

N° 2558

ASSEMBLÉE NATIONALE

CONSTITUTION DU 4 OCTOBRE 1958
TREIZIÈME LÉGISLATURE

Enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale
le 28 mai 2010

N° 506

SÉNAT

SESSION ORDINAIRE DE 2009-2010

Enregistré à la Présidence du Sénat
le 27 mai 2010

**OFFICE PARLEMENTAIRE D'ÉVALUATION
DES CHOIX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES**

RAPPORT

sur

**« Les effets sur la santé et l'environnement des champs électromagnétiques
produits par les lignes à haute et très haute tension »**

Par

M. Daniel RAOUL, Sénateur

Déposé sur le Bureau de l'Assemblée nationale
par M. Claude BIRRAUX

Président de l'Office.

Déposé sur le Bureau du Sénat
par M. Jean-Claude ETIENNE

Premier Vice-Président de l'Office.

*Composition de l'Office parlementaire d'évaluation
des choix scientifiques et technologiques*

Président

M. Claude BIRRAUX

Premier Vice-Président

M. Jean-Claude ETIENNE

Vice-Présidents

M. Claude GATIGNOL, député

M. Pierre LASBORDES, député

M. Jean-Yves LE DÉAUT, député

Mme Brigitte BOUT, sénateur

M. Christian GAUDIN, sénateur

M. Daniel RAOUL, sénateur

Députés

M. Christian BATAILLE

M. Jean-Pierre BRARD

M. Alain CLAEYS

M. Pierre COHEN

M. Jean-Pierre DOOR

Mme Geneviève FIORASO

M. Alain GEST

M. François GOULARD

M. Christian KERT

M. Michel LEJEUNE

M. Claude LETEURTRE

Mme Bérengère POLETTI

M. Jean-Louis TOURAINE

M. Jean-Sébastien VIALATTE

Sénateurs

M. Gilbert BARBIER

M. Paul BLANC

Mme Marie-Christine BLANDIN

M. Marcel-Pierre CLÉACH

M. Roland COURTEAU

M. Marc DAUNIS

M. Marcel DENEUX

M. Serge LAGAUCHE

M. Jean-Marc PASTOR

M. Xavier PINTAT

Mme Catherine PROCACCIA

M. Ivan RENAR

M. Bruno SIDO

M. Alain VASSELLE

SOMMAIRE

INTRODUCTION	7
I. L'EXPOSITION AUX CHAMPS ÉLECTRIQUES ET MAGNÉTIQUES D'EXTRÊMEMENT BASSES FRÉQUENCES	11
A. LES CHAMPS ÉLECTRIQUES ET MAGNÉTIQUES : QUELQUES PRÉCISIONS	11
1. <i>Champ électrique, champ magnétique, champ électromagnétique</i>	11
2. <i>Champs statique et alternatif de hautes et basses fréquences : le spectre électromagnétique</i>	13
B. LES SOURCES ARTIFICIELLES D'EXPOSITION AUX CHAMPS MAGNÉTIQUES D'EXTRÊMEMENT BASSES FRÉQUENCES	15
1. <i>Les matériels électroménagers et les matériels à usage professionnel</i>	16
2. <i>Les transports électrifiés</i>	18
3. <i>Les lignes électriques à haute et très haute tension</i>	19
C. A LA RECHERCHE DE L'EXPOSITION AUX CHAMPS MAGNÉTIQUES	20
1. <i>Les différentes méthodes de mesure de l'exposition</i>	20
2. <i>Trois études d'exposition de la population à l'étranger</i>	21
3. <i>Les études françaises récentes d'exposition individuelle</i>	22
a) <i>L'étude Champlan</i>	22
b) <i>L'étude Expers</i>	23
4. <i>L'exposition aux champs émis par les lignes à haute et très haute tension en France</i>	24
D. LES PRÉCONISATIONS DE VOTRE RAPPORTEUR	25
II. LE RÉSEAU DE LIGNES À HAUTE ET TRÈS HAUTE TENSION EN FRANCE	27
A. LE RÔLE DU RÉSEAU ET SON DÉVELOPPEMENT	27
1. <i>Le réseau de transport en France</i>	27
a) <i>Une histoire nationale</i>	29
b) <i>La gestion du réseau</i>	29
2. <i>La fonction de distribution</i>	30
a) <i>La problématique générale</i>	30
b) <i>Trois exemples : Bretagne, PACA et Alsace-Lorraine</i>	31
3. <i>Le nécessaire développement</i>	32
a) <i>La problématique générale</i>	32
b) <i>Deux exemples : Nord-Pas-de-Calais pour l'éolien et PACA pour le solaire</i>	32
B. L'ENFOUISSEMENT EST-IL UNE SOLUTION ?	33
1. <i>Les pré-requis techniques et financiers</i>	33
a) <i>Les possibilités techniques</i>	33
b) <i>L'équation financière</i>	34
2. <i>L'accélération de l'effacement des réseaux aériens</i>	35
a) <i>Le cadre général</i>	35
b) <i>Lignes nouvelles – lignes anciennes : la différence de traitement</i>	36
3. <i>L'impact sur les champs électriques et magnétiques</i>	36
a) <i>Les configurations classiques de pose</i>	36
b) <i>Les configurations complexes de pose pour minimiser le champ</i>	38
c) <i>Aérien et souterrain : quelle différence ?</i>	39
4. <i>Les conclusions et préconisations de votre rapporteur</i>	41

C. REDONNER AUX LIGNES LEUR CARACTÈRE DE BIEN PUBLIC	42
1. <i>Dialoguer mieux</i>	43
a) Des riverains inquiets mais un débat portant sur l'intérêt général	43
b) Replacer les élus locaux au centre du dispositif.....	44
(1) Les dispositifs existants, schémas nationaux et régionaux.....	44
(2) Entretenir un dialogue informel.....	45
(3) Renforcer le dialogue autour de l'avenir des territoires	45
(4) Les maires, déclencheurs des demandes de mesure de champ.....	46
c) Informer plus et mieux.....	47
(1) La création d'un site Internet de l'État sur les lignes à haute et très haute tension.....	47
(2) Accroître l'information en direction des associations	47
2. <i>Encourager la participation des citoyens</i>	48
a) La peur de la technologie, une explication insuffisante	48
b) Développer les démarches participatives	51
3. <i>Garantir l'indépendance de l'expertise et de la recherche</i>	52
a) L'expertise entre discrédit et sacralisation	52
b) Conforter l'indépendance	53
III. LES IMPACTS POTENTIELS SUR LA SANTÉ	55
A. LES RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE L'EXPERTISE INTERNATIONALE	55
1. <i>Les différents rapports internationaux</i>	55
2. <i>Les effets à court terme et les normes de protection</i>	55
3. <i>Les effets à long terme</i>	56
a) Le consensus international.....	56
b) La contestation de l'expertise collective	57
c) La proposition d'un suivi indirect	57
(1) L'échec du suivi à Coutiches	58
(2) Tenter un suivi indirect : une étude de consommation de soins.....	59
B. LIGNES À HAUTE TENSION ET ÉLECTROHYPERSENSIBILITÉ (EHS).....	60
1. <i>État des lieux</i>	60
2. <i>Préconisations</i>	61
a) Les patients doivent être pris au sérieux	61
b) Un réseau national de prise en charge.....	62
C. CHAMPS ÉLECTRIQUES, MAGNÉTIQUES ET LEUCÉMIES INFANTILES	63
1. <i>1979, Wertheimer et ses implications</i>	63
a) L'étude Wertheimer de 1979.....	64
b) L'action polémiste de Paul Brodeur.....	64
2. <i>Les méta-analyses post Wertheimer</i>	65
3. <i>2002, le classement par le CIRC en catégorie 2B</i>	66
a) Les monographies du CIRC	66
b) La classification du CIRC.....	66
c) La monographie de 2002.....	67
d) Les champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences classés en 2B	67
4. <i>Les études post-CIRC</i>	68
a) L'épidémiologie.....	68
b) In vivo et in vitro	69
5. <i>Que sait-on des causes des leucémies infantiles ?</i>	70

6. Conclusions et préconisations	73
a) Les faits	73
b) L'opinion de votre rapporteur : ne pas laisser les choses en l'état.....	74
c) Que faut-il faire ?.....	74
(1) Relancer les recherches.....	75
(2) L'OMS préconise une démarche bénéfice-risque	79
(3) Le gouvernement britannique applique le même principe	79
(4) Faut-il aller plus loin ? La proposition de l'AFSSET.....	80
(5) Quelle démarche bénéfice-risque pour la France ? La préconisation de votre rapporteur.....	81
D. CHAMPS MAGNÉTIQUES ET MALADIES NEURODÉGÉNÉRATIVES	84
1. <i>L'hypothèse d'une possible nocivité</i>	84
a) Les données scientifiques	84
(1) L'épidémiologie.....	84
(2) In vivo et in vitro	85
b) Les données de terrain à la SNCF et à la RATP.....	85
(1) La RATP.....	85
(2) La SNCF.....	86
2. <i>Les conclusions et préconisations</i>	86
(1) La discordance OMS / SCENHIR / AFSSET	86
(2) Un suivi local ? L'avis défavorable de l'INVS	87
(3) Les préconisations de votre rapporteur.....	87
IV. LES IMPACTS POTENTIELS SUR L'ENVIRONNEMENT	89
A. LA FAIBLESSE DES DONNÉES SUR LA FAUNE SAUVAGE	89
1. <i>La quasi absence de données scientifiques sur les effets potentiels directs des champs électriques et magnétiques</i>	89
a) Les oiseaux	89
b) Les poissons	90
2. <i>Les études d'observation indirecte</i>	90
a) La flore	90
b) La faune	92
(1) Les mammifères.....	92
(2) Les oiseaux	93
3. <i>Conclusions et préconisations</i>	94
B. QUEL IMPACT SUR L'AGRICULTURE ?	95
1. <i>Les plantes</i>	95
2. <i>Les abeilles</i>	96
3. <i>Les élevages</i>	97
a) Les données scientifiques internationales sur l'impact direct des champs électriques et magnétiques	97
b) Les effets indirects : les courants parasites	99
(1) Induction électrique, induction magnétique	100
(2) Les effets sur les animaux	101
(3) Quelles solutions ?	102
c) Le GPSE, quel bilan ?.....	102
4. <i>Conclusions et préconisations</i>	105
CONCLUSION	107
LISTE DES PROPOSITIONS	113

ANNEXES.....	119
ANNEXE 1 – LISTE DES PERSONNES AUDITIONNÉES.....	121
ANNEXE 2 – LETTRE DE SAISINE.....	127
ANNEXE 3 – CONVENTION DE PARTENARIAT ENTRE L’ASSOCIATION DES MAIRES DE FRANCE ET RTE.....	129
ANNEXE 4 – MONOGRAPHIES DU CIRC SUR L’EVALUATION DES RISQUES DE CANCÉROGÉNÉICITÉ POUR L’HOMME.....	131
ANNEXE 5 – ÉTUDES JURIDIQUES.....	169

INTRODUCTION

Mesdames, Messieurs,

Les nouveaux projets technologiques, quels qu'ils soient, sont devenus dans nos sociétés des sujets de débat.

Certains le regrettent, pointant du doigt qui l'obscurantisme, qui l'immixtion d'ignorants dans des questions par nature complexes et souvent difficiles à maîtriser dans toutes leurs dimensions.

Votre rapporteur est pourtant convaincu que cette évolution majeure des sociétés occidentales est le fruit de leur mouvement de démocratisation. Là où nous connaissons une société hiérarchique, que cette hiérarchie soit sociale, ecclésiale, entrepreneuriale, politique ou scientifique, nous vivons aujourd'hui dans une société où tous les acteurs, tous les citoyens, toutes les associations souhaitent participer à la décision. Toute action publique doit être débattue et doit être capable de susciter un certain consensus pour voir le jour. C'est assurément une contrainte, mais c'est également une force.

Là où le progrès scientifique s'imposait par lui-même comme une valeur supérieure, se pose aujourd'hui la question d'une science qui va peut-être plus vite que la société ou dans une direction qu'elle n'a pas souhaitée. La remise en cause de la valeur de la science peut être perçue, vécue ou voulue comme une mise en cause de l'idée de progrès. Elle est plus certainement encore une demande de gouvernance, de maîtrise et de participation. C'est un enjeu considérable pour nos sociétés technologiques.

Cette dynamique se nourrit et alimente deux préoccupations, récentes elles aussi : la préservation de l'environnement et la protection de la santé. Comme la démocratisation, ces préoccupations sont sources d'impératifs nouveaux mais également d'opportunités.

*

La saisine de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques sur l'évaluation des effets potentiels sur la santé et l'environnement des champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences émis par les lignes à haute et très haute tension s'est inscrite dans ce contexte.

Elle se distingue fondamentalement du problème de la téléphonie mobile et des antennes relais qui a, d'ores et déjà, fait l'objet de deux rapports de l'Office¹, le terme de champ électromagnétique pouvant porter à confusion. Il ne s'agit ni des mêmes bandes de fréquences, ni des mêmes sources. Votre rapporteur y reviendra dans le corps du rapport, mais il était nécessaire d'apporter cette précision dès le départ.

De même, la saisine ne porte pas sur l'ensemble des sources de champs d'extrêmement basses fréquences, mais uniquement sur les lignes à haute et très haute tension, même si votre rapporteur apportera des éclairages permettant de mieux comprendre l'enjeu de cette problématique.

Cette saisine n'est pas, en revanche, complètement indépendante, quant à son origine, de grands programmes d'infrastructures énergétiques en cours. Votre rapporteur a cependant voulu l'en détacher aussi nettement que possible pour apporter toute la lumière scientifique sur les questions posées.

A cet égard, il est important de noter que la saisine n'a pas été motivée par la publication de nouvelles études scientifiques mais par le développement de l'inquiétude des riverains des ouvrages et plus généralement de la population française telle qu'elle ressort des débats publics et des recherches sociologiques récents.

Dans ce même esprit, et malgré l'important délai que cela impliquait, votre rapporteur a souhaité attendre la publication du rapport de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET) sur les effets sanitaires des champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences. En effet, saisie en juin 2008, l'AFSSET avait pour mission d'effectuer une synthèse des travaux nationaux et internationaux disponibles à ce jour, de préciser l'exposition de la population et de faire des préconisations, la « loi Grenelle I » prévoyant d'ailleurs la remise d'un rapport au Parlement. Ce document a été rendu public le 6 avril 2010.

*

En saisissant l'Office, la commission des affaires économiques du Sénat relançait un questionnement ouvert depuis plus de trente ans maintenant : les lignes à haute tension sont-elles nuisibles pour la santé ?

En effet, depuis 1979 et la première publication de Mme Nancy Wertheimer, un doute existe. La gravité de l'accusation est restée forte puisque cette première étude mettait en évidence un lien entre le déclenchement de leucémies chez les enfants et la proximité de lignes à haute tension.

¹ Alain Gest, *Les incidences éventuelles sur la santé de la téléphonie mobile*, nov. 2009, ref. Assemblée nationale : 2005 (13^{ème} législature), ref. Sénat : 84 (2009-2010)
Jean-Louis Lorrain, Daniel Raoul, *L'incidence éventuelle de la téléphonie mobile sur la santé*, nov. 2002, ref. Assemblée nationale : 346 (12^{ème} législature), ref. Sénat : 52 (2002-2003)

Que peut-on en dire aujourd'hui ? Quel est l'état des connaissances scientifiques ? Des mesures doivent-elles être prises par les autorités publiques pour protéger les populations ?

Outre ce problème, s'est aussi développée, à partir des États-Unis, la question de l'impact de ces mêmes lignes sur les élevages. Moins sensible que le précédent, ce sujet mérite lui aussi d'être « *tiré au clair* » au vu des publications scientifiques parues depuis de nombreuses années maintenant.

Pour répondre à ces questions, votre rapporteur souhaite tout d'abord les replacer dans leur contexte, en précisant ce que sont les champs électriques et magnétiques et ce que l'on sait de l'exposition des personnes, d'une part, et ce qu'est le réseau des lignes à haute et très haute tension dans notre pays, d'autre part.

Ensuite, il traitera des impacts potentiels sur la santé à travers trois points précis, qui sont les points en débat aujourd'hui : les leucémies chez l'enfant, les maladies neurodégénératives et l'hypersensibilité électromagnétique (EHS).

Enfin, il répondra aux interrogations relatives à l'impact de ces champs sur la faune sauvage et sur les élevages.

I. L'EXPOSITION AUX CHAMPS ÉLECTRIQUES ET MAGNÉTIQUES D'EXTRÊMEMENT BASSES FRÉQUENCES

Pour comprendre et mesurer l'impact potentiel des champs émis par les lignes à haute et très haute tension, il convient d'explicitier ces champs et de faire le point sur l'importance relative des différentes sources d'émission et sur l'exposition de la population et des individus.

Votre rapporteur achèvera cette première partie par des recommandations pour améliorer les données disponibles.

A. LES CHAMPS ÉLECTRIQUES ET MAGNÉTIQUES : QUELQUES PRÉCISIONS

1. Champ électrique, champ magnétique, champ électromagnétique

Un champ est un phénomène physique d'échange d'énergie et de forces qui s'exercent à distance provoquant des effets induits sur des objets. Il se caractérise par son intensité et sa direction. Communément, il désigne la zone dans laquelle s'exerce le phénomène. On se trouve « *dans le champ* » ou non.

En dehors, de l'électromagnétisme, le champ le plus connu est sans doute l'attraction des corps célestes entre eux, la Terre et le Soleil ou la Terre et la Lune, ou à la surface de la Terre elle-même : la force de gravité, découverte par Newton, qui fait que les objets sont attirés vers le sol.

Les champs électriques et magnétiques sont tout d'abord d'origine naturelle. Ils sont une nécessité pour la vie. Les experts de l'AFSSET notent ainsi : « *Sur Terre, ces champs sont beaucoup plus intenses que le champ de la gravitation car ce sont eux qui assurent la cohésion des atomes entre eux, ce qui permet de constituer des molécules et, de manière générale, la matière, dont celle qui nous compose. Ce sont donc eux qui évitent que chaque molécule dont nous sommes constitués ne tombe sur le sol en raison du champ de pesanteur* ».

Les champs électriques et magnétiques sont intimement liés pour les fréquences intermédiaires et les radiofréquences. On peut alors parler de « *champs électromagnétiques* ». **Mais, et c'est essentiel, ce n'est pas le cas pour les champs d'extrêmement basses fréquences. Il est alors impropre de parler de champ électromagnétique. Il faut les traiter séparément.**

D'ailleurs, comme votre rapporteur le détaillera, seul le champ magnétique est incriminé dans de possibles effets sanitaires.

Les champs électriques sont produits par des différences de potentiel. Plus la tension est élevée, plus le champ qui en résulte est intense. Ils surviennent même si aucun courant électrique ne passe.

Les champs électriques sont associés à la présence de charges positives ou négatives. **L'intensité d'un champ électrique se mesure en volts par mètre (V/m)**. Tout fil électrique sous tension produit un champ électrique. Ce champ existe même si aucun courant ne circule. Pour une distance donnée, il est d'autant plus intense que la tension est élevée.

Le champ électrique décroît rapidement comme l'inverse du carré de la distance entre le lieu d'émission et le lieu de mesure ($1/d^2$).

Un conducteur métallique est une protection efficace et dans une moindre mesure tout autre type d'obstacle.

De ce fait, dans le cas d'une ligne électrique, le champ électrique est à peine décelable lorsqu'elle est enterrée.

Au contraire, **les champs magnétiques n'apparaissent que si le courant circule**. Ils sont provoqués par le déplacement de charges électriques. Ils sont d'autant plus intenses que le courant est élevé. L'intensité d'un champ magnétique se mesure en ampères par mètre (A/m), toutefois dans la recherche et les applications techniques, il est plus courant d'utiliser une autre grandeur : **la densité de flux magnétique ou induction magnétique**. Elle s'exprime en teslas ou, plus communément, en **microteslas (μT)**.

Le champ magnétique diminue également rapidement en fonction du carré de la distance et parfois plus rapidement encore selon la géométrie de la source, par exemple le cube de la distance ($1/d^3$).

Ainsi lorsqu'on a un courant électrique, l'intensité du champ magnétique variera selon la consommation d'électricité, alors que l'intensité du champ électrique restera constante.

Un champ électrique existe donc avec ou sans champ magnétique, en revanche, quand un champ magnétique existe, un champ électrique est également présent.

A ce stade, il est utile de rappeler quelques grandeurs physiques et les unités qui les mesurent :

Grandeurs physiques	Unités de mesure
Tension électrique	Volt (V)
Courant électrique	Ampère (A)
Puissance électrique	Watt (W)
Champ électrique	Volt par mètre (kV/m)
Induction magnétique	Tesla (T)
Fréquence	Hertz (Hz)

De même, il est nécessaire de rappeler la signification des grandeurs qui pourront être utilisées par la suite et qui pour simplifier sont reliées entre elles par un rapport de 1 à 1 000 en montant et en descendant. Une exposition à quelques milliteslas est, par exemple, de l'ordre de 10.000 fois plus forte qu'une exposition à quelques dixièmes de microteslas :

Giga	1 000 000 000 (10^9)
Méga	1 000 000 (10^6)
Kilo	1 000 (10^3)
Unité	1
Milli	0,001 (10^{-3})
Micro	0,000 001 (10^{-6})
Nano	0,000 000 001 (10^{-9})
Pico	0,000 000 000 001 (10^{-12})

2. Champs statique et alternatif de hautes et basses fréquences : le spectre électromagnétique

La caractérisation d'un champ électromagnétique se fait par sa **fréquence ou la longueur d'onde** de son rayonnement.

La fréquence est le nombre d'oscillations ou de cycles par seconde.

La longueur d'onde est égale à la distance entre un point d'une onde et son homologue sur l'onde suivante.

Plus la fréquence est élevée, plus la longueur d'onde est courte et inversement.

Il existe des **champs magnétiques statiques** qui restent constants au cours du temps. C'est le cas des aimants. Le champ magnétique terrestre est aussi un champ statique créé par les mouvements du noyau de la Terre. Il est de l'ordre de 50µT en France. Un champ statique, qui a donc une fréquence nulle, peut toutefois être intense.

Pour illustrer ce phénomène, l'AFSSET a présenté un diagramme plaçant différentes sources en fonction de leur intensité et permettant de comparer tout particulièrement les champs magnétiques du corps humain avec les champs magnétiques artificiels :

Intensité du champ en Tesla	1	10 ⁻⁵	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹³	10 ⁻¹⁵
Activité	IRM	Terre	Bruit environnemental	Voiture à 50 m	Battements cardiaques adultes	Battements cardiaques d'un fœtus	Cerveau adulte	Cerveau fœtus

Il existe également des champs alternatifs caractérisés en fonction de leur fréquence.

Les champs d'extrêmement basse fréquence sont ceux allant jusqu'à 300 Hz – par exemple le courant électrique. Le **courant alternatif va créer un champ variable** dans le temps, le courant changeant de sens à intervalles réguliers, par exemple **50 cycles par secondes (50 Hertz) pour le courant dans les pays européens**.

Les champs de **moyenne fréquence** 300 Hz à 10 MHz sont engendrés par certains appareils électriques (écrans d'ordinateur, antivol).

Les **radiofréquences** sont comprises entre 10 MHz et 300 GHz (domaine hertzien et ultrahertzien) et sont le fait de la radio, de la télévision, du radar, des téléphones portables ou des fours à micro-ondes. L'intensité de ces champs se mesure également en watts par mètre carré (W/m²) soit la densité de puissance.

Au-delà se situent **les rayonnements ionisants** Les ondes électromagnétiques sont transportées par des particules énergétiques appelées « *quanta* ». Plus la fréquence est haute plus l'énergie véhiculée est importante. L'énergie peut être suffisamment élevée pour briser les liaisons intra et intermoléculaires. C'est notamment le cas des rayons gamma émis par les

substances radioactives, les rayons cosmiques et les rayons X. Ils sont appelés « *ionisants* ». Les autres rayonnements qui n'ont pas suffisamment d'énergie et n'ont pas cette capacité sont dits « *non ionisants* ».

Pour plus de facilité de compréhension, l'ensemble de ces rayonnements peut être présenté de manière synthétique sous la forme du spectre électromagnétique :

Rayonnement	Fréquence	Gamme	Exemples d'applications
Non Ionisant	0Hz	Champs statiques	Aimants, IRM
	3-300Hz	Extrêmement basses fréquences (EBF)	Réseau électrique et électroménager
	300 Hz à 30 kHz	Fréquences intermédiaires	Écrans vidéo, chauffage par induction
	30 kHz à 300 GHz	Radiofréquences	Radiodiffusion, télédiffusion, téléphone mobile, four à micro-ondes, radars, communications par Satellites
	300 THz à 385 THz	Infrarouge	Détecteurs antivol, Télécommandes
	385 THz à 750 THz	Visible	Soleil, lasers
	750 THz à 3 PHz	Ultraviolet	Soleil, photothérapie
Ionisant	3 PHz à 30 PHz	Rayons X	Radiologie
	Au-delà de 30 PHz	Rayons gamma	Physique nucléaire
k=kilo=10 ³ , M =Méga=10 ⁶ , G=Giga =10 ⁹ , T=Téra =10 ¹² , P=Pêta =10 ¹⁵ Source : Fondation Santé et radio fréquences			

B. LES SOURCES ARTIFICIELLES D'EXPOSITION AUX CHAMPS MAGNÉTIQUES D'EXTRÊMEMENT BASSES FRÉQUENCES

Pour mesurer l'importance des champs émis par les lignes transportant l'électricité, il convient de les comparer aux autres sources de champ magnétique auxquelles la population est exposée. Les sources courantes sont principalement les matériels électroménagers, les matériels électroniques professionnels et les transports électrifiés.

1. Les matériels électroménagers et les matériels à usage professionnel

La population est exposée aux champs magnétiques à l'intérieur des habitations.

Cette exposition est le fait du câblage électrique du domicile et de l'usage de matériels électroménagers.

Le champ magnétique au domicile du fait du câblage serait de l'ordre de 0,2 μ T selon l'AFSSET qui reprenait une donnée de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Le champ émis par les appareils électroménagers est, quant à lui, extrêmement variable en fonction des types d'appareils et des modèles.

L'AFSSET a fait procéder à une série de mesures par Supelec. Voici un aperçu des résultats à une distance de 30 cm :

Appareil	Champ magnétique (μ T)	Champ électrique (V/m)
Radio-réveil A	0,08	16
Bouilloire élec A	0,06	11
Grille-pain	0,21	10
Lave-vaisselle	0,21	9
Radio-réveil B	0,14	30
Machine à café express	0,7	8
Four à micro-ondes A	3,6	13
Cuisinière mixte	0,2	6
Four à micro-ondes B	7	4
Table à induction	0,2	32
Sèche-cheveux	0,05	28
Alimentation de PC	0,02	18
Bouilloire élec. B	0,05	18
Téléviseur LCD 15 p	0,01	75

En général, à 1 m, le champ se confond avec le bruit ambiant. La plupart de ces sources sont intermittentes. Elles ne fonctionnent pas en permanence.

Ces valeurs qui ont été calculées avec la même méthodologie, les mêmes appareils et dans le même laboratoire, complètent et confirment les mesures diverses effectuées par des organismes étrangers que l'AFSSET a rassemblées.

Ces mesures étrangères, réalisées entre 1986 et 2009, montrent la très grande variabilité de ce type de données mais donnent tout de même une bonne idée de l'exposition potentielle courante dans une maison où sont quotidiennement et systématiquement utilisés des appareils électroménagers :

Appareils	Champ magnétique en μT
Grille-pain	0,006 à 0,7
Lave-vaisselle	0,6 à 0,3
Percolateur	0,08 à 0,15
Plaque de cuisson	0,1 à 0,35
Réfrigérateur	0,01 à 0,4
Chaîne stéréo	0,19
Écran cathodique – TV	0,04 à 1
Fer à repasser	0,12 à 0,3
Foreuse	2 à 3,5
Machine à laver	0,15 à 3
Scie électrique	1 à 25
Séchoir	0,08 à 0,3
Rasoir à 3 cm	15 à 1 500
Sèche cheveux à 6 cm	6 à 2 000
Couverture chauffante à 3 cm	0,3 à 5
Lampe de chevet	2
Réveil électrique	0,1 à 1
Ampoule à incandescence	2
Aspirateur au sol	2 à 20
Chauffage électrique par le sol	8 à 12

Compteur d'énergie domestique	0,6 à 3,5
Lampe halogène	0,17
Radiateur électrique	0,15 à 5
Ventilateur	0,03 à 4

L'évaluation de l'exposition à ce type de sources se complique par leur caractère potentiellement mixte, à la fois professionnel et domestique.

L'AFSSET a également collationné les résultats d'études réalisées entre 1984 et 2009 afin de fournir des mesures de champ magnétique pour des appareils types :

Matériel	Champ magnétique en μT
Photocopieur	1 à 1,2
Télécopieur	0,4
Écran d'ordinateur	0,7

De même, l'AFSSET cite une étude canadienne de 2007 (Frenette et Barre) sur l'exposition de 64 coiffeuses aux champs magnétiques émis par les sècheurs à cheveux dans 33 salons de la région de Montréal. Les auteurs montraient la potentielle exposition aiguë d'une profession et l'impact d'un instrument *a priori* anodin. Ils en concluaient la nécessité de se soucier de limiter l'exposition, tout particulièrement des femmes enceintes.

2. Les transports électrifiés

Les réseaux ferroviaires électrifiés apparaissent comme d'importants pourvoyeurs d'exposition des professionnels et des particuliers.

L'étude Expers d'exposition de la population a notamment montré que l'usage des transports électrifiés était l'une des raisons notables des différences d'exposition entre adultes et enfants.

La SNCF a fourni des données relativement précises à l'AFSSET et a, par ailleurs, été auditionnée par votre rapporteur.

Dans une cabine de conduite de TGV, le champ est de 12,5 μT , et peut atteindre 37,5 μT dans une cabine de TGV double à pleine vitesse. Dans les autres types de motrices, les champs sont, comparativement, plus faibles et compris entre 1,25 et 6,25 μT . Il s'agit d'une exposition professionnelle subie par le conducteur. Significative, elle reste largement inférieure aux normes en vigueur.

Les passagers sont exposés à un champ de l'ordre de $7 \mu\text{T}$ à bord du TGV Atlantique et de $2,5 \mu\text{T}$ à bord du TGV duplex Méditerranée, cette dernière valeur étant plus basse en raison de sa structure en aluminium.

Selon une étude américaine réalisée en 1993 dans la perspective d'une éventuelle exportation du TGV, le champ à proximité des voies avait été évalué à $0,7 \mu\text{T}$ et à $0,59 \mu\text{T}$ en gare.

3. Les lignes électriques à haute et très haute tension

On considère qu'une ligne est à haute tension à partir de 50.000 V. 400 kV est la tension maximale des lignes en France. A l'étranger, notamment pour le transport à très grande distance, existent des lignes de 1 million de volts et plus.

Ce n'est pas la tension « nominale » de la ligne qui crée le champ magnétique mais l'ampérage, c'est-à-dire l'importance du courant qui passe effectivement dans la ligne. Même si une ligne à haute tension est destinée à transporter une quantité importante d'électricité, celle-ci varie en fonction de sa position dans le réseau, de la période de l'année et de celle de la journée.

A la sortie d'une centrale produisant en continu, une centrale nucléaire par exemple, la charge est stable. En revanche, elle va connaître des à-coups importants à la sortie d'une source discontinue comme un barrage hydroélectrique, des éoliennes ou une centrale à gaz mise en service pour faire face à un pic de consommation.

Elle peut aussi ne servir que ponctuellement, comme la ligne Cusset-Vénissieux, dans les environs de Lyon, qui n'est utilisée en secours que 30 jours par an environ.

Placée aux abords d'une agglomération, la charge de la ligne variera en fonction de la consommation : dans la journée, dans la semaine et en fonction des saisons.

Les mesures effectuées *in situ* sont alors extrêmement parlantes, les graphiques montrent la baisse de charge au cours de la nuit et le pic de consommation du soir. Elles montrent aussi d'éventuels reports de charge ou sur l'année l'évolution de la consommation en fonction de la luminosité et de la température par exemple.

Mais la ligne de transport d'électricité obéit également à des contraintes techniques et opérationnelles qui sont fonction de la température extérieure et de la nécessité de minimiser les pertes d'électricité au cours du transport, essentiellement par la chaleur diffusée.

Ce cadre général une fois dessiné, il convient de connaître l'ordre de grandeur des champs électriques et magnétiques émis par les lignes à haute et à très haute tension.

Exemples de champs électriques et magnétiques à 50 Hz pour des lignes électriques aériennes (Source RTE) :

	Champs électriques (V/m)			Champs magnétiques (μ T)		
	Sous la ligne	A 30 m	A 100 m	Sous la ligne	A 30 m	A 100 m
400 kV	5 000	2 000	200	30	12	1,2
225 kV	3 000	400	40	20	3	0,3
90 kV	1 000	100	10	10	1	0,1
20 kV	250	10	-	6	0,2	-
230 V	9	0,3	-	0,4	-	-

Les champs magnétiques sont plus faibles pour des lignes enterrées (source RTE) :

	Câbles en nappe			Câbles en trèfle		
	A l'aplomb	A 5 m	A 20 m	A l'aplomb	A 5 m	A 20 m
225 kV	20 μ T	4	0,3	6	1	0,1
63 kV	15 μ T	3	0,2	3	0,4	-

Les **transformateurs** destinés à abaisser ou à élever la tension sont une seconde source d'exposition de la population liée au transport de l'électricité. A proximité, le champ est de l'ordre de 20 à 30 μ T.

C. A LA RECHERCHE DE L'EXPOSITION AUX CHAMPS MAGNÉTIQUES

Ces différentes données d'émission de champs magnétiques, mesurées à une certaine distance d'appareils émetteurs, ne fournissent qu'une faible idée de l'exposition générale de la population et de l'exposition individuelle à ce type de champs.

Or, procéder à une telle estimation ou à une telle mesure se révèle très complexe mais pourtant essentiel pour tenter d'en mesurer les effets potentiels.

1. Les différentes méthodes de mesure de l'exposition

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour mesurer l'exposition aux champs magnétiques.

Il s'agissait, jusqu'à récemment, presque exclusivement de mesures indirectes.

L'exemple type et très connu est l'utilisation du code de câblage, c'est-à-dire le classement d'un logement en fonction de la distance à une ligne et le diamètre de câblage de cette ligne, qui a été utilisé dans leur étude de 1979 par Wertheimer et Leeper.

Cette approche simple a été encore utilisée récemment par Drapper dans son étude de 2005 (distance du lieu d'habitation à la naissance par rapport à une ligne à haute tension).

La distance à la ligne est une approximation de l'exposition. Elle est sensée la résumer, cependant elle ne prend en compte ni la charge de la ligne et ses variations, ni l'exposition à l'intérieur du domicile, ni bien entendu l'historique de l'exposition.

Les études ultérieures à 1979 ont, pour la plupart, calculé plus précisément l'exposition des personnes. Se sont notamment développées des mesures quasi directes de l'exposition dans des points fixes : la chambre à coucher, l'école, représentatifs de lieu de vie au cours de longues périodes dans une journée ou dans une année. Ces mesures permettent d'accroître la précision des données et de se rapprocher d'une mesure de l'exposition individuelle.

Des études plus récentes ont, quant à elles, cherché à connaître l'exposition individuelle en demandant à des personnes de porter un dosimètre portatif. Ces appareils permettent une mesure instantanée, toutes les trois secondes, mais ne permettent évidemment pas de disposer d'un historique ou, pour l'instant, de mesures dans la durée.

2. Trois études d'exposition de la population à l'étranger

La consultation de la bibliographie scientifique permet de retrouver trois études au Royaume-Uni (1999), en Allemagne (2001) et à Taïwan (2007) d'exposition générale de la population aux champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences. Elles sont toutes les trois reprises dans le rapport de l'AFSSET.

Au Royaume-Uni, l'étude a porté sur 6 670 résidences. 2,3 % présentaient une exposition supérieure à 0,2 μ T et 0,4 % une exposition supérieure à 0,4 μ T dont 20 % seulement se situaient à proximité des lignes à haute tension (400 m d'une ligne).

En Allemagne, l'étude a porté sur 1 835 résidences. Dans 1,4 % des cas, la médiane était supérieure à 0,2 μ T et dans 0,2 % à 0,4 μ T. la distribution d'électricité apparaît souvent comme la responsable de ce surcroît d'exposition.

A Taïwan, ce sont 2 214 foyers qui ont été examinés, en lien direct avec la présence d'enfants de moins de 7 ans au domicile. L'exposition moyenne s'est établie à environ 0,12 μT . Une exposition moyenne supérieure à 0,4 μT se retrouvait dans 5,4 % des cas.

3. Les études françaises récentes d'exposition individuelle

En France deux études récentes permettent d'avoir une idée plus précise de l'exposition individuelle aux champs magnétiques 50 Hz.

a) L'étude Champlan

Durant les hivers 2007 et 2008, l'AFSSET a fait procéder par Supélec à une série de mesures du champ magnétique 50 Hz sur la commune de Champlan. Cette étude s'insérait dans un travail plus large de prise en compte de l'ensemble des pollutions subies par la commune, qui était coordonnée par l'ADEME.

La commune de Champlan est en effet le lieu de passage de plusieurs lignes à haute tension et de chemin de fer. L'objectif était donc d'en mesurer l'impact tout en le distinguant des sources domestiques.

18 personnes volontaires ont été sélectionnées dont 7 pour leur proximité avec les lignes à haute tension. Leur exposition a été mesurée pendant 24 heures, la fréquence des mesures et la distinction entre la fréquence fondamentale et les harmoniques, et l'échange qui suivait le lendemain avec le Pr Azoulay de Supélec ont permis d'identifier toutes les sources d'émission avec la mesure enregistrée.

Se dégagent ainsi des profils journaliers où chaque activité apparaît : proximité des lignes à haute tension, usage d'un appareil électroménager, train, passage dans un portique électronique et même pour ceux qui habitaient à proximité même des lignes à haute tension : évolution de l'exposition en fonction de la charge de la ligne dans la journée et de la position dans la maison (étage, rez-de-chaussée, jardin...).

Dans la plupart des cas, l'exposition est faible. Dans 12 cas, elle est inférieure à 0,2 μT en moyenne sur 24 heures et, dans un seul cas, supérieure à 1 μT . En revanche, on constate de multiples pics qui s'expliquent le plus fréquemment par l'usage des fours à micro-ondes et de divers appareils électroménagers ou le passage par le portique antivol d'une grande surface.

Cette étude a bien évidemment une portée limitée. Elle est néanmoins intéressante par les pistes qu'elle ouvre :

- la caractérisation et la quantification possible des différentes sources,
- la possibilité de définir des profils d'exposition permettant d'apprécier plus finement l'exposition effective de certaines catégories de population.

b) L'étude Expers

L'étude Expers a été menée par un second laboratoire de Supélec dans le cadre d'une thèse dirigée par le Pr Gilles Fleury.

Elle fait suite à la demande du Conseil supérieur d'hygiène public de France (CSHPF), en 2004, de disposer d'une évaluation scientifique de l'exposition de la population française aux champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences.

Ce travail a été financé presque en totalité par RTE (700 k€, sur 720 k€, le delta étant apporté par le ministère de la santé).

L'objectif était de mesurer l'exposition sur 24 heures et de la caractériser pour un échantillon de 1 000 enfants de 0 à 14 ans et de 1 000 adultes.

Le recrutement des volontaires a été très difficile. Plus de 95 000 numéros de téléphone ont été composés, 47 % ont abouti et seulement 3 % ont donné un accord de principe. 70 minutes ont été nécessaires en moyenne pour convaincre les volontaires de participer au programme contre seulement 3 minutes habituellement pour l'agence qui a réalisé l'opération. Le point critique a été d'obtenir la participation des enfants. Les expérimentateurs ont finalement dû retenir un volontariat simultané d'un parent et d'un enfant de la même famille (523 doublons sur 2 000) entraînant du même coup une surreprésentation des femmes dans l'échantillon (64 %). Malgré cela, les enfants de moins de six ans sont fortement sous représentés par rapport à la population française moyenne, une vraie insuffisance comme votre rapporteur le montrera par la suite. Au total, ce sont 2 032 séries de données qui ont été validées et analysées.

Les premiers résultats font ressortir la plus faible exposition des enfants par rapport aux adultes.

Mais les enfants sont en proportion plus nombreux à être exposés en moyenne à plus de 0,4 μ T. Seuls deux enfants ont été exposés en moyenne géométrique, 30 enfants si on prend en compte la moyenne arithmétique (3,1 %).

Parmi ces enfants, dans 20 cas, l'exposition s'explique par la présence d'un radioréveil seul et, dans 4 cas supplémentaires par la présence conjointe d'un radioréveil et d'une source RTE, ERDF ou SNCF. Dans un cas, l'enfant habite et va à l'école à proximité d'une ligne SNCF. Dans quatre cas, la source est un appareil électrique. Dans un cas, il s'agit d'une ligne ERDF (moins de 50 kV) seule.

Le nombre et la proportion d'adultes exposés en moyenne à plus de 0,4 μ T est plus faible : aucun en moyenne géométrique, 11 en moyenne arithmétique. Dans 9 cas, les radioréveils sont impliqués. Dans deux autres cas, ce sont des appareils électriques.

Ces résultats donnant une trop grande place à la présence de radioréveils au pied du lit pendant la nuit, l'appareil de mesure étant fréquemment posé sur la table de chevet, une **analyse de l'exposition hors sommeil** a été réalisée.

Hors sommeil, seuls 11 enfants présentent une exposition moyenne supérieure à $0,4 \mu\text{T}$ (moyenne arithmétique), principalement en raison de la présence d'appareils électriques et de nouveaux de radioréveils (2 cas). Pour les adultes : dans trois cas les transports ferroviaires sont responsables, dans quatre cas les appareils électriques et dans deux cas la profession.

Sur l'échantillon, la proximité des lignes aériennes de transport d'électricité ou de transport ferroviaire apparaît comme un facteur de surexposition.

1^{ère} étude d'exposition personnelle d'une population à l'échelle d'un pays, l'étude Expers apporte un éclairage précieux.

Cependant, elle souffre d'importants biais de recrutement et n'apporte que peu de données sur l'exposition des jeunes enfants à proximité des lignes de transport d'électricité.

4. L'exposition aux champs émis par les lignes à haute et très haute tension en France

Une étude sur l'exposition de la population française aux champs magnétiques émis par les lignes à haute et très haute tension a été conduite en 2004 en Côte-d'Or par EDF. Elle a porté sur 237 résidences réparties en fonction de leur proximité à des lignes 400 kV, 225 kV et 63 kV. L'exposition moyenne de ces foyers était de $0,005 \mu\text{T}$ (Clinard et al.).

A partir de cette étude, **RTE estime que 375 000 personnes en France seraient soumises à un champ magnétique de plus de $0,4 \mu\text{T}$, soit 0,6 % de la population.**

L'AFSSET estime toutefois que cette étude est de trop petite taille et difficile à généraliser compte tenu du caractère non représentatif des résidences retenues.

L'AFSSET elle-même relève une étude belge réalisée en 2003 et indiquant un taux d'exposition des enfants à plus de $0,4 \mu\text{T}$ dans une fourchette de 0,26 à 0,63 %, soit un résultat cohérent avec les données de RTE.

D. LES PRÉCONISATIONS DE VOTRE RAPPORTEUR

De ces premiers résultats votre rapporteur tire quelques conclusions.

- Dans les fréquences extrêmement basses, **on ne peut parler de champs électromagnétiques, mais séparément de champs électriques et de champs magnétiques.**

- **Le champ magnétique est fonction de la puissance de la ligne électrique, son ampérage, et non de sa tension nominale exprimée en volts. Il est nul en l'absence de transport d'électricité et varie en permanence en fonction de la charge.**

- **Les lignes à hautes et très hautes tension sont loin d'être les seules sources d'émission de champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences. D'autres sources peuvent avoir un rôle important ou, tout du moins, significatif dans l'exposition d'une personne donnée. Ce point doit être gardé à l'esprit surtout lorsque l'on s'intéresse à des effets chroniques à des expositions faibles de l'ordre de 0,4 μ T.**

- **L'exposition de la population et plus encore l'exposition individuelle aux champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences est certes mieux connue, mais en réalité toujours mal connue.**

Les expositions moyennes globales calculées ne donnent qu'une indication limitée en raison des méthodes de mesure.

Les expositions individuelles mesurées sur la courte durée sont pour l'instant trop peu nombreuses pour, par exemple, aboutir à des typologies d'exposition en fonction de profils particuliers.

En outre, dans le cadre de la recherche de potentiels effets de long terme d'une exposition aux champs, on est aujourd'hui dans l'impossibilité de caractériser le type d'exposition à mesurer qui pourrait avoir un effet causal : accumulations de pics, niveau minimal continu, moyenne ?

Dès lors, **votre rapporteur estime que de nouvelles recherches doivent être entreprises** pour progresser dans la connaissance de l'exposition, sur la base de mesures plutôt que de reconstitution calculée :

- **au niveau de la population** dans son ensemble en cherchant à connaître de manière fiable le niveau d'exposition moyen et, par exemple, par type et lieu d'habitation ;

- **au niveau individuel** pour mieux connaître l'exposition des très jeunes enfants et, plus généralement, de typologies d'individus.

Ces mesures sont également souhaitables pour permettre aux citoyens mieux comprendre le fait de vivre à proximité de sources de champs magnétiques qu'il s'agisse de lignes électriques ou ferroviaires.

II. LE RÉSEAU DE LIGNES À HAUTE ET TRÈS HAUTE TENSION EN FRANCE

Pour éclairer le débat scientifique sur les effets potentiels des champs électriques et magnétiques d'extrêmement basses fréquences sur la santé et l'environnement, il est souhaitable :

- de présenter succinctement le rôle du réseau de transport d'électricité et son développement futur,
- de préciser ce que peut apporter l'enfouissement, compte tenu des réticences suscitées par les projets de lignes aériennes, pour diminuer le champ magnétique,
- et, enfin, de s'interroger sur les méthodes susceptibles de conduire à un plus large consensus sur les projets d'infrastructures de distribution d'électricité.

