CNRS) répond qu'aucun problème n'a été constaté dans le cas d'une exposition classique aux CEM et d'implants récents respectant les normes de compatibilité électromagnétique.

• sur l'indépendance des auteurs des méta-analyses

En réponse à M. BERGIA (Elu de Saubens) qui s'interroge sur l'indépendance des auteurs des méta-analyses, M. VEYRET répond qu'en ce qui concerne les études sur les CEM d'extrêmes basses fréquences, il y a très peu de méta-analyses réalisées par des groupes indépendants (contrairement aux CEM de la téléphonie mobile par exemple). La méta-analyse présentée par M. VEYRET est la seule étude ayant fait l'objet de nombreux commentaires et critiques de la part de divers scientifiques, qui n'ont pas pu infirmer les résultats ; par conséquent, on peut la considérer de bonne qualité mais présentant des limites.

• sur le principe et les mesures de précaution

Mme ANTOINA (Elue de Cintegabelle) aurait souhaité un intervenant du CRIIREM (Centre de Recherche et d'Information Indépendantes sur les Rayonnements ElectroMagnétiques), afin d'avoir un débat équilibré ; elle retient les nombreuses incertitudes dans la présentation de M. VEYRET et s'insurge devant son refus du principe de précaution, niant ainsi les inquiétudes de la population dans ce domaine.

M. RAYNAL recadre ce propos en rappelant que M. VEYRET ne conclut pas à l'innocuité des CEM et a fait état des incertitudes de la recherche ; il a proposé au contraire de mettre en œuvre des mesures de limitation des champs au moindre coût.

M. VEYRET a répondu à la demande du SMEPE, qui était de présenter l'état des connaissances de groupes d'experts internationaux, commandités par l'OMS, l'AFSSET, la DGS... Bien qu'ayant une existence légitime, le CRIIREM est une association ne disposant pas d'autant de moyens et de compétences scientifiques que celles de l'OMS par exemple. Par ailleurs, M. VEYRET affirme qu'il n'est pas contre le principe de précaution, qui porte sur l'environnement et non sur la santé humaine et répète qu'il faut appliquer des mesures de précaution individuelles et collectives, de bon sens et à faible coût, pour diminuer l'exposition aux champs, non pas parce qu'il y a un danger mais pour écarter le risque. Il rappelle que la leucémie chez l'enfant est la seule pathologie pour laquelle un lien a été trouvé avec l'exposition aux CEM, ce qui représenterait 1 décès par an. Imposer réglementairement une réduction de tous les niveaux de CEM représenterait un coût d'environ 50 milliards d'€, ce qui n'est évidemment pas réaliste.

• sur les normes

M. HARDI (Elu d'Auzeville) se demande s'il existe d'autres normes internationales, à comparer à la norme française.

M. VEYRET répond que l'Europe a édicté une recommandation en 1999, qui est transposée par chaque pays. Certains pays ont pris des mesures plus sévères que cette recommandation, en abaissant les niveaux de référence, sur des critères plus politiques que scientifiques. Cependant, les niveaux d'exposition réellement mesurés étant très inférieurs à ces recommandations, une réduction des niveaux de référence n'implique pas une protection supplémentaire. Aucun pays n'intègre dans sa réglementation les seuils épidémiologiques de la leucémie chez l'enfant.

• sur le stress induit par les lignes haute tension

M. HARDI (Elu d'Auzeville) évoque le stress induit par les lignes haute tension, qu'il ne faut pas négliger. Les mesures de précaution permettraient de réduire le facteur de stress et ainsi réduire les effets sanitaires liés à ce stress.

• **sur le stress induit par les lignes haute tension**

M. FERRER (Elu de Labastide Clermont) s'interroge sur l'efficacité des technologies proposées au public (systèmes à coupure de champ, câbles blindés) pour réduire les CEM dans les habitations ou les bâtiments publics.

M. DESQUILBET se dit favorable à ces techniques (câble torsadé) dans la construction dès lors que le surcoût est acceptable ; mais en ce qui concerne le réseau de distribution, il n'est pas envisageable de torsader les câbles des lignes à haute tension, car il y a des risque de surchauffe par effet Joule, ce qui endommagerait le système. Dans le cadre de la création de nouvelles lignes, RTE privilégie les tracés éloignés des habitations ; mais, en s'éloignant des espaces urbanisés, on risque de traverser des espaces naturels protégés ; les pouvoirs publics doivent donc faire des arbitrages, en concertation avec l'ensemble des acteurs.

M. RAYNAL conclut cette séance, en constatant que cette problématique reste un sujet complexe, pour lequel un équilibre doit être trouvé entre le transport de l'électricité et le respect de la santé et de l'environnement. Il remercie les intervenants pour leurs propos mesurés, ainsi que les participants et lève la séance à 19h10.

Vu et transmis,

signé

Annick VEZIER

Le Président de séance,
Vice-Président du Syndicat Mixte
pour l'Environnement,

signé

Claude RAYNAL

signé

Sandrine BATAILLÉ

Le Président du Syndicat Mixte
pour l'Environnement,

signé

Pierre IZARD

PJ : liste des participants, annexes 1 et 2