A. LE RÔLE DU RÉSEAU ET SON DÉVELOPPEMENT

Un réseau de lignes à haute et très haute tension n'existe pas pour lui-même, *ex nihilo*. Il a une mission de transport et de distribution de l'électricité des zones de production – le plus souvent des sources centralisées – vers des zones de consommation, le plus souvent distinctes et éloignées – les grandes villes ou les régions faiblement productrices. **Il est donc le fruit d'une histoire et d'une vision du développement de notre société.**

Le réseau en France, comme à l'étranger, s'est développé en réponse à **une demande croissante d'électricité**. Il a de plus une fonction de sécurisation de l'approvisionnement. Enfin, il doit poursuivre son adaptation pour répondre aux projets de développement économique et social, à l'évolution des zones de production et de consommation et aux nouvelles exigences sociétales.

1. Le réseau de transport en France

Il y a en France environ **80 000 km de lignes** à haute et très haute tension. C'est **le plus important réseau à haute tension d'Europe**.

On parle de haute tension pour les lignes à 63 et 90 kV et de très haute tension pour les lignes à 150, 225 et 400 kV.

Ces lignes sont reliées au réseau de distribution par 2 350 postes sources de transformation qui répartissent le courant vers le réseau ERDF à 20 000 V et les 156 entreprises locales de distribution (ELD).

Le réseau de transport 400 kV et 225 kV



Édition : mai 2010

Accessibilité : libre

Base validée SIG : 22 mars 2010

TM10-076_b

Conception et réalisation :
GESTIONNAIRE DU RÉSEAU DE TRANSPORT
CENTRE NATIONAL D'EXPERTISE RÉSEAUX
SERVICE ENVIRONNEMENT RÉSEAUX
IMMEUBLE AMPERE - LA DEFENSE 6
34-40, RUE HENRI-RÉGNault
92400 COURBEVOIE
E-mail : rte-cner-semia-accueil@rte-france.com
© Copyright RTE

a) Une histoire nationale

Le réseau à haute tension a **très tôt été identifié dans notre pays comme un « service public » justifiant l'intervention de l'État¹**.

Dès 1922, la mise en place des lignes à haute tension fait l'objet d'une loi qui règlemente leur installation et donne des prérogatives aux compagnies dans l'intérêt public.

Le Front populaire crée, en juin 1936, un sous-secrétariat d'État à l'électricité et aux combustibles solides, confié à Paul Ramadier qui a pour objectif de lancer un programme d'interconnexions nationales. En 1938, Édouard Daladier confirmera cette action par le lancement d'un programme quinquennal d'investissement.

De manière quelque peu surprenante, le développement du réseau ne sera pas freiné par l'occupation et la seconde guerre mondiale. En 1945, la France est dotée du réseau à haute tension le plus dense du monde. **De 1923 à 1946, le réseau à très haute tension est passé de 899 km à 12 403 km.**

La nationalisation des entreprises de production et de transport d'électricité est décidée le **8 avril 1946. 93 entreprises de transport** sont concernées. Elle permet notamment **l'uniformisation des normes : adoption des 225 kV puis du 400 kV et du 50 Hz**, décisions qui structurent aujourd'hui le réseau.

Le développement du réseau 400 kV se fait à partir des années 1960, cette norme étant devenue un standard européen pour les interconnexions transfrontalières.

b) La gestion du réseau

En raison de **l'ouverture du marché européen de l'électricité à la concurrence** décidée notamment par deux directives de 1996 et de 2003, le législateur a modifié l'organisation française.

En février 2000, il a précisé le contenu des missions de service public d'EDF et organisé la gestion indépendante du réseau de transport, son directeur étant directement nommé par le ministre en charge de l'énergie. **Le 1er juillet 2000 est créé le Réseau de transport d'électricité : RTE.**

En 2004, la loi organise la transformation d'EDF en société anonyme dont 30 % du capital peuvent être détenus par d'autres actionnaires que l'État. **RTE devient également une société anonyme filiale d'EDF. C'est chose faite le 1er septembre 2005.** La particularité de RTE est que l'entreprise doit être **possédée à 100 % par des capitaux publics détenus par l'État, EDF ou d'autres entreprises publiques.**

RTE est le gestionnaire du réseau français. Il a pour mission son exploitation, sa maintenance et son développement. Il est le garant de la sûreté

¹ Source : site Internet RTE.

du système électrique et de la fourniture de l'électricité. Dans le cadre du marché, il garantit à tous les utilisateurs un traitement sans discrimination sur la base de tarifs publics.

2. La fonction de distribution

a) La problématique générale

Le réseau de distribution d'électricité vise naturellement à répondre à la demande des consommateurs, mais il doit faire face à **deux difficultés irréductibles** :

- **La première est que la localisation de la production et de la demande d'électricité répond à des logiques différentes qui ne peuvent pas vraiment coïncider.** Ce problème est naturellement particulièrement marqué pour une **centrale nucléaire**, mais ne l'est guère moins pour **une centrale éolienne off-shore ou de futures grandes centrales photovoltaïques**. Dans ces configurations, l'électricité n'est pas produite où elle est consommée. Il faut l'acheminer.

- **La seconde est que l'électricité ne peut pas être stockée.** A chaque instant, l'électricité acheminée doit correspondre à celle qui est consommée au risque d'une rupture du réseau que l'on nomme communément « *black out* » ou de mesures de coupures partielles appelées « *délestages* ».

Pour ces deux raisons, **un réseau est organisé selon la règle dite du « N-1 », c'est-à-dire qu'il doit être capable de faire face partout et à tout moment à la défaillance d'un élément** de transport ou de production en permettant de reporter la charge de transport sur une autre ligne ou de solliciter une autre source tout en garantissant l'acheminement de l'électricité à l'endroit où elle est demandée.

Pour répondre à ce défi, deux grandes solutions sont possibles :

- accroître le nombre de sources de production à proximité d'une zone de consommation afin de répondre à des pics de consommation ou à une défaillance, mais cette solution est coûteuse,

- développer le réseau pour que, par le biais des interconnexions au niveau d'une région, d'un pays ou de l'Europe la production d'électricité et son transport puissent être optimisés. C'est tout l'enjeu des pics de consommation l'hiver. Les pics sont décalés dans le temps du Nord au Sud de l'Europe en fonction des habitudes culturelles permettant ainsi de compenser les insuffisances momentanées de production par des exportations/importations de courant d'un pays à l'autre.

Ces problématiques ont fait l'objet d'une audition de l'OPECST, ouverte à la presse, le 16 décembre 2009.

b) Trois exemples : Bretagne, PACA et Alsace-Lorraine

Deux régions françaises : la Bretagne et la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur (PACA) sont deux péninsules électriques avec une faible production et/ou un réseau affaibli.

La Bretagne ne produit que 8 % de l'électricité qu'elle consomme alors même que sa demande d'électricité croît plus vite que la moyenne nationale en raison de son dynamisme. Des mesures de renforcement du réseau et d'économie d'énergie sont donc mises en œuvre, notamment l'initiative EcoWatt réunissant environ 9 000 personnes et visant à les alerter par SMS en cas de pic de consommation de telle sorte qu'elles réduisent leur consommation à leur domicile.

La région PACA se trouve elle aussi dans une situation difficile. Elle importe environ 50 % de son électricité. Surtout, les grandes agglomérations (Aix, Marseille, Toulon, Cannes, Nice) ne sont desservies que par une unique ligne à 400 kV. De ce fait, le moindre incident a rapidement des conséquences importantes comme un feu, en juillet 2009, obligeant la mise hors tension de la ligne, ou un coup de foudre durant l'hiver 2008. Dans les deux cas un délestage a été décidé touchant plus d'un million de foyers.

L'annulation du projet de ligne à 400 kV Boutre-Broc Carros, en 2006, a laissé la région sans solution à court terme.

Une première série de mesures a consisté à monter en tension entre Toulon et Nice et à faire d'importants travaux sur plusieurs postes de transformation, pour un montant total de 80 millions d'euros.

Une seconde série de mesures, décidée en décembre 2008, comporte trois axes : réduire la consommation d'électricité de la région de 15 %, développer les énergies renouvelables en les portant de 10 % de la production à 20 % en 2020, et, enfin, la création d'un filet de sécurité composé de trois nouvelles lignes souterraines à 225 kV (Manosque-Druguignan, Fréjus-St-Cassien et St-Cassien-Cannes) ce qui devrait permettre de sécuriser le réseau jusqu'en 2025.

En Alsace-Lorraine, le réseau a été renforcé pour répondre à la demande. La ligne à 225 kV qui relie Metz à Strasbourg, via Sarrebourg, a été transformée en ligne à 400 kV. Ce projet achevé en 2008 et représentant un coût de 140 millions d'euros, avait pour but de sécuriser l'approvisionnement électrique de Strasbourg et de Sarrebourg qui dépendait d'une seule ligne, d'assurer des raccordements complémentaires : la centrale de Saint-Avold (900 MW, société SNET), en termes de production, d'une part, et la ligne TGV Est, en termes de consommation, d'autre part. De surcroît, la montée en tension permettra des économies d'énergie en limitant les pertes en ligne.

3. Le nécessaire développement

a) La problématique générale

Si le projet de ligne Cotentin-Maine répond à la fois au besoin de sécurisation de l'approvisionnement du grand Ouest, tout particulièrement de la Bretagne, et au raccordement du futur EPR de Flamanville, cette situation particulière ne doit pas occulter une problématique plus large. **Le réseau va nécessairement évoluer et, selon toute vraisemblance, se développer pour accompagner la nouvelle politique énergétique voulue par le Grenelle de l'environnement : le raccordement des énergies renouvelables au réseau.**

Dans ce cadre, la France s'est donnée comme objectif dans le Grenelle de l'environnement de **porter la puissance à 19 000 MW éoliens dont 6 000 off-shore en 2020, et 5 400 MW photovoltaïques, soit une multiplication par 20 dans l'éolien et par 40 dans le solaire.**

A titre d'exemple, en Allemagne, 850 km de nouvelles lignes à 380 kV vont être construites pour répondre au développement de l'éolien.

Ces objectifs nécessitent dès maintenant de réfléchir au transport de l'électricité qui sera produite dans les grandes centrales vers les zones de consommation et donc à la création de lignes à haute tension.

Il s'agit aussi d'un **défi pour l'organisation du réseau car ces sources sont intermittentes.**

RTE évalue à **un milliard d'euros d'ici à 2020 les investissements nécessaires pour intégrer le seul éolien au réseau.**

b) Deux exemples : Nord-Pas-de-Calais pour l'éolien et PACA pour le solaire

Dans le **Nord-Pas-de-Calais**, 77 % du territoire sont propices à l'installation d'éoliennes et de nombreuses Zones de développement de l'éolien (ZDE) sont en cours de définition par les préfets pour une **production qui s'inscrirait dans une fourchette de 400 à 800 MW** posant le problème de leurs raccordements au réseau. Compte tenu des puissances envisagées, ces zones devront être reliées directement au réseau 400 kV ce qui devrait se traduire par **la création de deux postes de transformation et d'une ligne souterraine de 30 km pour les relier.**

Ces évolutions doivent être préparées dans le cadre des schémas régionaux des énergies renouvelables.

Un exemple en est donné par la région **Provence-Alpes-Côte d'Azur** (PACA). L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) y a mené une étude pour évaluer et cartographier le **potentiel photovoltaïque** de la région et pour mesurer la capacité du réseau électrique à l'accueillir. Elle a fait l'objet d'une large concertation.

Sur l'ensemble de la région, le potentiel est évalué à **4 196 MW**, dont 74 % peuvent être accueillis par le réseau actuel. Mais la situation est très différente selon les départements. Dans les Bouches-du-Rhône, le Vaucluse et le Var, ce sont moins de 10 % du potentiel qui ne peuvent pas, actuellement, être acheminés. En revanche, on atteint 28 % dans les Alpes-Maritimes, 50 % dans les Alpes-de-Haute-Provence et 88 % dans les Hautes-Alpes.

Un tel diagnostic illustre les importantes évolutions qu'implique le développement des énergies renouvelables et sera donc la base d'une réflexion pragmatique sur le réseau dans cette perspective. Pour l'instant des propositions techniques de raccordement n'ont pas été formulées.

B. L'ENFOUISSEMENT EST-IL UNE SOLUTION ?

Face aux difficultés d'acceptation des projets de nouvelles lignes pour des raisons de paysage, de santé, d'environnement ou tout simplement par insuffisance de dialogue et de projet partagé, l'enfouissement des lignes à haute tension est souvent présenté comme la panacée. Une ligne enterrée est moins attaquée qu'une ligne aérienne. Comme on ne la voit pas, le risque perçu est occulté.

En réalité, l'enfouissement d'une ligne aérienne obéit à des critères techniques et financiers. Il s'inscrit dans le contrat de service public entre RTE et l'État. Il ne supprime pas le champ magnétique.

Votre rapporteur va ici préciser et actualiser certains points déjà abordés, il y a quelques années, par notre collègue Christian Kert, député, dans son rapport sur les perspectives d'enfouissement offertes par les nouvelles technologies¹.

1. Les pré-requis techniques et financiers

a) Les possibilités techniques

Les câbles ont fait d'importants progrès ces dernières années.

Une ligne électrique souterraine est composée d'au moins trois câbles. Chacun est composé d'une âme conductrice entourée de plusieurs gaines d'isolation métallique ou synthétique.

Ces câbles sont lourds et rigides. Ils ont une longueur limitée qui nécessite des jonctions relativement complexes à réaliser.

La pose doit permettre de protéger les câbles contre les agressions externes, de contrôler l'environnement thermique pour assurer l'évacuation

¹ Christian Kert, *l'apport des nouvelles technologies dans l'enfouissement des lignes électriques à haute et très haute tension*, 2001, Assemblée nationale n° 3415 (11^{ème} législature), Sénat n° 94 (2001-2002)

des pertes et assurer la protection des tiers notamment contre les courts-circuits.

A très haute tension, au-delà d'une certaine distance, la liaison doit être effectuée en courant continu avec d'importantes pertes de transformation.

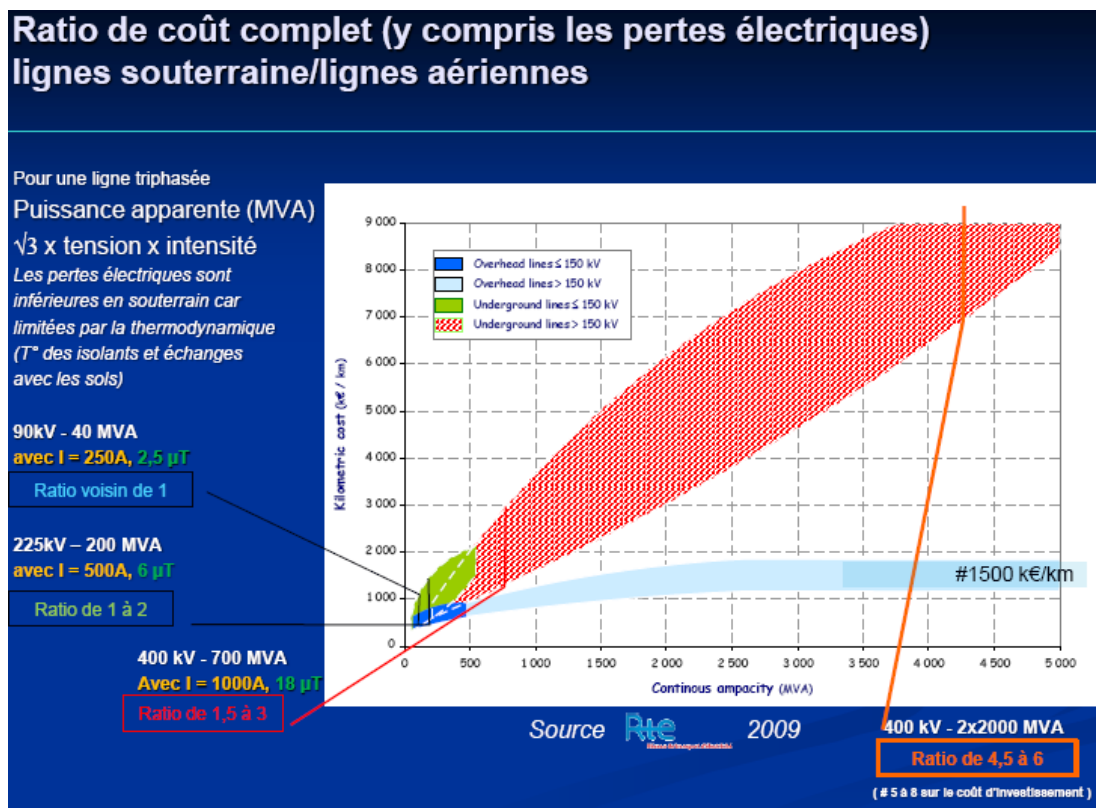
b) L'équation financière

Plus que les techniques elles-mêmes, ce sont leurs traductions financières qui empêchent un développement rapide de la très haute tension souterraine.

Le coût d'enfouissement d'une ligne se décompose en deux parties. La première correspond au coût de génie civil et dépend de l'importance des travaux à accomplir et donc de la nature du terrain et du type de ligne (nappe/trèfle). La seconde partie du coût est fonction de la puissance transportée et non du voltage nominal de la ligne.

Ce coût de construction doit être apprécié dans le temps. Il peut être modéré par la diminution des pertes en ligne d'électricité au cours du transport.

Le diagramme ci-dessous résume l'équation financière (Sources RTE et Sycabel¹) :



¹ Syndicat (français) professionnel des fabricants de fils et câbles électriques et de communication.

Jusqu'à 90 kV, le ratio entre enfouissement et lignes aériennes est d'environ 1 à 1,5 selon la situation.

Au-delà les coûts s'élèvent rapidement. L'enfouissement ne peut être décidé que pour des nécessités impérieuses : dans les grandes agglomérations, pour des interconnexions sous-marines ou pour des raisons paysagères très particulières.

Il faut ajouter que **les agriculteurs ne sont en général pas favorables à l'enfouissement des lignes. Il induit des contraintes pour les cultures beaucoup plus importantes que les lignes aériennes**, dont l'impact se limite à la présence des pylônes.

Enfin, il n'y a **pas de bénéfice floristique ou faunistique à l'enfouissement de la ligne.**

2. L'accélération de l'effacement des réseaux aériens

a) Le cadre général

Il y a en France **4 000 km de lignes haute et très haute tension souterraines**, essentiellement dans les grandes villes.

En matière de **très haute tension** (+ de 220 kV), RTE est le gestionnaire du **plus grand réseau souterrain d'Europe – près de 1 000 km**, la France n'étant **devancée dans le monde que par le Japon et les États-Unis.**

La mise en souterrain résulte d'obligations réglementaires et contractuelles et d'une démarche d'opportunité.

Dans certains sites protégés, l'enfouissement peut être obligatoire : sites classés, parcs nationaux et réserves naturelles.

Il correspond également à un engagement dans le contrat de service public de RTE avec l'État :

- 30 % au moins des ouvrages à construire ou à renouveler entre 63 et 90 kV doivent être enfouis.

- Le réseau aérien ne doit pas être étendu, deux options sont donc possibles, déposer ou enterrer.

- Le recours préférentiel aux liaisons souterraines, en 400 kV dans les situations exceptionnelles, en 225 kV dans les agglomérations de plus de 50 000 habitants, en haute tension dans les zones d'habitat regroupé et dans toutes les zones prioritaires sur le plan environnemental.

Depuis 2005, le taux d'enfouissement des lignes à haute tension est toujours supérieur à 30 % et en 2008 à 60 %.

Depuis 1997, la longueur du réseau aérien n'a pas augmenté. Elle est même passée de 80 000 km à 78 500 environ, soit le niveau de 1994.

Depuis 1950, le réseau souterrain est passé de 500 km à 4 000 km avec une forte progression depuis 1989 (5 % par an).

b) Lignes nouvelles – lignes anciennes : la différence de traitement

Un exemple d'application est l'enfouissement, en région toulousaine, de la nouvelle alimentation à haute tension (63 kV) de l'usine SOFICAR, leader européen dans la fabrication des fibres de carbone pour l'aéronautique, l'automobile et les équipements sportifs. Elle s'effectuera en souterrain sur près de 5 km pour un coût de 4,5 millions d'euros.

En matière de haute tension mais portant sur une ligne préexistante, un autre exemple récent est la mise en souterrain de la ligne 63 kV Cusset-Vénissieux sur trois kilomètres pour permettre le développement de l'agglomération du Grand Lyon, sur la base d'une convention entre les parties.

En revanche, pour les lignes à 225 kV, la démarche est différente pour des raisons techniques et financières. Lorsqu'elles sont anciennes, **leur mise en souterrain n'entre pas dans le cadre des investissements couverts par le tarif d'utilisation du réseau.**

A Cenon, dans la Communauté urbaine de Bordeaux (CUB), une convention de renouvellement urbain d'un quartier a été signée avec l'Agence nationale de rénovation urbaine (ANRU) dans le cadre du programme national. Elle a permis **l'enfouissement de 1,5 km de lignes** et la disparition d'une vingtaine de pylônes correspondants à trois lignes. Le coût en a été de **6,2 millions d'euros** pris en charge à hauteur de 25 % par l'ANRU, 23 % par la Commune, 15 % par la communauté urbaine, 17 % par l'Union européenne et 20 % par RTE. C'est un cas intéressant de démarche partenariale ayant permis l'enfouissement d'une ligne ancienne.

Dans le cas d'une nouvelle ligne, entre Nanterre et Nourottes en banlieue parisienne, a été décidé **l'enfouissement de 21 km de lignes**, soit la plus longue de France pour un **coût de 40 millions d'euros**. Ce choix est l'aboutissement de 7 ans de consultations avec pour résultat une minimisation de l'impact, la ligne passant prioritairement le long des voies de circulation.

3. L'impact sur les champs électriques et magnétiques

La mise en souterrain d'une ligne annule le champ électrique par la simple configuration technique des câbles et le type de pose.

Il n'en est pas de même pour le champ magnétique qui persiste même s'il est atténué et plus concentré dans l'espace.

a) Les configurations classiques de pose

L'ampleur de la réduction du champ magnétique dépend de la configuration de pose.

On sait que des câbles de distribution de basse tension peuvent être torsadés (deux phases et neutre) et ainsi permettre l'annulation du champ magnétique.

La technologie ne permet pas de faire de même pour la haute et très haute tension. Mais il est possible plutôt que d'installer les câbles les uns à côté des autres – en nappe – comme s'il s'agissait d'une ligne aérienne, de les poser en trèfle, c'est-à-dire par groupe rapproché de trois et de concentrer le champ.

Toutefois, les jonctions entre les câbles doivent être réalisées en nappe. D'autre part, on doit prendre en compte les problèmes thermiques et les besoins de maintenance et de réparation.

225kV – 1200mm² Cu avec I = 500A
 Trèfle jointif, entraxe 110mm (Ø câble)
 Trèfle non jointif, entraxe 240mm
 Nappe, entraxe 240mm

90kV – 630mm² Al avec I = 250A
 Trèfle jointif, entraxe 70mm (Ø câble)
 Trèfle non jointif, entraxe 200mm
 Nappe, entraxe 200mm

Profondeur de référence 1,20m à l'axe de la liaison
 Valeurs calculées à 1m au-dessus du sol

Nota : Pour une ligne triphasée
 Puissance apparente (MVA)
 = $\sqrt{3}$ x tension x intensité

Source : Sycabel

Le champ varie par rapport à la force du courant et à la géométrie de la pose (l'écartement des câbles) :

Entraxe 200 mm

µT	à l'axe	à 2 m
Nappe	3.5	1.9
Trèfle non jointif	2.5	1.4
Trèfle jointif	0.8	0.4

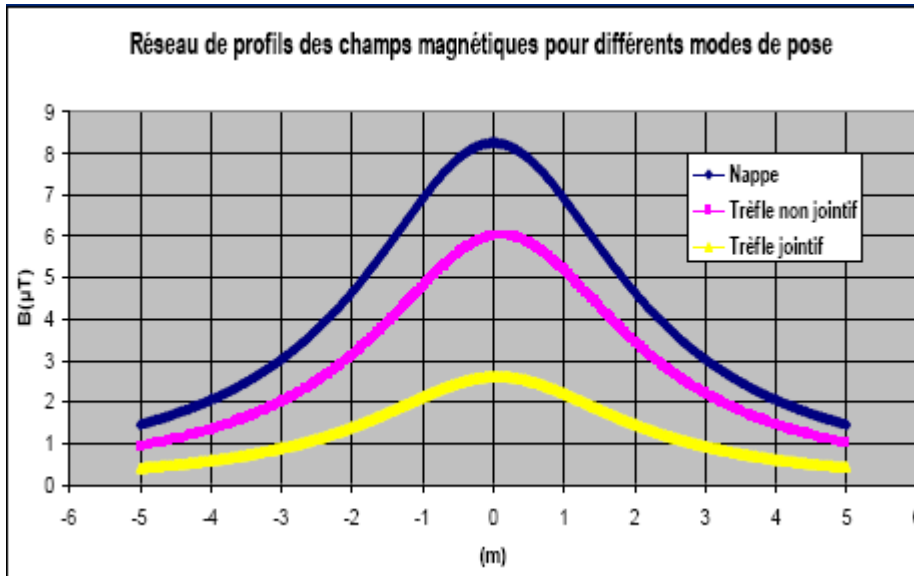
Entraxe 240 mm

µT	à l'axe	à 2 m
Nappe	8.3	4.6
Trèfle non jointif	6	3.5
Trèfle jointif	2.6	1.5

**Le champ est x2 avec le courant
 C'est l'écartement plus grand des conducteurs qui fait le reste (+20%)**

Source : Sycabel

Cet effet géométrique est plus parlant sous forme graphique à travers l'exemple d'une ligne à 225 kV avec un courant de 500 A :



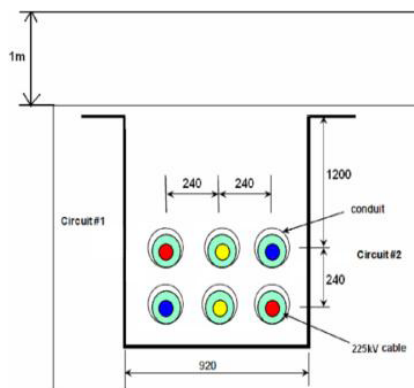
Source : Sycabel

Le champ peut également être modéré par la profondeur de l'ouvrage. Le passage de 1,2 m à 2 m de profondeur, entraîne une division par 2 environ du champ magnétique mais accroît les coûts de construction.

b) Les configurations complexes de pose pour minimiser le champ

Au-delà, des configurations complexes de pose peuvent être envisagées avec pour objectif de minimiser le champ magnétique.

Il peut s'agir d'une pose en **deux nappes dédoublées**. Il s'agit alors de disposer deux nappes de conducteurs à 250 A au lieu d'un à 500 A. Elle permet une division par 10 environ du champ :



Profondeur 1.20m	à l'axe	à 2m
Variante 2 nappes 250A	0.9	0.4
Standard 1 nappe 500A	8.3	4.6

Peuvent également être installés **un ou deux circuits passifs de compensation** au dessus et en dessous de la ligne. Ce dispositif a un impact modéré si les câbles sont posés en trèfle (atténuation de 6 et 13 %). Elle est

beaucoup plus importante pour des câbles posés en nappe, atteignant respectivement 26 et 49 %.

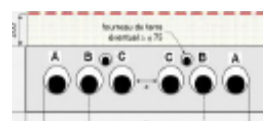
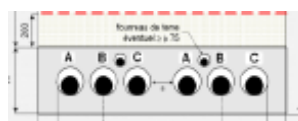
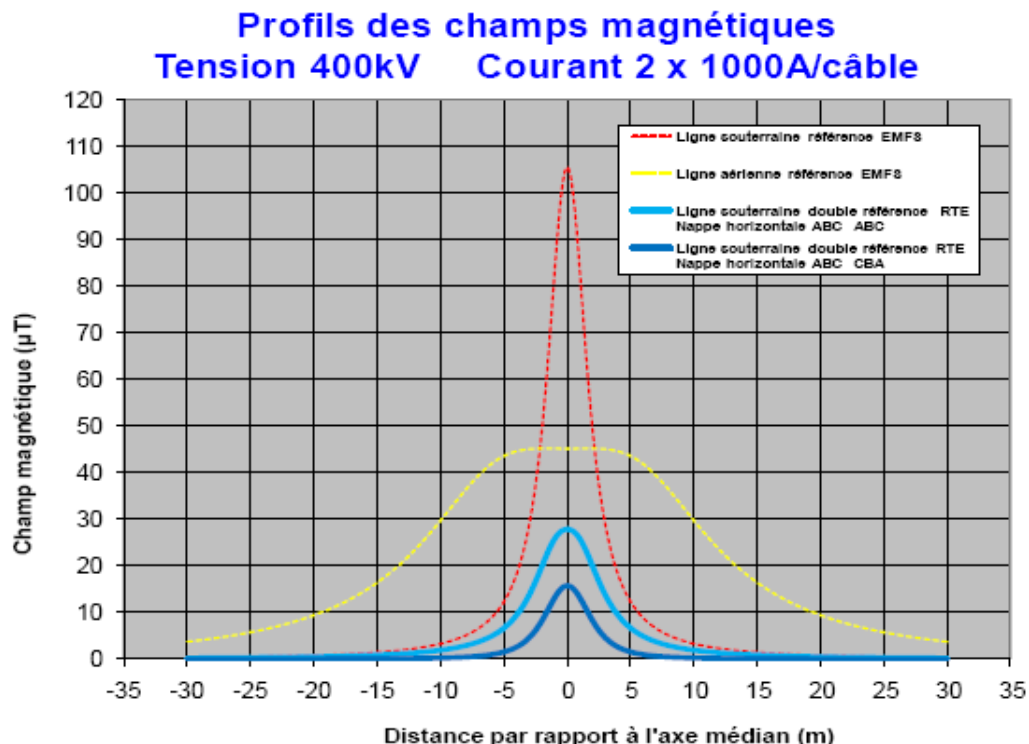
Cette technique s'applique tout particulièrement aux chambres de jonction où les câbles sont nécessairement posés en nappe et où leur écartement peut augmenter le champ d'un facteur 2 à 3. Ce point est sensible car une chambre de jonction doit être installée tous les kilomètres pour une ligne à 90 kV mais tous les 500 m pour une ligne à 225 kV.

Ces configurations plus complexes accroissent le **coût de construction des lignes, le coût d'exploitation et les pertes par « effet joule »**.

c) *Aérien et souterrain : quelle différence ?*

La pose en souterrain entraîne l'atténuation générale du champ, sa concentration en une zone limitée et une diminution rapide.

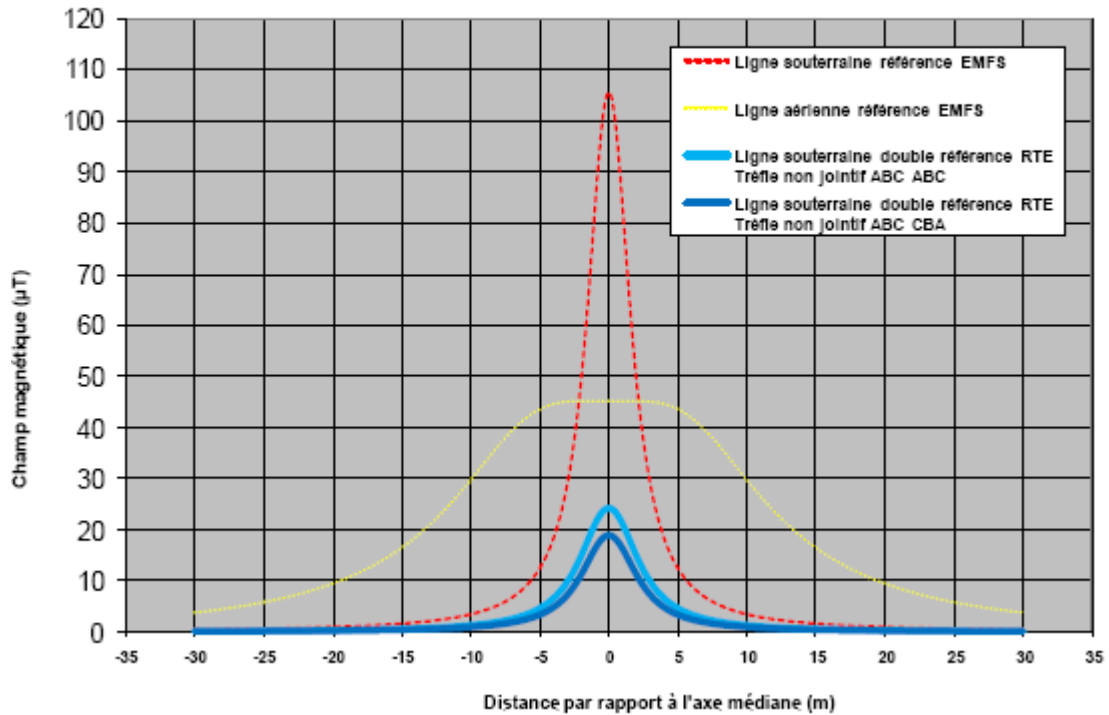
On peut tout d'abord comparer **la pose de câbles en nappe par rapport à une ligne aérienne**. Dans ce graphique, les valeurs de champ indiquées en rouge correspondent à une ligne posée selon les normes britanniques, ce qui est impossible en France, c'est-à-dire une ligne 400 kV à 30 cm sous le sol :



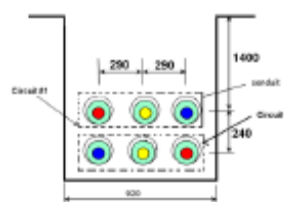
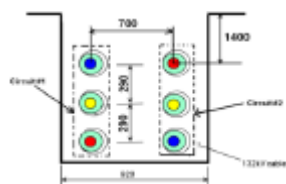
Source : Sycabel

Une **pose en trèfle** des câbles permet d'atténuer encore le champ émis, la disposition des différents conducteurs dans le trèfle a alors moins d'impact :

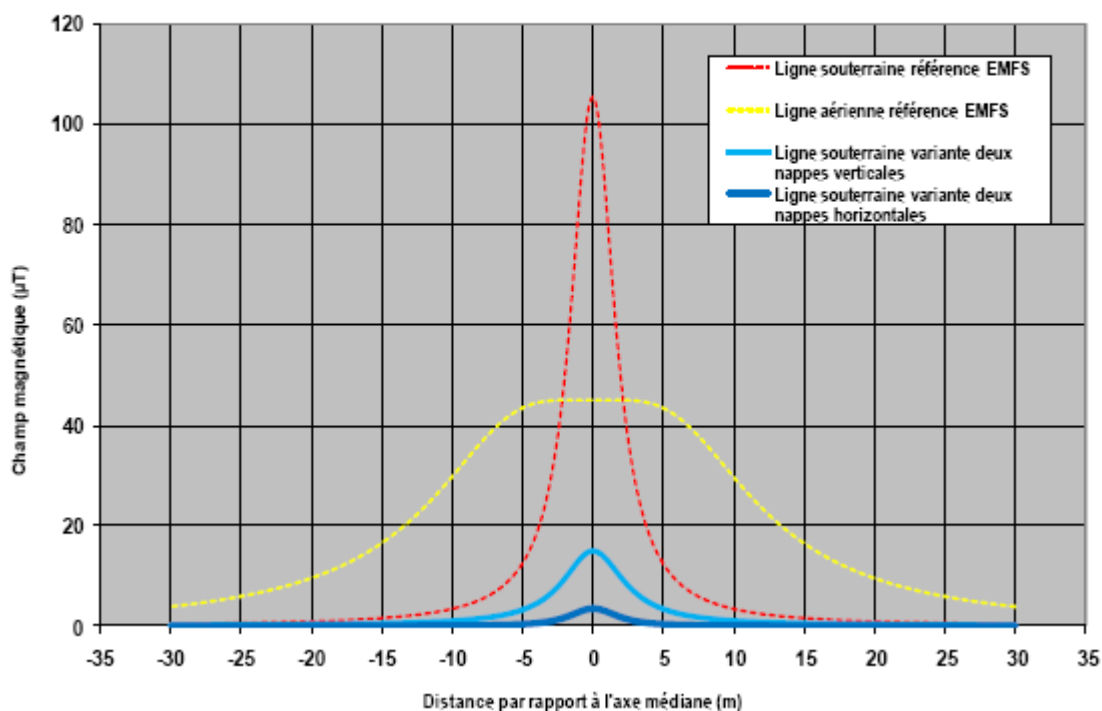
Profils des champs magnétiques Tension 400kV Courant : 2x1000A/câble



La pose de la ligne souterraine **en nappes dédoublées** est encore plus efficace et permet d'atteindre un champ encore plus faible. Le positionnement des câbles dans la nappe reprend logiquement une forte importance :



Profils des champs magnétiques Tension 400kV Courant : 2 x 1000A/câble



Source : Sycabel

4. Les conclusions et préconisations de votre rapporteur

L'enfouissement des lignes aériennes a progressé fortement ces dernières années dans le cadre du contrat de service public État-RTE.

La mise en souterrain permet une réelle diminution du champ magnétique surtout si on utilise des configurations de pose étudiées à cet effet.

Le souterrain, s'il peut être un choix esthétique et politique, **doit normalement rester un choix technico-économique fondé sur une démarche coût-avantage.**

Les coûts et les contraintes sont loin d'être négligeables pour l'exploitant comme pour les agriculteurs riverains.

Dans les agglomérations, les contraintes d'atténuation du champ, de sécurité et d'esthétique conduisent à **éviter les lignes aériennes.**

Votre rapporteur estime qu'une **attention particulière doit être accordée aux lignes anciennes à très haute tension.** Dans certains cas, une autorisation de lotir a été accordée sous la ligne. De telles situations ne sont guère acceptables en France au 21^{ème} siècle. Bien que les normes de sécurité garantissent normalement qu'aucun accident grave ne puisse se produire, les

inconvénients sont évidents. A Champlan, le spectacle offert est particulièrement frappant.

Votre rapporteur propose donc **d'inclure dans le prochain contrat de service public entre l'État et RTE** :

- la réalisation d'un **inventaire national des zones où des habitations se trouvent en dessous ou à l'immédiate proximité** de lignes à très haute tension,

- la mise en place de **dispositifs financiers permettant, en cofinancement avec les collectivités et avec un ticket modérateur adapté**, d'effacer progressivement ces lignes.

- ce volet devrait être assorti d'un **objectif chiffré**, s'ajoutant aux objectifs actuellement fixés.

C. REDONNER AUX LIGNES LEUR CARACTÈRE DE BIEN PUBLIC

Dès 1922, le législateur a considéré dans l'intérêt public de donner un certain nombre de facilités aux sociétés de transport de l'électricité pour construire des lignes. En 1936, le caractère de « service public » de cette mission était reconnu. Depuis 1946 et encore aujourd'hui, le transport d'électricité est une activité nationale, avec des capitaux entièrement publics.

Ce dispositif juridique exorbitant du droit commun et des normes économiques contemporaines exprime le fait que **les lignes ne sont pas un bien privé appartenant à un opérateur privé, mais un bien public appartenant à la communauté nationale pour assurer un service essentiel.** L'électricité n'est en effet pas un bien comme les autres. Elle est essentielle au fonctionnement de notre société.

Son mode de production et son transport n'obéissent pas à des intérêts privés qui seraient confrontés à d'autres intérêts privés, ceux des riverains par exemple. Le mode de production de l'électricité, les énergies utilisées et son caractère centralisé **ne sont pas des choix faits par des opérateurs privés, mais de manière démocratique par les autorités élues.** Il en est de même du transport de l'électricité.

Ils obéissent donc à un choix collectif exprimé par des instances représentatives. **Ce choix n'est pas nécessairement consensuel, il ressort du jeu majoritaire, ce qui lui donne toute sa légitimité.**

Construire un nouveau réacteur nucléaire et donc des lignes à très haute tension pour le raccorder au réseau ou installer d'autres centrales fonctionnant avec des énergies renouvelables est du ressort d'autorités politiques qui expriment **une décision collective pour un projet commun.**

Votre rapporteur estime que le mode actuel de concertation autour des lignes à haute et très haute tension **focalise trop l'opposition entre**

l'opérateur, RTE, et les autres acteurs. Le caractère de bien public des lignes s'est un peu perdu et il convient de le restaurer en améliorant le dialogue et en faisant participer les citoyens.

1. Dialoguer mieux

a) Des riverains inquiets mais un débat portant sur l'intérêt général

La création ou les travaux de rénovation ou de modification de lignes aériennes de transport d'électricité suscitent une demande d'information de la part des élus et des riverains. Cette demande d'information s'accompagne de la manifestation d'une inquiétude. Elle conduit souvent, au moins pour les lignes nouvelles, à l'organisation d'une opposition à la construction de l'ouvrage.

Les réticences, les inquiétudes ou les oppositions ont de nombreuses raisons. Les plus fréquentes sont :

- le préjudice esthétique et paysager de la ligne aérienne,
- le préjudice pour la santé humaine,
- le préjudice pour la santé animale,
- le préjudice financier lié à la perte de valeur patrimonial d'un bien immobilier ou de revenus d'une exploitation.

Les réactions des riverains des ouvrages peuvent s'interpréter à travers le syndrome « *NIMBY* », soit « *pas chez moi* ». Cette réaction n'est pas illégitime, comme Mme Christine Lombard, concertante RTE Nord-est, l'indiquait récemment dans la lettre de RTE : « *L'une des principales particularités de notre métier est que nous construisons notre infrastructure chez les autres* ». Dès lors, il est normal que la construction des ouvrages suscite réserves, réticences et oppositions.

Les réactions des riverains ne peuvent cependant pas s'y résumer. Votre rapporteur constate, à la suite d'une visite en Mayenne et de l'audition de plusieurs chercheurs en sciences sociales, que les citoyens font preuve de responsabilité. Le débat porte plus sur la définition de l'intérêt général que n'illustre une opposition entre l'intérêt général et des intérêts particuliers.

Or, l'intérêt général n'est pas une donnée transcendante mais résulte de la délibération démocratique. Les citoyens, en portant le débat, posent la question des différents intérêts généraux possibles que l'on peut formuler en quelques alternatives schématiques :

- fourniture croissante d'électricité ou maîtrise de la demande,
- production centralisée et distribution ou production décentralisée de l'énergie,
- création d'un ouvrage d'intérêt général par rapport à un questionnement sur la santé publique,

- différence entre des projets de développement au sein d'un territoire ou entre plusieurs territoires d'une même région ou d'un même pays : industrialisation et urbanisation v/ tourisme et préservation de l'environnement par exemple.

Par ailleurs, il convient de ne pas négliger l'histoire locale de ce type de questions. Dans la Manche, c'est particulièrement nette. Plusieurs interlocuteurs l'ont souligné. Le département est déjà « *riche* » de l'usine Cogéma à La Hague, de deux tranches nucléaires à Flamanville et d'une ligne à 400 kV. L'installation d'un nouveau réacteur EPR et d'une ligne à haute tension n'intervient donc pas sur un terrain vierge. Les décisions antérieures ont un rôle important dans le débat.

A côté des inquiétudes exprimées par les riverains et du débat auquel il donne lieu, on ne doit pas négliger **le rôle des opposants à l'énergie nucléaire**. C'est particulièrement net dans le cas de la ligne Cotentin-Maine visant à relier le futur EPR de Flamanville au réseau national. Plusieurs opposants rencontrés par votre rapporteur lui ont clairement indiqué que leur attitude vis-à-vis des lignes à haute tension était la conséquence de leur engagement contre l'énergie nucléaire et contre sa relance dans notre pays que symbolise la construction d'un EPR. N'ayant pu empêcher le lancement du projet, ils tentent toujours de mettre des obstacles à sa construction et à son raccordement au réseau électrique. Ils sont sans doute irréductibles dans leur opposition.

b) Replacer les élus locaux au centre du dispositif

Par rapport à ces inquiétudes ou à ces oppositions, les élus se font plus souvent le relais de leurs concitoyens, ce qui est pleinement leur mission, que les porteurs du projet collectif.

Cette situation s'explique par **le déficit d'information et de participation à la définition d'une infrastructure qui prend pourtant son sens dans le projet de développement économique et social d'un territoire**.

Au cours d'une visite de terrain, votre rapporteur a été frappé par l'insuffisance des informations dont disposaient les maires sur les conséquences sur la santé et l'environnement des lignes.

Pourtant des organes de planification et de concertation existent déjà.

(1) Les dispositifs existants, schémas nationaux et régionaux

La loi du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité, a prévu l'élaboration, au plan national, d'un « *schéma de développement du réseau public de transport [qui] est soumis à intervalle maximal de deux ans, à l'approbation du ministre chargé de l'énergie après avis de la Commission de régulation de l'énergie* ».

RTE a réalisé le premier schéma pour la période 2003-2013. Conformément aux modalités définies par l'État. Ce schéma a été élaboré à partir

des volets régionaux issus des concertations locales menées dans chaque région et regroupant élus, services de l'État, acteurs du système électrique (gestionnaires de réseaux, producteurs), responsables socio-économiques régionaux et associations représentatives.

Son rôle est notamment d'identifier les « *zones de fragilité électrique* » en fonction des contraintes existantes ou susceptibles d'apparaître à court terme ou moyen terme sur le réseau public de transport. Il dresse un état des lieux sur lequel pourront s'appuyer les projets de développement futurs du réseau.

Sans doute ces dispositifs ont-ils un caractère trop administratif ou lointain pour engager véritablement les élus de terrain. Il paraît en tout cas utile de les compléter.

(2) Entretenir un dialogue informel

La lettre d'information de RTE relatait récemment la visite d'une association départementale de maires dans un poste de transformation en Haute-Loire. De telles initiatives sont bien évidemment à généraliser. Une **invitation de ce type une fois par mandat, c'est-à-dire tous les six ans, paraît être une bonne pratique**. L'information et l'échange mutuel au long cours sont essentiels pour une société publique dont, du fait de l'actionariat public, les infrastructures appartiennent aux citoyens. **Dialoguer sans nécessairement qu'un projet et donc un enjeu soit en discussion** est une solution à privilégier, car sinon on pourrait avoir l'impression que RTE n'entame ce dialogue que dans le cadre des plans d'accompagnement et donc l'octroi de subventions.

(3) Renforcer le dialogue autour de l'avenir des territoires

La construction ou la rénovation d'une ligne à haute et très haute tension est le fruit du développement d'un territoire et de l'installation d'entreprises industrielles ou de grandes infrastructures. Elle en est l'indispensable mais dernière étape.

Bien souvent, même si l'échéance d'une évolution n'est pas toujours connue, **les travaux sur le réseau peuvent être anticipés à un horizon de cinq à dix ans**.

Un cas simple est la montée en puissance d'une ligne ou sa rénovation quand elle est ancienne. En région Auvergne, on peut citer la situation des villes du Puy, Ysingeaux et Saint-Etienne qui sont desservies par une ligne à 225 kV datant de 1941. La sécurisation du réseau, le développement de ces villes et l'intégration au réseau des sources d'évacuation des énergies renouvelables devraient conduire d'ici à cinq ans à la mise en chantier d'une seconde liaison à 225 kV au-delà des travaux de rénovation sur la ligne existante.

Les projets d'évolution du réseau devraient donc être beaucoup plus consensuels.

Pour y parvenir, votre rapporteur propose d'instaurer des dispositifs institutionnels de dialogue pour préparer l'avenir.

Un diagnostic énergétique à 10 ans d'un territoire paraît un excellent outil.

Le travail entrepris dans **la région de la Haute-Durance** semble témoigner de la validité de ce processus sur la base d'un diagnostic énergétique avec un horizon 2020. Sur ce territoire, le diagnostic faisait ressortir une hausse probable de la consommation de l'ordre de 70 à 80 MW, alors que la consommation n'est que de 190 MW actuellement. Dès lors, des choix doivent être opérés entre accroissement des sources d'énergie et maîtrise de la consommation, mais aussi dans les zones de développement comme par exemple un projet de percement ferroviaire en direction de l'Italie. Cette démarche a permis de dégager un consensus sur la nécessité de transformer deux lignes respectivement à 150 kV et 63 kV en lignes à 225 kV et de construire un poste. Ce dialogue est élargi aux partenaires associatifs et socio-économiques.

Un second outil qui pourrait être utilisé en parallèle du processus de diagnostic énergétique serait **d'organiser une réunion des élus du département autour du Préfet, du Président du Conseil général et de RTE**. Le Préfet et les services de l'État doivent aussi avoir toute leur place pour réfléchir à l'évolution du territoire. Chacun peut ainsi prendre conscience des évolutions nécessaires pour palier les faiblesses éventuelles du réseau, pour faire connaître à RTE les besoins nouveaux et les actions nécessaires vis-à-vis de la population.

Ces dispositifs s'articuleront utilement avec les réflexions nécessaires au développement et à l'intégration des énergies renouvelables.

(4) Les maires, déclencheurs des demandes de mesure de champ

L'un des points d'inquiétude de la population est la question des champs magnétiques. Cette inquiétude peut devenir irrationnelle car ils ne sont normalement pas perçus par le corps humain. Comme le souligne M. Hervé Laffaye, Directeur général adjoint de RTE : « *Il faut matérialiser les champs magnétiques* ».

Une des mesures les plus efficaces que votre rapporteur a expérimenté en matière de radiofréquences, est de **procéder à des mesures et à des simulations de champs *in situ* avant l'installation et après l'installation.**

La convention signée le 17 décembre 2008 entre RTE et l'Association des maires de France (AMF) prévoit notamment que le gestionnaire mette à la disposition des maires un dispositif pratique et indépendant de réponse à **des demandes de mesures des champs magnétiques** dans les lieux de vie proches des lignes à haute et très haute tension.

Cette disposition est **très positive** mais votre rapporteur souhaite que la convention soit **complétée par un dispositif de simulation**.

En effet, **le champ émis par une même ligne est très variable dans la journée et tout au long de l'année**. De ce fait, **une mesure à un moment donné n'a qu'un sens informatif limité**. En revanche, elle est **pleinement pertinente dès lors qu'elle vient confirmer la simulation et relativiser l'exposition due aux lignes par rapport à d'autres sources**.

c) Informer plus et mieux

Pour dialoguer mieux, il faut assurément informer plus non seulement les élus mais aussi tous les citoyens.

- (1) La création d'un site Internet de l'État sur les lignes à haute et très haute tension

Dans son rapport de 2010, l'AFSSET recommande « *d'envisager la création d'un site Internet de vulgarisation sur le sujet des champs d'extrêmement basses fréquences, qui pourrait proposer notamment de visualiser des mesures de champs couplées à la localisation des lignes de transport d'électricité et favoriserait l'accès des citoyens français aux documents de l'expertise internationale les plus importants* ».

Cette recommandation est assez surprenante car ce site existe, c'est le site Internet de RTE et ses déclinaisons locales. Toutes les informations utiles s'y trouvent et les citoyens peuvent ainsi disposer de presque tous les éléments.

Ce qui est problématique, c'est que ce site ne soit pas tenu par le ministère de la santé, celui de l'environnement ou celui de l'énergie. L'opérateur apparaît une nouvelle fois comme le seul porteur de l'information et de l'expertise suscitant, chez certains, doute et suspicion de partialité.

Les services de l'État doivent se réengager dans l'information du public. Les engagements de RTE en la matière ne pallie aucunement les obligations de l'État d'apporter une information impartiale, actualisée et fiable.

- (2) Accroître l'information en direction des associations

Sans doute parce que RTE construit des ouvrages aériens dont la seule emprise au sol sont les pylônes et les postes de transformation, **l'entreprise n'a-t-elle pas pris toute la mesure de la demande d'information suscitée par la construction des grands ouvrages**.

En Mayenne, les associations rencontrées par votre rapporteur ont estimé que la concertation, les informations transmises et la manière dont elles étaient communiquées pour la construction de la ligne LGV étaient plus étendues et de meilleure qualité.

Comme votre rapporteur le détaillera dans la partie relative aux impacts sur l'environnement, RTE gagnerait à développer des partenariats scientifiques afin d'accroître les connaissances et de les diffuser.

Pour ces grandes infrastructures, les citoyens attendent désormais que soit effectué **un « état zéro » avant travaux pour permettre d'évaluer l'impact a posteriori**. Sans que cela soit nécessairement aussi complet que pour une infrastructure du type LGV, un état initial de la flore serait par exemple cohérent avec une demande d'inventaire scientifique une fois la ligne construite. La nature des sols surplombés par une ligne n'est sans doute pas complètement neutre dans la survenue ou non de problèmes électriques dans les élevages...

Plus généralement, on peut estimer que RTE n'a pas encore adopté une **démarche assez inclusive et participative**. Les associations professionnelles avec qui RTE négocie le passage d'une ligne semblent au fait du dossier mais ce n'est pas nécessairement le cas des autres qui dès lors dénoncent une « *culture du secret* » et des correspondants « *hautains* ».

2. Encourager la participation des citoyens

Au-delà de l'information et de partenariats ou de liens avec les élus et les associations ou syndicats, il serait intéressant d'expérimenter une plus grande participation des citoyens.

RTE a déjà amorcé ce dialogue direct et participatif par le lancement d'un blog : <http://www.audeladelines.com/> qui permet de donner de l'information et de la discuter.

Il est sans doute possible **d'aller plus loin**.

M. Yannick Barthe, sociologue au centre de sociologie de l'innovation à l'école des mines de Paris, a mis en évidence le fait qu'on ne pouvait seulement analyser les réactions du public à travers le filtre de la peur de la technologie.

a) La peur de la technologie, une explication insuffisante

Votre rapporteur s'appuiera sur l'ouvrage de M. Daniel Boy *Pourquoi avons-nous peur de la technologie ?* publié aux Presses de la FNSP en 2007.

Trois points peuvent être soulignés : la modification de la hiérarchie traditionnelle entre le savant et l'ignorant et l'histoire de la parabole de la peur du chemin de fer, la remise en cause de la rationalité de la perception du risque et, enfin, la contestation du paradigme de Paracelse.

Le traitement traditionnel de la question repose sur l'idée selon laquelle le public est ignorant, ce qui le conduirait à avoir des peurs irrationnelles de ce qu'il ne connaît pas. Il faudrait donc permettre aux « *sachant et disant* » d'exercer leur supériorité rationnelle pour prendre la

décision de mettre en œuvre un progrès technique, dont les bénéfices apparaîtront à tous comme évidents à plus long terme.

A l'appui de cette posture vient la parabole de la peur du chemin de fer et l'impact négatif que cette peur aurait eu sur le développement des villes d'Orléans (gare Les-Aubrais) et de Tours (Saint-Pierre-Des-Corps). Viennent aussi en appui à cette thèse certains débats parlementaires (13 juin 1836 et 28 avril 1838) où l'astronome et sénateur François Arago serait intervenu pour dénoncer les dangers des chemins de fer.

Ces références sont en fait des évocations anecdotiques au mieux simplifiées, voire falsifiées, d'autant plus que cette parabole est apparue comme un outil dans les années 1970 pour les défenseurs de certaines évolutions technologiques, notamment l'énergie nucléaire.

Plus généralement, cette **supériorité classique se fonde sur le paradoxe de perception des risques**, c'est-à-dire sur le fait selon lequel on est plus effrayé par un risque inconnu et faible que par un risque connu mais éventuellement plus élevé (conduire, fumer...).

Mais cette approche a été remise en cause par l'école américaine de l'analyse de la perception du risque fondée dans la lignée de Chauncey Starr et de son article « *Social benefit versus technological risk : what is our society willing to pay for safety* » (*Science*, 1969). Il y posait notamment la question fondamentale « *How safe is safe enough ?* ».

Cette école, dont le principal représentant vivant est Paul Slovic (*The perception of risk*, Londres, Earthscan, 2000), est issue des probabilités subjectives (années 1960), recherches qu'il mettra en application à propos des catastrophes naturelles, et, surtout, à partir des années 1970, à propos de la perception du risque industriel à la suite de la lecture de Chauncey Starr et des débats politiques relatifs aux pesticides, à l'énergie nucléaire et à la pollution industrielle. Ce sont d'ailleurs ces protestations qui conduiront le Congrès américain à financer d'importants programmes de recherche sur ce sujet.

Paul Slovic va ainsi définir un « *paradigme psychométrique* » composé de trois éléments :

- les équilibres perçus entre risques et bénéfices ;
- les facteurs psychologiques de perception du risque ;
- **l'écart d'évaluation entre les profanes et les experts.**

C'est ce dernier élément qui nous intéresse ici.

Pour l'essentiel, les études montrent que les profanes ont plutôt une bonne connaissance des risques objectifs et récurrents – risques réalisés – (la morbidité - x nombre de morts chaque année) et que les divergences avec les experts sont peu significatives.

En revanche, **la différence est forte sur les risques ne provoquant quasiment aucun décès constaté mais susceptible, en cas de catastrophe,**

d'en causer un grand nombre – risques non réalisés - (accident nucléaire par exemple), **alors que les experts jugent le risque faible**. Mais **pour les risques de ce type les plus récents il devient difficile de distinguer entre la rationalité des experts et celle des profanes**.

Il y a donc un **risque « réel »** et un **risque « perçu »** qui sont **tous les deux rationnels et qui ne départagent pas experts et profanes**.

Le troisième aspect est **la mise en cause du paradigme de Paracelse**.

Ce paradigme, qui date du XVI^e siècle, veut que ce soit « *la dose qui fasse le poison* », c'est-à-dire qu'il n'y ait aucune substance qui soit nocive par nature, mais que toutes le sont en fonction de la quantité ingérée.

Il s'agit d'un des fondements majeurs de la démarche scientifique et administrative de la gestion du risque.

Le zéro absolu en la matière n'existe pas, – il n'est d'ailleurs pas contrôlable – mais il faut définir une norme en dessous de laquelle il n'y a aucun danger, même à la suite de contacts répétés ou continus. Il y a donc une définition administrative à partir d'une base scientifique du zéro et de l'absence de poison.

Cependant, **cette idée de dose limite est de plus en plus contestée par le public dont la « toxicologie intuitive »** (Paul Slovic) est fondée sur le tout ou rien.

Les travaux du psychologue Paul Rozin (1998) ont montré que la perception du risque alimentaire était largement exprimée par les « *lois de la contagion* » : il y a transfert définitif de propriété et de souillure entre deux éléments, l'un sain, l'autre malsain et provoquant une contamination complète (exemple du cafard).

On assiste également à une contestation plus large autour du refus des taux limites et des normes d'exposition, des faibles doses et de la pollution diffuse.

Pour certains auteurs, tel Ulrich Beck dans *La société du risque, sur la voie d'une autre modernité* (Paris, Aubier, 2001), les taux limites légitiment en fait la pollution de l'environnement.

On retrouve ces débats notamment à propos du seuil d'étiquetage des produits susceptibles de contenir des OGM.

Scientifiquement parlant, on fait la distinction entre les effets « *déterministes* », par exemple ceux liés à des rayonnements ionisants au-delà d'une certaine dose, effets certains et mesurables, et les effets dits « *stochastiques* », en deçà de cette dose limite, qui sont indéterminés c'est-à-dire qui ne sont pas forcément inexistantes mais qu'on est incapable de mesurer et même d'en prouver la réalité.

Au final, Daniel Boy montre que **c'est cette rationalité différente qui peut s'imposer à la gestion des risques**, qu'ils soient chimiques ou technologiques. **Elle rend difficile, voire impossible, la compréhension d'une absence de risque zéro**, alors que les risques scientifiquement appréciés sont modélisés sous forme de probabilité exprimés en 10^{-x} et sont évités par des systèmes de sécurité redondants (industrie nucléaire).

b) Développer les démarches participatives

Les recherches de Yannick Barthe ouvrent, quant à elles, des voies pour sortir de cette impasse potentielle.

Ces risques sont liés à une incertitude composée d'un faisceau d'indices. Il n'est parfois pas possible d'en sortir car apporter la preuve scientifique d'une non causalité peut être très complexe. De plus, on doit souvent faire face à des groupes sociaux qui n'ont pas le même standard de preuve, c'est-à-dire que ce qui peut convaincre les uns n'emportera pas la conviction des autres à cause de phénomènes de présomption de culpabilité ou d'innocence vis-à-vis de certains acteurs.

Dès lors, l'une des meilleures façons de gérer ce type de risque est de tenter d'y associer le public. Celui-ci produit des connaissances par ses observations.

Dans le cadre des lignes à haute tension on s'aperçoit que de **tels dispositifs existent déjà en partie avec les ornithologues, les chasseurs et les apiculteurs.**

En effet, par la Commission nationale avifaune (CNA) que détaillera votre rapporteur dans la troisième partie, EDF, RTE et ERDF ont mis en place un organe collaboratif de remontée et de partage de l'information mais aussi de production de connaissance. Les oiseaux morts sont signalés au bas des lignes ou des pylônes, ceux-ci deviennent des nichoirs potentiels et les lignes peuvent être équipées de dispositifs d'effarouchement suite à une analyse commune.

La convention entre RTE et la Fédération nationale des chasseurs s'inscrit dans une dynamique proche avec la possibilité d'utiliser à des fins cynégétiques l'espace sous les lignes et de développer une collaboration.

Dans le même esprit, les projets d'entente entre RTE et les apiculteurs d'Île-de-France offrent des perspectives intéressantes.

Ces expériences pourraient être élargies notamment en direction des agriculteurs mais aussi des riverains.

Par exemple, le long de la futur ligne Cotentin-Maine, les agriculteurs demandent la mise en place de fermes témoins car ils formulent des plaintes diverses, pour l'instant difficiles à authentifier scientifiquement, relatives à l'assèchement des sols ou des problèmes électroniques.

A travers des dispositifs de ce type, menés par les agriculteurs eux-mêmes, des progrès sensibles pourraient certainement être faits en les considérant comme les producteurs d'une information qui doit ensuite être traitée de manière collaborative.

La participation large des riverains est sans doute plus difficile à concevoir mais elle ne doit pas être exclue pour autant.

Une ligne à haute ou très haute tension est une infrastructure très visible et intrusive même si son empreinte au sol n'est pas très importante puisqu'il s'agit d'un ouvrage essentiellement aérien dans la plupart des cas.

Elle est sans doute **aussi impactante pour le paysage que les sites classés** qui induisent la mise en place d'une commission locale d'information (CLI) ou d'information et de surveillance (CLIS).

Sans aller jusqu'à mettre en place une CLIS pour les lignes à haute et très haute tension, votre rapporteur pense qu'il est nécessaire d'imaginer les moyens permettant **d'associer le public à la vie de la ligne**. La concertation avec la population ne doit pas nécessairement s'arrêter au moment où toutes les autorisations ont été accordées et la mise en fonctionnement effectuée.

Il faut envisager les moyens de **l'informer des travaux** d'élagage, de réparation et de maintenance, **des partenariats** avec des associations et des réalisations concrètes.

Des moyens de **capter un retour d'informations ou d'observations** pourrait également être intéressants.

Enfin, **cette dynamique de dialogue doit être conçue dans un cadre plus général de définition d'un projet collectif de développement qui est décidé et partagé avec les élus du territoire.**

3. Garantir l'indépendance de l'expertise et de la recherche

L'un des grandes difficultés du dialogue autour des grands ouvrages technologiques est la mise en cause de l'expertise. Elle est à la fois discréditée et sacralisée. Par rapport à cette difficulté, il convient de conforter l'indépendance de la démarche scientifique.

a) L'expertise entre discrédit et sacralisation

M. Jean-François Béraud, Secrétaire général de la Commission nationale du débat public (CNDP) soulignait, lors de l'audition publique du 29 janvier 2009, que les maîtres d'ouvrage et les experts ont beaucoup perdu en crédibilité. Leurs explications fondées sur la bibliographie scientifique, ne sont pas crues par le public. L'expert est souvent soupçonné d'avoir un lien caché avec le maître d'ouvrage. Par ailleurs, le fait que certains experts apparaissent comme enfermés dans leurs certitudes diminue leur capacité à convaincre, le public se sentant dicter ce qu'il doit penser.

Selon M. Béraud « *Quand l'expert est trop définitif sur sa position, la réaction du public est de dire : ' En fait, on ne nous dit pas tout'. Et quand il fait part de ses doutes, on pense que ' Puisqu'il ne sait pas tout c'est donc que quelque part, on n'est pas sûr qu'il n'y ait pas de risque' ».*

Dans le même temps, l'expertise est sacralisée. Dans les problématiques scientifiques ou technologiques où l'expertise tient potentiellement un rôle essentiel, beaucoup voudrait lui faire jouer un rôle qui n'est pas le sien : proposer une décision validée scientifiquement et donc indiscutable. L'expert serait celui qui fonde le choix politique en Raison.

Sur des sujets complexes et incertains, l'expert peut jouer le rôle pernicieux de supprimeur d'incertitude par la simplification qu'il opérerait des recherches en cours et par la proposition d'une solution politique unique. Il viderait la science de son doute salutaire et la politique de la délibération démocratique.

A contrario, mais avec le même arbitraire et la même simplification, l'expert peut à dessein entretenir le doute et l'incertitude pour empêcher de prendre certaines décisions. Rien ne serait suffisamment sûr et certain pour pouvoir agir. L'environnement ne serait pas assez sain, il faudrait toujours prendre plus de précaution...

L'expertise n'obéit d'ailleurs pas à des critères très stricts. Des tribunaux peuvent faire appel à des personnes qui ne sont pourtant pas considérées comme tel. Des ONG ou des cabinets peuvent se prévaloir d'une expertise qui n'obéit pas au critère scientifiquement reconnu de la « *peer review* ».

Cette offre d'expertise vient répondre à la demande du public, mais aussi à l'incapacité publique d'en proposer une qui soit plus visible et plus crédible.

b) Conforter l'indépendance

Dans son précédent rapport sur la téléphonie mobile et les radiofréquences, votre rapporteur avait fait partager l'idée d'une « fondation santé-radiofréquences ». A l'époque, il avait fait le constat du discrédit des experts à qui était reproché de travailler, d'avoir travaillé ou même de pouvoir travailler dans le futur pour des opérateurs. Signer un contrat de recherche avec une société privée revenait alors à les « *marquer au fer rouge* » pour une partie de l'opinion. Il faisait également le constat d'une insuffisance des financements publics.

A certains égards, il serait tenté de faire le même constat en matière de champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences où, avec moins d'acuité, les mêmes mécanismes sont à l'œuvre. Ceux qui contestent le consensus international dénoncent une expertise serve.

Plus objectivement, votre rapporteur constate que **l'État**, en raison du contrat de service public passé avec RTE qui donne notamment mission à la

société d'informer les citoyens et de financer des recherches, **s'est trop désintéressé. RTE est aujourd'hui, le principal et parfois le quasi seul financeur des recherches** conduites dans notre pays sur ces sujets.

Cette situation est plutôt à **l'honneur de RTE** qui maintient vivace une expertise tierce et finance des thèses. Ces contrats de recherche s'effectuent de manière transparente et doivent conduire à une publication dans une revue scientifique avec comité de lecture. C'est l'une des conditions du financement, pour éviter que des résultats négatifs ne soient pas proposés à la publication.

RTE se trouve aussi parfois le seul détenteur de certaines parties de l'expertise. Il n'y a par exemple pas d'autres sociétés habilitées à effectuer des mesures.

Cette situation ne s'explique pas seulement par le contrat qui lie RTE à l'État. Force est de constater que **la faiblesse des financements et le petit nombre des projets de recherche s'expliquent par le fait que la communauté scientifique n'identifie pas le sujet champ magnétique - santé et environnement comme étant porteur** en termes de production de connaissances scientifiques notables au niveau mondial. Beaucoup a été publié et le consensus international laisse penser à une absence de lien. **Compte tenu de la difficulté de proposer à la publication des résultats négatifs et du caractère essentiel de ce critère d'évaluation pour un chercheur aujourd'hui, il n'y a guère d'incitation** à se lancer dans ce domaine.

Pourtant la question est un sujet économique et social important et **tout se passe comme si RTE, l'opérateur de service public, était le seul à avoir intérêt à financer des recherches.**

Il n'est pas facile de remédier à ces difficultés. Votre rapporteur voudrait proposer quelques pistes :

- **RTE ne devrait plus financer directement ou via un organisme dépendant directement de l'entreprise des recherches.**

- **En matière de santé, il pourrait être de la compétence de l'AFSSET de lancer des appels d'offre** de recherche sur l'impact potentiel des champs magnétiques sur la santé, l'agence assurant son financement notamment par une contribution de RTE mais également de l'État et d'autres acteurs de la recherche ou du monde économique comme les fabricants de câbles électriques. Un comité de pilotage pourrait être chargé de suivre les projets.

- En matière **d'élevage**, les recherches devraient être financées par **un GPSE rénové et élargi où l'État aurait repris toute sa place** (cf. partie III).

- En matière de **faune et de flore sauvage**, cela pourrait se faire dans le cadre d'un **Comité national avifaune élargi** ou un organe *ad hoc* (cf. id.)

III. LES IMPACTS POTENTIELS SUR LA SANTÉ

Votre rapporteur va présenter dans cette partie les résultats généraux de l'expertise internationale sur les impacts des champs électriques et magnétiques d'extrêmement basses fréquences (CEM EBF) avant de discuter du lien de causalité possible entre ces champs et l'électrohypersensibilité, les leucémies infantiles et des maladies neurodégénératives du type d'Alzheimer.

A. LES RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE L'EXPERTISE INTERNATIONALE

Depuis 30 ans et la publication de Nancy Wertheimer, de très nombreuses études ont été menées sur les effets sanitaires des champs électromagnétiques : les cancers, des anomalies de la reproduction, les maladies cardiovasculaires, neurodégénératives ou des troubles comme des problèmes de sommeil, les céphalées...

1. Les différents rapports internationaux

Les connaissances ont été régulièrement mises à jour, notamment :

- **au niveau mondial**, par le Comité international de recherche sur le cancer (CIRC), en 2002, et l'Organisation mondiale de la santé (OMS), en 2007, par des monographies sur les effets sur la santé des champs électriques et magnétiques d'extrêmement basses fréquences,

- **au niveau européen**, en janvier 2009, par le Comité scientifique sur les risques sanitaires nouvellement identifiés et émergents (SCENHIR selon son acronyme anglais) auprès de la Commission européenne qui actualisait là ses rapports antérieurs,

- **au niveau national**, par l'AFSSET en 2010 et le Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF) en 2004.

Cette liste n'est pas exhaustive car de nombreuses autres expertises collectives ont été conduites à l'étranger par des organismes nationaux.

Ces expertises collectives reflètent un consensus scientifique international en la matière. Cela ne veut pas dire qu'il corresponde à l'unanimité des chercheurs, ou qu'il ne puisse pas être remis en cause par de nouvelles études, mais il est la base la plus sérieuse et la plus admissible pour évaluer un risque sanitaire et justifier une décision de nature politique.

2. Les effets à court terme et les normes de protection

Les seuls effets néfastes qui ont pu être établis de manière causale sont liés à des expositions aiguës de très forte intensité.

Les normes actuelles, définies par la Commission internationale sur la protection des rayonnements non ionisants (ICNIRP) et la Commission européenne (recommandation 1999/519/CE), **sont suffisantes** pour en protéger la population. Cette opinion est soutenue par le consensus international.

Ces normes sont une **limite d'exposition à 100 µT pour le public en valeur instantanée à 50Hz** (soit 83,3 µT à 60 Hz).

En 2007, l'OMS appelait d'ailleurs l'ensemble des Etats à appliquer ces normes.

L'AFSSET affirme ainsi : « Les effets à court terme des champs extrêmement basses fréquences sont connus et bien documentés, et les valeurs limites d'exposition permettent de s'en protéger ».

Plus encore, après avoir relevé certaines différences notables de réglementation comme aux **Pays-Bas où a été adopté une valeur moyenne de 0,4 µT à ne pas dépasser à proximité des nouvelles constructions à usage sensible** (logements, écoles, crèches et garderies) ou en Suisse à 1 µT dans les lieux d'utilisation sensibles comme les logements, les hôpitaux, les écoles, les bureaux et les aires de jeu, le rapport de l'AFSSET juge : *« Leur diversité illustre la complexité de l'approche, ainsi que l'absence de données scientifiques suffisamment fondées pour établir une politique commune basée sur la science et non sur des choix arbitraires ».*

3. Les effets à long terme

a) Le consensus international

Les effets à long terme sont :

- soit peu vraisemblables car les études scientifiques n'apportent pas suffisamment d'éléments ou les ont écartés,

- soit font l'objet de débats car ils ne sont pas causalement établis.

Au niveau mondial, en 2002, le CIRC a estimé que les preuves scientifiques n'étaient pas réunies pour qu'un effet cancérigène soit associé aux champs à l'exception des champs magnétiques d'extrêmement basse fréquence, comme votre rapporteur le détaillera ci-dessous.

En 2007, l'OMS indiquait : *« On a étudié un certain nombre d'autres maladies (exceptées les leucémies aiguës de l'enfant – NDLA) à la recherche d'une association éventuelle avec une exposition aux champs magnétiques EBF. Parmi elles figurent les cancers de l'enfant et de l'adulte, la dépression, le suicide, les dysfonctionnements de l'appareil reproducteur, des troubles du développement, des modifications immunologiques et des maladies neurologiques. Les données scientifiques en faveur d'un lien [...] sont beaucoup plus ténues [...] et dans certains cas (par exemple s'agissant des maladies cardiovasculaires et du cancer du sein), elles sont suffisantes pour*

être assurées que les champs magnétiques EBF ne provoquent pas ces maladies ».

Au niveau européen, en 2009, le rapport du SCENHIR était dans la même ligne, il confirmait les données récoltées en 2007 et concluait au maintien des normes à leurs niveaux actuels, c'est-à-dire fondées sur les seuls effets liés à des expositions aiguës.

Au niveau français, en 2004 puis en 2005, le CSHPF concluait, hors leucémies de l'enfant, qu'aucune association n'a été mise en évidence entre les expositions des enfants aux CEM EBF et le risque de tumeur cérébrale ou de tout autre type de tumeur solide et qu'aucune association n'a été mise en évidence entre les expositions environnementales ou professionnelles d'adultes aux CEM EBF et l'augmentation du risque de cancer, quel qu'en soit le type.

En 2010, l'AFSSET soutenait la position de l'ICNIRP de ne pas modifier sa proposition de réglementation en matière de valeurs limites d'expositions et de ne pas prendre en compte de possibles effets de long terme insuffisamment étayés. Elle indiquait : *« Aucune relation entre les champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences et des pathologies autres que les cancers (leucémies de l'enfant – NDLA) n'a été établie, cependant l'hypothèse de l'implication de ces champs dans les pathologies neurodégénératives (Alzheimer et sclérose latérale amyotrophique) ne peut être écartée ».*

b) La contestation de l'expertise collective

Cependant, cette opinion n'est pas unanimement reçue. Certains scientifiques ne partagent pas ces conclusions et croient à des effets négatifs par des mécanismes qui ne sont pas reconnus par la communauté internationale et qui devront donc être confirmés.

Dans cette catégorie, il convient de citer dans notre pays le Pr Dominique Belpomme. Il a notamment évoqué la théorie des « *coronations* » du Pr Denis Henshaw de Bristol. Les lignes à très haute tension – au-delà de 110 kV – seraient productrices d'ions et de l'ionisation des polluants. Une autre hypothèse avancée directement par le Pr Belpomme serait une désorientation des cellules provoquées par les champs électromagnétiques. Ils seraient alors à l'origine de mutations cancéreuses (Belpomme, Hardell, 2007 et 2008, *Environmental Research*).

c) La proposition d'un suivi indirect

Il est fréquent, comme l'étude du CRIIREM¹, une ONG, dans l'Ouest de la France l'a montré, qu'une multitude de symptômes et d'éléments de malaise puisse être évoquée par les riverains des lignes THT.

¹ Comité de recherche et d'information indépendant sur les rayonnements électromagnétiques.

Les données scientifiques internationales, en dehors de certaines pathologies que votre rapporteur va aborder ultérieurement, ne permettent pas d'orienter un suivi médical dans une direction précise.

Dès lors un suivi médical direct tous azimuts des riverains risquerait de poser plus de difficultés qu'il n'apporterait de réponses.

En effet, un examen assorti de prises de sang ou d'autres dispositifs, s'il se répète dans le temps, devient rapidement lourd et anxiogène. Il est, de plus, complexe à justifier et à expliquer s'il est tous azimuts.

(1) L'échec du suivi à Coutiches

Il est nécessaire ici que votre rapporteur évoque brièvement les événements qui se sont déroulés à Coutiches, dans le Nord de la France au cours des années 1990.

Dans cette ville proche de Douai, a été mis en place, à la demande des associations de riverains, le suivi sanitaire des habitants volontaires vivant à proximité immédiate d'une ligne à 400 kV récemment construite. Il a concerné une centaine de personnes au maximum et s'est effectué, pour l'essentiel, par vagues de deux mesures par an. Tout suivi a été abandonné en 2002.

A la suite des premiers examens a été constatée une certaine faiblesse en fer de la population examinée.

Ce résultat clinique a fait l'objet d'une publication scientifique dans l'*European Journal of Internal Medicine* (2000, Éric Hachulla et al.) sous le titre : « *Pseudo-iron deficiency in a French population living near high-voltage transmission lines : a dilemma for clinicians* ». L'auteur y formulait l'hypothèse d'un lien avec les CEM EBF supérieurs à 0,2 µT. **Il concluait cependant : « Ces résultats insuffisants et pouvant être incorrects plaident pour une étude plus large pour confirmer nos observations¹ ».**

Cette publication a naturellement fait l'objet d'un débat à l'époque qui, en fait, a confirmé le caractère non probant des résultats obtenus. Les examens pouvaient être incomplets. L'échantillon était trop étroit, ouvrant la possibilité de faux-positifs ou négatifs, et certains spécialistes estimaient qu'il n'y avait pas vraiment de différence avec la population générale.

Toujours est-il que dans la littérature « grise » disponible sur Internet, Coutiches est un argument en faveur de ceux qui sont convaincus de l'effet nocif sur la santé des champs magnétiques et des lignes à haute tension et qui accusent EDF d'avoir, en connaissance de cause, fait échouer le suivi sanitaire de la population. EDF indique de son côté que le suivi s'est arrêté faute de volontaires et par perte de sens de cette démarche.

La lecture de la publication du Pr Hachulla suffit à rétablir le seul élément objectif de cette controverse : le caractère insuffisamment probant des résultats.

¹ *These spurious results plead for a larger study to confirm our observations.*

Par ailleurs et à la lumière des expériences étrangères et de l'expérience de l'Institut national de veille sanitaire (INVS) en ces matières, il paraît évident que le suivi d'un échantillon très faible de la population n'a aucune valeur épidémiologique et peut même avoir des effets très contreproductifs d'un point de vue scientifique.

L'INVS a notamment été amené à souligner que dans le cadre d'un suivi similaire autour d'une usine de production d'uranium à Fernald, Ohio, États-Unis, les deux avantages avaient été la prise en charge médicale universelle de la population par l'industriel – la couverture sociale n'est pas la même en France et outre Atlantique. Cette prise en charge médicale était aussi une mesure de compensation psychologique de l'inquiétude. Sans doute y a-t-il un bénéfice individuel, mais au niveau de la population, un tel dispositif peut apparaître comme un alibi et même avoir un impact négatif.

(2) Tenter un suivi indirect : une étude de consommation de soins

Compte tenu de ces difficultés mais de l'intérêt d'un suivi médical à des fins scientifiques et pour traiter sérieusement l'inquiétude des riverains, **votre rapporteur souhaite que soit étudiée la faisabilité d'une étude de consommation de soins**, par exemple dans la Manche dans un faisceau proche ou identique de celui de l'étude du CRIIREM, c'est-à-dire entre les riverains de la ligne existante et les futurs riverains de la ligne projetée.

Une telle étude est indirecte, les données sont collectées sans que les patients participent directement. Elle a, de ce fait, une dimension « *objective* ».

Les données seraient recueillies auprès des organismes de sécurité sociale dans le cadre d'une convention de recherche.

Les données recueillies sont : les consultations médicales, la consommation médicamenteuse, les arrêts de travail, les actes de radiologie et de biologie, les hospitalisations dont les actes chirurgicaux, les transports médicaux et les actes de rééducation.

Elle peut permettre de constater une éventuelle consommation anormale entre une population exposée et une population témoin. Dans un second temps, elle pourrait conduire à une enquête plus focalisée.

Une telle étude pourrait donc constituer **une réponse scientifique adaptée et proportionnée à l'inquiétude de la population** dans un contexte où subsistent certaines incertitudes.

*

Le consensus scientifique international conduit donc à penser que **les champs n'ont pas d'effet sur la santé autres que ceux identifiés pour des expositions très élevées** et dont les normes protègent. En matière d'effet à long terme, les experts estiment que trop peu de choses viennent étayer l'idée selon laquelle les champs seraient la cause de maladies, pour que cette hypothèse soit retenue.

Seuls trois groupes de pathologies font aujourd'hui débat : l'électrohypersensibilité, les leucémies de l'enfant et certaines maladies neurodégénératives.

C'est sur ces points que le votre rapporteur va focaliser son attention.

B. LIGNES À HAUTE TENSION ET ÉLECTROHYPERSENSIBILITÉ (EHS)

L'hypersensibilité électromagnétique est surtout apparue en relation avec les radiofréquences et la téléphonie mobile. Elle est cependant également évoquée pour cette bande de fréquences et pose les mêmes difficultés.

1. État des lieux

L'AFSSET, qui a déjà travaillé sur le sujet en rapport avec les radiofréquences, en propose une définition qui peut apparaître comme une référence.

L'EHS se caractérise par le fait que la personne qui souffre de différents symptômes les attribue aux champs électromagnétiques.

L'AFSSET, se fondant sur l'OMS, propose le classement suivant des symptômes :

- dermatologiques : rougeurs, picotements, sensations de brûlures,
- neurasthéniques et végétatifs : fatigue, lassitude, difficultés de concentration, étourdissements, nausées, palpitations cardiaques et troubles digestifs,
- s'y ajoutent des maux de tête, des troubles locomoteurs, cardiorespiratoires, auditifs, allergiques ou vasomoteurs.

Cependant, jusqu'à présent, il n'a pas été possible de dégager des profils types de patients, le syndrome reste hétérogène.

Votre rapporteur note que, contrairement à ce qui est trop souvent retenu et selon les études récentes, l'EHS n'est pas associée à des troubles psychiatriques de la personnalité, mais ces patients souffrent d'anxiété vis-à-vis de l'environnement et de la vie professionnelle (Osterberg 2007, Rubin 2005) se rapprochant ainsi des personnes souffrant d'intolérance environnementale idiopathique.

La prévalence de l'EHS est très difficile à déterminer. Le SCENHIR la situe **entre 5 % de la population** en Suisse (Schreier 2006) et **1,5 %** en Suède (Hillert 2002).

Aucune étude en double aveugle n'a permis de mettre en évidence une relation et que les patients étaient véritablement EHS. **Aucune donnée ne permet de relier ce syndrome aux CEM EBF.**

Cette conclusion qui reflète le consensus international en la matière est contestée, en France, par le Pr Dominique Belpomme et l'association ARTAC.

Ses études reposent sur un groupe de 315 malades atteints d'un syndrome qu'il dénomme SICEM pour Syndrome d'intolérance clinique aux champs magnétiques et qu'il a commencé à décrire. Il distingue une première phase, lente et progressive, où l'on retrouve, pour l'essentiel, les symptômes décrits plus haut. Puis survient une « *phase d'état* » faite d'insomnie, de fatigue chronique et de tendance dépressive. Le Pr Belpomme note ensuite des effets sur l'intégration sociale des personnes en souffrance : difficultés sociales chez les enfants par exemple, mais aussi de potentielles prédispositions à une dégénérescence neurologique.

Il distingue le SICEM de l'hypersensibilité qui serait le signe d'une sensibilité très aiguë aux champs magnétiques relevant soit de prédisposition génétique, soit d'événements externes liés à l'environnement, comme l'intoxication aux métaux lourds, voire la présence d'amalgames dentaires importants.

Par rapport à ces premiers constats, il cherche les instruments objectifs de test pour le diagnostic et le dépistage : écho doppler cérébral, tests biologiques (taux élevés de certaines protéines, déficit en vitamine D) et tests électromagnétiques.

2. Préconisations

Votre rapporteur estime que dans ce domaine **la science doit progresser**. A cette fin, il préconise deux pistes :

- **prendre au sérieux les patients** ;
- chercher à **caractériser leurs symptômes** et tenter de leur prescrire un traitement approprié dans un **réseau national de prise en charge**.

a) Les patients doivent être pris au sérieux

La souffrance des patients qui déclarent une EHS peut être extrêmement importante. Elle **doit être respectée et prise en charge**.

Certaines personnes en arrivent à une complète désocialisation à l'issue de multiples déménagements, pertes d'emplois, difficultés familiales, difficultés de santé, à tel point sans doute que l'EHS devient, qu'elle soit avérée ou non, la cause véritable et objective d'autres troubles médicaux et sociaux qu'on peinerait à traiter sans prendre en charge l'EHS elle-même.

Dans son rapport sur la téléphonie mobile et les antennes relais, présenté en 2009, à l'Office parlementaire, notre collègue député Alain Gest, a proposé que la France, comme l'a déjà fait la Suède, entame une démarche de reconnaissance des associations des patients se déclarant EHS pour traiter sérieusement les personnes atteintes.

Cette démarche se heurte cependant à la difficulté de leur stricte identification puisque l'EHS est pour l'instant le résultat d'une auto-déclaration et non le fruit d'une démarche diagnostique de symptômes caractérisant classiquement une pathologie et réalisée à la suite d'examens.

b) Un réseau national de prise en charge

Une des voies les plus prometteuses de recherche et de prise en charge des patients serait vraisemblablement de chercher à caractériser beaucoup mieux qu'aujourd'hui les symptômes et, à partir de cela, de **proposer un traitement s'inspirant de ceux appropriés au syndrome d'Intolérance Environnementale Idiopathique (IEI)** qui a été décrit par Cullen en 1987 sous le nom de « *Sensibilité chimique multiple* » en relation avec des expositions à des substances chimiques de l'environnement.

Le Pr Dominique Choudat de l'hôpital Cochin formule l'hypothèse que l'EHS en serait une variante. Il s'agirait d'une pathologie acquise caractérisée par des symptômes récurrents concernant de nombreuses sphères du corps, consécutive à une exposition avérée à des CEM de nature très variées mais à des niveaux d'exposition bien en deçà de ceux causant des effets nocifs dans la population générale. Cependant, aucune anomalie physiologique pouvant expliquer ces symptômes n'a pu être mise en évidence.

La symptomatologie associée à l'EHS ne paraît pas en effet lui être spécifique et reste extrêmement variée.

Il a pu être montré qu'une personne confrontée à une situation dangereuse ou malsaine, ou à un choc, pouvait garder en mémoire les circonstances de l'événement et ensuite les fuir par des réflexes conditionnés inconscients qui se traduisent par des symptômes similaires. Ceux-ci peuvent soit s'estomper dans le temps, soit, au contraire, s'aggraver conduisant à de graves handicaps. Une thérapie cognitive et comportementale est alors adaptée tout en conservant un diagnostic large car ces troubles peuvent être intriqués avec d'autres.

Un projet de recherche a donc été présenté dont l'objectif serait d'évaluer la pertinence de cette hypothèse et l'efficacité d'une prise en charge médicale individualisée des patients atteints d'EHS dans le cadre d'une consultation spécialisée par des médecins des centres de consultations de pathologie professionnelle et environnementale (CCPP) et selon un protocole standardisé.

L'idée serait d'équiper les patients sur une durée donnée, par exemple une semaine, d'un instrument de mesure de leur exposition individuelle reliée à une localisation et à une description de leur activité afin d'établir un lien entre la mesure effectuée, leur activité, et les symptômes ressentis.

A partir de ces données, il appartiendra au clinicien d'établir s'il existe une corrélation totale, partielle ou négative.

Malgré la littérature internationale, il n'est pas exclu qu'une partie des patients montrent une réelle sensibilité.

Les cas les plus fréquents devraient, compte tenu des données scientifiques, être des corrélations partielles ou négatives. Il conviendra alors de poursuivre la démarche d'objectivation par une thérapie cognitive et comportementale tout en maintenant une démarche diagnostique plus large pour traiter le patient dans sa globalité.

Outre que ce projet est susceptible **d'apporter une amélioration très sensible pour la vie des patients**, il offre la perspective de **mettre en place un réseau national de 23 centres référents professionnels**.

Par sa création, au sein d'une structure déjà existante, ce dispositif s'imposera naturellement comme **un référent pour les médecins du travail et les médecins de ville qui pourront y adresser leurs patients**.

Les patients eux-mêmes pourront consulter directement dans les centres référents.

Ces centres disposent également de moyens de diffusion de l'information auprès des professionnels de santé et sera à même d'apporter une information médicale précise et fiable.

Ce projet a été soumis au ministère de la santé. Votre rapporteur lui a apporté tout son soutien comme il l'a exprimé directement par une lettre à Mme Roselyne Bachelot en date du 20 janvier 2010¹.

C. CHAMPS ÉLECTRIQUES, MAGNÉTIQUES ET LEUCÉMIES INFANTILES

La question d'une relation entre les champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences et les leucémies de l'enfant est centrale dans ce dossier.

Elle est à l'origine depuis 1979 de toutes les interrogations relatives aux effets sanitaires des lignes à haute et très haute tension et encore aujourd'hui occupe une position incontournable du fait du classement des champs magnétiques EBF comme un cancérogène possible par l'OMS.

Qu'en est-il exactement ?

1. 1979, Wertheimer et ses implications

Ce questionnement a débuté aux États-Unis où la question a pris un tour particulièrement polémique. Votre rapporteur s'appuiera ici sur un article

¹ Une réponse positive a été apportée quelques jours après la présentation du présent rapport devant l'OPECST (NDLE).

signé par Olivier Postel-Vinay dans le magazine *La Recherche* de décembre 2000 (n°337).

a) *L'étude Wertheimer de 1979*

D'un point de vue scientifique, la question du lien entre les CEM EBF et un surcroît de leucémies chez l'enfant est le fait de la chercheuse américaine Nancy Wertheimer et de son étude publiée en 1979 dans l'*American journal of epidemiology*. Nancy Wertheimer, psychologue affiliée à l'université du Colorado, a enquêté à ses frais avec l'aide d'un ami physicien Ed Leeper, sur la survenance de cette maladie dans la région de Denver (Colorado), son lieu d'habitation. En effet, elle avait été missionnée pour effectuer une étude auprès des familles ayant un enfant atteint d'un cancer et avait alors remarqué un lien possible entre les lieux d'habitation, la distribution d'électricité et la survenance de ces maladies.

L'enquête a porté sur 344 enfants morts du cancer avant l'âge de 19 ans et 344 autres cas d'enfants non atteints. Les maisons où habitaient les enfants ont été classées en deux catégories en fonction d'une déduction de l'exposition (proximité aux lignes et diamètre du câble). L'incidence du cancer était 1,6 à 2,2 fois plus importante dans la catégorie la plus exposée.

Cette étude souffre de limites et de biais qui, depuis lors, ont été détaillés dont trois principaux :

- les champs n'ont pas été mesurés mais estimés grossièrement ;
- elle n'a pas été réalisée en aveugle : les auteurs savaient quelles étaient les maisons occupées par des enfants malades ou des enfants sains ;
- les autres facteurs susceptibles d'entraîner des leucémies n'ont pas été pris en compte (faible revenu, tabagie, alimentation, vie utérine et infantile, autres pollutions...).

Néanmoins, la nouveauté du résultat, le lien statistique, ainsi que l'importance et la sensibilité du sujet ont donné un grand retentissement à ce travail qui appelait de nouvelles études pour le confirmer ou l'infirmier.

b) *L'action polémiste de Paul Brodeur*

La question allait toutefois quitter le terrain scientifique pour être approprié par un polémiste américain, le journaliste Paul Brodeur qui travaillait à l'époque au magazine *The New Yorker*. Son approche du sujet allait marquer le débat.

Il va publier une série de livres qui vont installer dans le public et les médias l'idée qu'il y aurait une vérité cachée, un complot dont la santé publique serait la victime.

Le premier est publié en 1977, et donc avant l'étude de Nancy Wertheimer. Il s'intitule : *The zapping of America, Microwaves, their deadly*

risk and the cover up, ou comment l'élite cache sciemment au peuple américain le risque mortel des champs électromagnétiques.

Il publiera un second livre en 1989, rassemblant les articles parus dans le *New Yorker* suite à la polémique provoquée par son premier livre et l'étude de Nancy Wertheimer. Il était intitulé *Currents of death*.

Un troisième livre sera publié en 1993 : *The great power line cover up. How the utilities and Government are trying to hide the cancer hazarded posed by electromagnetic fields*.

2. Les méta-analyses post Wertheimer

Au-delà de la polémique, de nombreuses études scientifiques ont été menées à la suite de celle de Nancy Wertheimer.

Votre rapporteur ne souhaite pas ici en faire un inventaire complet, que l'on peut retrouver dans les différentes expertises collectives citées en référence, mais s'attacher uniquement aux deux méta-analyses décisives qui ont emporté la conviction du Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) de l'OMS.

L'étude d'Ahlbom et al. (2000, *British journal of cancer*) est une méta-analyse reprenant les données de neuf études précédentes. Ces études utilisaient sur une durée de 24 à 48 heures soit des champs effectivement mesurés, soit calculés. Il s'agit d'études de cas contrôlés.

Les résultats indiquent que, pour un niveau d'exposition moyen inférieur à 0,4 μT et sur une population de 3 203 enfants atteints de leucémies et de 10 338 autres enfants sains, l'accroissement du risque est quasi nul.

En revanche, pour 44 enfants malades et 62 sains exposés à **un champ supérieur ou égal à 0,4 μT , le risque serait accru de 2.**

En résumé, 99,2 % des enfants considérés sont exposés à moins de 0,4 μT et n'ont pas de risque supplémentaire. 0,8 %, qui sont plus fortement exposés, connaîtraient un risque plus élevé que la moyenne de déclarer une leucémie.

L'étude de Greenland et al. (2000, *Epidemiology*) incluait 15 études et a utilisé un seuil de **0,3 μT au-delà duquel a été trouvé un facteur de risque de 1,7.**

L'un des points importants, soulignés par le rapport du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPPF) en 2004, est que **ces études n'évoquent ni l'existence d'une relation dose-risque**, ni en termes d'intensité d'exposition, ni en termes de durée d'exposition, **ni ne mettent en lumière un seuil d'exposition ou une période d'exposition qui serait particulièrement inductrice de risque.**

3. 2002, le classement par le CIRC en catégorie 2B

En 2002, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a publié une monographie sur l'évaluation du risque cancérigène des champs électriques et magnétiques statiques et d'extrêmement basses fréquences. C'est alors que les CEM EBF ont été classés en catégorie 2 B.

a) Les monographies du CIRC

L'une des missions du CIRC est de rédiger des monographies sur la possible cancérigénité pour l'homme d'agents ou de facteurs environnementaux : produits chimiques, mélanges complexes, expositions professionnelles, agents physiques et biologiques, facteurs comportementaux.

Elles sont une source d'information scientifique pour les autorités publiques pour prévenir l'exposition à des cancérigènes potentiels.

Elles sont réalisées par des groupes d'experts internationaux qui effectuent une revue bibliographique scientifique et évaluent le degré de risque.

Depuis 1971, plus de 900 agents ont été évalués, dont 400 ont été classés cancérigènes ou potentiellement cancérigènes.

b) La classification du CIRC

La classification des agents par le CIRC comprend **cinq catégories** :

Groupe 1 : L'agent est cancérigène pour l'homme.

Groupe 2A : L'agent est probablement cancérigène pour l'homme.

Groupe 2B : L'agent est peut-être cancérigène pour l'homme.

Groupe 3 : L'agent est inclassable quant à sa cancérigénité pour l'homme.

Groupe 4 : L'agent n'est probablement pas cancérigène pour l'homme.

Votre rapporteur a souhaité que les résultats complets de cette classification soient placés en annexe de ce rapport pour que chacun puisse se forger sa propre analyse sur le risque relatif de chaque groupe.

Pour expliciter ce classement, il convient d'avoir à l'esprit que la découverte d'une nouvelle **pathologie en lien avec un facteur environnemental, est confirmée en plusieurs étapes au final concordantes** :

- une **constatation clinique** : les praticiens constatent un accroissement de la survenance d'une maladie, notamment chez les populations particulièrement exposées (les professionnels) ou chez des populations ciblées (âge, sexe...) ;

- une constatation **épidémiologique** avec la mise en évidence d'un risque et d'un lien dose-effet, cette constatation étant confirmée par plusieurs études ;

- un **mécanisme** confirmé par des études reproductibles sur les animaux, *in vivo*, et par des études *in vitro*.

Le classement dans le groupe 1, c'est-à-dire d'une cancérogénicité certaine, correspond, le plus souvent, à l'accumulation des preuves épidémiologiques, *in vivo* et *in vitro*.

Le classement en catégorie 2A, c'est-à-dire d'une probable cancérogénicité pour l'homme, correspond le plus souvent à seulement deux éléments de preuve.

Le classement en catégorie 2B, c'est-à-dire à une simple possibilité, à un élément de preuve seulement.

Enfin, les classements 3 et 4 correspondent soit à une absence de données soit à des données tendant à infirmer la cancérogénicité.

c) La monographie de 2002

En 2002, le CIRC a donc publié une monographie relative aux champs électriques, magnétiques statiques et d'extrêmement basses fréquences.

Ses conclusions ont été les suivantes :

« *There is **limited evidence** in humans for the carcinogenicity of **extremely low-frequency magnetic fields in relation to childhood leukaemia.***

*There is **inadequate evidence** in humans for the carcinogenicity of **extremely low-frequency magnetic fields in relation to all other cancers.***

*There is **inadequate evidence** in humans for the carcinogenicity of **static electric or magnetic fields and extremely low-frequency electric fields.***

*There is **inadequate evidence** in experimental animals for the carcinogenicity of **extremely low-frequency magnetic fields.***

No data relevant to the carcinogenicity of static electric or magnetic fields and extremely low-frequency electric fields in experimental animal were available ».

En conséquence de quoi, **le CIRC a classé les CEM EBF en catégorie 2B, mais les autres champs étudiés en catégorie 3.**

d) Les champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences classés en 2B

Ce classement a été **acquis sur le seul résultat des deux études épidémiologiques** de Ahlbom et Greenland qui sont expressément citées et considérées comme « **closely consistent** ». Sans elles, le CIRC n'aurait

probablement pas classé ces champs en 2B. Selon les témoignages recueillis par votre rapporteur, ce sont elles qui ont fait basculer la décision des experts.

Pourtant, **ce classement n'est pas sans réserve**. Si le CIRC estime improbable que le résultat de ces études soit lié à la chance, il indique qu'il peut être affecté par des biais :

- des biais de sélection, notamment parce que les études de cas contrôlés reposant sur des mesures au domicile, souffrent d'un faible taux de réponse des personnes sélectionnées,
- les études reposant sur les champs calculés en Europe du Nord ne souffrent pas de ce biais mais d'un nombre limité de sujets exposés,
- les insuffisances de la mesure de l'exposition des enfants.

Le CIRC n'excluait d'ailleurs pas que ces différents biais puissent se cumuler et conduire à expliquer le résultat. Il soulignait d'ailleurs : « *If the observed relationship were causal, the exposure-associated risk could also be greater than what is reported* ».

4. Les études post-CIRC

La décision du CIRC a constitué une étape aussi importante que l'étude de 1979.

Elle a suscité de nombreuses réactions et entraîné **la mise en œuvre de toutes les expertises collectives récentes demandées par les différents gouvernements. Toutes ont confirmé les résultats du CIRC comme leurs limites.**

a) L'épidémiologie

Pour la France, la dernière en date est **le rapport de l'AFSSET de 2010 qui conclut : « *Rien ne permet donc de remettre en question, dans un sens ou dans un autre, les conclusions du CIRC sur l'association possible entre champs d'extrêmement basses fréquences et leucémie de l'enfant* ».**

Il cite notamment deux études, celle de Shüz et al., en 2007, qui confirmait les résultats d'Ahlbom mais en s'intéressant à l'exposition nocturne des enfants et celle de Kheifets et al. de 2009 qui confirme les données relatives aux champs électriques.

Reste, **l'étude publiée en 2005 par Gerald Draper** qui mettait en évidence une corrélation entre ces leucémies et la proximité aux lignes THT et qui a connu un très large écho.

Elle a porté sur 29 081 enfants ayant développé un cancer, dont 9 700 une leucémie. Ces enfants étaient âgés de 0 à 14 ans et étaient nés en Angleterre et au Pays de Galles entre 1962 et 1995.

L'appréciation de leur exposition aux champs électromagnétiques a été faite sur le fondement de la distance de l'adresse de leur domicile lors de leur naissance avec la ligne THT la plus proche.

L'étude conclut que les enfants « *vivant* » à moins de 200 m d'une ligne ont un risque accru de 1,69 fois de développer une leucémie et ceux « *habitant* » entre 200 et 600 m de 1,23 par rapport à ceux « *habitant* » à plus de 600 m.

L'étude de Gérald Draper n'a trouvé aucune corrélation avec aucun autre type de cancer.

En outre, les auteurs concluaient que ces résultats avaient un niveau d'incertitude statistique considérable (*considerable statistical uncertainty*) et que la relation pouvait être due à la chance ou à des confusions.

La principale critique portait sur l'approximation très forte de l'exposition.

Certains y voient même l'hypothèse naissante de la non implication des lignes puisque, avec une approximation aussi importante de l'exposition et une corrélation au-delà de la zone où le champ est perceptible, c'est que vraisemblablement d'autres facteurs expliqueraient les leucémies. D'autres encore estiment que l'étude Draper pourrait orienter vers une hypothèse virale des leucémies, comme cela est formulé pour d'autres grands ouvrages ou chantiers.

Toujours est-il que Gérald Draper est un épidémiologiste estimé par ses pairs et que ses résultats sont cohérents avec ceux des précédentes études et du CIRC.

Votre rapporteur estime que son étude pose en fait plus de questions qu'elle n'en résout. Dans la lignée des études précédentes, elle n'est ni plus probante, ni ne disqualifie la possibilité d'un lien entre leucémies et lignes à haute tension. Elle entretient le doute.

Depuis 2002 finalement, l'épidémiologie n'a pu apporter une preuve supplémentaire précisant le risque évalué par le CIRC.

b) In vivo et in vitro

Face au doute mais à la faiblesse causale des études épidémiologiques, **force est de se tourner vers les études en laboratoire pour tenter d'acquérir une certitude par la mise en évidence d'un mécanisme.**

Malheureusement peu d'éléments sont à disposition, le SCENHIR relève notamment les études ci-dessous dans son rapport de 2009.

Dans les années récentes (2005, 2008), les publications de Fedrowitz et Löscher portant sur des rats sont les plus souvent citées. Mais leur pouvoir probant est limité par leur non répliquation et par le fait qu'ils n'ont obtenu d'impact de co-cancérogénicité que sur une souche de rongeurs bien

particuliers : les rats Fisher 344. Ces animaux ont été exposés à un champ de 100 μ T pendant 26 semaines, soit infiniment plus que les 0,3 à 0,4 μ T qui ressortent des études épidémiologiques. Enfin, ces études ne portaient pas sur la leucémie mais sur le cancer du sein.

Une autre étude (Erdal, 2007) n'est pas non plus significative statistiquement et exposait les rats à des champs de 1mT, soit beaucoup plus, là aussi, que ce que relève l'épidémiologie.

In vitro, le même type de difficultés est rencontré. Les études menées sur la co-cancérogénicité des champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences donnent quelques résultats positifs du fait d'actions sur certaines cellules (Cho 2007, Koyama 2008, Markkanen 2008) mais souvent à partir d'expositions aiguës : 5 mT dans un cas, 0,1 mT dans un autre.

En 2010, nous ne sommes donc guère plus avancés qu'en 2002, comme l'a résumé l'AFSSET : « *En ce qui concerne de possibles effets à long terme, il existe une forte convergence entre les différentes évaluations des expertises internationales, qui se maintient dans le temps. Une association statistique entre exposition aux CEM EBF et leucémies infantiles a été observée par différentes études épidémiologiques. Ces études montrent une bonne cohérence entre elles. Elle est statistiquement significative pour une exposition résidentielle [...] supérieure à 0,3 ou 0,4 μ T selon les études. Toutefois, à ce jour, les études qui ont été conduites pour déterminer un mécanisme biologique de cet effet n'ont pas été concluantes [...] Cette incapacité durable à identifier un mécanisme d'action biologique constitue un défi à la compréhension des questions soulevées par les résultats des études épidémiologiques.* »

5. Que sait-on des causes des leucémies infantiles ?

A défaut de disposer de réponses directes au possible lien de causalité entre leucémies infantiles et lignes à haute tension, que sait-on des causes de la maladie elle-même ?

Votre rapporteur reprendra ici les informations recueillies auprès de Mme Jacqueline Clavel, responsable de l'unité 754 de l'Institut national de santé et de recherche médicale (INSERM), qui gère le registre national des cancers de l'enfant et qui mène actuellement l'étude GEOCAP de géolocalisation des cancers de l'enfant en fonction de facteurs environnementaux.

On dénombre 1 700 nouveaux cas de tumeurs de l'enfant par an en France, soit un taux d'incidence annuel de 156 cas par million :

Types	Nombre
Leucémies	487
Tumeurs du système nerveux central	394
Lymphomes	201
Tumeurs du système nerveux sympathique	143
Sarcomes des tissus mous	105
Tumeurs rénales	96
Tumeurs osseuses	81
Tumeurs germinales et gonadiennes	65
Mélanomes et carcinomes	52
Rétinoblastomes	49
Tumeurs hépatiques	14
Autres	4

Source : J. Clavel, Inserm, 2009.

Pour les leucémies elles mêmes, le taux d'incidence est d'environ 44 par million et par an.

Pour les leucémies aigües pour lesquelles il existe une possibilité de lien avec les champs magnétiques (Leucémie aigüe lymphoblastique – LAL- et Leucémie aigüe myéloïde - LAM), le taux d'incidence est de 40 par million et par an.

Entre 1990 et 2004, il y a eu 6 640 cas de leucémie aigüe en France.

Sur la base de ces données internationales, **le Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPPF) a estimé, en 2004**, qu'en supposant que l'exposition à 0,3 µT ou plus est un facteur de risque de leucémie chez l'enfant et que ce niveau d'exposition concerne 2 % des enfants de moins de 15 ans, **2 à 12 cas pourraient être imputables chaque année en France aux champs électromagnétiques quelle qu'en soit l'origine** (ligne haute tension ou environnement domestique), soit une moyenne de 53 cas sur 10 ans.

Si on considère ensuite qu'un quart de cette population serait soumise à plus de 0,4 µT en raison de la proximité de son domicile avec les lignes (cf.

étude Côte d'Or, EDF, 2004), cette surexposition serait susceptible d'expliquer de **0,5 à 3 cas par an**.

20 % des enfants malades ne sont pas sauvés, soit **potentiellement peut-être de 0 à 1 mort par an pour cette raison**.

Cette évaluation permet de mesurer l'ampleur du risque. Elle est néanmoins assez grossière car soumise à de nombreuses incertitudes : évaluation de la population exposée et celle exposée à cause des lignes.

Ces leucémies se déclenchent très majoritairement entre 1 et 6 ans, le pic se situant autour de 3 ans.

On n'observe pas d'augmentation de l'incidence de ces maladies mais une concentration dans le temps du pic, comme cela a pu être montré en comparant l'évolution des taux d'incidence entre l'Europe de l'Ouest et l'Europe de l'Est.

On n'observe pas non plus de différence d'incidence significative entre les différents pays européens. En revanche, des différences sont plus significatives entre « *ethnies* » selon des études réalisées aux États-Unis et en Nouvelle-Zélande.

Ces variations ou non variations d'incidence laissent de nombreuses questions non résolues :

- Sont-elles réelles ou liées à des biais comme la qualité du diagnostic et du dénombrement ou à des maladies concurrentes ?
- Si ces variations sont réelles, s'expliquent-elles par le mode vie, les conditions socio-économiques, des épidémies ?

Parallèlement à ces données et questions générales, on sait que les leucémies sont des maladies multifactorielles dont les différents mécanismes sont mal connus.

Toutefois sont établis les facteurs de risque suivants :

- les radiations ionisantes à forte dose,
- les chimiothérapies anticancéreuses,
- des prédispositions génétiques familiales cancéreuses ou non,
- la trisomie 21.

Au-delà, plusieurs hypothèses sont formulées autour de facteurs de risques :

- infections virales spécifiques qui pourraient faire de la leucémie une réponse rare à une infection fréquente et banale (Kinlen, 1988) notamment à l'issue de brassages de population liés par exemple à la construction d'un grand équipement ;

- hypothèse hygiéniste (Greaves, 1988). Les leucémies seraient une réponse à un isolement immunitaire et à la trop faible exposition précoce à des maladies, l'allaitement, le mode de garde collectif étant alors de bons moyens de réduire le risque de survenance ;

- les radiations ionisantes à faible dose (le radon) ou les radiations non ionisantes qu'il s'agisse des CEM EBF ou des radiofréquences ;

- les expositions chimiques aux pesticides (parental ou domestique, comme l'usage d'insecticides par la mère durant la grossesse), à la pollution atmosphérique, au trafic routier ou à la proximité de stations services, et au tabagisme passif (de la mère pendant la grossesse ou du père avant la conception) ;

- enfin, il pourrait s'agir de mécanismes épi-génétiques.

Aucune de ces hypothèses n'est, du point de vue de la recherche, plus privilégiée que les autres. La possible relation entre CEM EBF et leucémies n'est pas plus robuste.

C'est justement l'objectif et l'esprit de l'étude GEOCAP qui vise à étudier la prévalence de différentes expositions : CEM-EBF, trafic routier, radon résidentiel, sites nucléaires, sites industriels SEVESO, stations services.

6. Conclusions et préconisations

a) Les faits

Des informations recueillies par votre rapporteur se dégagent les éléments suivants :

- Entre 1990 et 2004, 6 640 enfants ont été atteints de leucémies aiguës en France, soit entre 450 à 500 cas par an. Selon les experts, compte tenu de l'exposition de la population, s'il y avait une causalité entre les CEM-EBF émis par les lignes à haute et très haute tension et les leucémies, elle n'expliquerait sans doute pas plus de 0,5 à 3 cas par an environ (2 à 12 cas pour les CEM EBF dans leur ensemble).

- Les enfants concernés sont, pour l'essentiel, âgés de 0 à 6 ans.

- Depuis 1979, des études épidémiologiques ont mis en évidence l'existence d'un risque accru de leucémie infantile pour des expositions supérieures à 0,3 μ T.

- Cette donnée épidémiologique a conduit l'organisation internationale compétente, le CIRC, à classer les champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences dans le groupe 2B, c'est-à-dire des cancérigènes possibles, mais il ne les a pas classés en 2A, les cancérigènes probables.

- Aucune étude depuis 1979 n'a mis en évidence un mécanisme d'action de ces CEM EBF favorisant les leucémies de l'enfant. Aucune donnée *in vivo* ou *in vitro* ne permet d'appuyer un lien de causalité.

- Les lignes à haute et très haute tension ne sont pas le seul facteur d'exposition des enfants.

- Ces lignes ne sont qu'un des facteurs environnementaux possibles des leucémies à côté de plusieurs autres.

Voilà pour les faits.

b) L'opinion de votre rapporteur : ne pas laisser les choses en l'état

Votre rapporteur estime qu'aujourd'hui, si les données scientifiques permettent d'écarter, avec une forte probabilité, un lien entre les différents cancers et les CEM EBF émis par les lignes à haute et très haute tension, **aucune donnée scientifique ne permet de dire avec certitude que ces mêmes champs n'ont pas de rôle dans la survenance des leucémies.**

Le classement effectué par le CIRC doit conduire logiquement les populations riveraines des lignes à être rassurée sur l'ensemble des cancers, mais les conduit également **légitimement à s'interroger sur l'impact possible sur des enfants de 0 à 6 ans.**

Votre rapporteur estime que le risque est faible. Son intime conviction est même qu'il n'y a probablement pas de risque mais il n'y a pas de fait scientifique pour l'étayer indiscutablement.

Il estime donc qu'**il n'est pas souhaitable que la question reste en l'état** et que le dossier se poursuive « *business as usual* » comme disent les prospectivistes.

En effet, **même si**, comme les experts l'indiquent en cas de causalité confirmée, **il n'y avait que cinq enfants concernés chaque année, ces cinq enfants suffiraient pour entreprendre une action.**

Les familles vivant à proximité des lignes et les élus des collectivités doivent pouvoir disposer de certitudes ou, au moins, d'une probabilité de causalité ou de non causalité plus forte qu'aujourd'hui.

En effet, l'évolution du réseau de transport d'électricité est une nécessité pour notre pays et correspond à des objectifs collectifs approuvés par la représentation nationale dans la perspective d'un développement durable. Sa déclinaison sur le terrain doit se faire de la manière la plus consensuelle possible dans le cadre d'un projet partagé. Dans cette perspective, travailler à lever les interrogations relatives à la santé est un point important.

c) Que faut-il faire ?

Face à cette situation, que faut-il faire ?

(1) Relancer les recherches

La première préconisation évidente et urgente est de mener les recherches nécessaires avec comme **objectif de susciter une révision du classement du CIRC dans un sens ou dans un autre.**

Votre rapporteur estime que **le ministère de la santé doit rapidement prendre en charge cette relance de la recherche et effectuer une répartition entre les trois voies possibles** : trouver un lien statistique fort par l'épidémiologie, découvrir un mécanisme d'action par des études *in vivo* et *in vitro*, chercher les causes des leucémies infantiles.

- Trouver un lien statistique fort par l'épidémiologie.

Les études existantes font l'objet de nombreuses critiques portant, pour l'essentiel sur trois aspects centraux : le mode d'estimation de l'exposition, l'intervalle de confiance – souvent important – et la justification du seuil de 0,3 ou 0,4 μT .

L'OMS dans sa monographie de 2007 classe en priorité « élevée » l'actualisation des études groupées existantes sur la leucémie infantile à l'aide de nouvelles données.

Les études épidémiologiques sont cependant confrontées à certaines limites, tout particulièrement l'impossibilité de reconstituer l'historique de l'exposition des enfants. Face aux attentes exagérées que suscitait l'étude GEOCAP de l'INSERM, Mme Jacqueline Clavel a été amenée à en préciser la portée dans une lettre aux conseillers généraux du département de la Manche en date du 17 février 2010 et qui a été communiquée à votre rapporteur.

Dans ce courrier, elle indique les limitations de son étude au regard de la question spécifique du lien entre CEM EBF émis par les lignes à haute et très haute tension et les leucémies aiguës de l'enfant :

- Seule la dernière adresse occupée par l'enfant est accessible (ni les domiciles précédents, ni celui à la naissance, ni celui avant la naissance), la mesure quoique précise est historiquement limitée ;

- L'étude compte trop peu de sujets vivants à proximité des lignes pour apporter une réponse statistique fiable. Sur les 15 000 témoins de la première phase de recrutement, 342 enfants soit 2,3 % habitent à moins de 200 m d'une ligne comprise entre 63 et 400 kV, 110 soit 0,7 % à moins de 50 mètres. A proximité d'une ligne à 400 kV, ils sont 9 à moins de 50 mètres et 24 à la même distance d'une ligne à 225 kV ;

- Elle ne tranchera donc pas définitivement la question ouverte par les publications des autres pays sur une possible augmentation du risque de leucémie de l'enfant à proximité des lignes ;

- Elle permettra en revanche, à moyen terme, de beaucoup mieux connaître la question : connaissance de la population exposée, éventuelle co-facteurs de risque.

Pour pallier les limitations statistiques, l'étude GEOCAP a doublé son recrutement et ses **résultats** ont été retardés. Ils sont **attendus pour la fin 2010**.

Cette étude se poursuivra dans le temps, car les cas de leucémies enregistrés dans le registre national continueront d'être géo-localisés apportant un accroissement de la précision et une meilleure connaissance des possibles causalités.

En outre, l'étude GEOCAP pourrait être **renforcée par une étude de validation de l'exposition**. Cette validation de l'exposition pourrait peut-être s'étendre à des sources de CEM domestiques continues ou quasi-continues, comme le chauffage électrique par le sol.

La poursuite d'une étude GEOCAP renforcée est donc une première possibilité sérieuse pour disposer de connaissances plus précises.

Une seconde possibilité serait de **répliquer en France l'étude Draper et d'en comparer les résultats à l'étude GEOCAP**. En effet, en comparant l'exposition du lieu de naissance avec la survenance de la maladie, le chercheur britannique a travaillé dans le sens inverse de GEOCAP qui compare la survenance de la maladie à l'exposition du lieu d'habitation au moment du diagnostic.

En France, une telle étude pourrait exploiter de manière rétrospective et donc sur 20 ans (1990-2010) le registre des cancers de l'enfant.

Elle implique que l'INSERM puisse avoir accès à cette donnée – l'adresse à la naissance -, pour l'instant protégée.

Votre rapporteur estime que cette option devrait être évaluée sérieusement.

Une troisième possibilité serait que le ministère de la santé demande l'évaluation de la faisabilité, au niveau européen, d'une étude de cohorte pour clarifier la question.

L'INVS dans une lettre du 22 février 2010 au directeur général de la santé et qui a également été communiquée à votre rapporteur, estime qu'une telle étude n'est pas scientifiquement valable sur une zone géographique limitée car elle comporterait trop peu de cas. Il est donc exclu par exemple de la mener sur une seule ligne à haute tension existante car cela conduirait à un « *effet lampadaire* », les quelques cas qui pourraient être trouvés « *par chance* », statistiquement parlant, pourraient être pris pour une preuve alors qu'ils n'ont pas de valeur statistique et scientifique. Une telle étude serait

même dangereuse. Positive, elle inquiéterait inutilement. Négative, elle rassurerait à tort.

L'INVS indique en revanche l'ampleur de l'étude qui serait nécessaire pour mettre en évidence un effet sanitaire.

La mise en évidence d'un doublement du risque par une étude de cohorte impliquerait le suivi de 225 000 enfants-années soit par exemple 22 500 enfants pendant 10 ans.

La mise en évidence d'un risque multiplié par 1,5 nécessiterait le suivi d'une population beaucoup plus importante de l'ordre de 765 300 personnes-années.

Le Pr André Aurengo a, quant à lui, estimé dans une lettre adressée à votre rapporteur qu'une telle étude impliquerait de suivre près de 100 000 enfants sur dix ans (50 000 enfants exposés et 50 000 non exposés) pendant une longue durée pour tenter de mettre en évidence un doublement du risque avec une certitude statistique suffisante. Les maladies concernées sont très rares, de l'ordre de 4 cas pour 100 000 enfants et par an avec environ 470 nouveaux cas annuels en France. En outre, les expositions moyennes à plus de 0,3 ou 0,4 μT sont elles aussi très rares, de l'ordre de 2 % et parmi elles, 0,4 % sont dues à la proximité de lignes, la cause de l'exposition aux champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence étant différente dans les autres cas.

Mme Jacqueline Clavel estime quant à elle que ces leucémies de l'enfant sont trop rares pour pouvoir imaginer réaliser le suivi d'une population d'enfants depuis leur naissance avec une puissance statistique satisfaisante. Elle a évoqué le suivi d'un million d'enfants...

Une étude internationale serait complexe, difficile à mettre en œuvre et potentiellement contradictoire dans ses résultats comme l'exemple d'Interphone l'a montré.

On doit donc vraisemblablement exclure cette hypothèse.

- Trouver un mécanisme.

La seconde option, **préconisée prioritairement par le SCENIHR**, est de mettre en évidence le mécanisme d'action des CEM EBF sur les leucémies, tout particulièrement dans son rapport du 6 juillet 2009 sur les priorités en matière de recherche pour les déficits de connaissance en la matière.

Pour ce comité, il est peu probable que l'épidémiologie permette d'apporter une réponse claire à la question posée. Il préconise donc de se focaliser sur des études de laboratoire *in vivo* ou *in vitro*.

Pour lui, il est de haute priorité de réconcilier les données de laboratoire avec les données de l'épidémiologie.

Il suggère que ces études soient basées sur des modèles expérimentaux qui ont déjà montré une réponse au CEM EBF et qu'elles visent à **mettre en évidence une relation dose effet à des champs inférieurs à 100 µT.**

Il estime que **des résultats pourraient être obtenus d'ici deux à trois ans.**

La recommandation du SCENIHR est pleinement **cohérente avec celle de l'OMS en 2007 qui recommandait d'accorder une priorité « élevée » à la mise au point de modèles murins transgéniques de leucémie infantile**, de même que l'évaluation des effets co-cancérogènes par des études *in vitro* chez l'animal.

A cet égard, il est à noter qu'une équipe française est parvenue en 2004 à créer un modèle animal de leucémie aigüe lymphoblastique (LAL) du type pre-B, qui est le plus fréquent chez l'enfant (Bernard et al. 2005, *Experimental hematology*). A la connaissance de votre rapporteur, aucune expérience d'exposition aux champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences n'a été menée.

- Comprendre les causes des leucémies infantiles.

Enfin, compte tenu des incertitudes sur les facteurs de déclenchement de la maladie et sur le moment où ils agissent, avant et après la naissance par exemple, **il serait nécessaire de chercher à mieux connaître la hiérarchie des facteurs de risque.**

Pour cela, l'étude **GEOCAP paraît bien appropriée et devrait donner de premiers résultats fin 2010.** Peut-être fera-t-elle apparaître des facteurs de risques environnementaux supérieurs à ce qui est pour l'instant connu entre leucémies infantiles et lignes à haute tension ? **Cela n'apportera pas directement de réponse à la question qui nous préoccupe ici, mais aidera à hiérarchiser les priorités de santé publique.**

Par ailleurs, **il serait souhaitable d'approfondir les recherches médicales sur la maladie elle-même pour travailler également sur la hiérarchie des causes expliquant son déclenchement** et la plausibilité d'une cause magnétique qui ne paraît pas aujourd'hui retenir l'attention des spécialistes cliniciens.

En ce qui concerne la recherche, votre rapporteur recommande prioritairement de :

- financer des études *in vivo* ou *in vitro* susceptibles de mettre en lumière ou d'infirmer la possibilité d'un mécanisme,
- conforter l'étude GEOCAP de l'INSERM par un renforcement de ses moyens et de sa précision,

- étudier la faisabilité d'une réplique de l'étude Draper en France dans l'esprit de l'étude GEOCAP,

- poursuivre les recherches fondamentales sur les leucémies de l'enfant elle-même.

(2) L'OMS préconise une démarche bénéfico-risque

Dans sa monographie de 2007, l'OMS considère que **les éléments de preuve sont suffisants pour être préoccupants, mais insuffisants pour établir une causalité.**

Pour elle, si le lien causal était avéré, **le nombre de leucémies qui s'expliqueraient par ce facteur dans le monde serait compris entre 100 et 2 400 par an, soit entre 0,2 et 4,9 % de l'incidence annuelle totale des cas de leucémies estimées à 49 000 dans le monde en 2000.**

Par conséquent, selon l'OMS, il est **justifié de faire appel à des stratégies prudentes.**

Ce qui signifie que **l'OMS ne recommande pas de réduire les valeurs limites figurant dans les normes actuelles « jusqu'à un niveau arbitraire au nom du principe de précaution [car] de telles pratiques sapent les fondements scientifiques sur lesquels les limites sont basées et risquent de constituer une approche coûteuse, mais pas nécessairement efficace, d'assurer la protection ».**

L'OMS estime même qu'il **« est malaisé de déterminer les bienfaits qu'apporterait pour la santé une réduction de l'exposition. Ainsi le coût des mesures doit être très bas ».**

(3) Le gouvernement britannique applique le même principe

En réponse au comité SAGE (Stakholder advisory group on ELF EMFs) visant à élaborer une approche de précaution sur ce sujet et qui a rendu son rapport en avril 2007, et une enquête parlementaire trans-partisane, publiée en juillet 2007, sur le même sujet, qui préconisaient tous les deux, quoique de manière différenciée, la mise en place de couloirs d'inconstructibilité autour des lignes à haute et très haute tension, le gouvernement britannique a fait une réponse fondée sur une approche coût-bénéfice.

Le Comité SAGE avait préconisé un gel des constructions à usage résidentiel ou comme les écoles dans un couloir de 60 mètres de part et d'autre des lignes et la non construction de nouvelles lignes aériennes à une distance similaire. L'enquête trans-partisane avait étendu le couloir à 200 m pour les lignes les plus puissantes.

Le gouvernement britannique a rejeté cette préconisation car elle n'était pas en cohérence avec l'approche coût bénéfice prôné par l'OMS. En effet, son coût était estimé entre 1 et 2 milliards de livres pour la seule perte de valeurs du foncier.

Il a souligné que le gouvernement ne pouvait pas financer à coût élevé la prévention d'un risque sanitaire incertain aux dépens d'autres objectifs comme par exemple, dans le secteur de l'énergie, la lutte contre le changement climatique. Dans sa réponse du 16 octobre 2009, il soulignait d'ailleurs : « *It should not be assumed that the consumer would be willing to pay, especially bearing in mind the uncertainties of the science* ».

De plus, il indiquait que **le nombre de cas de leucémies infantiles au Royaume-Uni était approximativement de l'ordre de 500 par an. S'il y avait un lien de cause à effet, environ 4 à 5 pourraient y être attribués mais seulement un tiers à cette cause spécifique** (CEM EBF en général par rapport à ceux émis par les lignes électriques seules) quoique certaines études aient porté ce nombre jusqu'à 25. **Parallèlement à ces données, le gouvernement britannique relevait qu'en 2006, 299 enfants de moins de 15 étaient décédés de blessure ou d'empoisonnement et que 149 mourraient lors d'accidents de la circulation.**

(4) Faut-il aller plus loin ? La proposition de l'AFSSET

L'AFSSET dans son avis de 2010 a estimé justifié, par précaution, de ne plus augmenter le nombre de personnes sensibles exposées. Elle recommande la création d'une zone d'exclusion de nouvelles constructions recevant du public (hôpitaux, écoles, etc...) qui accueillent des personnes sensibles (femmes enceintes et enfants) d'au minimum 100 m de part et d'autre des lignes de transport d'électricité à très haute tension et corrélativement d'éloigner les nouvelles lignes, cette zone pouvant être réduite en cas d'enfouissement.

L'AFSSET préconise de recourir aux pouvoirs dévolus aux préfets par la loi du 13 décembre 2000 et le décret du 19 août 2004.

Votre rapporteur estime valide la démarche visant à sortir de la situation présente en cherchant, d'une part, à trouver une réponse scientifique à la question de l'éventuelle causalité entre lignes électriques et leucémies infantiles et, d'autre part, à **vouloir éviter que de nouvelles personnes puissent être exposées.**

Toutefois, la préconisation de l'AFSSET ne paraît pas conforme aux préconisations de l'OMS de trouver des solutions à très bas coûts compte tenu de l'incertitude scientifique. Elle ne lui semble pas non plus parfaitement fondée scientifiquement. Enfin, elle lui paraît susceptible d'entraîner plus d'inquiétude que d'apaisement.

L'AFSSET ne fournit aucune évaluation de sa recommandation et ne se fonde que sur la réduction de l'exposition. Or, il est vraisemblable qu'elle aurait comme au Royaume-Uni, un coût élevé. De plus, il convient d'avoir à l'esprit que le Comité opérationnel « *veille sanitaire et risques émergents* » (COMOP n°19) du Grenelle de l'environnement n'a pas retenu la proposition émise de créer un couloir d'inconstructibilité de 200 m.

La proposition n'est pas parfaitement fondée scientifiquement car l'on sait que la distance à la ligne est une faible approximation de l'exposition. Toutes les lignes n'ont pas la même puissance et des lignes de même voltage ne sont pas utilisées avec la même intensité. Une limite de 100 m paraît donc d'une efficacité limitée alors qu'elle aurait un coût élevé.

Les personnes et les bâtiments ciblés sont également trop largement définis eu égard à un critère d'exposition moyenne sur 24h00 de 0,3 ou 0,4 μT .

De plus, les lignes à haute tension n'expliqueraient qu'une partie des leucémies infantiles susceptibles d'être provoquées par les CEM EBF – si la causalité était établie. L'étude Expers a notamment montré l'influence des lignes ferroviaires et des dispositifs domestiques.

Votre rapporteur note également qu'un enfant de 0 à 6 ans passe plus de temps à son domicile que dans une institution collective. La proposition de l'AFSSET serait-elle efficace ?

Enfin, une telle mesure, si elle était mise en œuvre telle quelle, **risquerait d'accroître l'inquiétude de la population sans apporter de solution** car elle entraînerait un questionnement sur tous les établissements ciblés par la mesure et déjà construits. **Cette inquiétude serait, en l'état de la science, injustifiée.**

(5) Quelle démarche bénéfice-risque pour la France ? La préconisation de votre rapporteur

Votre rapporteur estime, comme l'AFSSET, que :

- nous devons sortir de l'incertitude actuelle,
- nous devons chercher à **ne pas accroître le nombre de personnes exposées dans l'attente de données scientifiques nouvelles.**

Pour ce faire, votre rapporteur pense que **l'attitude la plus proportionnée à l'état de la science est pour le Gouvernement de se donner 5 ans pour :**

- **relancer les recherches** et disposer de données ciblées sur la problématique très spécifique d'un lien de causalité possible entre leucémies infantiles et lignes à haute tension ;

- **au bout de 4 ans de demander à l'AFSSET une actualisation de son évaluation scientifique, assortie si cela est nécessaire d'une recommandation de protection de la population avec une évaluation socio-économique.**

En 2015, le Gouvernement serait ainsi à même de prendre une décision mieux informée.

- **D'ici à 2015, votre rapporteur croit pertinent de recommander, à titre prudentiel** et compte tenu des incertitudes de la science, aux parents et aux pouvoirs publics, notamment aux élus locaux, de **chercher à chaque fois**

que cela est possible pour un coût raisonnable de ne pas accroître le nombre d'enfants de 0 à 6 ans et à naître susceptibles d'être exposés à des champs supérieurs à 0,4 μ T en moyenne.

En effet, la population qui doit faire l'objet d'attention correspond aux enfants à naître, cette période pouvant être propice à la prédisposition à des leucémies mais on ne dispose d'aucune certitude, et de 0 à 6 ans, qui est celle qui a un risque de déclarer une leucémie aigüe. Mais **seule cette population est concernée.**

Il est souhaitable que ces enfants voient leur exposition minimisée, ce qui n'interdit pas une surexposition ponctuelle, rien n'indiquant dans la littérature scientifique qu'une surexposition momentanée dans les limites de la réglementation en vigueur soit préjudiciable.

En la matière, votre rapporteur pense raisonnable de **s'inspirer des mesures prises aux Pays-Bas et décrites dans une note du service de législation comparée du Sénat** (note complète en annexe).

**Recommandation du 3 octobre 2005
du ministre de l'environnement des Pays-Bas**

Le 3 octobre 2005, le ministre de l'environnement a adressé aux organes exécutifs des communes et des provinces ainsi qu'aux entreprises de transport d'électricité une recommandation.

Selon ce document, lors de l'établissement des plans d'urbanisme ainsi que lors de la détermination du tracé des lignes aériennes à haute tension, **il convient dans toute la mesure du possible d'éviter de créer des « situations nouvelles » conduisant des enfants à séjourner de façon durable dans des zones situées à proximité de lignes aériennes à haute tension où l'induction magnétique moyenne mesurée sur une année dépasse 0,4 μ T.**

Pour faciliter la tâche des communes, le texte introduit la notion de « **zones indicatives** » : il s'agit de couloirs dont la largeur varie en fonction de la tension de la ligne et dans lesquels il est recommandé de ne pas prévoir l'implantation de bâtiments destinés à une utilisation dite « *sensible* », en particulier des écoles, des crèches et des jardins d'enfants.

La largeur de ce couloir s'établit comme suit, la ligne étant située au milieu du couloir :

Tension	Largeur du couloir
50 kV	2 x 40 mètres
110 kV	2 x 50 mètres

150 kV	2 x 80 mètres
220 kV	2 x 150 mètres
380 kV	2 x 200 mètres

La recommandation ne s'applique pas aux installations antérieures au 3 octobre 2005, à moins qu'elles ne fassent l'objet de modifications. Plusieurs termes employés dans la recommandation sont commentés dans une annexe, laquelle a été mise à jour en novembre 2008. Ainsi, le mot « *enfant* » désigne toute personne de moins de 15 ans et, par « *séjour de longue durée* », il faut comprendre au moins 14 à 18 heures par jour en moyenne, la moyenne étant calculée sur une année.

La recommandation n'a pas de valeur contraignante. Plusieurs communes ont choisi de s'en écarter lors de la construction d'équipements collectifs. Dans le contentieux qui en est résulté, les tribunaux ont souligné à plusieurs reprises que les communes n'étaient pas tenues au respect de la recommandation, mais qu'elles devaient alors motiver leur décision.

Le Gouvernement pourrait donc recommander, de manière non contraignante, de formaliser une zone de prudence de 0,4 µT maximum d'exposition.

Il conseillera de ne pas construire de nouvelles installations ou constructions destinées aux enfants de cette tranche d'âges et dans lesquelles ils séjournent de manière durable – plusieurs heures par jour et tout au long de l'année : domicile, crèche, garderie, école maternelle et jardin public avec jeux pour enfants et de ne pas installer de ligne (quel que soit son type) dans un rayon où le CEM EBF mesuré est supérieur en **moyenne annualisée sur 24h00 à 0,4 µT**.

Il devrait en être de même pour **les postes de transformation électrique**.

Cette attention aux lignes à haute tension devrait être étendue aux **lignes ferroviaires SNCF**.

L'attention aux champs magnétiques devrait conduire à prendre soin que, dans de tels bâtiments, **l'exposition liée à l'installation électrique et aux appareils ne soit pas plus importante**.

Dans la même logique, comme il est recommandé aux parents d'éviter que leurs enfants n'utilisent trop fréquemment un téléphone portable, **il est aujourd'hui raisonnable de conseiller, dans la mesure du possible de chercher à limiter l'exposition de leurs enfants en bas âge**.

Pour ce faire, **les maires et responsables locaux pourront utilement s'appuyer, d'une part, sur la convention signée entre RTE et l'AMF permettant d'effectuer des mesures du champ magnétique.**

Les citoyens pourront demander à leurs maires de faire procéder dans un quartier à de telles mesures ou demander, à titre exceptionnel, directement à RTE ou à EDF de procéder à ces mesures.

Votre rapporteur souligne toutefois le fait qu'une **telle recommandation non contraignante n'a de sens que si concomitamment, le Gouvernement s'engage à prendre les mesures nécessaires pour obtenir d'ici à 5 ans des données scientifiques nouvelles.**

D. CHAMPS MAGNÉTIQUES ET MALADIES NEURODÉGÉNÉRATIVES

Le troisième type de pathologies entraînant un débat scientifique sur un lien possible avec les CEM EBF émis par les lignes à haute et très haute tension est celui des maladies neurodégénératives.

Des publications récentes viennent au soutien de cette hypothèse et ont été retenues par l'expertise collective internationale.

1. L'hypothèse d'une possible nocivité

a) Les données scientifiques

L'attention de votre rapporteur a été attirée sur cette question par le rapport du SCENIHR de 2009.

(1) L'épidémiologie

Une méta-analyse récente (Garcia et al. 2008) regroupant 9 études cas-témoins et 5 études de cohorte a mis en évidence une association significative (1,6 à 2) entre l'exposition professionnelle et le risque de déclencher une maladie d'Alzheimer. L'AFSSET, qui cite cette étude, relève que les données prises en compte sont très hétérogènes et que l'interprétation est donc limitée.

Des études suisses sur les employés des chemins de fer de leur pays (Rösli et al. 2007) et sur les personnes résidant à proximité de lignes électriques (Huss et al. 2009) tendraient à confirmer ce lien.

Rösli a procédé à une étude portant sur 20 141 employés des chemins de fer de 1972 à 2002 (464 129 personnes/an). Il a calculé à partir de mesures et de modèles l'exposition cumulée et a comparé les groupes les plus exposés avec ceux qui l'ont moins été, typiquement **les conducteurs de train** par

rapport aux chefs de gare. Il faut ici préciser que les chemins de fer suisses utilisent du 15 000 V alternatif 16Hz 2/3.

Il trouve que les conducteurs ont 1,96 fois plus de risque de mourir de démence sénile que les chefs de gare, et 3,15 fois de la maladie d'Alzheimer. Il met également en évidence un lien dose-effet par tranche de 10 μ T en matière de démence sénile, de maladie d'Alzheimer et de sclérose latérale amyotrophique, SLA (intervalle de confiance à 95 % = - 6,8 à 11,7).

Pendant, compte tenu des intervalles de confiance, **le lien n'est véritablement fort qu'à propos de la maladie d'Alzheimer** et, selon les auteurs, sur les phases terminales de la maladie.

Huss a recherché un lien entre **le décès lié à une maladie neurodégénérative et le fait de résider à proximité d'une ligne à très haute tension soit 220 à 380 kV**. L'étude a porté sur 4,5 millions de personnes entre 2000 et 2005 grâce à l'exploitation de données nationales.

Il en ressort un risque de 1,24 (CI = 0,80 - 1,92) pour les personnes vivant à leur décès à moins de 50 m par rapport à celles vivant à 600 m et au-delà. Mais une relation dose effet est trouvée en fonction de la durée d'exposition à proximité : 5 ans > 1,51 ; 10 ans > 1,78 et 15 ans > 2. Les résultats sont similaires pour la démence sénile mais pas pour la SLA et la maladie de Parkinson.

(2) *In vivo* et *in vitro*

A cet égard, le SCENHIR, repris par l'AFSSET, mentionne deux études récentes.

- La première, *in vivo*, indiquerait l'absence d'effet sur la SLA à partir d'un modèle de souris (Poullétier de Gannes et al. 2008) pour une exposition durant sept jours à des champs compris entre 100 et 1 000 μ T.

- La seconde, *in vitro*, irait dans le sens d'un lien avec la maladie d'Alzheimer (Del Giudice et al. 2007). Elle montre la réaction de cellules humaines du neurogliome à un champ de 3 400 μ T en accroissant la production d'un peptide qui agit dans le développement de la maladie.

b) *Les données de terrain à la SNCF et à la RATP*

Compte tenu de l'étude suisse, votre rapporteur a cherché à connaître les données disponibles en France auprès de la RATP et de la SNCF.

(1) La RATP

Lors de leur audition, les responsables de la RATP ont précisé à votre rapporteur que le métro parisien fonctionnait avec un courant continu de 750 V et les tramways et RER avec un courant continu de 1 500 V. De ce fait, **les personnels sont exposés à des champs magnétiques statiques**.

La cellule épidémiologique de la RATP a procédé à **une étude de cohorte portant sur les causes de mortalité de 68 000 personnes ayant**

passé au moins un an à la RATP entre le 1^{er} janvier 1980 et le 31 décembre 1999. Les principales maladies examinées ont été les cancers et les maladies neurologiques. Il s'agissait à 83 % d'hommes ayant passé en moyenne 20 ans dans l'entreprise.

Aucun excès de risque n'apparaît par rapport à la population générale que ce soit chez l'ensemble des personnels que chez les conducteurs ou les électromécaniciens qui sont les plus exposés.

(2) La SNCF

La SNCF alimente ses trains avec du **courant à 25 000 V alternatif à 50 Hz.**

A la SNCF, aucune étude épidémiologique n'a été menée. Lors de l'audition des personnes compétentes de l'entreprise, l'affirmation selon laquelle cela relèverait uniquement de la caisse de prévoyance, indépendante de la société, n'a pas complètement convaincu votre rapporteur.

L'absence de données est regrettable car les conditions de travail dans les chemins de fer français ne sont pas exactement comparables à ceux dans les chemins de fer suisses notamment quant à l'exposition : type de courant, type de machines (TGV par exemple), organisation du travail...

Une étude permettrait d'éclairer utilement la question.

2. Les conclusions et préconisations

(1) La discordance OMS / SCENHIR / AFSSET

L'OMS, en 2007, a considéré qu'il était **important d'étudier cette association plus avant et l'a classée parmi ses priorités « élevées »** de recherche. L'organisation indiquait alors que cette recherche demandait *« de grandes études de cohortes prospectives comportant des informations sur l'exposition aux champs magnétiques EBF, aux chocs électriques et à d'autres facteurs de risque »*. Elle soulignait également, comme d'ailleurs l'AFSSET trois ans plus tard, la nécessité d'utiliser des données de morbidité (les maladies) et non de mortalité (cause immédiate du décès).

Pour le SCENHIR, les données provenant de l'épidémiologie à partir d'expositions professionnelles et résidentielles et quelques données d'études de laboratoires concourent à faire du risque de lien entre les CEM EBF et la maladie d'Alzheimer une hypothèse sérieuse appelant de nouvelles études. Il attire d'autant plus l'attention sur ce sujet que la maladie d'Alzheimer est relativement commune.

Dans son rapport de juillet 2009 relatif aux priorités de recherche, il estime que ces études doivent être à la fois épidémiologiques et *in vivo* avec l'utilisation de modèles animaux pertinents car les éléments de preuve sont

aujourd'hui insuffisants pour conclure (*the evidence is unconvulsive*). Des résultats ne peuvent être attendus qu'à moyen terme.

Le SCENHIR fait de ce sujet sa priorité de recherche relative aux CEM EBF devant la question des leucémies de l'enfant.

L'AFSSET n'a pas procédé, en tant que tel, à un classement entre les différents risques et des priorités de recherche. Elle recommande **simplement de poursuivre les recherches** sur ce sujet en raison du déficit d'information actuel et du fait que **l'hypothèse ne peut être écartée**. Elle estime que « *les données sur cette association restent peu convaincantes* ». *A contrario*, comme votre rapporteur l'a précédemment évoqué, l'agence a formulé des recommandations beaucoup plus fortes relatives aux leucémies infantiles.

(2) Un suivi local ? L'avis défavorable de l'INVS

Appelé à se prononcer sur une demande de suivi local de la maladie d'Alzheimer à proximité des lignes à haute tension à la demande de la DGS, l'INVS a donné un avis défavorable début 2010.

Dans cet avis qui a été communiqué à votre rapporteur, l'INVS a rappelé que **la maladie d'Alzheimer ne faisait pas l'objet d'un système de surveillance au niveau national** et que la mise en place d'un dépistage n'était pas demandée par les spécialistes. En revanche, un diagnostic précoce est souhaitable.

Cependant, on estime le sous diagnostic de la maladie à environ 50 % en raison de la difficulté à identifier les premiers signes, d'une réticence de la population, de la priorité donnée par les médecins traitants à d'autres pathologies et, enfin, à une mauvaise coordination des champs sociaux, sanitaires et judiciaires.

Une démarche active de diagnostic dans une zone délimitée aurait vraisemblablement pour effet une augmentation artificielle de l'incidence de la maladie en raison de son sous diagnostic général.

Pour éviter ce biais de surveillance et mettre en évidence un excès de risque, il conviendrait de suivre conjointement une population exposée et une population qui ne l'est pas sur **la très longue durée**. L'INVS évoque un suivi « *vie entière* ».

Pour l'INVS, « *ces contraintes méthodologiques [...] apparaissent rédhibitoires pour envisager d'apporter une réponse locale aux inquiétudes des populations riveraines* » d'une ligne à haute ou très haute tension.

(3) Les préconisations de votre rapporteur

Votre rapporteur constate donc **un consensus des experts sur l'absence de lien causal avéré** entre maladies neurodégénératives et CEM EBF et le fait qu'il s'agisse d'une **hypothèse à approfondir**.

Mais il constate également une **divergence quant à l'analyse du risque et aux priorités de recherche.**

Il invite le Gouvernement à :

- **ne pas négliger ce risque** d'autant que les données épidémiologiques disponibles portent plus particulièrement sur des expositions professionnelles ;

- **soutenir les recherches** dans le sens proposé par l'expertise nationale et internationale.

Il demande instamment à la SNCF de procéder à une étude épidémiologique.

IV. LES IMPACTS POTENTIELS SUR L'ENVIRONNEMENT

Le second volet de la saisine de l'Office est l'évaluation des impacts potentiels sur l'environnement des champs électriques et magnétiques d'extrêmement basses fréquences émis par les lignes à haute et très haute tension.

L'Office a estimé que cet aspect de la saisine n'incluait pas le problème de l'intégration paysagère des lignes qui avait été le principal sujet du rapport de notre collègue Christian Kert, député, en 2001, portant sur l'apport des nouvelles technologies dans l'enfouissement des lignes électriques à haute et très haute tension.

Votre rapporteur abordera ici l'impact des champs sur la faune et la flore qu'elles soient sauvages ou domestiquées.

A. LA FAIBLESSE DES DONNÉES SUR LA FAUNE ET LA FLORE SAUVAGES

Très peu d'études semblent avoir été menées pour examiner un effet direct des champs sur la faune et la flore, par contre la littérature est plus riche concernant la mesure des impacts indirects de la présence d'une ligne.

1. La quasi absence de données scientifiques sur les effets potentiels directs des champs électriques et magnétiques

Malgré les recherches effectuées, votre rapporteur n'a pu trouver qu'un tout petit nombre d'études portant directement sur l'impact possible des champs électriques et magnétiques sur la faune et la flore sauvage.

a) Les oiseaux

La plus récente est une publication de 2009 (Dell'Omo, *Comparative biochemistry and physiology*) portant sur **le faucon crécerelle en Italie**. L'auteur a observé que les oiseaux nichant sur les pylônes et, encore plus, les poussins étaient exposés pendant de longues durées à de forts champs et pendant une période très importante de leur développement (œuf et avant envol). Une analyse comparative poussée a été réalisée de la mélatonine, des leucocytes, de la courbe de croissance et du taux de succès à l'envol. Aucun effet n'a été trouvé. Cette étude a cependant une portée statistique limitée car elle portait sur 44 nids dont 28 étaient exposés aux champs et 16 ne l'étaient pas. Elle confirmait cependant une publication précédente examinant l'effet de l'exposition de 0,2 à 20,44 μ T de faucons crécerelle (Costantini et al. 2007).

L'auteur dans sa revue bibliographique faisait le **bilan des différentes études réalisées sur les oiseaux sur le sujet. Elles sont contradictoires.**

Plusieurs études américaines (Fernie et al., 1999, 2000, 2001 et 2005) ont porté sur le faucon crécerelle d'Amérique montrant certains effets variables selon l'âge, le sexe et la durée d'exposition, mais dans des conditions de laboratoires assez différentes de la vie naturelle.

En milieu naturel, il relevait quelques travaux portant sur le troglodyte familial, un passériforme, par comparaison de l'hirondelle bicolor (Doherty & Grubb, 1998) qui dénotaient une réduction de la taille du nid pour l'un, mais des œufs plus gros et un moindre succès reproducteur pour l'autre. Une autre étude (Hamman et al., 2007) relevait une augmentation de la taille des œufs chez la mésange bleue, mais une réduction chez la mésange charbonnière.

b) Les poissons

Votre rapporteur a eu connaissance de quelques études américaines soulignant la sensibilité de certaines espèces de poissons à des champs électriques faibles. L'anguille américaine et le saumon atlantique seraient capables de percevoir des champs électriques de 7 à 70 mV/m (McCleave et al. 1974). En revanche, des champs de 45 à 75 Hz et jusqu'à 20 V/m n'auraient presque aucune influence sur les alevins de brème (Ibid. et Coate et al. 1970).

2. Les études d'observation indirecte

Plus nombreuses sont les études d'observation indirecte, où on ne cherche pas à mesurer l'impact d'un champ électrique ou magnétique sur des animaux ou des végétaux sauvages mais où ce sont les variations de l'abondance et des habitudes qui sont inventoriées.

Ces études sont convergentes. Elles montrent que l'effet dominant est la modification du milieu – effet lisière par exemple -. Le plus souvent la mise en place de lignes électriques est favorable à la faune et à la flore.

a) La flore

Des études américaines des années 1980 et portant particulièrement sur les lignes à 1 200 kV ont montré l'impact de l'effet couronne sur les arbres qu'on avait laissés pousser pour l'expérience à proximité immédiate des lignes. Ces arbres étaient « *auto-élagués* ». De semblables effets ont également été observés dans la nature autour de lignes à 750 kV ou 500 kV.

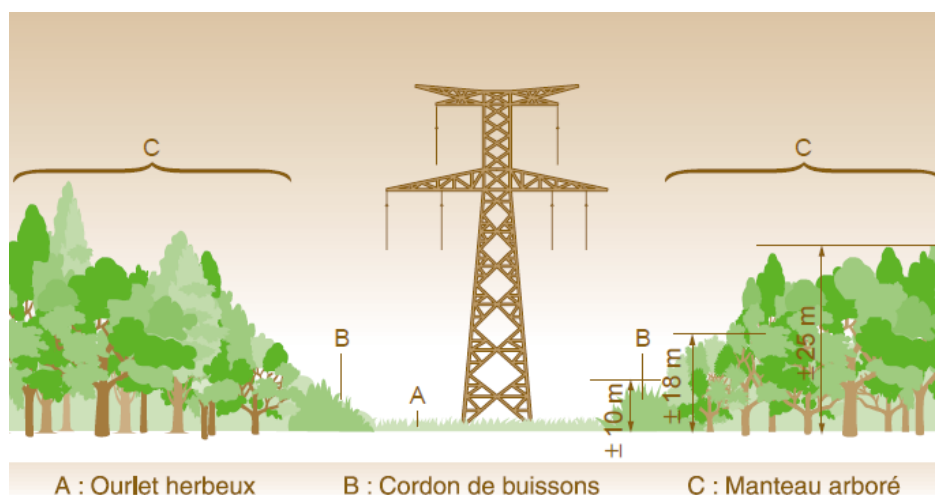
Ces impacts sont aujourd'hui théoriques puisqu'aux États-Unis comme en France, l'entretien régulier des couloirs forestiers visent justement à empêcher toute possibilité de court-circuit par le contact entre un arbre et des conducteurs. Ce phénomène a été incriminé dans le grand *black-out* de 2003 qui a privé d'électricité 50 millions de personnes dans le Nord-est des États-Unis. En France, RTE s'est engagé dans son contrat de service public avec l'État à rétablir l'alimentation dans les cinq jours. Il est donc nécessaire pour

éviter accidents et courts circuits et pour faciliter l'intervention de limiter la croissance des arbres et de maintenir l'accès.

Plus récemment, le conservatoire botanique national du bassin parisien (CBNBP), organisme dépendant du Muséum national d'histoire naturel (MNHN), a procédé à un inventaire floristique le long de 170 km de lignes à 225 kV dans l'Est de l'Ile-de-France, dans le cadre d'un partenariat avec RTE et la région.

Cet inventaire a été réalisé le long de tranchées forestières. Il présente un intérêt particulier puisque, en Ile-de-France, la forêt de hêtres, chênes et charmes est l'état final normal des différentes successions écologiques, le climax. Mais ce climax n'est pas l'état dans lequel la richesse spécifique est la plus importante. Les milieux ouverts, entretenus par l'homme par une activité agro-pastorale, sont favorables à une richesse spécifique beaucoup plus importante. Par rapport à ce phénomène, le mouvement simultané de déprise agricole et d'industrialisation de l'agriculture est défavorable à la biodiversité. Ce mouvement est renforcé par le mitage du territoire (urbanisation, réseaux routiers) qui peut empêcher des espèces d'atteindre leur milieu de vie, provoquer un isolement reproductif, augmenter la consanguinité, diminuer la taille des populations et accroître au final les risques de disparition.

Or, les emprises de RTE en zones forestières entraînent justement l'entretien d'un milieu ouvert pour maintenir une distance de sécurité entre les arbres et les câbles électriques. RTE procède à des travaux réguliers comme un gyrobroyage tous les trois ans et un chemin de visite et d'accès entretenu chaque année. Schématiquement, ces couloirs se décomposent donc en un ourlet herbeux à l'aplomb de la ligne, un cordon de buissons (10 m de haut max.) puis un manteau arboré étagé à 18 puis 25 m. La végétation y obéit donc à un cycle trisannuel.



Source : RTE

Les résultats de cet inventaire sont très significatifs. On retrouve dans ces couloirs 1/3 de la biodiversité de l'Ile-de-France (500 espèces) dont 70 sont d'intérêt patrimonial. 7 espèces sont protégées à l'échelon régional,

1 à l'échelon national et 9 sont déterminantes pour le classement en Zone naturelle d'intérêt écologique, floristique et faunistique (ZNIEFF). Une espèce, la Polygala chevelu n'avait pas été revue depuis 1960. La dernière observation avait été faite dans une commune proche de la ligne.

Le couloir entretenu pour la ligne apparaît donc comme un milieu refuge pour des espèces et des habitats en régression. Elle provoque un « *effet lisière* » favorable par exemple quand elle est sèche, au géranium sanguin.

Il pourrait également fournir **un corridor de migration et de diffusion** de ces espèces, comme cela a pu être montré sur les tracés des gazoducs, justifiant pleinement leur intégration à une future « *trame verte* ».

Dès lors le CBNBP a formulé des préconisations pour favoriser cet effet refuge notamment en modifiant les techniques d'entretien : période, exportation des produits de coupe pour ne pas enrichir les sols au profit d'espèces invasives, attention particulière aux zones sensibles.

Cette étude limitée dans l'espace est particulièrement intéressante car près de 8 200 km de lignes RTE sont situées en forêt. Toutes les conséquences n'ont pas été tirées de ce travail. Cependant, d'ores et déjà, les pratiques de RTE en la matière ont évolué pour limiter l'impact sur le paysage. De coupes rases tous les trois ou quatre ans, RTE est progressivement passé à la signature de plans de gestion forestière sur 20 ans avec l'Office national des forêts (ONF).

b) La faune

On doit ici distinguer les observations sur les mammifères de celles faites sur les oiseaux.

(1) Les mammifères

Les études sur les mammifères semblent rares et anciennes.

Votre rapporteur a retrouvé la référence d'une étude de 1975 (Goodwin) dans l'Idaho aux États-Unis sur les mouvements des rennes et des wapitis à proximité de lignes à 500 kV. Elle montrait que les animaux étaient attirés par ces zones dégagées pour se nourrir mais qu'ils les évitaient de jour durant la saison de chasse.

Une étude de la même époque (1976, Schreiber et al.) dans le Tennessee a porté sur l'abondance des petits mammifères dans les couloirs dégagés par les lignes en forêt. Les résultats variaient en fonction qu'il s'agissait de forêts de feuillus ou de résineux. Mais ils confirmaient surtout le fait que l'impact dominant était celui de l'ouverture du milieu et de la modification du couvert et de l'alimentation. Ces couloirs favorisaient également la présence d'espèces absentes dans la forêt avoisinante.

Deux études expérimentales aux abords d'une ligne à 1 200 kV (Rogers et al. 1980 et Warren et al. 1981) donnaient des résultats similaires.

(2) Les oiseaux

L'impact le plus connu des lignes électriques sur les oiseaux est la **mortalité accidentelle qu'elles induisent par collision ou électrocution**. Celle-ci se produit lors de l'atterrissage et du décollage d'un pylône, l'oiseau touchant en même temps le pylône et un conducteur.

Ce problème est sensible pour les grands oiseaux migrateurs (cigognes blanches et noires par exemple) ou les rapaces (vautours fauve, moine et percnoptère, aigles de Bonelli, gypaètes barbus) tout particulièrement lorsqu'il s'agit d'espèces en danger avec très peu d'individus.

Cette question est traitée par EDF, ERDF et RTE en partenariat avec la Ligue de protection des oiseaux (LPO) et France nature environnement (FNE) dans le cadre du Comité national avifaune (CNA) qui a été créé en 2002.

Les solutions à mettre en œuvre sont désormais bien connues. Il faut tout d'abord procéder à l'identification des zones sensibles à équiper où la mortalité aviaire peut être de l'ordre de 300 victimes/km/an. Une fois ce repérage effectué, il convient de poser des spirales-balises colorées, rouges et blanches en alternance pour rendre la ligne visible respectivement aux oiseaux diurnes et crépusculaires. Le passage du vent dans ces spirales a aussi l'avantage de produire un sifflement perceptible par certains oiseaux. Ce balisage permet de réduire de 65 à 95 % la mortalité. Le second dispositif est l'utilisation de formes de rapace pour effaroucher.

RTE estime le coût de l'équipement de 270 tronçons de lignes à 15 millions d'euros.

Au-delà de cet impact sans lien avec les champs magnétiques, votre rapporteur note que **les pylônes apparaissent de plus en plus utiles pour faciliter la reproduction d'espèces précieuses**.

En 2009, en coopération avec la Ligue de protection des oiseaux (LPO) et par convention dans le parc interrégional du marais poitevin, des nichoirs pour les faucons crécerelle ont été installés. De même, un suivi des nids construits sur les pylônes par les cigognes (Loire Atlantique) ou balbuzards pêcheurs (Loiret) est assuré en partenariat avec le MNHN et Loire nature environnement (LNE).

En Charente-Maritime, depuis 1998 et l'installation d'un premier nid de cigognes blanches sur un pylône de la ligne à haute tension St-Agnant/Marennnes, les cas se sont multipliés. 10 ans plus tard, 23 nids sur 18 pylônes étaient observés soit 10 % du total des nids dans le département. Le succès reproducteur y semble identique mais on note des risques d'électrocution pour les jeunes à l'envol.

Les lignes semblent donc être une opportunité pour la faune sauvage qui a fourni à RTE et la Fédération nationale des chasseurs (FNC) la base d'une convention portant sur la valorisation faunistique des pieds de pylônes, surplombs de friches et tranchées forestières.

3. Conclusions et préconisations

Les **données scientifiques sont donc peu nombreuses et votre rapporteur ne peut que le regretter.**

Il n'y a **guère d'indices de nocivité** des champs électriques et magnétiques sur la faune et la flore sauvages, **au contraire, les observations tendraient à montrer que les lignes forment des zones refuges ou des corridors pour certaines espèces.**

Votre rapporteur recommande donc que **RTE élargisse et réoriente ses partenariats.** La coopération avec les riverains institutionnels et associatifs des ouvrages est nécessaire, qu'il s'agisse de naturalistes ou de chasseurs. Il serait néanmoins souhaitable d'acquérir une **dimension plus scientifique aboutissant à des publications dans des revues à comité de lecture.**

A cet effet, il conviendrait de nouer un partenariat plus large avec les établissements scientifiques compétents impliqués dans l'étude et la conservation de la biodiversité : le Muséum, les conservatoires botaniques nationaux en région, l'Institut national d'écologie et d'environnement (INEE) du CNRS, l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) et l'Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement (CEMAGREF).

Ces partenariats pourraient soit être **formalisés dans un Comité national avifaune élargi à l'ensemble de la faune sauvage** et aux partenaires qui s'y intéressent ou dans un organe *ad hoc*.

Ces partenariats scientifiques permettraient notamment de répondre à **deux questions scientifiques** :

- les champs ont-ils un **impact sanitaire** sur les populations animales et végétales sauvages ?

- quel est **l'impact du dérangement du milieu provoqué par la présence d'une ligne** à haute ou très haute tension ?

La réponse à ces questions est importante pour approfondir la question des effets des champs sur les organismes vivants et **pour faire face aux demandes des riverains quand une ligne traverse ou est susceptible de traverser un milieu naturel voire une zone protégée.**

Répliquant, précisant ou élargissant les observations déjà effectuées, ces études pourraient porter sur :

- l'impact des champs sur les populations d'oiseaux nicheurs sur les pylônes ou à proximité au niveau national,
- l'évaluation de l'impact des lignes sur les mammifères sauvages (mustélicés, rongeurs et ongulés),
- l'évaluation de l'impact des lignes sur les espèces de poissons pouvant être sensibles à des champs électriques très faibles,
- l'élargissement des inventaires floristiques à d'autres régions que l'Ile-de-France.

B. QUEL IMPACT SUR L'AGRICULTURE ?

Le deuxième volet de l'impact sur l'environnement est celui sur la faune et la flore domestiquées.

Un nombre limité de données existe sur les plantes et l'apiculture. En revanche, une très importante bibliographie est disponible sur les élevages.

Tous les effets rapportés sont des effets indirects induits par les champs et non pas des effets directs.

1. Les plantes

Les données récoltées par votre rapporteur sont anciennes et américaines.

En effet, dans les années 1970 et 1980, des études ont été conduites outre Atlantique notamment pour mesurer l'impact des lignes à 1 200 kV.

Ces études ont été menées en laboratoire. Un groupe de recherche mixte entre Westinghouse et l'université de Pennsylvanie avait mené des études en laboratoire sur l'impact des champs à 60 Hz sur la croissance des plantes. Une première série d'essais a été conduite sur 85 plantes exposées à plus de 50 kV/m. Une seconde a été conduite dans une serre avec un champ de 30 kV/m. Rappelons qu'à l'aplomb d'une ligne à 400 kV en France, le champ électrique est de 5 kV/m. Ces champs étaient donc 6 à 10 fois plus importants. Quelques dommages ont été observés à partir de 15 kV/m mais sans lien dose-effet. Surtout, les résultats généraux montraient que les plantes n'étaient impactées ni dans leur germination, ni dans leur croissance, ni dans leur productivité.

Une réduction de 5 % du taux de germination a été notée à partir de 5 kV/m sur des tournesols mais seulement dans 4 cas sur 11 de l'étude (Marino et al. 1983) conduisant donc à des résultats inconsistants.

Des travaux ont également été conduits en plein champ dans l'Indiana auprès de lignes à 765 kV et dans le Tennessee auprès de lignes à 500 kV sans résultats négatifs notables ou probants.

Dans l'ouest de l'Oregon, pendant cinq ans, des études ont été conduites sous des lignes à 1 200 kV au début des années 1980. Aucun effet notable n'a été rapporté pour des champs allant jusqu'à 12 kV/m.

En France, votre rapporteur a rencontré des responsables syndicaux agricoles qui déplorent un impact sur le long terme sur la productivité des cultures proches des lignes à très haute tension (225 kV et 400 kV) notamment en raison de phénomènes d'assèchement dans un diamètre de 400 à 500 m autour des pylônes.

Ces observations de terrain ne sont pour l'instant pas corroborées par des études scientifiques.

2. Les abeilles

Les abeilles ont **peut-être été le premier sujet d'étude de l'impact des lignes à haute tension** puisqu'une étude de 1973 (Wellenstein) rapporte de premiers effets négatifs.

Depuis lors, des études américaines, conduites dans l'Oregon sous des lignes à 1 200 kV et dans l'Illinois sous des lignes à 765 kV au début des années 1980, ont montré que **les champs électriques pouvaient affecter les colonies**, même placées à l'intérieur de ruches en bois. Étaient constatés un excès de propolisation¹, une baisse de la productivité, une hausse de la mortalité et des difficultés à survivre à l'hiver.

La cause de ces phénomènes est qu'une ruche en bois est un isolant imparfait même si elle n'est composée d'aucun élément métallique. De ce fait, en fonction de la hauteur de la ruche, de l'humidité et de l'importance du champ, des **courants induits** peuvent exister. Ils sont provoqués par les champs électriques émis par les lignes **à partir de 2 kV/m** mais se manifestent normalement au-delà de 7 kV/m. Dans les structures de la ruche, **des courants de 0,02 à 0,04 mA suffisent à provoquer des chocs répétés sur les abeilles** à chaque fois qu'elles entrent en contact avec les zones chargées et à entraîner les problèmes susmentionnés.

La solution efficace semble être de réaliser la mise à la terre du toit de la ruche, notamment dans le cas d'un toit métallique classique et plus généralement **d'éloigner les ruches** des lignes.

En revanche, ces études n'indiquaient aucun effet sur les capacités d'orientation ou de pollinisation des abeilles y compris à l'aplomb d'une ligne à 1 200 kV.

¹ La **propolis** est un matériau recueilli par les abeilles à partir de certains végétaux. Cette résine végétale est utilisée par les abeilles comme mortier et anti-infectieux pour assainir la ruche.

Des travaux ultérieurs portant sur les capacités de magnétoréception des abeilles viennent éclairer cette question.

Les abeilles communiquent entre elles par différentes méthodes afin d'indiquer notamment les lieux de nourriture. Au-delà de ces modes de communication, il semble qu'elles soient dotées d'un dispositif les rendant naturellement sensibles au champ magnétique (Hsu et al. 2007, *Plos One*).

Les recherches paraissent montrer que les abeilles sont capables de distinguer d'infimes variations, de l'ordre de 26 nT, du champ magnétique terrestre qui est un champ statique. Les tests opérés pour évaluer leur sensibilité aux champs alternatifs indiquent qu'elle décroît avec l'augmentation de la fréquence. Relativement élevée à 10 Hz, elle devient faible pour des champs inférieurs à 60 Hz et 430 μ T (Kirschvink, 1997, *Journal of experimental biology*). Cette dernière étude portait sur un nombre très faible d'abeilles (10 à 15 par type de champs) mais suggérerait que **le bruit électromagnétique ambiant ne serait pas susceptible de perturber les abeilles.**

Enfin, votre rapporteur note avec intérêt **la perspective d'une coopération entre les apiculteurs et RTE**, l'idée étant de profiter du corridor écologique formé par les lignes. Un tel partenariat est intéressant et nécessaire. **Il gagnerait à être conforté par un protocole scientifique.**

3. Les élevages

La question de l'impact des lignes à haute et très haute tension sur les élevages a fait l'objet d'un très grand nombre d'études, notamment aux États-Unis, au Canada et en Europe du Nord.

Ces travaux permettent d'identifier avec un niveau élevé de certitude les problèmes posés même si des inconnues subsistent.

a) Les données scientifiques internationales sur l'impact direct des champs électriques et magnétiques

La santé animale et, tout particulièrement, celle des élevages bovins a fait l'objet de nombreuses études. Celles-ci ont été tout particulièrement menées aux États-Unis et au Canada, compte tenu de l'existence de lignes à THT jusqu'à 1,2 million de volts, notamment dans les états ou provinces du centre de l'Amérique du Nord qui sont également les grandes provinces agricoles de ces pays. Elles ont aussi été menées en Europe du Nord, notamment en Suède.

Le Pr Brugère de l'École vétérinaire de Maisons-Alfort a présenté la bibliographie sur les trente dernières années lors de l'audition publique organisée le 29 janvier 2009.

Aucun effet n'a pu être observé aux États-Unis y compris dans les études réalisées auprès des lignes à plus de 1 million de volts :

USA Auteurs	Ligne	Espèce	Méthode	Résultat
BUSBY K & al, 1974	765 kV AC	Bov	Quest. aux exploitants	Pas d'effet
AMSTUTZ HE & MILLER DB, 1980	765 kV AC	Bov, Ov, Pc, Cn, Cv	Surveillance sur 2 ans + rétro sur 10 ans	Pas de modif de la santé, du comportement et des productions
ROGERS LE & al., 1982	1 100 kV AC	Bov	Enquête auprès des agriculteurs et éleveurs	Pas de modification du comportement
MARTIN FB & al, 1986	400kV DC	Bov	Suivi 516 élevages sous la ligne	Pas d'effet défavorable sur production lait, reproductino et réforme
MAHMOUD AA & ZIMMERMAN DR, 1984	345 kV AC	PC	2 groupes de 12 truiés(exposées et TM)	gestation, nb de porcelets vivants, poids à la naissance, gain et nombre vivants à 21 jours
STORMSHAK. & al, & al, 1992 LEE JM & al, 1993	500 kV AC	Ov	2 X 10 agnelles de 2 mois; jusqu'à 10 mois	pas de différence sur mélatonine ni sur âge de la puberté
STORMSHAK. & al, 1993,	500 kV AC	Ov	2 x 15 agnelles de 2 mois jusqu'à un an	concentration de mélatonine inchangée chez exposés
HEFENEIDER S.H. & al, 1994	500 kV AC	Ov	3 groupes parcelles sous ligne et TM pdt 10 mois	Exposition diminue IL-1 (?)
HEFENEIDER S.H. & al, 2001	500 kV AC	Ov	3 groupes parcelles sous ligne et TM pdt 27 mois	Exposition ne modifie pas IL-1 et IL-2 . Pas de différence sur la santé entre exposés et TM
ANGELL R.R., et al, 1990	500kV DC	Bov	2x 50 mères + veaux parcelles sous lignes et TM pendant 29 mois	Pas d'effet sur fécondité, dates de vélage, et des veaux, ni sur la mortalité
GANSKOPP D & al, 1991	500kV DC	Bov	2x 50 mères + veaux parcelles sous lignes et TM pendant 29 mois	Pas d'effet sur fécondité, dates de vélage, et des veaux. Inutilité de prendre des mesures en raison de cette exposition

Source : Pr Brugère.

L'inventaire bibliographique conduit sur la Suède donne les mêmes résultats :

Suède Auteurs	Source	Étude : Type ou objet	Résultat
ALGERS B, EKESBO I, HENNICH K, 1981	Skara 5	Fécondité des vaches	Préliminaire
HENNICH K, 1982	Skara 7	Fécondité des vaches sous 400 kV > 15 jours /an	Pas d'effet
ALGERS B & HENNICH K, 1983	Vet Res Comm	Revue littérature des effets bio	ne concerne pas la santé
ALGERS B & HENNICH K, 1985	Vet Res Comm	Surveillance pdt 2ans de fermes sous les lignes pour fertilité (2050 inséminations) et réformes	Pas d'effet
ALGERS B & HENNICH K, 1985	Prev Vet Med	Rapporte l'étude publiée dans Vet Res Comm (inséminations)	Pas d'effet
ALGERS B & HULTREN J, 1986	Skara 15	Activité ovarienne, comprtemetrn signes de l'œstrus, gestation, rythmes de repos; viabiité foetale	
ALGERS B & HULTREN J, 1986	Svensk-Veterinartifning	Activité ovarienne, activité nyctémérale, gestation, viabilité foetale	Pas d'effet
ALGERS B & HULTREN J, 1987	Prev Vet Med	Etude comparant des lots sous les lignes à des lots éloignés	Pas d'effet
HULTGREN J, 1988	Skara27	Tensions / courants parasites	Affecte comportement, productions et santé
HULTGREN J, 1990	Vet Res Comm	Revue littérature Les courant sparasites sont perçus à partir 1 mA. Effets comportementaux	Effets comport.
HULTGREN J, 1990	Vet Res Comm	Revue littérature Les courant sparasites peuvent avoir des effets physio à partir de 4 mA	Effets physio.

Source : P. Bruyère

Au Canada, une ferme expérimentale a été installée et étudiée de 1996 à 2007, sans que soit mis en évidence l'effet des CEM. Dans cette étable, les bovidés étaient soumis à des champs électriques de 10 kV et magnétiques de 30 μ T.

En 2007, l'équipe responsable de l'étude et des différentes publications concluait : « *L'absence de signe clinique anormal et la valeur absolue des modifications observées autorisent d'exclure tout danger pour la santé animale* » (Burchard et al. 2007).

Votre rapporteur n'a pas eu connaissance de données scientifiques contraires à ces résultats.

b) Les effets indirects : les courants parasites

Si les champs électromagnétiques n'ont pas d'effet sur les animaux, il n'en est pas de même des courants parasites.

Il s'agit de courants qui résultent de tensions entre des points qui, normalement devraient être au potentiel de la terre.

Ces courants parasites ont trois origines principales :

- la première est le retour du courant à la terre qui ne concerne pas la France mais le Canada et les États-Unis qui ont des systèmes de distribution différents du nôtre,

- la seconde est le phénomène d'induction magnétique ou électrique,

- le troisième est le défaut d'installations électriques soit du réseau de distribution par défaut d'isolation, soit de l'élevage.

(1) Induction électrique, induction magnétique

En effet, lorsqu'un objet conducteur isolé du sol est soumis à un **champ électrique**, les charges électriques migrent à sa surface, se répartissent de manière à annuler le champ électrique à l'intérieur de l'objet. Une tension électrique est alors induite sur les faces opposées de l'objet. Un courant électrique peut alors circuler si une personne ou un animal le touche.

Ce peut être le cas d'un abreuvoir métallique, isolé du sol, et situé sous une ligne à haute tension.

Pour éviter le phénomène de tension induite, il convient de relier l'objet à la terre.

Le phénomène d'**induction électrique** est également mis en évidence par l'expérience du tube fluorescent qui s'éclaire lorsqu'il est tenu par une personne sous une ligne THT. Cette lueur n'est visible que dans l'obscurité. La lueur est produite par l'ionisation du gaz à l'intérieur du tube sous l'effet du champ électrique. Mais ce phénomène ne se produit pas qu'auprès des lignes à haute tension. C'est notamment le cas à proximité d'un dispositif d'allumage d'un moteur à essence.

On peut également assister à un phénomène **d'induction magnétique**, liée cette fois-ci au champ magnétique.

Lorsqu'un objet conducteur est placé dans un champ magnétique alternatif, des tensions induites se développent à l'intérieur. Ces tensions sont proportionnelles au flux magnétique capté par l'objet, en fonction de sa surface exposée. Si cet objet constitue un circuit fermé, comme une clôture métallique dans un champ, les tensions génèrent des courants induits dont l'amplitude dépend de la résistance électrique du circuit.

Pour réduire le phénomène d'induction magnétique, il convient donc de réduire la taille des boucles conductrices, soit en ouvrant la boucle par l'insertion d'éléments isolants (poteau isolant dans la clôture métallique), soit en réduisant sa taille par la création de plusieurs petites boucles.

Ces deux phénomènes : induction magnétique et induction électrique, **peuvent donc provoquer des courants induits et être liés à la proximité d'une ligne THT.**

Mais dans un élevage, de **nombreuses autres sources** peuvent expliquer ces phénomènes :

- **des défauts de l'installation électrique** qui peuvent être difficiles à détecter car ils varient en fonction des conditions météorologiques qui influent sur la conductivité du sol ;

- la présence simultanée de métaux différents et de milieux chimiquement actifs (lisier, engrais) qui peuvent produire une réaction électrochimique appelée « *effet pile* ». Le courant électrique est alors créé sans raccordement à d'autres sources. Il provoque l'érosion accélérée des parties métalliques ;

- l'accumulation de charges électriques dans **certains appareils** par frottement (tapis roulant).

(2) Les effets sur les animaux

Si l'ensemble de ces phénomènes électriques sont importants, c'est que les animaux d'élevage y sont sensibles car ils ne sont pas isolés du sol (sabots en contact avec le sol humide, museau humide).

Les animaux peuvent recevoir ces décharges lorsqu'ils rentrent en **contact avec les parties métalliques** : abreuvoirs, cornadis, mangeoires, barrières, clôtures...

Le seuil de réaction des animaux a fait l'objet de travaux récents (Rigalma, 2009). Pour les génisses et les vaches laitières, il a été évalué à 2,3 V dans la mangeoire et 1,8 V dans l'abreuvoir. Le seuil est plus élevé chez les agneaux et agnelles, de l'ordre de 3,5 V. A ces tensions, ni la quantité, ni la production (lait ou viande) ne sont modifiées sur une durée de 6 à 8 semaines.

La sensibilité des animaux est extrêmement variable de l'ordre de 1 à 5 selon ce même auteur. Cette différence pourrait s'expliquer par des données physiques mais aussi comportementales.

S'ils sont suffisamment forts, ces courants induits peuvent avoir des conséquences significatives sur la santé des animaux et se traduire par :

- des **modifications comportementales** : refus de traite, refus de boire ou lapement pour réduire la durée du contact électrique, ingestion d'urine d'autres animaux,

- une **baisse de production, des mammites** et un accroissement du taux de cellules dans le lait.

Il convient de noter que **ce diagnostic fait l'objet d'un large consensus parmi les experts, étant établi depuis au moins 12 ans et la publication du rapport Blatin-Benetièrè.**

(3) Quelles solutions ?

Les solutions proposées sont elles aussi largement partagées.

Ces phénomènes sont complexes car ils sont difficiles à détecter et à objectiver. Détecter les anomalies électriques est un travail de spécialiste, qui demande à être mené avec rigueur pour identifier et mesurer les phénomènes d'induction et autres courants parasites.

Au moment où l'agriculteur s'en plaint, les difficultés de l'élevage ont une forte **dimension multifactorielle et souvent le défaut électrique, quelle que soit sa provenance, a entraîné d'autres difficultés qui se sont surajoutées et qui ont conduit à une crise.** Les pathologies liées à l'électrification en ont souvent facilité d'autres. Il est possible également que l'élevage lui-même soit confronté à d'autres questions vétérinaires comme l'alimentation.

Dominique Blatin et Jean-Jacques Benetièrè avaient, **en 1997, proposé une méthode qui reste entièrement d'actualité.**

Votre rapporteur en reprend ici les principales étapes.

Avant toute incrimination d'une ligne de transport d'électricité, il convient de vérifier la réalité du dysfonctionnement, en évaluer l'importance et examiner l'ensemble des causes.

Pour ce faire, il faut procéder à l'évaluation technique du troupeau. Cela passe par l'évaluation de la production à travers différentes données physiques (valeur absolue) et relativement à d'autres troupeaux comparables (valeur relative).

Il faut ensuite procéder à l'observation des animaux et de leur comportement.

Une fois le dysfonctionnement établi, il faut en analyser les causes qui, selon Blatin et Benetièrè, appartiennent à trois catégories principales :

- la qualité et la conformité des installations électriques,
- le profil sanitaire du troupeau,
- le niveau technique du troupeau et de son environnement (niveau génétique, alimentation, gestion technique).

c) Le GPSE, quel bilan ?

En France, depuis 1998, cette question fait l'objet d'un traitement spécifique.

En effet, en 1997, les éleveurs ont saisi le ministère de l'agriculture, qui a commandité un rapport sur l'influence des champs électriques et magnétiques sur les élevages, le rapport Blatin-Benetière. Il a été publié en juillet 1998.

Outre, les éléments relevés ci-dessus, l'une des principales conséquences du rapport a été **la mise en place du Groupe permanent de sécurité électrique (GPSE)** présidé par le Pr Gallouin d'AgroParis Tech.

Il résulte d'un protocole signé le 19 juillet 1999 entre le ministère de l'agriculture et EDF.

A l'origine, la mission du GPSE était de formuler un cadre méthodologique pour résoudre les difficultés électriques dans les élevages et de faire connaître les solutions possibles aux agriculteurs. **La circulaire de cadrage**, adressée aux services départementaux agricoles et vétérinaires, **précisait qu'il n'était pas dans les missions du GPSE de régler les conflits éventuels entre EDF et les agriculteurs.**

Ce premier GPSE a fonctionné comme un club ouvert où pouvaient se retrouver les fonctionnaires du ministère de l'agriculture, les enseignants chercheurs de Paris-Grignon et des écoles vétérinaires, les responsables d'EDF, Promotelec, des sociétés de protection contre la foudre, des syndicats agricoles (Confédération paysanne, FNSEA, APCA), de compagnies d'assurance (Groupama) et de techniciens de la distribution électrique.

Il a procédé à un inventaire des connaissances disponibles, mis en évidence les problèmes électriques existants dans les exploitations agricoles et a proposé une méthodologie pour résoudre les cas litigieux avec EDF. A cet égard, il confirmait celle qui avait été proposée en 2008 par Blatin et Benetière, mais soulignait la volonté d'éviter des procès entre les agriculteurs et EDF.

Le protocole de 1999 n'a pas été renouvelé à échéance et le GPSE a poursuivi son activité sur la base du protocole échu.

Celui-ci a finalement été renouvelé en 2006, pour trois ans. La mission du GPSE a été renouvelée autour de trois axes : comprendre les phénomènes, prévenir les problèmes, traiter les cas litigieux.

Le GPSE a donc engagé, au sein de la ferme expérimentale d'AgroParisTech, des recherches sur le seuil électrique de sensibilité et de perturbation sur les bovins et des ovins. Celles-ci ont donné lieu à une thèse en 2009 et à plusieurs publications.

L'action pédagogique s'est poursuivie par des interventions dans diverses manifestations de la profession agricole.

Le cœur de l'action du GPSE est de plus en plus apparu être le règlement des contentieux entre RTE et des éleveurs. Ces interventions ont confirmé la méthodologie employée. L'un des atouts importants du GPSE est

de pouvoir mobiliser des moyens significatifs qui ne sont pas nécessairement à la portée de l'agriculteur ou des intervenants locaux :

- vérification exhaustive de la conformité électrique de l'installation (disjoncteurs, courants de fuite, clôtures électriques, équipotentialité...),
- bilan sanitaire incluant si nécessaire des analyses bactériologiques, sérologiques, sanguines... Ce bilan est réalisé par le vétérinaire traitant de l'exploitation, sous le pilotage d'enseignants chercheurs des écoles nationales vétérinaires et avec l'association des directions départementales compétentes,
- expertise zootechnique, notamment une analyse des performances de la gestion de la production, le GPSE pouvant assurer une liaison avec le contrôle laitier, les chambres d'agriculture...

Cette triple expertise se déroule en plusieurs niveaux par cycles successifs : expertise-recommandation-observation, le stade supérieur n'est employé que si les problèmes persistent.

Pour que le GPSE intervienne, **l'agriculteur doit signer un protocole écrit l'engageant avec le GPSE mais également RTE et la chambre d'agriculture. Il y renonce à intenté une action en justice contre RTE et s'oblige au secret.** Ce triptyque aide-secret-renonciation aux poursuites s'explique par le caractère litigieux du contexte de l'intervention et parfois par le souhait pour l'éleveur que ses difficultés ne soient pas divulguées. Cependant, ce dispositif non transparent est devenu un argument central de tous les opposants qui dénoncent un « *achat* » par RTE du silence des agriculteurs.

Depuis 1999, le GPSE a été sollicité 34 fois, dont 10 pour des demandes de conseil en vue de la construction d'un bâtiment agricole et 24 par des éleveurs suspectant une origine électrique à leurs difficultés.

Année	Sollicitation	Demande de conseil
Avant 2006	10	1
2006	1	2
2007	1	1
2008	5	3
2009	7	3
Total	24	10

Les quatre départements où le GPSE est le plus intervenu sont la Manche, la Corrèze, la Loire-Atlantique et le Rhône.

17 exploitations sont toujours suivies par le GPSE dont 7 dans le cadre d'un protocole. En effet, la résorption des problèmes est longue et il est

fréquent que le suivi s'étale sur plusieurs années. De plus, il semblerait que la dimension géologique des problèmes électriques soit la plus complexe à prendre en compte et puisse modifier le rôle normal de terre électrique joué par le sol.

Hors contributions en nature telles que la mise à disposition de quelques équipements ou du temps qu'y consacre quelques fonctionnaires, le fonctionnement du GPSE est financièrement assumé par RTE.

4. Conclusions et préconisations

Une bibliographie scientifique internationale nombreuse et ancienne montre que **les champs électriques et magnétiques ne sont pas directement à l'origine de pathologies vétérinaires.**

En revanche, la proximité d'une ligne à haute tension ou d'un poste de transformation peut être **à l'origine de courants de fuites ou le révélateur d'une installation déficiente. Alors, ils peuvent être indirectement à l'origine de problèmes dans les élevages.**

Le diagnostic et les propositions du rapport Blatin-Benetière, restent douze ans plus tard d'une complète pertinence.

Accompagner la profession agricole face aux difficultés rencontrées reste important même si le nombre de cas est peu élevé. C'est la demande des professionnels et de RTE.

Il est donc **souhaitable de reconduire le GPSE** mais il convient de **le renouveler en profondeur :**

- Le GPSE porte depuis l'origine uniquement sur les élevages.

- Le GPSE est actuellement un club informel. Cette structure légère présente certains avantages mais semble avoir conduit à un désengagement de plusieurs partenaires, dont l'État, laissant à RTE un rôle central. Cette situation est malsaine.

Il est souhaitable que les **participants du GPSE soient mieux définis** et qu'ils se réunissent une fois par an en séance plénière autour d'un **président nommé par le ministre** de l'agriculture et de la pêche, ce président étant assisté par un **secrétaire général**, haut fonctionnaire du ministère en charge du fonctionnement administratif, financier et juridique.

- **Sur le plan financier, le non-engagement de l'État fait porter la charge sur RTE** mais de ce fait diminue le crédit de tout ce qui est entrepris. Les agriculteurs ne peuvent-ils pas être méfiants face à une recherche, une information et, éventuellement, des interventions dans les exploitations financées par l'opérateur ? Qu'une participation technique et financière de RTE soit souhaitable, c'est certain, mais **l'État doit assumer toutes ses responsabilités** aussi bien en faisant valoir ses apports en nature que par un financement complémentaire.

- Ce désengagement s'explique en partie par le fait que **le GPSE est de plus en plus apparu comme un outil d'intervention de terrain et surtout un facilitateur entre RTE et les agriculteurs pour négocier une prise en charge financière.**

Or, il convient sans doute de revenir aux propositions du rapport Blatin-Benetière qui avait proposé de **dissocier une commission nationale** chargée de la recherche et de l'information et **des commissions locales**, créées à l'initiative du préfet, qui n'auraient été mises en place qu'en fonction des besoins et qui auraient traité les cas litigieux. De fait, l'actuel GPSE exerce les deux rôles provoquant une certaine confusion.

- Ces interventions de terrain **ne doivent plus être entourées de secret.** Dispositif à l'origine protecteur pour RTE et sans doute également pour l'agriculteur, il est aujourd'hui contreproductif. Une discrétion ne doit être préservée qu'à la demande de l'agriculteur qui doit être libre de diffuser son expérience. Une **publicité raisonnée** des interventions du GPSE aurait de nombreux avantages :

. Une meilleure connaissance de l'action du GPSE et de sa méthodologie,

. Une action pédagogique mettant en évidence les difficultés rencontrées par l'agriculteur, le diagnostic du GPSE, les résultats, les points de complexité et éventuellement les points restant à traiter,

. Une transparence sur les conditions d'intervention financière de RTE (critères, montants, travaux pris en charge...).

- Au-delà des interventions dans des cas litigieux, **la mission pédagogique doit revenir au premier plan.** Un **site Internet** doit impérativement être mis en fonctionnement pour faire connaître l'existence et les possibilités d'action du GPSE.

A cet égard, la demande des professionnels agricoles de **fermes témoins** à proximité de la ligne Cotentin-Maine devrait être évaluée.

Ce projet pourrait avoir pour but en coopération avec un ou des agriculteurs travaillant à proximité immédiate des lignes de développer des projets pédagogiques permettant d'assurer un dialogue et la diffusion des bonnes pratiques.

- En matière de recherche, il est sans doute souhaitable de poursuivre des travaux pour mieux comprendre les phénomènes, mais il serait sans doute pertinent de **développer une démarche multidisciplinaire culturelle, vétérinaire et sociologique pour permettre d'impliquer les agriculteurs riverains des lignes dans des dispositifs participatifs d'observation des effets de long terme.**

CONCLUSION

La France est le pays européen où le réseau de lignes à haute et très haute tension (+ 50 kV et + de 200 kV) est le plus important. C'est aussi un pays où la distribution d'électricité a été reconnue, dès l'entre-deux-guerres, comme un service public essentiel. Après la seconde guerre mondiale, grâce à la nationalisation, le réseau s'est uniformisé et développé au service d'un projet de modernisation et de développement économique et social.

Encore aujourd'hui, RTE, l'opérateur gestionnaire du réseau à haute tension qui est responsable de sa construction, de son entretien et de la qualité de la fourniture de courant, est une entreprise dont les capitaux sont publics à 100 %. **Un réseau sûr et performant est une nécessité absolue pour une économie développée. Il correspond, aujourd'hui comme hier, à des choix publics pris par les instances démocratiques nationales en fonction de l'intérêt général.**

Sans doute son importance dans notre pays n'est pas sans lien d'une part avec l'importance d'une société comme EDF et d'autre part avec le développement d'un parc de réacteurs nucléaires. Mais un réseau est, quelle que soit la source d'énergie, le lien qui relie les lieux de production aux lieux de consommation de telle sorte que la fourniture soit garantie malgré la défaillance d'un élément. Demain le défi du réseau à haute tension, c'est l'incorporation des centrales de production d'énergies renouvelables.

Ces nouvelles évolutions sont liées à des choix de société, exprimés notamment dans le cadre du Grenelle de l'environnement.

Le caractère de bien public des lignes à haute tension, le rôle de l'État et celui des instances démocratiques décisionnaires doivent être rappelés avant d'aborder une question que certains voudraient réduire trop facilement à une opposition entre l'opérateur « *monopolistique et omnipotent* » et les riverains des ouvrages. De même, cela doit être gardé à l'esprit quand se manifeste une opposition certes légitime, mais aussi irréductible que minoritaire.

Comme votre rapporteur l'a souligné, il est souhaitable que **l'État reprenne toute sa place dans l'information du public et dans le financement de la recherche et de l'expertise**. Il est également nécessaire que, par un **dialogue renouvelé entre l'opérateur et les élus de terrain, ceux-ci reviennent au centre du dispositif** et soient les porteurs, grâce à l'expertise de l'opérateur, des évolutions du réseau comme un projet commun pour un territoire. Enfin, **l'opérateur doit élargir ses modes de dialogue et**

d'information pour **faire participer beaucoup plus largement et dans la durée**, bien au-delà des riverains immédiats et de la préparation et de la construction de ligne. **Un dialogue tout au long de la vie des lignes doit être mis en place.**

*

Les difficultés rencontrées pour construire des lignes à haute et très haute tension ou pour faire évoluer le réseau conduisent souvent à proposer **l'enfouissement** comme une solution.

Le passage en souterrain offre des avantages réels et permet de **diminuer de manière importante le champ magnétique tout en supprimant le champ électrique.**

Mais chaque décision d'enfouissement doit **faire l'objet d'une évaluation coût / avantage.**

En haute tension, les coûts sont souvent maîtrisés et RTE peut avoir intérêt à enterrer les lignes.

L'enfouissement est, en revanche, rapidement très coûteux et complexe en très haute tension, voire excessivement pour une tension de 400 kV.

Votre rapporteur souhaite cependant, plus pour des raisons d'amélioration du cadre de vie que de sécurité, **que soit facilité l'effacement des lignes existantes à 225 kV en agglomération sous lesquelles ou à proximité immédiate desquelles se trouvent des habitations.**

Cela pourrait être organisé grâce à une évolution du contrat de service public de RTE avec l'État. Les modalités financières devront en être précisées de telle sorte qu'il s'agisse d'un projet porté conjointement par les collectivités territoriales et RTE.

*

Ces lignes à haute et très haute tension **émettent** des champs d'extrêmement basses fréquences.

Il s'agit séparément de **champs magnétiques et de champs électriques**. Ils ne doivent pas être confondus avec ceux, à très hautes fréquences, émis par les antennes relais et les téléphones portables.

Le champ électrique est constant mais le champ magnétique varie en fonction de l'importance du courant qui circule dans la ligne. Il change donc toute la journée et toute l'année. Il n'est pas équivalent d'une ligne à l'autre.

Les lignes à haute et très haute tension sont loin d'être les seules sources d'émission de ces champs. Il en existe beaucoup d'autres à l'intérieur des maisons ou des bureaux comme tous les appareils électriques, notamment électroménagers ou de bureautique, ou à l'extérieur des habitations, comme les lignes SNCF.

L'exposition au domicile est ainsi estimée à environ 0,2 μ T. A l'extérieur, elle varie sans cesse. Un **écran d'ordinateur** émet de l'ordre de **0,7 μ T**. Voyager en **TGV** exposerait un passager à un champ moyen compris entre **2,5 et 7 μ T**.

RTE estime qu'environ **0,6 % de la population serait soumis à une exposition de plus de 0,4 μ T en raison de sa proximité avec les lignes, soit 375 000 personnes.**

L'exposition de l'ensemble de la population française, comme des typologies d'expositions individuelles restent mal connues. Cette question doit donner lieu à **de nouvelles recherches**.

*

Les champs magnétiques et électriques émis par les lignes ont-ils un **impact sur la santé ?**

Cette question est posée maintenant depuis plus de 30 ans. Les recherches menées au niveau mondial permettent d'y **apporter une réponse claire, dans l'état actuel des connaissances.**

Un consensus international solide, même si certains avis divergents existent, et **exprimé par les instances sanitaires mondiales, européennes, étrangères et nationales existe sur cette question.**

Les normes internationales de protection de la population (limite de 100 μ T à 50 Hz) et des travailleurs **sont efficaces pour protéger la population des effets à court terme liées aux expositions aiguës. Il n'est donc pas nécessaire de les modifier.**

En ce qui concerne **les expositions chroniques à faibles doses et dans le long terme**, les champs électriques et magnétiques d'extrêmement basses fréquences, en général, et évidemment lorsqu'ils sont émis par les lignes à haute et très haute tension, **n'ont pas d'impact sur la santé, sauf peut-être pour trois pathologies** ciblées évoquées ci-dessous. Les expertises collectives indiquent que les éléments évoquant un lien entre ces champs et les autres maladies sont soit trop faibles, soit inexistantes, soit au contraire ont permis de l'exclure.

Les trois pathologies sur lesquelles un débat subsiste sont : l'électrohypersensibilité, certaines maladies neurodégénératives et les leucémies aiguës de l'enfant.

Concernant **l'électrohypersensibilité, aucun lien de cause à effet ne peut être établi.** De plus, la diversité des syndromes et le caractère auto-déclaré de l'affection, c'est-à-dire que c'est le patient qui se déclare électrohypersensible et non le médecin à l'issue d'une démarche diagnostique, en font un **objet de recherche clinique. La souffrance des patients doit être prise au sérieux.**

Votre rapporteur propose de **soutenir la mise en place d'un réseau national de prise en charge et de recherche** sur cette question.

Concernant **certaines maladies neurodégénératives. Il s'agit aujourd'hui d'une hypothèse.** Votre rapporteur invite les instances de santé publique française à **ne pas négliger le risque** car les données épidémiologiques récentes ont porté sur des populations professionnelles (conducteurs de train), ont mis en évidence une possible relation dose-effet et le nombre de malades est potentiellement très élevé. Il préconise donc, d'une part, de **mener une étude épidémiologique à la SNCF, et de conduire des recherches pertinentes.**

En ce qui concerne **les leucémies aigües de l'enfant le lien éventuel avec des champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences de 0,4 µT a conduit le CIRC à les classer en catégorie 2 B, c'est-à-dire de cancérigène possible.**

Ce classement établi **en 2002 a été acquis sur la seule base de l'épidémiologie.** Ces données, établissant un lien statistique, n'ont pas été infirmées depuis mais elles n'indiquent **pas de lien dose effet ou de seuil.**

En laboratoire, comme sur des animaux, **aucun mécanisme d'action n'a pu être mis en évidence.**

Ce lien statistique établit donc un risque, mais il n'indique **aucunement un lien de causalité entre les champs et la maladie.**

Ces leucémies aigües touchent **des enfants entre 0 et 6 ans. C'est une maladie plurifactorielle dont les causes sont mal connues.** Dans tous les cas, les lignes ne pourraient expliquer qu'une fraction des cas.

Ces leucémies sont, fort heureusement, **extrêmement rares.** Leur taux d'incidence est tel que l'on peut estimer, compte tenu de l'importance de la population française aujourd'hui exposée à plus de 0,4 µT à cause des lignes à haute ou très haute tension, que moins de cinq enfants par an seraient malades et moins d'un par an décéderait, si le lien de causalité était établi.

Le risque est faible. L'intime conviction de votre rapporteur est même qu'il est vraisemblablement très limité.

Ceci étant, il estime que **l'inquiétude sur ce sujet est légitime** puisque la possibilité d'un **lien** a été acceptée comme **suffisamment solide pour faire l'objet d'un classement 2 B par le CIRC,** même si elle a été jugée trop faible pour conduire à un classement supérieur.

Il est donc nécessaire de **ne pas laisser la situation en l'état. Il faut tenter de sortir de l'incertitude scientifique.**

Votre rapporteur propose de **relancer les recherches** et de conduire une **nouvelle évaluation du risque dans cinq ans,** cette évaluation pouvant être réalisée à la demande du Gouvernement par l'AFSSET.

Les trois principales voies de recherche sont de conforter les études **épidémiologiques** en cours en France, de mener des travaux sur un **modèle animal** adapté et de poursuivre les recherches sur les causes des leucémies. Cela doit être **entrepris rapidement et avec des moyens appropriés.**

D'ici à 2015, dans l'attente de ces nouveaux résultats, votre rapporteur **recommande, à titre prudentiel** et compte tenu des incertitudes de la science, aux parents et aux pouvoirs publics, notamment aux élus locaux, de **chercher à chaque fois que cela est possible pour un coût raisonnable de ne pas accroître le nombre d'enfants de 0 à 6 ans et à naître susceptibles d'être exposés à des champs supérieurs à 0,4 µT en moyenne.**

S'inspirant des Pays-Bas, le Gouvernement devrait recommander, de manière non contraignante, d'éviter de nouvelles constructions de lieux dans lesquels vivent les très jeunes enfants tout au long de l'année (domicile, crèche, école maternelle...) dans une zone de prudence où l'exposition serait supérieure à cette valeur. Inversement, il conviendrait de ne pas construire de lignes ou d'autres sources significatives à proximité de ces lieux sensibles car fréquentés par les très jeunes enfants.

*

Deuxième question : les champs électriques et magnétiques émis par les lignes à haute et très haute tension ont-ils un **impact sur l'environnement** ?

En ce qui concerne la **faune et la flore sauvage**, votre rapporteur déplore une **insuffisance des données scientifiques** portant directement sur ce sujet. Cependant, **les données d'observation** de la faune ou de la flore montrent que **la nature peut profiter de manière opportuniste du cadre artificiel et, dans une certaine mesure, protégé des lignes** et des couloirs forestier pour se reproduire et prospérer.

A cet égard, votre rapporteur **demande à RTE**, au-delà des partenariats existants, essentiellement associatifs, **de nouer un plus grand nombre de partenariats scientifiques** pour l'accompagner dans la mesure de l'impact des lignes existantes ou à construire sur l'environnement afin de conduire à la publication de connaissances validées par les pairs. Elles seront la base d'une plus large information des élus, des associations, des riverains et du grand public.

En ce qui concerne **l'agriculture**, on dispose d'une **littérature scientifique abondante et claire. Les champs n'ont pas d'impact direct.**

En revanche, **indirectement** par des phénomènes d'induction ou de fuite, les lignes peuvent avoir un **impact sur les élevages. Il est globalement bien connu et la méthodologie pour y remédier est bien établie.** Ces difficultés sont peu nombreuses puisque, depuis 1999, le Groupement permanent pour la sécurité électrique dans les élevages (GPSE) n'est sollicité que 3,5 fois par an en moyenne.

Une **rénovation du dispositif actuellement en place** est cependant nécessaire pour **mettre l'accent sur l'information des agriculteurs** et favoriser leur participation. La dimension pédagogique est essentielle. A cette fin, il est indispensable d'adopter un **dispositif transparent** où les **responsabilités et les rôles de l'État et de RTE sont beaucoup plus**

clairement établis et où les mécanismes de prise en charge des agriculteurs obéissent à des règles connues de tous.

LISTE DES PROPOSITIONS

1- Concernant la connaissance de l'exposition de la population française :

- L'exposition de la population et plus encore l'exposition individuelle aux champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences est certes mieux connue, mais en réalité **toujours mal connue**.

De nouvelles recherches doivent être entreprises pour progresser dans la connaissance de l'exposition, sur la base de mesures plutôt que de reconstitution calculée :

- **au niveau de la population** dans son ensemble en cherchant à connaître de manière fiable le niveau d'exposition moyen et, par exemple, par type et lieu d'habitation ;

- **au niveau individuel** pour mieux connaître l'exposition des très jeunes enfants et, plus généralement, de typologies d'individus.

2- En matière d'enfouissement des lignes :

- Le souterrain, s'il peut être un choix esthétique et politique, **doit normalement rester un choix technico-économique fondé sur une démarche coût-avantage**. Les coûts et les contraintes sont loin d'être négligeables pour l'exploitant comme pour les agriculteurs riverains. **Dans les agglomérations**, les contraintes de sécurité et d'esthétique conduisent à **éviter les lignes aériennes**.

- Une **attention particulière doit être accordée aux lignes aériennes anciennes à très haute tension en milieu urbain**.

Votre rapporteur propose donc **d'inclure dans le contrat de service public entre l'État et RTE** :

- la réalisation d'un **inventaire national des zones où des habitations se trouvent en dessous ou à l'immédiate proximité** de lignes à très haute tension,

- la mise en place de **dispositifs financiers permettant, en cofinancement avec les collectivités et avec un ticket modérateur adapté**, d'effacer progressivement ces lignes.

- ce volet devrait être assorti d'un **objectif chiffré**, s'ajoutant aux objectifs actuellement fixés.

3- En matière d'acceptabilité des ouvrages :

- **Redonner leur sens aux lignes : l'expression d'un projet collectif.**

- **Replacer les élus locaux au centre du dispositif** en les informant mieux, en dialoguant avec eux en permanence, même sans projet immédiat, en identifiant avec eux les priorités du territoire en matière de réseau, par exemple autour d'un diagnostic énergétique à 10 ans.

- **Renforcer la convention RTE-AMF** en prévoyant non seulement que les maires peuvent demander des mesures de champs magnétiques mais également **une simulation de ces champs** en fonction des hypothèses de fonctionnement de la ligne.

- **Informier plus largement les associations** sur l'impact des lignes.

- **Créer un site Internet d'information de l'État** sur les lignes à haute tension.

- **Développer la participation des citoyens à la vie des lignes** à haute tension notamment au travers des associations d'ornithologues, de chasseurs, d'apiculteurs mais aussi d'agriculteurs ou de riverains.

4- En matière de recherche et d'expertise :

- **Le développement des financements de l'État**, RTE ne doit pas être le seul financeur de l'expertise et de la recherche.

- **RTE ne devrait plus financer directement ou via un organisme dépendant directement de l'entreprise des recherches.**

- **En matière de santé, il pourrait être de la compétence de l'AFSSET de lancer des appels d'offre** de recherche sur l'impact potentiel des champs magnétiques sur la santé.

- En matière de **faune et de flore sauvage**, cela pourrait se faire dans le cadre d'un **Comité national avifaune élargi** ou un organe *ad hoc*.

- En matière **d'élevage**, les recherches devraient être financées par **un GPSE rénové et élargi où l'État aurait repris toute sa place.**

Ces organismes financeraient ces recherches par des crédits apportés par l'État, les organismes de recherches eux-mêmes, des acteurs économiques comme les chambres d'agriculture, les fabricants de câbles électriques et, bien entendu, RTE mais de manière indirecte et diluée.

5- Concernant l'électrohypersensibilité (EHS)

- Prendre au sérieux les patients et traiter leur souffrance.

- Mettre en **place un réseau national de recherche clinique** afin de les prendre en charge, caractériser leurs symptômes et de leur proposer un traitement adapté.

6- Concernant certaines maladies neurodégénératives

- Ne pas négliger le risque même s'il s'agit aujourd'hui d'une hypothèse.

- **Soutenir les recherches** dans le sens proposé par l'expertise nationale, européenne et internationale.

- Lancer une **étude épidémiologique à la SNCF et parmi les retraités.**

7- Concernant les leucémies de l'enfant

- **Sortir de l'incertitude.**

- Demander à l'AFSSET d'effectuer **une nouvelle évaluation du risque dans cinq ans.**

- **Relancer les recherches :**

- **épidémiologiques en renforçant l'étude GEOCAP** et en envisageant, à partir du registre national des cancers de l'enfant et en facilitant l'accès à certaines données, de **répliquer l'étude Draper en France,**

- ***in vivo* et *in vitro* pour trouver un mécanisme d'action,**

- **sur les causes des leucémies de l'enfant.**

- **Prendre une mesure temporaire de prudence : D'ici à 2015,** dans l'attente de ces nouveaux résultats, **recommander, à titre prudentiel** et compte tenu des incertitudes de la science, aux parents et aux pouvoirs publics, notamment aux élus locaux, de **chercher à chaque fois que cela est possible pour un coût raisonnable de ne pas accroître le nombre d'enfants de 0 à 6 ans et à naître susceptibles d'être exposés à des champs supérieurs à 0,4 µT en moyenne.**

S'inspirant des Pays-Bas, le Gouvernement devrait recommander, de manière non contraignante, d'éviter de nouvelles constructions de lieux dans lesquels vivent les très jeunes enfants tout au long de l'année (domicile, crèche, école maternelle...) dans une zone de prudence où l'exposition serait supérieure à cette valeur. Inversement, il conviendrait de ne pas construire de lignes ou d'autres sources significatives à proximité de ces lieux sensibles car fréquentés par les très jeunes enfants.

8- Concernant la flore et la faune sauvages

- **RTE devrait élargir** (nombre et domaines) **les partenariats scientifiques** relatifs à l'étude de la flore et de la faune sauvages.

- Ces partenariats pourraient soit être **formalisés dans un Comité national avifaune élargi à l'ensemble de la faune et de la flore sauvages** et aux partenaires qui s'y intéressent ou dans un organe *ad hoc*.

Ces partenariats scientifiques permettraient notamment de répondre à **deux questions scientifiques** :

- les champs ont-ils un **impact sanitaire** sur les populations ?

- quel est **l'impact du dérangement du milieu provoqué par la présence d'une ligne** à haute ou très haute tension ?

Ces questions ont une importance particulière au regard des **demandes des riverains**.

Répliquant, précisant ou élargissant les observations déjà effectuées, ces études pourraient porter sur :

- l'impact des champs sur les populations d'oiseaux nicheurs sur les pylônes ou à proximité des pylônes au niveau national,

- l'évaluation de l'impact des lignes sur les mammifères sauvages (mustélidés, rongeurs et ongulés),

- l'évaluation de l'impact des lignes sur les espèces de poissons pouvant être sensibles à des champs électriques très faibles,

- l'élargissement des inventaires floristiques à d'autres régions que l'Ile-de-France.

9- Concernant l'agriculture

- En matière d'**apiculture**, **compléter tout protocole avec les sociétés apicoles par un suivi scientifique adapté**.

- En matière d'**élevage**, **accompagner la profession agricole** reste important même si le nombre de cas problématiques est peu élevé. Il est donc **souhaitable de reconduire le GPSE**.

- **Renouveler en profondeur le GPSE** :

- **Réengagement de l'État dans la direction du GPSE et dans son financement**. Le GPSE ne doit pas être une commission où RTE, dans un tête à tête avec les agriculteurs, règle des situations individuelles contentieuses.

- **Formalisation plus stricte** de sa composition, de ses missions et de son fonctionnement avec un **président nommé par le ministre de l'agriculture et de la pêche**, assisté par un **secrétaire général**, haut

fonctionnaire du ministère en charge du fonctionnement administratif, financier et juridique.

- **élargir son domaine d'action à toutes les professions agricoles (apiculteurs, céréaliers, éleveurs).**

- Revenir aux propositions du rapport Blatin-Bènetière qui avait proposé de **dissocier une commission nationale, chargée de la recherche et de l'information, des commissions départementales**, créées à l'initiative du préfet en fonction des besoins pour traiter les cas litigieux.

- **Mettre fin au secret entourant le règlement des cas litigieux.**

Une discrétion ne doit être préservée qu'à la demande de l'agriculteur qui doit être libre de diffuser son expérience. Une **publicité raisonnée** des interventions du GPSE aurait de nombreux avantages :

. Une meilleure connaissance de l'action du GPSE et de sa méthodologie,

. Une action pédagogique mettant en évidence les difficultés rencontrées par l'agriculteur, le diagnostic du GPSE, les résultats, les points de complexité et éventuellement les points restant à traiter,

. Une transparence sur les conditions financières d'intervention de RTE (critères, montants, travaux pris en charge...).

- **La mission pédagogique doit revenir au premier plan. Un site Internet doit impérativement être mis en fonctionnement** pour faire connaître l'existence et les possibilités d'action du GPSE. La demande des professionnels agricoles de **fermes témoins** à proximité de la ligne Cotentin-Maine devrait être évaluée.

Ce projet pourrait avoir pour but en coopération avec un ou des agriculteurs travaillant à proximité immédiate des lignes de développer des projets pédagogiques permettant d'assurer un dialogue et la diffusion des bonnes pratiques.

- En matière **de recherche**, il est souhaitable de poursuivre des travaux pour **mieux comprendre les phénomènes dans les conditions réelles, multifactorielles, des élevages.**

ANNEXES

ANNEXE 1 – LISTE DES PERSONNES AUDITIONNÉES

- M. Jérôme AMIELH, Chargé d'affaires CEM – Société nationale des chemins de fer français (SNCF), Laboratoire d'essais électriques de la Direction de l'ingénierie
- M. Jean ARTHUIS, sénateur, Président - Conseil général de la Mayenne
- Mme Marie-Paule AUDOUIN, Directrice de la réglementation et des libertés publiques – Préfecture de la Mayenne
- Pr André AURENGO, Président – Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSPHF), membre du conseil d'administration d'EDF
- Pr Alain AZOULAY – Ecole supérieure d'électricité (SUPELEC), Département Electromagnétisme
- Dr Robert BAAN (Genetic toxicology) – Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)
- Mme Sarah BANDECCHI, Membre de la commission d'enquête publique du projet de THT Cotentin-Maine, Juriste
- M. Philippe BARDIN, Responsable de l'unité de conservation – Conservatoire botanique national du Bassin parisien Département écologie et gestion de la biodiversité
- M. Yannick BARTHE, Sociologue – Centre de sociologie de l'innovation (UMR CNRS 7185), Ecole des mines de Paris
- Pr. Dominique BÉLPOMME, Président – Association pour la recherche thérapeutique anti-cancéreuse (ARTAC)
- Dr Lamia BENBRAHIM-TALLAA (Toxicology/carcinogenesis) – Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)
- Pr Bernadette BENSUAUDE-VINCENT, Responsable du Centre de recherche histoire et philosophie des sciences – Université Paris 10
- M. Jean-François BERAUD, Secrétaire général – Commission nationale du débat public (CNDP)
- Dr Laurent BONTOUX, Expert – Centre commun de recherche (CCR), Commission Européenne Direction générale de la recherche
- M. Patrick BOURREL, Policy Officer, Commission Européenne Directorate-General for Energy and Transport, Unite C1: Energy policy & Security of supply
- M. Bruno BOUSSION, Président de la commission d'enquête publique du projet de THT Cotentin-Maine, Expert agricole et foncier

- M. Norbert BOUVET – Association des maires de France (AMF)
- M. Daniel BOY, Directeur de recherche – Centre de recherche politiques de Sciences Po (CEVIPOF)
- Pr Henri BRUGERE – Ecole vétérinaire (ENVA)
- M. Mathieu BRUGIDOU, Chercheur Senior – Electricité de France (EDF) Recherche & développement
- Mme Christine CADILLON, Chef de service eau et biodiversité – Préfecture de la région Pays de la Loire, Direction départementale des territoires (DDT)
- M. Claude CHARON, Président – Chambre d'agriculture (Mayenne)
- M. Yves CHAUVIN, Président – Association Cardamine (Mayenne)
- Mme Anne CHERIN, Médecin du travail, Chargée de mission champs magnétiques du service médical – Société nationale des chemins de fer français (SNCF)
- Mme Jacqueline CLAVEL, Directeur – Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), Unité 754
- Dr Vincent COGLIANO, Chef du Programme – Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), Section Monographies du CIRC
- M. Jean-Michel COLIN, Directeur délégué – Réseau de transport d'électricité (RTE), Réseau transport d'électricité ouest
- M. Hervé CORNEE, Maire de Beaulieu sur Oudon
- M. Stéphane COSSE, Directeur-adjoint – Réseau de transport d'électricité (RTE), Département Contact avec les élus et les collectivités locales
- M. Hugues de GROMARD, Délégué général – Syndicat professionnel des fabricants de fils et de câbles électriques et de communication (SYCABEL)
- M. Michel DERDEVET, Directeur de la Communication et des Affaires publiques – Réseau de transport d'électricité (RTE)
- M. Michel DUBREUIL, Directeur adjoint – Réseau de transport d'électricité (RTE)
- Dr Fatiha EL GHISSASSI (biochemistry/genetic toxicology) – Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)
- M. Yannick FAVENNEC, Député (Mayenne) – Assemblée nationale

- M. Pascal FERREY, Vice-président, Président de la commission environnement Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles (FNSEA)

- Pr Gilles FLEURY – Ecole supérieure d'électricité (SUPELEC), Département signaux et systèmes électroniques

- M. Jean-Claude FREBAULT, Conseiller du président, Membre du directoire – PRYSMIAN

- Pr. François GALLOUIN, Président du GPSE – Institut national d'agronomie-Paris Grignon

- M. Patrick GIRAUD, Directeur adjoint – Préfecture de la région Pays de la Loire, Direction départementale de la cohésion sociale et de la protection des populations de la Mayenne (DDCSPP)

- Mme Pascale GOULARD, Chef du bureau environnement et développement durable

- Mme Karine GROSSETETE, Conseillère parlementaire – Société nationale des chemins de fer français (SNCF), Secrétariat général Affaires publiques

- M. Martin GUESPEREAU, Directeur général – Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET)

- M. Jean-Charles HERRIAU, Vice-président – Mayenne survoltée

- M. Michel HOUSSIN, Responsable du dossier Foncier – Confédération paysanne

- M. Bruno HUBERT Coordonnateur de la cellule interrégionale d'épidémiologie Institut de veille sanitaire (INVS)

- M. Pierre-Alain JACOB, Chargé de concertation – Réseau de transport d'électricité (RTE), Transport électricité ouest

- M. Jean JAUIJAY, Ingénieur général des Ponts, des Eaux et des Forêts – Conseil général de l'agriculture, de l'alimentation et des espaces ruraux (CGAAER)

- M. Didier LAINE, Chef du groupe "Appui au développement des projets" – Réseau de transport d'électricité (RTE), Service Etudes de réseau et projets

- Dr Jacques LAMBROZO, Directeur – Electricité de France (EDF)-DG2S, Service des études médicales

- M. Stéphane LE BOULER, Chef de la Mission recherche – DREES – Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports

- M. Pierre LE RUZ, Président – CRIIREM

- M. Christian LECLERC, Maire, Président Association de défense des habitants de Champlan

- Mme Nezha LEFTAH-MARIE, Ingénieur – Institut de veille sanitaire (INVS)
- M. Gérard LEMONNIER, Conseiller général (Mayenne), Maire d'Ernée
- M. Hervé LIST, Chargé des relations avec le Parlement – Réseau de transport d'électricité, Direction de la Communication et des Affaires Publiques
- M. Dominique MAILLARD, Président directeur général – Réseau de transport d'électricité (RTE)
- M. Gérard MARIE, Membre de la commission d'enquête publique du projet de THT Cotentin-Maine, Major de police en retraite
- M. Philippe MASSY, Chef de la section réseaux radio de l'entreprise – Société nationale des chemins de fer français (SNCF), Département des télécoms de la Direction de l'ingénierie, en charge des affaires concernant l'exposition humaine
- M. Olivier MERCKEL, Chef de l'unité agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements – Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET)
- M. Yves MOULIERE, Président – Fédération départementale des chasseurs de la Mayenne
- Mme Nadine NORMAND, Chargée des relations avec le Parlement – Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles (FNSEA)
- M. Jean-Marc PERRIN, Directeur de projet national – Réseau de transport d'électricité (RTE), Système électrique Normandie-Paris
- Mme Frédérique RIES, Députée (Belgique) – Parlement européen
- M. Michel ROMAGNOLI, Chef de service mission énergie et changements climatiques – Préfecture de la région Pays de la Loire, Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement des Pays de la Loire (DREAL)
- M. Stéphane SICOT, Maire de Fougerolles du Plessis (Mayenne)
- Dr Martine SOUQUES – Electricité de France (EDF), Services Etudes Médicales, Délégation Groupe Santé Sécurité
- M. Matti SUPPONEN, Administrator Electricity and gas – Commission Européenne, Directorate-General for Energy and Transport
- M. Laurent TARDIF, Président – Syndicat professionnel des fabricants de fils et de câbles électriques et de communication (SYCABEL)
- M. Bernard VEYRET, Chercheur – Université de Bordeaux 1, Laboratoire IMS CNRS/EPHE

- M. François WALLACH, Chef du département prévention et santé
au travail – Société nationale des chemins de fer français (SNCF)

ANNEXE 2 – LETTRE DE SAISINE

R E P U B L I Q U E F R A N Ç A I S E



M. Claude BIRRAUX
Président
Office parlementaire d'évaluation des
choix scientifiques et technologiques
Assemblée nationale
126 rue de l'Université
75355 PARIS 07 SP

Paris, le 27 mai 2008

COMMISSION
DES AFFAIRES
ECONOMIQUES

Réf: CB-9469 (ja)

LE PRÉSIDENT

Monsieur le Président,

Le 8 avril dernier, M. Henri Revol m'a adressé une demande de saisine de l'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques portant sur les effets sur la santé et l'environnement des champs électromagnétiques produits par les lignes à haute et très haute tension.

Dans le contexte de la parution d'une étude du CRIIREM sur ce sujet, dont les conclusions semblent hautement discutables, il lui apparaissait nécessaire que l'Office puisse se saisir pleinement de cette question, dont les enjeux pour la santé humaine sont fondamentaux, afin de l'étudier avec toute la rigueur scientifique nécessaire.

En conséquence, j'ai, sur proposition de son Bureau, inscrit cette demande à l'ordre du jour de la commission des affaires économiques, qui en a débattu le mercredi 21 mai dernier. A cette occasion, il lui est apparu indispensable de donner une suite favorable à cette sollicitation, jugeant que l'Office constituait l'enceinte la plus appropriée pour réaliser une telle étude.

Dans ces conditions, j'ai l'honneur de vous transmettre officiellement une demande d'étude sur les effets sur la santé et l'environnement des champs électromagnétiques produits par les lignes à haute et très haute tension.

Espérant que l'Office pourra accéder à cette demande, je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Jean-Paul EMORINE

ANNEXE 3 – CONVENTION DE PARTENARIAT ENTRE L'ASSOCIATION DES MAIRES DE FRANCE ET RTE

Le mercredi 17 décembre 2008



Gestionnaire
du Réseau de Transport d'Électricité

L'Association des Maires de France et RTE signent une convention de partenariat

Jacques Pélessard, Président de l'Association des Maires de France (AMF), et Dominique Maillard, Président du Directoire de RTE, ont signé aujourd'hui, mercredi 17 décembre 2008 une convention de partenariat. Par cette convention, l'AMF et RTE s'engagent à mettre en œuvre des actions conjointes relatives aux enjeux liés au transport de l'électricité, notamment en termes d'aménagement du territoire et de développement durable.

Dans un contexte d'évolution du marché de l'électricité français et européen, l'information des maires est essentielle pour expliquer aux Français ces enjeux.

Le partenariat AMF - RTE a pour objectif de promouvoir le dialogue, au plan national comme au niveau local, entre les maires et l'entreprise en charge du réseau à haute et très haute tension. L'AMF et RTE s'engagent ainsi à mettre en œuvre des opérations de sensibilisation, à faciliter les rencontres et les échanges d'information et d'expertise, notamment entre les associations départementales de maires - en partenariat avec Mairie 2000 - et les directions régionales de RTE.

L'acheminement de l'électricité et la sécurité d'approvisionnement sont essentiels pour le développement économique des communes et la compétitivité des territoires. A ce titre, ce partenariat permettra d'être mieux à l'écoute des besoins des maires, notamment à l'occasion de la préparation des schémas régionaux de développement du réseau de transport d'électricité. En outre, une information le plus longtemps possible en avance des risques de panne sera également communiquée.

Contacts presse AMF :

Marie-Hélène Galin : +33 (0)1 44 18 13 59

Contacts presse RTE :

Thierry Lartigau : +33(0)1 41 02 16 78 ou +33 (0)6 23 67 83 93

Alexia Rièrè : +33 (0)1 41 02 15 69 ou +33 (0)6 60 54 22 17

Pour en savoir plus :

<http://www.amf.asso.fr/>

<http://www.rte-france.com/>

L'énergie est rare, économisons la !

COMMUNIQUE DE

La modernisation et le renforcement du réseau de transport d'électricité et la qualité de la fourniture en électricité sont également importants pour l'aménagement durable des territoires. RTE s'engage en particulier à travers cette convention à associer les maires le plus largement possible dans la concertation aux projets de développement de son réseau afin d'être à l'écoute des équilibres locaux et environnementaux.

L'AMF et RTE souscrivent aux objectifs d'une conduite exemplaire en matière de lutte contre le changement climatique et de développement durable, dans l'esprit en particulier des conclusions du Grenelle de l'Environnement. L'expertise de RTE dans le suivi de la consommation énergétique des territoires pourra servir de support pour des actions sur la Maîtrise de la Demande d'Energie. L'AMF et RTE souhaitent en outre promouvoir la protection de la biodiversité et des paysages, en renforçant leur dialogue et leurs efforts sur l'insertion environnementale du réseau de transport d'électricité et la préservation des milieux naturels aux abords des infrastructures de ce réseau (y compris par la constitution à terme de trames vertes le long des lignes).

Par ailleurs, des actions de sensibilisation sur la sécurité des tiers à proximité des lignes électriques seront menées auprès des adhérents de l'AMF afin de prévenir au mieux les accidents électriques.

Première action concrète de ce partenariat, RTE propose de mettre à la disposition des maires un document d'information, ainsi qu'un dispositif pratique et indépendant de réponse à des demandes de mesures de champs magnétiques dans les lieux de vie proches des lignes à haute et très haute tension. Les champs magnétiques de très basse fréquence (50 Hz) générés par les lignes électriques suscitent des questions de plus en plus fréquentes des riverains sur leur niveau et leur impact éventuel sur la santé. RTE s'engage à un devoir de transparence vis-à-vis des maires. Ce dispositif de mesures, dont les modalités pratiques seront définies conjointement par l'AMF et RTE, pourra être mis à la disposition des maires en 2009.

Enfin, la convention prévoit que @rteria, filiale de RTE, renforcera l'information des maires sur son savoir-faire pour les projets de développement de réseaux de télécommunication à haut débit (via le réseau de fibres optiques installées sur les lignes électriques). Ce partenariat pourra ainsi concourir à l'objectif de l'AMF de favoriser l'aménagement numérique des territoires et à la réduction de la « fracture numérique ».

L'association des maires de France regroupe près de 36 000 maires et présidents de communautés, en exercice, dans les communes des départements et territoires français, de métropole et d'outre-mer, sans aucune discrimination liée à la taille de la commune/communauté ou au parti politique auquel appartient le maire ou le président. Sa représentativité en fait un interlocuteur incontournable des pouvoirs publics.

RTE, est le gestionnaire du réseau de transport d'électricité français. Entreprise de service public, il a pour mission l'exploitation, la maintenance et le développement du réseau haute et très haute tension. Il est garant du bon fonctionnement et de la sûreté du système électrique. RTE achemine l'électricité entre les fournisseurs d'électricité (français et européens) et les consommateurs, qu'ils soient distributeurs d'électricité ou industriels directement raccordés au réseau de transport.

ANNEXE 4 – MONOGRAPHIES DU CIRC SUR L'ÉVALUATION DES RISQUES DE CANCÉROGÉNICITÉ POUR L'HOMME

Liste des Évaluations du CIRC

Important : Ces listes ne doivent se lire qu'en conjonction avec le Préambule aux monographies du CIRC et il est fortement recommandé de se référer aux monographies concernées (publiées en anglais seulement) pour ce qui est des agents, des mélanges ou expositions qui vous intéressent. Ces listes seront régulièrement mises à jour.

Chaque Monographie se compose d'une brève description, le cas échéant, de l'exposition potentielle à l'agent ou au mélange, et présente des données sur les propriétés chimiques et physiques, les méthodes d'analyse, les méthodes et volumes de production, l'emploi et la fréquence d'utilisation. Pour les circonstances d'exposition, figurent un historique et une description de l'exposition. Puis sont résumées les différentes études épidémiologiques pertinentes. Les sections suivantes couvrent les indications ou les indices de cancérogénicité obtenus chez l'animal de laboratoire, et une brève description des autres informations pertinentes, comme la toxicité et les effets génétiques. Le CIRC fait tout son possible pour que les faits décrits le soient sans aucun biais ni parti-pris, et toutes les données sont vérifiées quant à leur exactitude.

Les Monographies sont largement utilisées par les chercheurs, les autorités de santé publique et les organes de réglementation nationaux et internationaux. Ces utilisateurs appliquent et emploient les informations qui s'y trouvent de différentes manières, mais il est souhaité que personne n'utilise les évaluations globales de cancérogénicité isolées du corps des données et des indications scientifiques sur lequel elles reposent.

Dans les listes qui suivent, les agents sont classés quant à leur degré de risque de cancérogénicité pour l'homme conformément au Préambule aux monographies du CIRC :

- Liste de tous les agents évalués à ce jour (classement par ordre alphabétique) (en anglais seulement)
- Liste de tous les agents évalués à ce jour (classement par CAS) (en anglais seulement)
- Liste de tous les agents évalués à ce jour (classement par groupe)
 - Groupe 1: L'agent est *cancérogène pour l'homme*.
 - Groupe 2A: L'agent est *probablement cancérogène pour l'homme*.
 - Groupe 2B: *L'agent est peut-être cancérogène pour l'homme*.
 - Groupe 3: L'agent est *inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme*.
 - Groupe 4: L'agent n'est *probablement pas cancérogène pour l'homme*.

Groupe 1 : Cancérogènes pour l'homme (108)

D'après les Volumes 1 à 100A des monographies du CIRC

Cette liste énumère tous les dangers pour la santé évalués à ce jour, selon le type de danger et le type d'exposition. Lorsqu'il y a lieu, la référence du *Chemical Abstracts Registry* figure entre crochets. Pour obtenir plus de détails, consulter la monographie pertinente (publiée en anglais seulement) (numéro de volume entre parenthèses, suivi par l'année de publication de l'évaluation la plus récente). Employer "**Rechercher dans Monographies**" en mode texte pour trouver un composé particulier.

1. Agents et groupes d'agents

Acide aristolochique (Vol. 82, Vol. 100A; en préparation)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2A au groupe 1, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Amiante [1332-21-4] (Vol. 14, Suppl. 7; 1987)

Amino-4 biphényle [92-67-1] (Vol. 1, Suppl. 7, Vol. 99; en préparation)

Arsenic [7440-38-2] et ses composés (Vol. 23, Suppl. 7; 1987)

(Nota : Cette évaluation s'applique à l'ensemble du groupe mais pas nécessairement à chacun des agents du groupe)

Arséniure de gallium [1303-00-0] (Vol. 86; 2006)

Azathioprine [446-86-6] (Vol. 26, Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)

Benzène [71-43-2] (Vol. 29, Suppl. 7; 1987)

Benzidine [92-87-5] (Vol. 29, Suppl. 7, Vol. 99; en préparation)

Benzo[*a*]pyrène [50-32-8] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 1, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Béryllium [7440-41-7] et ses composés (Vol. 58; 1993)

N,N-Bis(chloro-2 éthyl)naphtylamine-2 (Chlornaphazine) [494-03-1] (Vol. 4, Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)

Bis(chlorométhyl)éther [542-88-1] et chlorométhyl méthyléther [107-30-2] (qualité technique) (Vol. 4, Suppl. 7; 1987)

Butadiène-1,3 [106-99-0] (Vol. 71, Vol. 97; 2008)

Butanediol-1,4 diméthanésulfonate (Busulphan; Myleran) [55-98-1] (Vol. 4, Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)

Cadmium [7440-43-9] et ses composés (Vol. 58; 1993)

Chlorambucil [305-03-3] (Vol. 26, Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)

(Chloro-2 éthyl)-1 (méthyl-4 cyclohexyl)-3 nitroso-urée (Méthyl CCNU; Sémustine) [13909-09-6] (Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)

Chlorure de vinyle [75-01-4] (Vol. 19, Suppl. 7, Vol. 97; 2008)

Chrome hexavalent (CrVI) (Vol. 49; 1990)

Colorants métabolisés en benzidine (Vol. 99; en préparation)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2A au groupe 1, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Composés du nickel (Vol. 49; 1990)

Contraceptifs oraux oestrogestatifs combinés (Vol. 72, Vol. 91, Vol. 100A; en préparation)

(Nota : On dispose également d'indications qui permettent de conclure que ces agents jouent un rôle protecteur contre les cancers de l'ovaire et de l'endomètre)

Contraceptifs oraux séquentiels (Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)

- Cyclophosphamide [50-18-0] [6055-19-2] (Vol. 26, Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)
- Cyclosporine [79217-60-0] (Vol. 50, Vol. 100A; en préparation)
- Diéthylstilbestrol [56-53-1] (Vol. 21, Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)
- Erionite [66733-21-9] (Vol. 42, Suppl. 7; 1987)
- Ethanol [64-17-5] dans les boissons alcoolisées (Vol. 96; 2007)
- Etoposide [33419-42-0] (Vol. 76, Vol. 100A; en préparation)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2A au groupe 1, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)
- Etoposide en association au cisplatine et à la bléomycine (Vol. 76, Vol. 100A; en préparation)
- Formaldéhyde [50-00-0] (Vol. 88; 2006)
- Gaz moutarde (moutarde soufrée) [505-60-2] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)
- Helicobacter pylori* (infection à) (Vol. 61; 1994)
- Iode, isotopes radioactifs à vie courte, y compris l'iode 131, des accidents des réacteurs atomiques et des détonations d'armes nucléaires (exposition durant l'enfance) (Vol. 78; 2001)
- Melphalan [148-82-3] (Vol. 9, Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)
- Méthoxy-8 psoralène (Méthoxsalène) [298-81-7] avec irradiation aux ultraviolets A (Vol. 24, Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)
- Méthylènebis(chloraniline) (MOCA) [101-14-4] (Vol. 57, Vol. 99; en préparation)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2A au groupe 1, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)
- MOPP (traitement associé utilisant moutarde azotée, vincristine, procarbazine et prednisone) et autres chimiothérapies associées utilisant des agents alcoylants (Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)
- Naphtylamine-2 [91-59-8] (Vol. 4, Suppl. 7, Vol. 99; en préparation)
- Neutrons (Vol. 75; 2000)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 1, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)
- N'-Nitrosornicotine (NNN) [16543-55-8] et Nitrosométhylamino-4 (pyridyl-3)-1 butanone-1 (NNK) [64091-91-4] (Vol. 37, Suppl. 7, Vol. 89; 2007)
- Oestrogénothérapie de la femme ménopausée (Vol. 72, Vol. 100A; en préparation)
- Oestrogènes non stéroïdiens (Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)
(Nota : Cette évaluation s'applique à l'ensemble du groupe mais pas nécessairement à chacun des agents du groupe)
- Oestrogènes stéroïdiens (Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)
(Nota : Cette évaluation s'applique à l'ensemble du groupe mais pas nécessairement à chacun des agents du groupe)
- Opisthorchis viverrini* (infestation à) (Vol. 61; 1994)
- Oxyde d'éthylène [75-21-8] (Vol. 60, Vol. 97; 2008)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2A au groupe 1, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)
- Phénacétine [62-44-2] (Vol. 24, Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2A au groupe 1, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)
- Phosphore 32, en tant que phosphate (Vol. 78; 2001)
- Plutonium 239 et ses produits de désintégration (peut contenir du plutonium 240 et d'autres isotopes), en aérosol (Vol. 78; 2001)
- Radioéléments émettant des particules α par contamination interne (Vol. 78; 2001)
- Radioéléments émettant des particules β par contamination interne (Vol. 78; 2001)

- Radium 224 et ses produits de désintégration (Vol. 78; 2001)
- Radium 226 et ses produits de désintégration (Vol. 78; 2001)
- Radium 228 et ses produits de désintégration (Vol. 78; 2001)
- Radon 222 [10043-92-2] et ses produits de désintégration (Vol. 43, Vol. 78; 2001)
- Rayonnement solaire (Vol. 55; 1992)
- Rayons X et rayons γ (Vol. 75; 2000)
- Schistosoma haematobium* (infestation à) (Vol. 61; 1994)
- Silice cristalline [14808-60-7] (inhalée sous forme de quartz ou de cristobalite de source professionnelle) (Vol. 68, 1997)
- Talc contenant des fibres asbestiformes (Vol. 42, Suppl. 7; 1987)
- Tamoxifène [10540-29-1] (Vol. 66, Vol. 100A; en préparation)
(Nota : On dispose également d'indications qui permettent de conclure que le tamoxifène réduit le risque de cancer du sein controlatéral)
- Tétrachloro-2,3,7,8 dibenzo-*para*-dioxine [1746-01-6] (Vol. 69; 1997)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2A au groupe 1, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)
- Thérapie ménopausique oestroprogestative combinée (Vol. 72, Vol. 91, Vol. 100A; en préparation)
- Thiotépa [52-24-4] (Vol. 50, Vol. 100A; en préparation)
- Thorium 232 et ses produits de désintégration, administré par voie intraveineuse sous forme de dispersion colloïdale de dioxyde de thorium 232 (Vol. 78; 2001)
- ortho*-Toluidine [95-53-4] (Vol. 77, Vol. 99; en préparation)
- Tréosulfan [299-75-2] (Vol. 26, Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)
- Virus d'Epstein-Barr (Vol. 70 ; 1997)
- Virus de l'hépatite B (VHB) (infection chronique par le) (Vol. 59; 1994)
- Virus de l'hépatite C (VHC) (infection chronique par le) (Vol. 59; 1994)
- Virus de l'immunodéficience humaine de type 1 (VIH 1) (infection par le) (Vol. 67; 1996)
- Virus du papillome humain (VPH) des types 16, 18, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 56, 58, 59 and 66 (Vol. 64, Vol. 90; 2007)
(Nota : Le risque cancérogène des différents types de VPH peut varier d'un ordre de magnitude pour le cancer du col de l'utérus)
- Virus humain de la leucémie à cellules T, type I (HTLV-I) (Vol. 67; 1996)

2. Mélanges

- Aflatoxines, mélanges naturels [1402-68-2] (Vol. 56, Vol. 82; 2002)
- Boissons alcoolisées (Vol. 44, Vol. 96; 2007)
- Brais de houille [65996-93-2] (Vol. 35, Suppl. 7; 1987)
- Chique de bétel avec tabac (Vol. 85; 2004)
- Chique de bétel sans tabac (Vol. 85; 2004)
- Combustion ménagère du charbon, émissions de source intérieure dues à la (Vol. 95; en préparation)
- Goudrons de houille [8007-45-2] (Vol. 35, Suppl. 7; 1987)
- Huiles de schiste [68308-34-9] (Vol. 35, Suppl. 7; 1987)
- Huiles minérales, peu ou non raffinées (Vol. 33, Suppl. 7; 1987)

Noix d'arec (Vol. 85; 2004)

Phénacétine, mélanges analgésiques contenant de la (Suppl. 7, Vol. 100A; en préparation)

Plantes contenant de l'acide aristolochique (Vol. 82, vol. 100A; en préparation)

Poisson salé (façon chinoise) (Vol. 56; 1993)

Poussière de bois (Vol. 62; 1995)

Suies (Vol. 35, Suppl. 7; 1987)

Tabac non fumé (Vol. 37, Suppl. 7, Vol. 89; 2007)

3. Expositions professionnelles et autres

Alcool isopropylique (fabrication de l') (procédé à l'acide fort) (Suppl. 7; 1987)

Aluminium (production d') (Vol. 34, Suppl. 7; 1987)

Arsenic dans l'eau de boisson (Vol. 84; 2004)

Auramine (production d') (Suppl. 7, Vol. 99; en préparation)

Brouillards d'acides minéraux forts contenant de l'acide sulfurique (exposition professionnelle) (Vol. 54; 1992)

Caoutchouc (industrie du) (Vol. 28, Suppl. 7; 1987)

Charbon (gaséification) (Vol. 34, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Chaussures (fabrication et réparation) (Vol. 25, Suppl. 7; 1987)

Coke (production de) (Vol. 34, Suppl. 7; 1987, Vol. 92; en préparation)

Distillation de la houille (Vol. 92; en préparation)

Fonderie de fonte et d'acier (Vol. 34, Suppl. 7; 1987)

Hématite (extraction souterraine avec exposition concomitante au radon) (Vol. 1, Suppl. 7; 1987)

Magenta (production du) (Vol. 57, Vol. 99; en préparation)

Meubles (fabrication) et ébénisterie (Vol. 25, Suppl. 7; 1987)

Peintres (exposition professionnelle) (Vol. 47, Vol. 98; en préparation)

Ramonage de cheminée (Vol. 92; en préparation)

Tabagisme actif (Vol. 38, Suppl. 7, Vol. 83; 2004)

Tabagisme passif et fumée de tabac (Vol. 83; 2004)

Groupe 2A : Probablement cancérogènes pour l'homme (66)

D'après les Volumes 1 à 99 des monographies du CIRC

Cette liste énumère tous les agents, mélanges et expositions évalués à ce jour, et classés dans le Groupe 2A. Lorsqu'il y a lieu, la référence du *Chemical Abstracts Registry* figure entre crochets. Pour obtenir plus de détails, consulter la monographie correspondante (publiée en anglais seulement) (numéro de volume entre parenthèses, suivi par l'année de publication de l'évaluation la plus récente). Employer "**Rechercher dans Monographies**" en mode texte pour trouver un composé particulier.

1. Agents et groupes d'agents

Acides aristolochiques (mélanges naturels) (Vol. 82; 2002)

Acrylamide [79-06-1] (Vol. 60; 1994)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Adriamycine [23214-92-8] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Azacitidine [320-67-2] (Vol. 50; 1990)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Bis-chloroéthyl nitroso-urée (BCNU) [154-93-8] (Vol. 26, Suppl. 7; 1987)

Bromure de vinyle [593-60-2] (Vol. 39, Suppl. 7, Vol. 71, Vol. 97; en préparation)

(Nota : (1) Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes; (2) En pratique, le bromure de vinyle doit être considéré comme agissant de manière similaire au chlorure de vinyle, agent cancérogène pour l'homme.)

Captafol [2425-06-1] (Vol. 53; 1991)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Carbamate d'éthyle (uréthane) [51-79-6] (Vol. 7, Suppl. 7, Vol. 96; 2007)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Chloramphénicol [56-75-7] (Vol. 50; 1990)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Chlorhydrate de procarbazine [366-70-1] (Vol. 26, Suppl. 7; 1987)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

(Chloro-2 éthyl)-1 cyclohexyl-3 nitroso-urée (CCNU) [13010-47-4] (Vol. 26, Suppl. 7; 1987)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

4-Chloro-*ortho*-toluidine [95-69-2] (Vol. 77, Vol. 99; en préparation)

Chlorozotocine [54749-90-5] (Vol. 50; 1990)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Chlorure de diméthylcarbamoyle [79-44-7] (Vol. 12, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Cisplatine [15663-27-1] (Vol. 26, Suppl. 7; 1987)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Clonorchis sinensis (infestation à) (Vol. 61; 1994)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Cyclopenta[*cd*]pyrène [27208-37-3] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Dibenz[*a,h*]anthracène [53-70-3] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Dibenzo[*a,l*]pyrène [191-30-0] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Dibromo-1,2 éthane [106-93-4] (Vol. 15, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Diméthyl-1,2 hydrazine [540-73-8] (Vol. 4, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Epichlorohydrine [106-89-8] (Vol. 11, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Etoposide [33419-42-0] (Vol. 76; 2000)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

N-Ethyl-*N*-nitroso-urée [759-73-9] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Fluorure de vinyle [75-02-5] (Vol. 63, Vol. 97; en préparation)

(Nota : (1) Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes; (2) En pratique, le fluorure de vinyle doit être considéré comme agissant de manière similaire au chlorure de vinyle, agent cancérogène pour l'homme.)

Glycidol [556-52-5] (Vol. 77; 2000)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Herpèsvirus du sarcome de Kaposi/herpèsvirus humain N° 8 (Vol. 70; 1997)

IQ (Amino-2 méthyl-3 imidazo[4,5-*f*]quinoléine) [76180-96-6] (Vol. 56; 1993)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Méthanesulfonate de méthyle [66-27-3] (Vol. 7, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Méthoxy-5 psoralène [484-20-8] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

N-Méthyl-*N'*-nitro-*N*-nitrosoguanidine (MNNG) [70-25-7] (Vol. 4, Suppl. 7; 1987)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

N-Méthyl-*N*-nitroso-urée [684-93-5] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Moutarde azotée [51-75-2] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)

Nitrate ou nitrite (ingéré) dans des conditions favorables à la nitrosation endogène (Vol. 94; en préparation)

N-Nitrosodiéthylamine [55-18-5] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

N-Nitrosodiméthylamine [62-75-9] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Oxyde-7,8 de styrène [96-09-3] (Vol. 60; 1994)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Phénacétine [62-44-2] (Vol. 24, Suppl. 7; 1987)

Phosphate de tris(dibromo-2,3 propyle) [126-72-7] (Vol. 20, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Phosphure d'indium [22398-80-7] (Vol. 86; 2006)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A)

Plomb, dérivés inorganiques du (Vol. 87; 2006)

Rayonnements ultraviolets A (Vol. 55; 1992)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Rayonnements ultraviolets B (Vol. 55; 1992)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Rayonnements ultraviolets C (Vol. 55; 1992)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Séroïdes androgéniques (anabolisants) (Suppl. 7; 1987)

Sulfate de diéthyle [64-67-5] (Vol. 54, Vol. 71; 1999)

Sulfate de diméthyle [77-78-1] (Vol. 4, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Téniposide [29767-20-2] (Vol. 76; 2000)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 2A, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Toluènes α -chlorés (benzotrchlorure [98-07-7], chlorure de benzal [98-87-3], chlorure de benzyl [100-44-7]) et chlorure de benzoyle [98-88-4] (expositions mixtes) (Vol. 29, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Tétrachloréthylène [127-18-4] (Vol. 63; 1995)

Trichloroéthylène [79-01-6] (Vol. 63; 1995)

Trichloro-1,2,3 propane [96-18-4] (Vol. 63; 1995)

[Uréthane: voir Carbamate d'éthyle]

2. Mélanges

Biphényles polychlorés [1336-36-3] (Vol. 18, Suppl. 7; 1987)

Combustion ménagère de biomasse (essentiellement le bois), émissions de source intérieure dues à la (Vol. 95; en préparation)

Créosotes [8001-58-9] (Vol. 35, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Friture à haute température, émissions dues à la (Vol. 95; en préparation)

Gaz d'échappement des moteurs diesel (Vol. 46; 1989)

Insecticides non arsenicaux (expositions professionnelles lors de l'épandage et de l'application) (Vol. 53; 1991)

Maté brûlant (Vol. 51; 1991)

3. Expositions professionnelles et autres

Fabrication d'électrodes de carbone (Vol. 92; en préparation)

Cobalt métal en présence de carbure de tungstène (Vol. 86; 2006)

Coiffeurs et barbiers (expositions professionnelles des) (Vol. 57, Vol. 99; en préparation)

Lampes et tables à bronzer (utilisation) (Vol. 55; 1992)

Raffinage du pétrole (expositions professionnelles liées au) (Vol. 45; 1989)

Travail posté entraînant une perturbation du rythme circadien (Vol. 98; en préparation)

Verrerie d'art, fabrication de verre creux et de verre moulé (Vol. 58; 1993)

Dernière mise à jour : 1er avril 2008

Evaluations Globales pour l'Homme

Groupe 2B : Peut-être cancérigènes pour l'homme (248)

D'après les Volumes 1 à 100A des monographies du CIRC

Cette liste énumère tous les agents, mélanges et expositions évalués à ce jour, et classés dans le Groupe 2B. Lorsqu'il y a lieu, la référence du *Chemical Abstracts Registry* figure entre crochets. Pour obtenir plus de détails, consulter la monographie correspondante (publiée en anglais seulement) (numéro de volume entre parenthèses, suivi par l'année de publication de l'évaluation la plus récente). Employer "**Rechercher dans Monographies**" en mode texte pour trouver un composé particulier.

1. Agents et groupes d'agents

A- α -C (Amino-2 9H-pyrido[2,3-b]indole) [26148-68-5] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)

Acétaldéhyde [75-07-0] (Vol. 36, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Acétamide [60-35-5] (Vol. 7, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Acétate de médroxyprogestérone [71-58-9] (Vol. 21, Suppl. 7; 1987)

Acétate de méthylazoxyméthanol [592-62-1] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Acétate de vinyle [108-05-4] (Vol. 63; 1995)

Acide caféique [331-39-5] (Vol. 56; 1993)

Acide chlorendique [115-28-6] (Vol. 48; 1990)

Acide dichloroacétique [79-43-6] (Vol. 84; 2004)

Acide nitrilotriacétique [139-13-9] et ses sels (Vol. 73; 1999)
(Nota : évalués en groupe)

Acrylate d'éthyle [140-88-5] (Vol. 39, Suppl. 7; Vol. 71; 1999)

Acrylonitrile [107-13-1] (Vol. 71; 1999)

AF-2 [(Furyl-2)-2 (nitro-5 furyl-2)-3 acrylamide] [3688-53-7] (Vol. 31, Suppl. 7; 1987)

Aflatoxine M1 [6795-23-9] (Vol. 56; 1993)

para-Aminoazobenzène [60-09-3] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

ortho-Aminoazotoluène [97-56-3] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Amino-2 (nitro-5 furyl-2)-5 thiazazole-1,3,4 [712-68-5] (Vol. 7, Suppl. 7; 1987)

Amsacrine [51264-14-3] (Vol. 76; 2000)

ortho-Anisidine [90-04-0] (Vol. 73; 1999)

Aramite® [140-57-8] (Vol. 5, Suppl. 7; 1987)

Auramine [492-80-8] (qualité technique) (Vol. 1, Suppl. 7, Vol. 99; en préparation)

Azasérine [115-02-6] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Aziridine [151-56-4] (Vol. 9, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 3 au groupe 2B, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Base de Michler (4,4'-méthylènebis(*N,N*-diméthylaniline)) [101-61-1] (Vol. 27, Suppl. 7, Vol. 99; en préparation)

Benz[*j*]acéanthrylène [202-33-5] (Vol. 92; en préparation)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 3 au groupe 2B, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Benz[*a*]anthracène [56-55-3] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Benzo[*b*]fluoranthène [205-99-2] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Benzo[*j*]fluoranthène [205-82-3] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Benzo[*k*]fluoranthène [207-08-9] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Benzofuranne [271-89-6] (Vol. 63; 1995)

Benzo[*c*]phénanthrène [195-19-7] (Vol. 32; Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 3 au groupe 2B, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

2,2-Bis(bromométhyl)propane-1,3-diol [3296-90-0] (Vol. 77; 2000)

Bléomycines [11056-06-7] (Vol. 26, Suppl. 7; 1987)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 3 au groupe 2B, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Bleu direct CI-15 [2429-74-5] (Vol. 57; 1993)

Bleu dispersé 1 [2475-45-8] (Vol. 48; 1990)

Bleu HC 1 [2784-94-3] (Vol. 57; 1993)

Bleu Trypan [72-57-1] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Bromate de potassium [7758-01-2] (Vol. 73; 1999)

Bromodichlorométhane [75-27-4] (Vol. 52, Vol. 71; 1999)

Butyl hydroxyanisole (BHA) [25013-16-5] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)

β -Butyrolactone [3068-88-0] (Vol. 11, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Catéchol [120-80-9] (Vol. 15, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Cétone de Michler (4,4'-bis(diméthylamino)benzophénone) [90-94-8] (Vol. 99; en préparation)

Champs magnétiques (à fréquences extrêmement basses) (Vol. 80; 2002)

Chlordane [57-74-9] (Vol. 79; 2001)

Chlordécone (Képone) [143-50-0] (Vol. 20, Suppl. 7; 1987)

Chlorhydrate de phénazopyridine [136-40-3] (Vol. 24, Suppl. 7; 1987)

Chlorhydrate de phénoxybenzamine [63-92-3] (Vol. 24, Suppl. 7; 1987)

para-Chloroaniline [106-47-8] (Vol. 57; 1993)

3-Chloro-4-(dichlorométhyl)-5-hydroxy-2(5*H*)-furanone [77439-76-0] (Vol. 84; 2004)

Chloroforme [67-66-3] (Vol. 73; 1999)

Chloro-1 méthyl-2 propène [513-37-1] (Vol. 63; 1995)

[Chlorophénols: voir Polychlorophénols]

Chloro-4 *ortho*-phénylènediamine [95-83-0] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

Chloroprène [126-99-8] (Vol. 71; 1999)

Chrysène [218-01-9] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Cobalt [7440-48-4] et ses composés (Vol. 52; 1991)
(Nota : évalués en groupe)

Complexe fer-dextrane [9004-66-4] (Vol. 2, Suppl. 7; 1987)

Composés du méthylmercure (Vol. 58; 1993)
(Nota : évalués en groupe)

Contraceptifs, uniquement progestatifs (Vol. 72; 1999)

Corps étrangers : Voir Implants chirurgicaux et autres corps étrangers

para-Crésidine [120-71-8] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

Cycasine [14901-08-7] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Dacarbazine [4342-03-4] (Vol. 26, Suppl. 7; 1987)

Dantrone (Chrysazine; dihydroxy-1,8 anthraquinone) [117-10-2] (Vol. 50; 1990)

Daunomycine [20830-81-3] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

DDT [*para*, *para'*-DDT, 50-29-3] (Vol. 53; 1991)

N,N'-Diacétylbenzidine [613-35-4] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Diamino-2,4 anisole [615-05-4] (Vol. 79; 2001)

Diamino-4,4' diphényléther [101-80-4] (Vol. 29, Suppl. 7; 1987)

Diamino-2,4 toluène [95-80-7] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Dibenzo[*a,h*]acridine [226-36-8] (Vol. 32, Suppl. 7; 1987)

Dibenzo[*a,j*]acridine [224-42-0] (Vol. 32, Suppl. 7; 1987)

7*H*-Dibenzo[*c,g*]carbazole [194-59-2] (Vol. 32, Suppl. 7; 1987)

Dibenzo[*a,h*]pyrène [189-64-0] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Dibenzo[*a,j*]pyrène [189-55-9] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Dibromo-1,2 chloro-3 propane [96-12-8] (Vol. 20, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

2,3-Dibromopropane-1-ol [96-13-9] (Vol. 77; 2000)

para-Dichlorobenzène [106-46-7] (Vol. 73; 1999)

(Nota: Données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes prises en compte dans l'évaluation globale)

Dichloro-3,3' benzidine [91-94-1] (Vol. 29, Suppl. 7; 1987)

Dichloro-3,3' diamino-4,4' diphényléther [28434-86-8] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Dichloro-1,2 éthane [107-06-2] (Vol. 20, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Dichlorométhane (chlorure de méthylène) [75-09-2] (Vol. 71; 1999)

Dichloro-1,3 propène [542-75-6] (qualité technique) (Vol. 41, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Dichlorvos [62-73-7] (Vol. 53; 1991)

Diépoxybutane [1464-53-5] (Vol. 11, Suppl. 7, Vol. 71, Vol. 97; 2008)

Diépoxyde de vinyl-4 cyclohexène-1 [106-87-6] (Vol. 60; 1994)

Diéthyl-1,2 hydrazine [1615-80-1] (Vol. 4, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Dihydrosafrol [94-58-6] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Diisocyanates de toluène [26471-62-5] (Vol. 39, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Diméthoxy-3,3' benzidine (*ortho*-Dianisidine) [119-90-4] (Vol. 4, Suppl. 7; 1987)

para-Diméthylaminoazobenzène [60-11-7] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

trans-[(Diméthylamino)méthylimino]-2 [(nitro-5 furyl-2)-2 vinyl]-5 oxadiazole-1,3,4 [25962-77-0] (Vol. 7, Suppl. 7; 1987)

Diméthyl-2,6 aniline (Xylidine-2,6) [87-62-7] (Vol. 57; 1993)

Diméthyl-3,3' benzidine (*ortho*-Tolidine) [119-93-7] (Vol. 1, Suppl. 7; 1987)

Diméthyl-1,1 hydrazine [57-14-7] (Vol. 4, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Dinitro-3,7 fluoranthène [105735-71-5] (Vol. 65; 1996)

Dinitro-3,9 fluoranthène [22506-53-2] (Vol. 65; 1996)

Dinitro-1,6 pyrène [42397-64-8] (Vol. 46; 1989)

Dinitro-1,8 pyrène [42397-65-9] (Vol. 46; 1989)

Dinitro-2,4 toluène [121-14-2] (Vol. 65; 1996)

Dinitro-2,6 toluène [606-20-2] (Vol. 65; 1996)

Dioxane-1,4 [123-91-1] (Vol. 11, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Dioxyde de titane [13463-67-7] (Vol. 47, Vol. 93; en préparation)

Epoxy-1,2 butane [106-88-7] (Vol. 47, Vol. 71; 1999)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 3 au groupe 2B, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

- Ether diglycidyle du résorcinol [101-90-6] (Vol. 36, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)
- Ether phénylglycidyle [122-60-1] (Vol. 47, Vol. 71; 1999)
- Ethylbenzène [100-41-4] (Vol. 77; 2000)
- Fibres céramiques réfractaires (Vol. 43, Vol. 81; 2002)
- Fibres de verre à usage particulier (telles que les fibres E et 475) (Vol. 81; 2002)
- (Formyl-2 hydrazino)-2 (nitro-5 furyl)-4 thiazole [3570-75-0] (Vol. 7, Suppl. 7; 1987)
- Fougère arborescente (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)
- Fumonisine B₁ [116355-83-0] (Vol. 82; 2002)
- Furanne [110-00-9] (Vol. 63; 1995)
- Glu-P-1 (Amino-2 méthyl-6 dipyrido[1,2-a:3',2'-d]imidazole) [67730-11-4] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)
- Glu-P-2 (Amino-2 dipyrido[1,2-a:3',2'-d]imidazole) [67730-10-3] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)
- Glycaldéhyde [765-34-4] (Vol. 11, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)
- Griséofulvine [126-07-8] (Vol. 79; 2001)
- Heptachlor [76-44-8] (Vol. 79; 2001)
- Herbicides chlorophénoxylés (Vol. 41, Suppl. 7; 1987)
- Hexachlorobenzène [118-74-1] (Vol. 79; 2001)
- Hexachlorocyclohexanes (Vol. 20, Suppl. 7; 1987)
- Hexachloroethane [67-72-1] (Vol. 73; 1999)
- Hexaméthylphosphoramide [680-31-9] (Vol. 15, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)
- Hydrazine [302-01-2] (Vol. 4, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)
- Hydroxy-1 anthraquinone [129-43-1] (Vol. 82; 2002)
- Implants chirurgicaux et autres corps étrangers (Vol. 74; 1999)
- Implants polymériques préparés sous forme de fines pellicules lisses (à l'exception de polymers à base d'acide polyglycolique)
 - Implants métalliques préparés sous forme de fines pellicules lisses
 - Corps étrangers implantés faits de cobalt métallique, de nickel métallique ou de poudre d'un alliage particulier composé de 66 à 67% de nickel, de 13 à 16% de chrome et de 7% de fer
- Indéno[1,2,3-*cd*]pyrène [193-39-5] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)
- Isoprène [78-79-5] (Vol. 60, Vol. 71; 1999)
- Lasiocarpine [303-34-4] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)
- Magenta (mélanges composés de rouge basique CI-9 [569-61-9], méthyl fuchsine [632-99-5], diméthyl fuchsine [26261-57-4] ou triméthyl fuchsine [3248-91-7] (Vol. 57, Vol. 99; en préparation)
- MeA- α -C (amino-2 méthyl-3 9*H*-pyrido[2,3-*b*]indole) [68006-83-7] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)

MeIQ (Amino-2 diméthyl-3,4 imidazo[4,5-f]quinoléine) [77094-11-2] (Vol. 56; 1993)

MeIQx (Amino-2 diméthyl-3,8 imidazo[4,5-f]quinoxaline) [77500-04-0] (Vol. 56; 1993)

Merphalan [531-76-0] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)

Méthanesulfonate d'éthyle [62-50-0] (Vol. 7, Suppl. 7; 1987)

Méthyl-2 aziridine (Propylèneimine) [75-55-8] (Vol. 9, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Méthyl-5 chrysène [3697-24-3] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Méthylène-4,4' bis(méthyl-2 aniline) [838-88-0] (Vol. 4, Suppl. 7; 1987)

Méthylène-4,4' dianiline [101-77-9] (Vol. 39, Suppl. 7; 1987)

Méthyl-2 nitro-1 anthraquinone [129-15-7] (pureté non connue) (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

N-Méthyl-*N*-nitroso-uréthane [615-53-2] (Vol. 4, Suppl. 7; 1987)

Méthylthiouracile [56-04-2] (Vol. 79; 2001)

Métronidazole [443-48-1] (Vol. 13, Suppl. 7; 1987)

Microcystine-LR [101043-37-2] (Vol. 94; en préparation)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 3 au groupe 2B, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Mirex [2385-85-5] (Vol. 20, Suppl. 7; 1987)

Mitomycine C [50-07-7] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Mitoxantrone [65271-80-9] (Vol. 76; 2000)

Monocrotaline [315-22-0] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

(Morpholinométhyl)-5 [(nitro-5 furfurylidène)-amino]-3 oxazolidinone-2 [3795-88-8] (Vol. 7, Suppl. 7; 1987)

Moutarde à l'uracile [66-75-1] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)

Nafénopine [3771-19-5] (Vol. 24, Suppl. 7; 1987)

Naphtalène [91-20-3] (Vol. 82; 2002)

Nickel (métal) [7440-02-0] et ses alliages (Vol. 49; 1990)

Niridazole [61-57-4] (Vol. 13, Suppl. 7; 1987)

Nitro-5 acénaphthène [602-87-9] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Nitro-2 anisole [91-23-6] (Vol. 65; 1996)

Nitrobenzène [98-95-3] (Vol. 65; 1996)

Nitro-6 chrysène [7496-02-8] (Vol. 46; 1989)

Nitrofène [1836-75-5] (qualité technique) (Vol. 30, Suppl. 7; 1987)

Nitro-2 fluorène [607-57-8] (Vol. 46; 1989)

[[Nitro-5 furfurylidène]amino]-1 imidazolidinone-2 [555-84-0] (Vol. 7, Suppl. 7; 1987)

N-[(Nitro-5 furyl-2)-4 thiazolyl-2]acétamide [531-82-8] (Vol. 7, Suppl. 7; 1987)

Nitrométhane [75-52-5] (Vol. 77; 2000)

Nitro-2 propane [79-46-9] (Vol. 29, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Nitro-1 pyrène [5522-43-0] (Vol. 46; 1989)

Nitro-4 pyrène [57835-92-4] (Vol. 46; 1989)

N-Nitrosodi-*n*-butylamine [924-16-3] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)

N-Nitrosodiéthanolamine [1116-54-7] (Vol. 17, Suppl. 7, Vol. 77; 2000)

N-Nitrosodi-*n*-propylamine [621-64-7] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)

Nitrosométhylamino-3 propionitrile [60153-49-3] (Vol. 37, Suppl. 7, Vol. 85; 2004)

N-Nitrosométhyléthylamine [10595-95-6] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)

N-Nitrosométhylvinylamine [4549-40-0] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)

N-Nitrosomorpholine [59-89-2] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)

N-Nitrosopipéridine [100-75-4] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)

N-Nitrosopyrrolidine [930-55-2] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)

N-Nitrososarcosine [13256-22-9] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)

Noir de carbone [1333-86-4] (Vol. 65, Vol. 93; en préparation)

Ochratoxine A [303-47-9] (Vol. 56; 1993)

Orangé huileux SS [2646-17-5] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Oxazépam [604-75-1] (Vol. 66; 1996)

N-oxyde de moutarde azotée [126-85-2] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)

Oxyde de propylène [75-56-9] (Vol. 60; 1994)

Palygorskite (attapulgite) [12174-11-7], fibres longues (> 5 mm) (Vol. 68; 1997)

Panfuran-S [794-93-4] (contenant de la dihydroxyméthylfuratrizine) (Vol. 24, Suppl. 7; 1987)

Pentoxyde de vanadium [1314-62-1] (Vol. 86; 2006)

Phénobarbital [50-06-6] (Vol. 79; 2001)

Phénolphthaléine [77-09-8] (Vol. 76; 2000)

ortho-Phénylphénate de sodium [132-27-4] (Vol. 73; 1999)

Phénytoïne [57-41-0] (Vol. 66; 1996)

PHIP (Amino-2 méthyl-1 phényl-6 imidazo[4,5-*b*]pyridine) [105650-23-5] (Vol. 56; 1993)

- Plomb [7439-92-1] (Vol. 23, Suppl. 7; 1987)
- Polychlorophénols et leurs sels de sodium (expositions mixtes) (Vol. 41, Suppl. 7, Vol. 53, Vol. 71; 1999)
- Ponceau MX [3761-53-3] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)
- Ponceau 3R [3564-09-8] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)
- Progestatifs (Suppl. 7; 1987)
- Propane sultone-1,3 [1120-71-4] (Vol. 4, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)
- β -Propiolactone [57-57-8] (Vol. 4, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)
- Propylthiouracile [51-52-5] (Vol. 79; 2001)
- Riddelliine [23246-96-0] (Vol. 10, Suppl. 7, Vol. 82; 2002)
- Rouge acide CI-114 [6459-94-5] (Vol. 57; 1993)
- Rouge basique CI-9 [569-61-9] (Vol. 57, vol. 99; en préparation)
- Rouge citrus N°2 [6358-53-8] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)
- Safrol [94-59-7] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)
- Schistosoma japonicum* (infestation à) (Vol. 61; 1994)
- Stéigmatocystine [10048-13-2] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)
- Streptozotocine [18883-66-4] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)
- Styrène [100-42-5] (Vol. 60, Vol. 82; 2002)
- Sulfallate [95-06-7] (Vol. 30, Suppl. 7; 1987)
- Sulfate de cobalt [10026-24-1] et autres sels solubles de cobalt II (Vol. 86; 2006)
- Sulfate de diisopropyle [2973-10-6] (Vol. 54, Vol. 71; 1999)
- Tétrachloroisophthalonitrile (chlorothalonil) [1897-45-6] (Vol. 73; 1999)
- Tétrachlorure de carbone [56-23-5] (Vol. 20, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)
- Tétrafluoroéthylène [116-14-3] (Vol. 19, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)
- Tétranitrométhane [509-14-8] (Vol. 65; 1996)
- Thioacétamide [62-55-5] (Vol. 7, Suppl. 7; 1987)
- Thio-4,4' dianiline [139-65-1] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)
- Thiouracile [141-90-2] (Vol. 79; 2001)
- Trichlorméthine (Chlorhydrate de trimustine) [817-09-4] (Vol. 50; 1990)
- Trioxyde d'antimoine [1309-64-4] (Vol. 47; 1989)
- Trp-P-1 (Amino-3 diméthyl-1,4-5H-pyrido[4,3-b]indole) [62450-06-0] (Vol. 31, Suppl. 7;

1987)

Trp-P-2 (Amino-3 méthyl-1-5H-pyrido[4,3-b]indole) [62450-07-1] (Vol. 31, Suppl. 7; 1987)

Vinyl-4 cyclohexène [100-40-3] (Vol. 60; 1994)

Violet benzylé 4B [1694-09-3] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Virus de l'immunodéficience humaine (VIH) de type 2 (infection par le) (Vol. 67; 1996)

Virus du papillome humain (VPH) des types 6 et 11 (Vol. 90; 2007)

Virus du papillome humain genre β (quelques types de) (Vol. 90; 2007)

Zalcitabine [7481-89-2] (Vol. 76; 2000)

Zidovudine (AZT) [30516-87-1] (Vol. 76; 2000)

2. Mélanges

Biphényles polybromés [Firemaster BP-6, 59536-65-1] (Vol. 41, Suppl. 7; 1987)

Extraits de bitumes [8052-42-4], raffinés à la vapeur et raffinés à l'air (Vol. 35, Suppl. 7; 1987)

Café (vessie) (Vol. 51; 1991)

(Nota : Il existe certaines indications selon lesquelles le risque de cancer du côlon serait inversement proportionnel à la consommation de café; il n'a pas été possible de classer la consommation de café quant à sa cancérogénicité pour d'autres organes).

Carburants diesel marins (Vol. 45; 1989)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 3 au groupe 2B, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Carraghénane [9000-07-1] dégradé (Vol. 31, Suppl. 7; 1987)

Essence (Vol. 45; 1989)

(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 3 au groupe 2B, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Fioul résiduel (lourd) (Vol. 45; 1989)

Fumées de soudage (Vol. 49; 1990)

Gaz d'échappement des moteurs à essence (Vol. 46; 1989)

Légumes au vinaigre (condiment asiatique traditionnel) (Vol. 56; 1993)

Paraffines chlorées dont la longueur moyenne de la chaîne carbonée est de C12 et le taux moyen de chloration de 60 % environ (Vol. 48; 1990)

Toxaphène (camphènes polychlorés) [8001-35-2] (Vol. 79; 2001)

Toxines dérivées du *Fusarium moniliforme*: fumonisine B1 et B2 et fusarine C (Vol. 56; 1993)

3. Expositions professionnelles et autres

Charpenterie et menuiserie (Vol. 25, Suppl. 7; 1987)

Cobalt métal en absence de carbure de tungstène (Vol. 86; 2006)

Fabrication de textiles (travail dans la) (Vol. 48; 1990)

Nettoyage à sec (expositions professionnelles au) (Vol. 63; 1995)

Pompiers (exposition professionnelle) (Vol. 98; en préparation)

Poudre corporelle à base de talc (application périnéale de) (Vol. 93; en préparation)

Procédés d'impression (expositions professionnelles aux) (Vol. 65; 1996)

Dernière mise à jour : 1er avril 2008

Groupe 3 : Inclassables quant à leur cancérogénicité pour l'Homme (515)

D'après les Volumes 1 à 99 des monographies du CIRC

Cette liste énumère tous les agents, mélanges et expositions évalués à ce jour, et classés dans le Groupe 3. Lorsqu'il y a lieu, la référence du *Chemical Abstracts Registry* figure entre crochets. Pour obtenir plus de détails, consulter la monographie pertinente (publiée en anglais seulement) (numéro de volume entre parenthèses, suivi par l'année de publication de l'évaluation la plus récente). Employer "**Rechercher dans Monographies**" en mode texte pour trouver un composé particulier.

1. Agents et groupes d'agents

Acénaphthène [83-32-9] (Vol. 92; en préparation)

Acépyrène (3,4-dihydrocyclopenta[*cd*]pyrène) [25732-74-5] (Vol. 92; en préparation)

Acétate de benzyle [140-11-4] (Vol. 40, Vol. 71; 1999)

Acétate de polyvinyle [9003-20-7] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)

Aciclovir [59277-89-3] (Vol. 76; 2000)

Acide acrylique [79-10-7] (Vol. 19, Vol. 71; 1999)

Acide *p*-aminobenzoïque (Acide 4-aminobenzoïque) [150-13-0] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Acide 11-aminoundécanoïque [2432-99-7] (Vol. 39, Suppl. 7; 1987)

Acide anthranilique [118-92-3] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Acide chlorhydrique [7647-01-0] (Vol. 54; 1992)

Acide *cis*-9,10-époxyistéarique [2443-39-2] (Vol. 11, Vol. 71; 1999)

Acide kojique [501-30-4] (Vol. 79; 2001)

Acide *N*-nitrosofolique [29291-35-8] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)

Acide parasorbique [10048-32-5] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Acide pénicillique [90-65-3] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Acide polyacrylique [9003-01-4] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)

Acide shikimique [138-59-0] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)

Acide tannique [1401-55-4] et tanins (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Acide trichloroacétique [76-03-9] (Vol. 84; 2004)

Acroléine [107-02-8] (Vol. 63; 1995)

Acrylate de *n*-butyle [141-32-2] (Vol. 39, Vol. 71; 1999)

Acrylate de 2-éthylhexyle [103-11-7] (Vol. 60; 1994)

Acrylate de méthyle [96-33-3] (Vol. 39, Vol. 71; 1999)

Actinomycine D [50-76-0] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Adipate de di-2-(éthylhexyle) [103-23-1] (Vol. 77; 2000)

Agaritrine [2757-90-6] (Vol. 31, Suppl. 7; 1987)

Alcool polyvinylique [9002-89-5] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)

Aldicarbe [116-06-3] (Vol. 53; 1991)

Aldrine [309-00-2] (Vol. 5, Suppl. 7; 1987)

Amarante [915-67-3] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Ambrette musquée [83-66-9] (Vol. 65; 1996)

5-Aminoacénaphène [4657-93-6] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

2-Aminoanthraquinone [117-79-3] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

1-Amino-2-méthylanthraquinone [82-28-0] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

2-Amino-4-nitrophénol [99-57-0] (Vol. 57; 1993)

2-Amino-5-nitrophénol [121-88-0] (Vol. 57; 1993)

4-Amino-2-nitrophénol [119-34-6] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

2-Amino-5-nitrothiazole [121-66-4] (Vol. 31, Suppl. 7; 1987)

Amitrole [61-82-5] (Vol. 79; 2001)
(Nota: Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 3 sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Ampicilline [69-53-4] (Vol. 50; 1990)

Anesthésiques volatils (Vol. 11, Suppl. 7; 1987)

Angélicine [523-50-2] et exposition aux rayonnements ultraviolets A (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)

Anhydride succinique [108-30-5] (Vol. 15, Suppl. 7; 1987)

Aniline [62-53-3] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

p-Anisidine [104-94-9] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

Anthanthrène [191-26-4] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Anthracène [120-12-7] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Anthranilate de cinnamyle [87-29-6] (Vol. 77; 2000)

Apholate [52-46-0] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)

Atrazine [1912-24-9] (Vol. 73; 1999)
(Nota: Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 3 sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Aurothioglucose [12192-57-3] (Vol. 13, Suppl. 7; 1987)

2- Aziridinyléthanol [1072-52-2] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)

Aziridylbenzoquinone [800-24-8] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)

Azobenzène [103-33-3] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

11*H*-Benz[*bc*]acéanthrylène [202-94-8] (Vol. 92; en préparation)

Benz[*l*]acéanthrylène [211-91-6] (Vol. 92; en préparation)

Benzo[*a*]acridine [225-11-6] (Vol. 32, Suppl. 7; 1987)

Benzo[*c*]acridine [225-51-4] (Vol. 32, Suppl. 7; 1987)

Benzo[*b*]chrysène [214-17-5] (Vol. 92; en préparation)

Benzo[*g*]chrysène [196-78-1] (Vol. 92; en préparation)

Benzo[*a*]fluoranthène [203-33-8] (Vol. 92; en préparation)

Benzo[*ghi*]fluoranthène [203-12-3] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Benzo[*a*]fluorène [238-84-6] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Benzo[*b*]fluorène [243-17-4] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Benzo[*c*]fluorène [205-12-9] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Benzo[*ghi*]pérylène [191-24-2] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Benzo[*e*]pyrène [192-97-2] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

1,4-Benzoquinone-dioxine [105-11-3] (Vol. 29, Vol. 71; 1999)

Bis(2-chloroéthyl) éther [111-44-4] (Vol. 9, Vol. 71; 1999)

Bis(2-chloro-1-méthyléthyl) éther [108-60-1] (Vol. 41, Vol. 71; 1999)

Bis-1,2-(chlorométhoxy) éthane [13483-18-6] (Vol. 15; Vol. 71; 1999)

Bis-1,4-(chlorométhoxyméthyl) benzène [56894-91-8] (Vol. 15, Vol. 71; 1999)

Bis-(2,3-époxycyclopentyl) éther [2386-90-5] (Vol. 47, Vol. 71; 1999)

Bisulfites (Vol. 54; 1992)

Bleu brillant FCF (sel disodique) [3844-45-9] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Bleu Evans [314-13-6] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Bleu HC2 [33229-34-4] (Vol. 57; 1993)

Bleu VRS [129-17-9] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Bromochloroacétonitrile [83463-62-1] (Vol. 52, Vol. 71; 1999)

Bromoéthane [74-96-4] (Vol. 52, Vol. 71; 1999)

Bromoforme [75-25-2] (Vol. 52, Vol. 71; 1999)

Bromure de méthyle [74-83-9] (Vol. 41, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Brun Soudan RR [6416-57-5] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Butoxyde de pipéronyle [51-03-6] (Vol. 30, Suppl. 7; 1987)

2-Butoxyéthanol [111-76-2] (Vol. 88; 2006)

1-*tert*-Butoxypropan-2-ol [57018-52-7] (Vol. 88; 2006)

γ -Butyrolactone [96-48-0] (Vol. 11, Vol. 71; 1999)

Caféine [58-08-2] (Vol. 51; 1991)

Cantharidine [56-25-7] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Captan [133-06-2] (Vol. 30, Suppl. 7; 1987)

Carbamate de méthyle [598-55-0] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)

Carbamate de *n*-propyle [627-12-3] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)

Carbaryl [63-25-2] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)

Carbazole [86-74-8] (Vol. 32, Vol. 71; 1999)

3-Carbéthoxypsoralène [20073-24-9] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)

Carboxylate de 3,4-époxy-6-méthylcyclohexyl-3,4-époxy-6-méthylcyclohexane [141-37-7] (Vol. 11, Vol. 71; 1999)

Carmoisine [3567-69-9] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Carraghénane naturel [9000-07-1] (Vol. 31, Suppl. 7; 1987)

Champs électriques (à fréquences extrêmement basses) (Vol. 80; 2002)

Champs électriques (statiques) (Vol. 80; 2002)

Champs magnétiques (statiques) (Vol. 80; 2002)

Chloral [75-87-6] (Vol. 63; 1995)

Chloramine [10599-90-3] (Vol. 84; 2004)

Chlordiméform [6164-98-3] (Vol. 30, Suppl. 7; 1987)

Chlorhydrate de pronétalol [51-02-5] (Vol. 13, Suppl. 7; 1987)

Chlorhydrate de semicarbazide [563-41-7] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)

Chlorite de sodium [7758-19-2] (Vol. 52; 1991)

Chloroacétonitrile [107-14-2] (Vol. 52, Vol. 71; 1999)

Chlorodibromométhane [124-48-1] (Vol. 52, Vol. 71; 1999)

Chlorodifluorométhane [75-45-6] (Vol. 41, Vol. 71; 1999)

Chloroéthane [75-00-3] (Vol. 52, Vol. 71; 1999)

Chlorofluorométhane [593-70-4] (Vol. 41, Vol. 71; 1999)

3-Chloro-2-méthylpropylène [563-47-3] (Vol. 63; 1995)

Chloronitrobenzènes (mélange d'isomères) [88-73-3; 121-73-3; 100-00-5] (Vol. 65; 1996)

4-Chloro-*m*-phénylènediamine [5131-60-2] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

Chloroprophame [101-21-3] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)

Chloroquine [54-05-7] (Vol. 13, Suppl. 7; 1987)

5-Chloro-*ortho*-toluidine [95-79-4] (Vol. 77; 2000)

2-Chloro-1,1,1-trifluoroéthane [75-88-7] (Vol. 41, Vol. 71; 1999)

Chlorure d'acriflavinium [8018-07-3] (Vol. 13, Suppl. 7; 1987)

Chlorure d'allyle [107-05-1] (Vol. 36, Vol. 71; 1999)

Chlorure de méthyle [74-87-3] (Vol. 41, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Chlorure de polyvinyle [9002-86-2] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)

Chlorure de vinylidène [75-35-4] (Vol. 39, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Cholestérol [57-88-5] (Vol. 31, Suppl. 7; 1987)

Chrome métallique [7440-47-3] (Vol. 49; 1990)

Chrome III, composés du (Vol. 49; 1990)

Chrysoïdine [532-82-1] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Cimétidine [51481-61-9] (Vol. 50; 1990)

Citrate de clomiphène [50-41-9] (Vol. 21, Suppl. 7; 1987)

Citrinine [518-75-2] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)

Clofibrate [637-07-0] (Vol. 66; 1996)

Complexe fer-dextrine [9004-51-7] (Vol. 2, Suppl. 7; 1987)

Complexe fer-sorbitol acide citrique [1338-16-5] (Vol. 2, Suppl. 7; 1987)

Copolymères d'acrylonitrile, de butadiène et de styrène (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)

Copolymères de chlorure de vinyle et d'acétate de vinyle [9003-22-9] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)

Copolymères de chlorure de vinylidène et de chlorure de vinyle [9011-06-7] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)

Copolymères de styrène et d'acrylonitrile [9003-54-7] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)

Copolymères de styrène et de 1,3-butadiène [9003-55-8] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)

Coronène [191-07-1] (Vol. 32, Suppl. 7; 1987)

Corps étrangers : Voir Implants chirurgicaux et autres corps étrangers

Coumarine [91-64-5] (Vol. 77; 2000)

m-Crésidine [102-50-1] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

Crotonaldéhyde [4170-30-3] (Vol. 63; 1995)

Cyclamates [cyclamate de sodium, 139-05-9] (Vol. 73; 1999)

Cyclochlorotine [12663-46-6] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Cyclohexanone [108-94-1] (Vol. 47, Vol. 71; 1999)

4*H*-Cyclopenta[*def*]chrysène [202-98-2] (Vol. 92; en préparation)

5,6-Cyclopenteno-1,2-benzanthracène [7099-43-6] (Vol. 92; en préparation)

Dapsone [80-08-0] (Vol. 24, Suppl. 7; 1987)

D & C Red No. 9 [5160-02-1] (Vol. 57; 1993)

Deltaméthrine [52918-63-5] (Vol. 53; 1991)

Diacétylaminoazotoluène [83-63-6] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Diallate [2303-16-4] (Vol. 30, Suppl. 7; 1987)

1,2-Diamino-4-nitrobenzène [99-56-9] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

1,4-Diamino-2-nitrobenzène [5307-14-2] (Vol. 57; 1993)

1,5-Diaminonaphtalène [2243-62-1] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

2,5-Diaminotoluène [95-70-5] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Diazépam [439-14-5] (Vol. 66; 1996)

Diazométhane [334-88-3] (Vol. 7, Suppl. 7; 1987)

Dibenzo[*a,c*]anthracène [215-58-7] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Dibenzo[*a,j*]anthracène [224-41-9] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Dibenzo-*p*-dioxine (Vol. 69; 1997)

Dibenzo-*p*-dioxines polychlorées (autres que la tétrachloro- 2,3,7,8-dibenzo-*p*-dioxine) (Vol. 69; 1997)

Dibenzo[*a,e*]fluoranthène [5385-75-1] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

13*H*-Dibenzo[*a,g*]fluorène [207-83-0] (Vol. 92; en préparation)

Dibenzofuranes polychlorés (Vol. 69; 1997)

Dibenzo[*h,rst*]pentaphène [192-47-2] (Vol. 3, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Dibenzo[*a,e*]pyrène [192-65-4] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Dibenzo[*e,l*]pyrène [192-51-8] (Vol. 92; en préparation)

- Dibromoacétonitrile [3252-43-5] (Vol. 52, Vol. 71; 1999)
- Dichlorhydrate de mannoustine [551-74-6] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)
- Dichloroacétonitrile [3018-12-0] (Vol. 52, Vol. 71; 1999)
- Dichloroacétylène [7572-29-4] (Vol. 39, Vol. 71; 1999)
- 1,2-Dichlorobenzène [95-50-1] (Vol. 73; 1999)
- 1,3-Dichlorobenzène [541-73-1] (Vol. 73; 1999)
- 4,4'-Dichlorobenzilate d'éthyle (chlorobenzilate) [510-15-6] (Vol. 30, Suppl. 7; 1987)
- trans*-1,4-Dichloro-2-butène [110-57-6] (Vol. 15, Vol. 71; 1999)
- 2,6-Dichloro-1,4-phénylènediamine [609-20-1] (Vol. 39, Suppl. 7; 1987)
- 1,2-Dichloropropane [78-87-5] (Vol. 41, Vol. 71; 1999)
- Dicofol [115-32-2] (Vol. 30, Suppl. 7; 1987)
- Didanosine [69655-05-6] (Vol. 76; 2000)
- Dieldrine [60-57-1] (Vol. 5, Suppl. 7; 1987)
- Diéthanolamine [111-42-2] (Vol. 77; 2000)
- Diéthylthiocarbamate de sélénium [5456-28-0] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)
- Diéthylthiocarbamate de sodium [148-18-5] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)
- Diéthylthiocarbamate de tellure [20941-65-5] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)
- N,N'*-Diéthylthiourée [105-55-5] (Vol. 79; 2001)
- Dihydroxyméthylfuratrizine [794-93-4] (Vol. 24, Suppl. 7; 1987)
- 4,4' -Diisocyanate de 3,3' -diméthoxybenzidine [91-93-0] (Vol. 39, Suppl. 7; 1987)
- Diisocyanate de 4,4' -diphénylméthane [101-68-8] (Vol. 19, Vol. 71; 1999)
- 1,5-Diisocyanate de naphthalène [3173-72-6] (Vol. 19, Vol. 71; 1999)
- Diméthoxane [828-00-2] (Vol. 15, Suppl. 7; 1987)
- p*-Diméthylaminoazobenzènediazosulfonate de sodium [140-56-7] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)
- 4,4' -Diméthylangélicine [22975-76-4] et exposition aux rayonnements ultraviolets A (Suppl. 7; 1987)
- 4,5' -Diméthylangélicine [4063-41-6] et exposition aux rayonnements ultraviolets A (Suppl. 7; 1987)
- N,N*-Diméthylaniline [121-69-7] (Vol. 57; 1993)
- Diméthylthiocarbamate de sélénium [144-34-3] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)
- Diméthylformamide [68-12-2] (Vol. 47; Vol. 71; 1999)
- 1,4-Diméthylphénanthrène [22349-59-3] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

1,3-Dinitropyrene [75321-20-9] (Vol. 46; 1989)

Dinitrosopentaméthylènetétramine [101-25-7] (Vol. 11, Suppl. 7; 1987)

3,5-Dinitrotoluène [618-85-9] (Vol. 65; 1996)

Dioxyde de soufre [7446-09-5] (Vol. 54; 1992)

2,4'-Diphényldiamine [492-17-1] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Disulfirame [97-77-8] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)

2,6-Di-*tert*-butyl-*para*-crésol (BHT) [128-37-0] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)

Dithiocarbamate de potassium bis(2-hydroxyéthyle) [23746-34-1] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)

Dithranol [1143-38-0] (Vol. 13; Suppl. 7; 1987)

Doxéfazépam [40762-15-0] (Vol. 66; 1996)

Droloxifène [82413-20-5] (Vol. 66; 1996)

Dulcine [150-69-6] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)

Eau de boisson chlorée (Vol. 52; 1991)

Eclairage fluorescent (Vol. 55; 1992)

Endrine [72-20-8] (Vol. 5, Suppl. 7; 1987)

Eosine [15086-94-9] (Vol. 15, Suppl. 7; 1987)

Epithioéthane [420-12-2] (Vol. 11, Suppl. 7; 1987)

Estazolam [29975-16-4] (Vol. 66; 1996)

Ethène [74-85-1] (Vol. 60; 1994)

Ether de méthyle et de *tert*-butyle [1634-04-4] (Vol. 73; 1999)

Ether diglycidique du bisphénol A (Araldite®) [1675-54-3] (Vol. 47, Vol. 71; 1999)

Ether diglycidique du triéthylèneglycol [1954-28-5] (Vol. 11, Vol. 71; 1999)

Ethionamide [536-33-4] (Vol. 13, Suppl. 7; 1987)

Ethylènthiourée [96-45-7] (Vol. 79; 2001)
(Nota: Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 3 sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Eugéno1 [97-53-0] (Vol. 36, Suppl. 7; 1987)

Fenvalérate [51630-58-1] (Vol. 53; 1991)

Ferbame [14484-64-1] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)

Fibres acryliques (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)

Fibres modacryliques (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)

Fibrilles *p*-aramides [24938-64-5] (Vol. 68; 1997)

Filaments de verre continus (Vol. 43, Vol. 81; 2002)

Fluométuron [2164-17-2] (Vol. 30, Suppl. 7; 1987)

Fluoranthène [206-44-0] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Fluorène [86-73-7] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

5-Fluorouracile [51-21-8] (Vol. 26, Suppl. 7; 1987)

Fluorure de vinylidène [75-38-7] (Vol. 39, Vol. 71; 1999)

Fluorures (inorganiques, employés dans l'eau de boisson) (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

Furazolidone [67-45-8] (Vol. 31, Suppl. 7; 1987)

Furfural [98-01-1] (Vol. 63; 1995)

Furosémide (Frusémide) [54-31-9] (Vol. 50; 1990)

Gemfibrozil [25812-30-0] (Vol. 66; 1996)

Gyromitrine [16568-02-8] (Vol. 31, Suppl. 7; 1987)

Hématite [1317-60-8] (Vol. 1, Suppl. 7; 1987)

Hexachlorobutadiène [87-68-3] (Vol. 73; 1999)

Hexachlorophène [70-30-4] (Vol. 20, Suppl. 7; 1987)

Huiles isopropyliques (Vol. 15, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Hydralazine [86-54-4] (Vol. 24, Suppl. 7; 1987)

Hydrate de chloral [302-17-0] (Vol. 84; 2004)

Hydrazide de l'acide isonicotinique (Isoniazide) [54-85-3] (Vol. 4, Suppl. 7; 1987)

Hydrazide de l'acide maléique [123-33-1] (Vol. 4, Suppl. 7; 1987)

Hydrochlorothiazide [58-93-5] (Vol. 50; 1990)

Hydroquinone [123-31-9] (Vol. 15, Vol. 71; 1999)

4-Hydroxyazobenzène [1689-82-3] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

8-Hydroxyquinoléate de cuivre [10380-28-6] (Vol. 15, Suppl. 7; 1987)

8-Hydroxyquinoléine [148-24-3] (Vol. 13, Suppl. 7; 1987)

Hydroxysenkirkine [26782-43-4] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Hydroxyurée [127-07-1] (Vol. 76; 2000)

Hypochlorites (Vol. 52; 1991)

Implants chirurgicaux et autres corps étrangers (Vol. 74; 1999) :
- Matériaux polymères organiques (en tant que groupe)

- Implants orthopédiques de composition complexe
- Stimulateurs cardiaques
- Implants mammaires en silicone
- Corps étrangers implantés en chrome ou titane métallique et en alliages à base cobalt, à base chrome et à base titane, acier inoxydable et uranium appauvri
- Matériaux dentaires
- Implants céramiques

Iodure de méthyle [74-88-4] (Vol. 41, Vol. 71; 1999)

Isatidine [15503-86-3] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Isocyanate d'allyle [57-06-7] (Vol. 73; 1999)

Isocyanate de polyméthylène polyphényle [9016-87-9] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)

Isophosphamide [3778-73-2] (Vol. 26, Suppl. 7; 1987)

Isopropanol [67-63-0] (Vol. 15, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Isosafrol [120-58-1] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Isothiocyanate d'allyle [57-06-7] (Vol. 73; 1999)

Isovalérate d'allyle [2835-39-4] (Vol. 36, Vol. 71; 1999)

Jacobine [6870-67-3] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Jaune AB [85-84-7] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Jaune dispersé 3 [2832-40-8] (Vol. 48; 1990)

Jaune HC4 [59820-43-8] (Vol. 57; 1993)

Jaune OB [131-79-3] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Jaune Sunset FCF [2783-94-0] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Jaune Vat 4 [128-66-5] (Vol. 48; 1990)

Kaempférol [520-18-3] (Vol. 31, Suppl. 7; 1987)

Laine de laitier (Vol. 43, Vol. 81; 2002)

Laine de roche (Vol. 43, Vol. 81; 2002)

Laine de verre d'isolation (Vol. 43, Vol. 81; 2002)

d-Limonène [5989-27-5] (Vol. 73; 1999)

(Nota: Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 3 sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Lutéoskyrine [21884-44-6] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Malathion [121-75-5] (Vol. 30, Suppl. 7; 1987)

Malonaldéhyde [542-78-9] (Vol. 36, Vol. 71; 1999)

Manèbe [12427-38-2] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)

Medphalan [13045-94-8] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)

Mélatamine [108-78-1] (Vol. 73; 1999)
(Nota: Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 3 sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

6-Mercaptopurine [50-44-2] (Vol. 26, Suppl. 7; 1987)

Mercure [7439-97-6] et ses composés minéraux (Vol. 58; 1993)

Mésylate d'hycanthone [23255-93-8] (Vol. 13, Suppl. 7; 1987)

Métabisulfites (Vol. 54; 1992)

Méthacrylate de méthyle [80-62-6] (Vol. 60; 1994)

Méthacrylate de polyméthyle [9011-14-7] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)

Méthimazole [60-56-0] (Vol. 79; 2001)

Méthotrexate [59-05-2] (Vol. 26, Suppl. 7; 1987)

Méthoxychlore [72-43-5] (Vol. 20, Suppl. 7; 1987)

5-Méthylangélicine [73459-03-7] et exposition aux rayonnements ultraviolets A (Suppl. 7; 1987)

1-Méthylchrysène [3351-28-8] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

2-Méthylchrysène [3351-32-4] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

3-Méthylchrysène [3351-31-3] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

4-Méthylchrysène [3351-30-2] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

6-Méthylchrysène [1705-85-7] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

N-Méthyl-*N*,4-dinitrosoaniline [99-80-9] (Vol. 1, Suppl. 7; 1987)

2-Méthylfluoranthène [33543-31-6] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

3-Méthylfluoranthène [1706-01-0] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Méthylglyoxal [78-98-8] (Vol. 51; 1991)

N-Méthylolacrylamide [90456-67-0] (Vol. 60; 1994)

Méthylparathion [298-00-0] (Vol. 30, Suppl. 7; 1987)

1-Méthylphénanthrène [832-69-9] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

7-Méthyl[3,4-*c*] pyridopsoralène [85878-63-3] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)

Microcystis (extraits) (Vol. 94; en préparation)

Monuron [150-68-5] (Vol. 53; 1991)

Morpholine [110-91-8] (Vol. 47, Vol. 71; 1999)

Mousses de polyuréthane [9009-54-5] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)

Moutarde à l'œstradiol [22966-79-6] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)

Musc-xylène [81-15-2] (Vol. 65; 1996)

1-Naphtylamine [134-32-7] (Vol. 4, Suppl. 7; 1987)

1-Naphtylthiourée (ANTU) [86-88-4] (Vol. 30, Suppl. 7; 1987)

Nithiazide [139-94-6] (Vol. 31, Suppl. 7; 1987)

5-Nitro-*o*-anisidine [99-59-2] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

9-Nitroanthracène [602-60-8] (Vol. 33, Suppl. 7; 1987)

7-Nitrobenzo[*a*]anthracène [20268-51-3] (Vol. 46; 1989)

6-Nitrobenzo[*a*]pyrène [63041-90-7] (Vol. 46; 1989)

4-Nitrobiphényle [92-93-3] (Vol. 4, Suppl. 7; 1987)

3-Nitrofluoranthène [892-21-7] (Vol. 33, Suppl. 7; 1987)

Nitrofural (nitrofurazone) [59-87-0] (Vol. 50; 1990)

Nitrofurantoïne [67-20-9] (Vol. 50; 1990)

1-Nitronaphtalène [86-57-7] (Vol. 46; 1989)

2-Nitronaphtalène [581-89-5] (Vol. 46; 1989)

3-Nitropérylène [20589-63-3] (Vol. 46; 1989)

2-Nitropyrène [789-07-1] (Vol. 46; 1989)

N'-Nitrosoanabasine (NAB) [37620-20-5] (Vol. 37, Suppl. 7, Vol. 89; 2007)

N'-Nitrosoanatabine (NAT) [71267-22-6] (Vol. 37, Suppl. 7, Vol. 89; 2007)

N-Nitrosodiphénylamine [86-30-6] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

4-Nitrosodiphénylamine [156-10-5] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

N-Nitrosoguvacine [55557-01-2] (Vol. 85; 2004)

N-Nitrosoguvacoline [55557-02-3] (Vol. 85; 2004)

N-Nitrosohydroxyproline [30310-80-6] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)

3-(*N*-Nitrosométhylamino)propionaldéhyde [85502-23-4] (Vol. 85; 2004)

N-Nitrosoproline [7519-36-0] (Vol. 17, Suppl. 7; 1987)

Nitrotoluènes (mélange d'isomères) [88-72-2; 99-08-1; 99-99-0] (Vol. 65; 1996)

5-Nitro-*o*-toluidine [99-55-8] (Vol. 48; 1990)

Nitrovine [804-36-4] (Vol. 31, Suppl. 7; 1987)

Nodularines [118399-22-7] (Vol. 94; en préparation)

Nylon 6 [25038-54-4] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)

Oléate de glycidyle [5431-33-4] (Vol. 11, Suppl. 7; 1987)

Opisthorchis felineus (infection à) (Vol. 61; 1994)

Orangé acide CI-3 [6373-74-6] (Vol. 57; 1993)

Orangé d'acridine [494-38-2] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Orangé G [1936-15-8] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Orangé I [523-44-4] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Oxyde de décabromodiphényle [1163-19-5] (Vol. 48, Vol. 71; 1999)

Oxyde de fer (III) [1309-37-1] (Vol. 1, Suppl. 7; 1987)

Oxyde de tris(1-aziridinyl)phosphine [545-55-1] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)

Oxyde de tris(2-méthyl-1-aziridinyl)phosphine [57-39-6] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)

Oxyde ferrique saccharique [8047-67-4] (Vol. 2, Suppl. 7; 1987)

Oxyphenbutazone [129-20-4] (Vol. 13, Suppl. 7; 1987)

Palygorskite (attapulгите) [12174-11-7] (fibres courtes, < 5 micromètres) (Vol. 68; 1997)

Paracétamol (acétaminophène) [103-90-2] (Vol. 73; 1999)

Parathion [56-38-2] (Vol. 30, Suppl. 7; 1987)

Patuline [149-29-1] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)

Pentachloréthane [76-01-7] (Vol. 41, Vol. 71; 1999)

Perméthrine [52645-53-1] (Vol. 53; 1991)

Peroxyde de benzoyle [94-36-0] (Vol. 36, Vol. 71; 1999)

Peroxyde de lauroyle [105-74-8] (Vol. 36, Vol. 71; 1999)

Peroxyde d'hydrogène [7722-84-1] (Vol. 36, Vol. 71; 1999)

Pérylène [198-55-0] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Pétasiténine [60102-37-6] (Vol. 31, Suppl. 7; 1987)

Phénanthrène [85-01-8] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Phénicarbazide [103-03-7] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)

Phénol [108-95-2] (Vol. 47, Vol. 71; 1999)

Phénylbutazone [50-33-9] (Vol. 13, Suppl. 7; 1987)

1,3-Phénylènediamine [108-45-2] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

1,4-Phénylènediamine [106-50-3] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

N-Phényl-2-naphtylamine [135-88-6] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

- o*- Phénylphénol [90-43-7] (Vol. 73; 1999)
- Phosphate de tris(2-chloréthyle) [115-96-8] (Vol. 48, Vol. 71; 1999)
- Phosphite acide de diméthyle [868-85-9] (Vol. 48, Vol. 71; 1999)
- Phtalate de butyle et de benzyle [85-68-7] (Vol. 73; 1999)
- Phtalate de di(éthyl-2 hexyle) [117-81-1] (Vol. 77; 2000)
(Nota : Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 3 sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)
- Picène [213-46-7] (Vol. 92; en préparation)
- Picloram [1918-02-1] (Vol. 53; 1991)
- Plomb, dérivés organiques du (Vol. 23, Vol. 87; 2006)
(Nota : Les dérivés organiques du plomb sont métabolisés, au moins en partie, en ion plomb chez l'homme et l'animal. A supposer que l'ion plomb issu du plomb organique soit présent dans l'organisme, il est attendu que celui-ci aura les propriétés toxiques associées au plomb inorganique)
- Polychloroprène [9010-98-4] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)
- Polyéthène [9002-88-4] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)
- Polypropylène [9003-07-0] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)
- Polystyrène [9003-53-6] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)
- Polytétrafluoréthylène [9002-84-0] (Vol. 19, Suppl. 7; 1987)
- Polyvinylpyrrolidone [9003-39-8] (Vol. 19, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)
- Ponceau SX [4548-53-2] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)
- Poussières de charbon (Vol. 68; 1997)
- Prazépam [2955-38-6] (Vol. 66; 1996)
- Prednimustine [29069-24-7] (Vol. 50; 1990)
- Prednisone [53-03-2] (Vol. 26, Suppl. 7; 1987)
- Prophame [122-42-9] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)
- Propylène [115-07-1] (Vol. 60; 1994)
- Ptaquiloside [87625-62-5] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)
- Pyrène [129-00-0] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)
- Pyridine [110-86-1] (Vol. 77; 2000)
- [3,4-*c*]-Pyridopsoralène [85878-62-2] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)
- Pyriméthamine [58-14-0] (Vol. 13, Suppl. 7; 1987)
- Quercétine [117-39-5] (Vol. 73; 1999)
- p*-Quinone [106-51-4] (Vol. 15, Suppl. 7, Vol. 71; 1999)

Quintozène (Pentachloronitrobenzène) [82-68-8] (Vol. 5, Suppl. 7; 1987)

Racine de garance (*Rubia tinctorum*) (Vol. 82; 2002)

Résérpine [50-55-5] (Vol. 24, Suppl. 7; 1987)

Résorcinol [108-46-3] (Vol. 15, Vol. 71, 1999)

Rétrorsine [480-54-6] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Rhodamine B [81-88-9] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Rhodamine 6G [989-38-8] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Rifampicine [13292-46-1] (Vol. 24, Suppl. 7; 1987)

Ripazépam [26308-28-1] (Vol. 66; 1996)

Rouge de méthyle [493-52-7] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Rouge écarlate [85-83-6] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Rouge HC3 [2871-01-4] (Vol. 57; 1993)

Rouge pigment CI-3 [2425-85-6] (Vol. 57; 1993)

Rouge Soudan 7B [6368-72-5] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Rugulosine [23537-16-8] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)

Saccharine [81-07-2] et ses sels (Vol. 73; 1999)
(Nota: Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 3, sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)

Schistosoma mansoni (infection à) (Vol. 61; 1994)

Sélénium [7782-49-2] et composés du sélénium (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)

Sels de proflavine (Vol. 24, Suppl. 7; 1987)

Sels de tétrakis (hydroxyméthyl) phosphonium (Vol. 48, Vol. 71; 1999)

Sénéciophylline [480-81-9] (Vol. 10, Suppl. 7; 1987)

Senkirkine [2318-18-5] (Vol. 31, Suppl. 7; 1987)

Sépiolite [15501-74-3] (Vol. 68; 1997)

Silice amorphe [7631-86-9] (Vol. 68; 1997)

Simazine [122-34-9] (Vol. 73; 1999)

Soudan I [842-07-9] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Soudan II [3118-97-6] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Soudan III [85-86-9] (Vol. 8, Suppl. 7; 1987)

Spiro nolactone [52-01-7] (Vol. 79; 2001)

- Stéarate de glycidyle [7460-84-6] (Vol. 11, Suppl. 7; 1987)
- Succinate de doxylamine [562-10-7] (Vol. 79; 2001)
- Sulfafurazole (Sulfisoxazole) [127-69-5] (Vol. 24, Suppl. 7; 1987)
- Sulfaméthazine [57-68-1] (Vol. 79; 2001)
(Nota: Modification de l'évaluation globale, du groupe 2B au groupe 3 sur la base de données complémentaires relatives à l'évaluation de la cancérogénicité et à ses mécanismes)
- Sulfaméthoxazole [723-46-6] (Vol. 79; 2001)
- Sulfate de phénelzine [156-51-4] (Vol. 24, Suppl. 7; 1987)
- Sulfate de vinblastine [143-67-9] (Vol. 26, Suppl. 7; 1987)
- Sulfate de vincristine [2068-78-2] (Vol. 26, Suppl. 7; 1987)
- Sulfites (Vol. 54; 1992)
- Sulfure de bis(1-aziridiny) morpholinophosphine [2168-68-5] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)
- Symphytine [22571-95-5] (Vol. 31, Suppl. 7; 1987)
- Talc [14807-96-6], ne contenant pas de fibres asbestiformes (inhalé) (Vol. 42, Suppl. 7, Vol. 93; en préparation)
- Témazépam [846-50-4] (Vol. 66; 1996)
- 2,2',5,5' -Tétrachlorobenzidine [15721-02-5] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)
- 1,1,1,2-Tétrachloroéthane [630-20-6] (Vol. 41, Vol. 71; 1999)
- 1,1,2,2-Tétrachloroéthane [79-34-5] (Vol. 20, Vol. 71; 1999)
- Tétrachlorvinphos [22248-79-9] (Vol. 30, Suppl. 7; 1987)
- Théobromine [83-67-0] (Vol. 51; 1991)
- Théophylline [58-55-9] (Vol. 51; 1991)
- Thiourée [62-56-6] (Vol. 79; 2001)
- Thiram [137-26-8] (Vol. 53; 1991)
- Toluène [108-88-3] (Vol. 47, Vol. 71; 1999)
- Torémifène [89778-26-7] (Vol. 66; 1996)
- Toxines des *Fusarium graminearum*, *F. culmorum* et *F. crookwellense* : zearalenone, deoxynivalenol, nivalenol et fusarenone X (Vol. 56; 1993)
- Toxines du *Fusarium sporotrichioides*: toxine T-2 (Vol. 56; 1993)
- Trichlorfon [52-68-6] (Vol. 30, Suppl. 7; 1987)
- Trichloroacétonitrile [545-06-2] (Vol. 52, Vol. 71; 1999)
- 1,1,1-Trichloroéthane [71-55-6] (Vol. 20, Vol. 71; 1999)
- 1,1,2-Trichloroéthane [79-00-5] (Vol. 52, Vol. 71; 1999)

Triéthanolamine [102-71-6] (Vol. 77; 2000)

Trifluraline [1582-09-8] (Vol. 53; 1991)

4,4',6-Triméthylangélicine [90370-29-9] et exposition aux rayonnements ultraviolets A (Suppl. 7; 1987)

2,4,5-Triméthylaniline [137-17-7] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

2,4,6-Triméthylaniline [88-05-1] (Vol. 27, Suppl. 7; 1987)

4,5',8-Triméthylpsoralène [3902-71-4] (Vol. 40, Suppl. 7; 1987)

2,4,6-Trinitrotoluène [118-96-7] (Vol. 65; 1996)

Triphénylène [217-59-4] (Vol. 32, Suppl. 7, Vol. 92; en préparation)

Tris(aziridiny) *p*-benzoquinone (Triaziquone) [68-76-8] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)

2,4,6-Tris(1-aziridiny)-*s*-triazine [51-18-3] (Vol. 9, Suppl. 7; 1987)

Tris-1,2,3-(chlorométhoxy) propane [38571-73-2] (Vol. 15, Vol. 71; 1999)

Trisulfure d'antimoine [1345-04-6] (Vol. 47; 1989)

Vert clair SF [5141-20-8] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Vert Guinée B [4680-78-8] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Vert solide FCF [2353-45-9] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

N-Vinyl-2-pyrrolidone [88-12-0] (Vol. 19, Vol. 71; 1999)

Vinyltoluène [25013-15-4] (Vol. 60; 1994)

Virus de l'hépatite D (Vol. 59; 1994)

Virus humain de la leucémie à cellules T, type II (Vol. 67; 1996)

Vitamine K [12001-79-5] (Substances à la) (Vol. 76; 2000)

Wollastonite [13983-17-0] (Vol. 68; 1997)

Xylènes [1330-20-7] (Vol. 47, Vol. 71; 1999)

2,4-Xylidine [95-68-1] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

2,5-Xylidine [95-78-3] (Vol. 16, Suppl. 7; 1987)

Zectrane [315-18-4] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)

Zéolites [1318-02-1] autres que l'Erionite (clinoptilolite, phillipsite, mordénite, zéolite japonaise non fibreuse, zéolites synthétiques) (Vol. 68; 1997)

Zinèbe [12122-67-7] (Vol. 12, Suppl. 7; 1987)

Zirame [137-30-4] (Vol. 53; 1991)

2. Mélanges

Bitumes [8052-42-4] raffinés à la vapeur, résidus de cracking, raffinés à l'air (Vol. 35, Suppl. 7; 1987)

Carburéacteur (Vol. 45; 1989)

Distillats (légers) de carburants diesel (Vol. 45; 1989)

Distillats (légers) de fioul (Vol. 45; 1989)

Encres d'imprimerie (Vol. 65; 1996)

Huiles minérales hautement raffinées (Vol. 33, Suppl. 7; 1987)

Maté (Vol. 51; 1991)

Pétrole brut [8002-05-9] (Vol. 45; 1989)

Polychlorures de terpène (Strobane®) [8001-50-1] (Vol. 5, Suppl. 7; 1987)

Solvants pétroliers (Vol. 47; 1989)

Thé (Vol. 51; 1991)

3. Expositions professionnelles et autres

Carbure de calcium (production) (Vol. 92; en préparation)

Colorants de coiffure (utilisation personnelle) (Vol. 57, Vol. 99, en préparation)

Fabrication d'articles en cuir (Vol. 25, Suppl. 7; 1987)

Fabrication de peinture (exposition professionnelle) (Vol. 47; 1989)

Fabrication de verre plat et de verre à façon (Vol. 58; 1993)

Industrie du papier et de la pâte à papier (Vol. 25, Suppl. 7; 1987)

Industries du bois (sciage et bûcheronnage) (Vol. 25, Suppl. 7; 1987)

Tannage et traitement du cuir (Vol. 25, Suppl. 7; 1987)

Dernière mise à jour : 1^{er} avril 2008

Groupe 4 : Probablement non-cancérogène pour l'homme (1)

Caprolactame [105-60-2] (Vol. 39, Suppl. 7, Vol. 71; 1998)

Dernière mise à jour : 1er avril 2008

ANNEXE 5 – ÉTUDES JURIDIQUES

Les limites d'exposition aux champs électromagnétiques produits par les installations de transport d'électricité (décembre 2009)

Dans le texte ci-après, les unités physiques suivantes sont utilisées : kV pour kilovolt, Hz pour hertz, μT pour microtesla.

1) Union européenne

La recommandation du Conseil du 12 juillet 1999 relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 à 300 GHz) (document n° 1) fixe la limite maximale admissible de l'induction magnétique produite par une installation en fonction de la fréquence du réseau électrique. En Europe, les lignes électriques à haute tension sont exploitées en 50 Hz. Par conséquent, cette limite s'établit à **100 μT** .

2) Allemagne

Le règlement fédéral du 16 décembre 1996 sur les champs électromagnétiques (document n° 2), entré en vigueur le 1^{er} janvier 1997 et qui est l'un des textes d'application de la loi fédérale du 15 mars 1974 sur la protection contre les nuisances environnementales, définit des **seuils d'exposition**. Il détermine la **valeur maximale admissible de l'induction magnétique** produite par les installations de basse fréquence – lesquelles incluent notamment les lignes électriques de fréquence égale à 50 Hz et dont la tension est supérieure à 1 000 volts – et mesurée « *dans les bâtiments et sur les terrains qui ne sont pas destinés seulement au séjour de courte durée des personnes* ».

La référence à la durée du séjour permet notamment d'exclure du champ d'application du règlement certaines annexes et dépendances des habitations (balcons, hangars, etc.). En outre, le texte ne vise que les hommes, et non les animaux.

Les installations de transport de l'électricité doivent être construites et exploitées de façon à ce que l'induction magnétique ne dépasse pas **100 μT** .

Des directives pour l'application de ce règlement (document n° 3) ont été élaborées par un groupe de travail réunissant des représentants des ministères

de l'environnement de la Fédération et des *Länder*. Ces directives, qui n'ont **aucune force obligatoire**, recommandent que les bâtiments et les terrains se trouvent à l'extérieur d'une bande de terrain constituée par l'emprise au sol de la ligne et par deux couloirs, la largeur minimale de chacun de ceux-ci, mesurée à partir du conducteur externe de la ligne, variant comme suit en fonction de la tension :

moins de 110 kV	5 mètres
110 kV	10 mètres
220 kV	15 mètres
380 kV	20 mètres

Dans certains *Länder* – c'est le cas de la Thuringe –, ces directives ne sont pas appliquées. Dans d'autres, des recommandations, plus strictes que les directives fédérales, portant sur les distances minimales qui doivent séparer les lignes à haute tension des lieux dans lesquels les personnes séjournent ont été publiées.

Ainsi, le ministre des affaires sociales et de la santé du *Land* de **Brême** a publié en 2004 une **recommandation** (document n° 4) dans laquelle il indique que, dans les lieux « *qui ne sont pas destinés à des séjours de courte durée* », l'induction magnétique ne doit pas dépasser 0,3 μ T. La recommandation précise que ce plafond correspond dans la plupart des cas aux distances suivantes, calculées par rapport à l'axe central des lignes à haute tension. Ces distances varient ainsi en fonction de la tension :

110 kV	30 mètres
220 kV	60 mètres
380 kV	80 mètres

De même, le ministre de l'environnement du *Land* de **Brandebourg** (document n° 5) recommande le respect des distances suivantes entre le bord extérieur des lignes à haute tension et les bâtiments dans lesquels des hommes sont susceptibles de séjourner au moins six heures par jour :

à partir de 110 kV	30 mètres
à partir de 380kV	50 mètres

Dans le *Land* de **Rhénanie du Nord-Westphalie** (document n° 6), le ministère de l'environnement prescrit le respect des distances suivantes à partir de l'axe central des lignes :

110 kV	10 mètres
220 kV	20 mètres
380 kV	40 mètres

Ces prescriptions sont utilisées par les autorités locales du *Land* pour la planification des installations.

À la fin de l'année 2007, le *Land* de Basse-Saxe a adopté une loi qui prévoit que les lignes à haute tension doivent être enterrées lorsqu'elles se trouvent à moins d'une certaine distance des habitations (200 mètres s'agissant de maisons isolées et 400 mètres dans le cas d'habitat groupé). Cette loi s'applique aux lignes construites après son entrée en vigueur. L'adoption de ce texte a été suivie du dépôt de plusieurs propositions de loi similaires dans d'autres *Länder*, par exemple en Hesse.

3) Belgique

Il n'existe **aucune norme nationale** fixant la limite d'exposition aux champs électromagnétiques produits par les lignes à haute tension. C'est la recommandation européenne, qui place cette limite à 100 μT , qui est appliquée.

En Flandre, l'arrêté du gouvernement du 11 juin 2004 contenant des mesures de lutte contre les risques sanitaires liés à la pollution intérieure prévoit deux limites (document n° 7) :

- 10 μT pour la valeur d'intervention, qui est la valeur à partir de laquelle un logement est réputé non habitable ;
- 0,2 μT pour la valeur guide, c'est-à-dire la valeur souhaitable.

4) Espagne

Le décret royal 1066/2001 du 28 septembre 2001 approuvant le règlement qui établit les mesures de protection sanitaire contre les émissions produites par les installations électriques (document n° 8) reprend les plafonds fixés par la recommandation du Conseil de l'Union européenne du 12 juillet 1999 relative à la limitation de l'exposition du public aux champs

électromagnétiques. Par conséquent, pour les lignes à haute tension, la limite s'établit à **100 μ T**.

Le décret royal 223/2008 du 15 février 2008 approuvant le règlement qui fixe les conditions techniques et les garanties de sécurité pour les lignes électriques à haute tension comprend plusieurs instructions techniques. L'une d'elles, l'instruction ITC-LAT 07, (document n° 9) détaille les prescriptions techniques applicables aux lignes à haute tension aériennes. Elle précise notamment que la construction de lignes doit, dans toute la mesure du possible, être évitée en zone urbanisable. Elle prévoit aussi l'existence, de part et d'autre des lignes, de couloirs dans lesquels toute construction est interdite. La distance minimale séparant les constructions du bord extérieur des lignes varie en fonction de la tension maximale de celles-ci, mais ne peut pas être inférieure à 5 mètres. À titre d'exemple, les distances suivantes doivent être respectées :

Tension maximale	Distance minimale
145 kV	5 mètres
170 kV	5 mètres
245 kV	5 mètres
420 kV	6,1 mètres

Ces prescriptions s'appliquent aux lignes construites après l'entrée en vigueur du décret 1955/2000 du 1^{er} décembre 2000 portant régulation des activités de transport, de distribution, de commercialisation et de fourniture d'électricité, c'est-à-dire après le début de l'année 2001.

Pour les lignes plus anciennes, c'est le décret 3151/1968 du 28 novembre 1968 approuvant le règlement relatif aux lignes aériennes à haute tension qui continue à s'appliquer. Or, ce texte n'imposait pas le respect de couloirs. Il prescrivait seulement des distances minimales en ligne droite, ce qui n'empêchait pas l'établissement de lignes à haute tension au-dessus des habitations. Ces distances minimales dépendaient de la tension, mais sans pouvoir être inférieures à 5 mètres. Il était ainsi possible de construire une ligne à haute tension située à 7 mètres du sol juste au-dessus d'un édifice de 2 mètres de haut.

5) Italie

La loi cadre n° 36 du 22 février 2001 sur la protection contre l'exposition à des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques (document n° 10) définit trois valeurs :

- **la limite d'exposition**, limite absolue qui s'impose partout ;
- **le seuil d'alerte**, limite de précaution qui doit être respectée dans certains lieux, considérés comme particulièrement sensibles et qui incluent les aires de jeux destinées aux enfants, les locaux d'habitation et les bâtiments scolaires

ainsi que tous les autres lieux susceptibles de faire l'objet d'une occupation « *prolongée* » ;
– **l'objectif de qualité**, valeur souhaitable, qui doit être atteinte progressivement.

La loi renvoie à un décret du président du conseil le soin pour la fixation de ces différentes valeurs. Elle dispose également qu'il appartient à l'État d'établir le tracé des lignes de transport d'électricité de tension supérieure à 150 kV et de définir des couloirs à l'intérieur desquels les bâtiments ne peuvent pas être affectés à une utilisation résidentielle, scolaire ou sanitaire, voire à un autre usage impliquant une présence humaine au moins 4 heures par jour.

Le décret du président du conseil du 8 juillet 2003 portant fixation des limites d'exposition, des seuils d'alerte et des objectifs de qualité pour la protection de la population contre l'exposition aux champs électriques et magnétiques de fréquence 50 Hz produits par des lignes électriques (document n° 11), pris pour l'application de la loi précitée, rend applicable en Italie la recommandation du Conseil de l'Union européenne du 12 juillet 1999 et retient la même **limite générale que celle-ci, 100 µT**.

Par ailleurs, à titre de précaution, **il établit ainsi le seuil d'alerte : la valeur médiane sur 24 heures de l'induction magnétique¹ ne doit pas dépasser 10 µT** dans les aires de jeux pour les enfants, les locaux d'habitation, les bâtiments scolaires ainsi que dans tous les lieux susceptibles d'être occupés pendant au moins 4 heures par jour. La référence à la médiane signifie que des dépassements d'une durée limitée sont admissibles.

S'agissant des nouvelles lignes, le décret recommande qu'elles soient construites de façon à ce que l'objectif de qualité de 3 µT soit atteint dans les lieux sensibles, dans lesquels le seuil d'alerte doit actuellement être respecté. La même recommandation est applicable pour l'implantation de nouveaux lieux sensibles à proximité de lignes existantes.

Le décret du ministère de l'environnement du 29 mai 2008 (document n° 12) **détermine la méthode de fixation des couloirs** à l'intérieur desquels les bâtiments ne peuvent pas être affectés à une utilisation résidentielle, scolaire ou sanitaire, voire à un autre usage impliquant une présence humaine au moins 4 heures par jour. Il s'agit d'un document complexe, qui envisage les diverses caractéristiques techniques des installations électriques.

Avant le vote de la loi cadre nationale, plusieurs régions, parmi lesquelles la Vénétie et la Toscane, avaient adopté des normes plus sévères, qui ne sont plus en vigueur.

¹ Pour les modalités de mesure, le décret renvoie à la documentation du Comité électrotechnique italien.

La loi régionale de **Vénétie** n° 27 du 30 juin 1993 sur la prévention des dommages découlant des champs électromagnétiques produits par les lignes électriques prévoyait que le tracé des lignes à haute tension était conçu de sorte que l'induction magnétique mesurée à 1,5 mètre du sol ne dépassât pas 0,2 μT entre l'axe central des lignes et les constructions destinées à l'habitation ou à d'autres activités impliquant une présence habituelle prolongée. Par la décision 1735/2005, le tribunal administratif de Vénétie a jugé que ces dispositions de la loi régionale avaient été implicitement abrogées par la législation nationale postérieure. Sa décision est devenue définitive faute d'avoir été contestée devant le Conseil d'État.

En **Toscane**, le règlement du 20 décembre 2000 concernant les lignes électriques pris pour l'application de la loi régionale n° 51 du 11 août 1999 ouvrait à l'autorité compétente pour la délivrance de l'autorisation de construire des lignes électriques le droit de fixer les limites des zones inconstructibles à :

- 120 mètres de part et d'autre des lignes de tension supérieure à 150 kV ;
- 80 mètres pour les lignes dont la tension était comprise entre 100 kV et 150 kV.

Le même texte avait institué un régime spécifique au voisinage des lignes de tension moindre, mais supérieure à 20 kV. Si des personnes devaient se trouver de façon prolongée dans une aire où le niveau d'induction magnétique était d'au moins 0,2 μT , il convenait de prendre des mesures de limitation de l'impact électromagnétique (par exemple en enterrant les lignes) et d'assurer le suivi des émissions.

6) Pays-Bas

Le 3 octobre 2005, le ministre de l'environnement a adressé aux organes exécutifs des communes et des provinces ainsi qu'aux entreprises de transport d'électricité une **recommandation** (document n° 13).

Selon ce document, lors de l'établissement des plans d'urbanisme ainsi que lors de la détermination du tracé des lignes aériennes à haute tension, il convient dans toute la mesure du possible d'éviter de créer des « *situations nouvelles* » conduisant des enfants à séjourner de façon durable dans des zones situées à proximité de lignes aériennes à haute tension où l'induction magnétique moyenne mesurée sur une année dépasse 0,4 μT .

Pour faciliter la tâche des communes, le texte introduit la notion de « zones indicatives » : il s'agit de couloirs dont la largeur varie en fonction de la tension de la ligne et dans lesquels il est recommandé de ne pas prévoir l'implantation de bâtiments destinés à une utilisation dite « sensible », en particulier des écoles, des crèches et des jardins d'enfants.

La largeur de ce couloir s'établit comme suit, la ligne étant située au milieu du couloir :

Tension	Largeur du couloir
50 kV	2 x 40 mètres
110 kV	2 x 50 mètres
150 kV	2 x 80 mètres
220 kV	2 x 150 mètres
380 kV	2 x 200 mètres

La recommandation ne s'applique pas aux installations antérieures au 3 octobre 2005, à moins qu'elles ne fassent l'objet de modifications. Plusieurs termes employés dans la recommandation sont commentés dans une annexe, laquelle a été mise à jour en novembre 2008 (document n° 14). Ainsi, le mot « enfant » désigne toute personne de moins de 15 ans et, par « séjour de longue durée », il faut comprendre au moins 14 à 18 heures par jour en moyenne, la moyenne étant calculée sur une année.

La recommandation n'a pas de valeur contraignante. Plusieurs communes ont choisi de s'en écarter lors de la construction d'équipements collectifs. Dans le contentieux qui en est résulté, les tribunaux ont souligné à plusieurs reprises que les communes n'étaient pas tenues au respect de la recommandation, mais qu'elles devaient alors motiver leur décision.

7) Suède

Kraftnät, qui est l'organisme correspondant à RTE, s'est fixé une limite d'exposition aux champs électromagnétiques : lors de la planification de nouvelles lignes électriques, dans aucun endroit susceptible d'accueillir des êtres humains pour de longues périodes, le rayonnement ne doit être supérieur à **0,4 µT**.

Par ailleurs, **l'agence pour la sécurité des installations électriques** a édicté des règles qui fixent notamment la distance minimale qui doit séparer les lignes à haute tension des constructions et des installations destinées à accueillir du public. D'après ces règles (document n° 15), la distance minimale, mesurée horizontalement et exprimée en mètres, s'établit comme suit :

	Tension jusqu'à 55 kV	Tension supérieure à 55 kV
Constructions implantées dans une zone dotée d'un plan d'urbanisme	5	10
Constructions implantées à l'extérieur d'une zone dotée d'un plan d'urbanisme	5	5 + S selon le système de mise à la terre des installations électriques, S = 0,5 cm ou 0,7 cm pour chaque kV dépassant 55kV
Parcs de stationnement (n'accueillant pas de véhicules transportant des produits inflammables ou explosifs)	5	10
Espaces ouverts accueillant du public (terrains de sport, cours de récréation, etc.).	20	

8) Suisse

L'ordonnance du 23 décembre 1999 sur la protection contre le rayonnement non ionisant (document n° 16) prévoit deux plafonds :

– la valeur limite par installation, applicable notamment aux lignes de transport d'électricité de tension supérieure à 1 000 volts et qui doit être respectée dans les « *lieux à utilisation sensible* », c'est-à-dire les bâtiments « *dans lesquels des personnes séjournent régulièrement durant une période prolongée* », les terrains de jeux, ainsi que les terrains constructibles ou sur lesquels des terrains de jeux peuvent être aménagés ;

– la valeur limite de nocivité, qui doit être respectée « *partout où des personnes peuvent séjourner* », même pour de courtes durées.

La valeur limite par installation est de 1 μ T : une ligne à haute tension donnée ne doit donc pas produire une induction magnétique supérieure à 1 μ T dans un logement par exemple. Quant à **la valeur limite de nocivité**, qui s'applique à l'ensemble des rayonnements non ionisants en un lieu donné, elle est de **100 μ T**.

Ces valeurs s'appliquent à toutes les installations, nouvelles comme anciennes.

Voir le dossier, en particulier la brochure de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (document n° 17, pages 26 et 27).

9) Luxembourg

- **Application de la décision du Conseil 1999/512/EC du 12 juillet 1999**

Le premier rapport de la commission européenne sur la mise en oeuvre la recommandation du Conseil 1999/512/EC du 12 juillet 1999 indique que les normes applicables sont plus sévères que celles préconisées par cette décision (document 1, page 29).

Le rapport du BIPRO sur l'état d'avancement de la mise en oeuvre de la même décision daté de mai 2008 précise quant à lui que le Luxembourg n'a pas établi de mesures-cadres générales fixant des restrictions de base et des niveaux de référence (document 2, page 50).

Quand au rapport de la Commission du 1^{er} septembre 2008, il indique que le **Luxembourg applique les normes posées par la décision du Conseil 1999/512/EC du 12 juillet 1999 pour les restrictions de base et des normes plus sévères pour les niveaux de référence** (document 3, pages 6 et 7).

- **Recommandations particulières relatives aux distances des constructions par rapport aux lignes THT**

Toujours en vigueur, la **circulaire du 11 mars 1994 n° 1644, sur les effets des champs magnétiques sur la santé**, adressée aux communes par le ministère de l'Intérieur, constitue une simple recommandation.

Elle conseille de ne plus créer de terrain à bâtir à proximité des lignes THT et, pour les lignes de 100 à 220 kV, recommande de conserver un distance de 30 mètres entre le centre du tracé de la ligne et la limite de la propriété la plus proche susceptible d'être bâtie, et de 20 mètres pour les lignes THT de 65 kV (document 4, page 3).

Il est à noter que la construction des lignes THT est soumise aux dispositions de la loi du 19 juin 1999 relative aux établissements classés. Ces édifices sont autorisés après enquête publique par un arrêté ministériel préparé par l'Administration de l'environnement. Ce texte fixe les prescriptions générales applicables à l'ouvrage ainsi que les limites à respecter (Document 5). L'Administration de l'environnement, saisie à plusieurs reprises par la division des études de législation comparée et par l'ambassade de France au Luxembourg n'a, à ce jour, pas répondu à des demandes de précisions sur ce point.