

Rapport de la commission du Conseil Municipal de Saint Benoit sur les compteurs LINKY et leur déploiement

L'étude a été coordonnée par
Jean-Bernard Saulnier, Conseiller Municipal de Saint-Benoît

25 janvier 2018

Rapport de la commission du Conseil Municipal de Saint Benoit sur les compteurs LINKY et leur déploiement.

Cette étude a été menée par une commission composée de 12 membres du Conseil Municipal de la Ville de Saint Benoit (86280) :

- Clément Dominique, *Maire et Conseiller départemental*
- Bataille Martine, *Médecin*
- Biget Louisette, *Professeur de physique à la retraite*
- Blaud Joël, *Professeur d'anglais à la retraite*
- Bouchet-Nuer Isabelle, *Cadre commerciale*
- Chaigneau Bernard, *Ingénieur Télécom à la retraite*
- Guillon Emmanuel, *Agent immobilier*
- Marion Monique, *Pharmacienne*
- Peterlongo Bernard, *Ingénieur technique*
- Piquion Hervé, *Directeur territorial*
- Sallier Sylvie, *Enseignante à la retraite*
- Saulnier Jean-Bernard, *Professeur émérite ENSMA thermique*

L'étude s'est appuyée sur l'expertise de :

- Bataille Benoit, *Neurochirurgien CHU de Poitiers*
- Clavier Nicolas, *Ingénieur ENEDIS*
- Hosono William, *Directeur du site ITRON de Chasseneuil du Poitou*
- Lagonotte Patrick, *Professeur, Laboratoire Pprimme (CNRS, ENSMA et Université de Poitiers)*
- Maitre Marion Le Lain, *Avocate Cabinet Drouineau Poitiers*
- Ney Michel, *Professeur au Laboratoire Lab-STICC (CNRS, Télécom Bretagne, Université de BREST)*
- Vauzelle Rodolphe, *Professeur au Laboratoire XLIM (CNRS et Université de Poitiers)*

Enfin, elle a consacré une séance à échanger avec Madame Monique Savigny, du collectif des électrosensibles de la Vienne ainsi qu'avec des représentants locaux des opposants au LINKY, Messieurs Philippe Chantant et Jacques Gouin enseignants à la retraite.

Plan du rapport

1 - Préambule : objectif, méthode, esprit des travaux de la commission

2 – Le contexte du LINKY

2-1 Les objectifs du programme LINKY

2.2 Où en est-on à ce jour, du déploiement des compteurs électriques communicants ?

2-2-1 Union Européenne

2-2-2 Hors Union Européenne

2-3 Les controverses

2-3-1 Caractéristiques générales

2-3-2 Le point de vue des Sciences Humaines et Sociales

3 – Les travaux de la commission

3 – 1 Quel lien entre les ondes électromagnétiques et le compteur LINKY ?

3-1-1 Champ électromagnétique (CEM)

3-1-2 Onde électromagnétique (OEM)

3 -2 Principe de fonctionnement du compteur LINKY

3-2-1 De la mesure par le compteur LINKY au transfert des données vers le serveur informatique

3.2.2 Le courant porteur en ligne, CPL

3-2-3 Des outils d'aide à la maîtrise de l'énergie (affichage déporté, ERL...)

3-2-4 Le CPL est-il susceptible d'émettre des ondes « toxiques » dans nos maisons ?

3-2-4-1 Les seuils de champs électriques et magnétiques fixés par la loi

3-2-4-2 Premier panel des valeurs mesurées

3-2-4-3 L'apport des mesures du CSTB parues en 2017

3 – 3 Relation entre LINKY et santé

3-3-1 Pourquoi les champs électriques et magnétiques peuvent-ils avoir retentissement sur le corps humain ?

3-3-2 Quelle vision des enjeux sanitaires ?

3-3-2-1 Le rapport OPECST 2010 : l'exemple des Champs électromagnétiques à fréquences extrêmement basses

3-3-2-2 Le point en 2017, à travers les derniers rapports de l'ANSES

3-3-2-3 Quelques pistes récentes pour la gamme fréquentielle des compteurs communicants

3-3-2-4 Et si les ondes de téléphonie mobile méritaient à ce jour un classement 2A, « probablement cancérogènes » pour l'homme ?

3-3-2-5 Le problème de l'Hyperélectrosensibilité (EHS) : progrès accomplis, limites et perspectives

3 – 4 Les problèmes de sécurité autour du compteur LINKY

3-4-1 Les incendies de compteur LINKY

3-4-2 Le piratage des données LINKY

3-4-3 La protection des données

3-4-3-1 Les informations accessibles à travers la courbe de charge

3-4-3-2 Le rôle crucial de la CNIL pour la protection des données collectées par le LINKY

3-4-3-3 Les anomalies constatées lors et après la pose du LINKY.

3 - 5 Quelques Aspects juridiques à propos du compteur LINKY

3-5-1 Le cadre juridique général

3-5-2 Sur la possibilité de refus des compteurs

3-5-2-1 Refus au niveau de la commune

3-5-2-2 Refus au niveau d'un usager

3-5-3 Sur l'usage du principe de précaution

3-5-4 La protection des données et le poids de la CNIL

3 - 6 Exemples de points de vue d'opposants locaux au LINKY

3-6-1 Questions sanitaires et environnementales

3-6-2 Questions économiques

3-6-3 Point de vue sur les problèmes de sécurité des données

3-6-4 L'absence de bilan communiqué par Enedis

3-6-5 Un témoignage sur l'Hyperélectrosensibilité

3-6-5-1 Les symptômes de l'EHS et ses conséquences sociétales

3-6-5-2 L'association EHS (Electrohypersensibilité) et MCS (Chimico Sensibilité Multiple)

3-6-5-3 Les aspects cliniques, les moyens de diagnostic et les mécanismes proposés

4 – À l'attention du lecteur

Annexe 1 - Composition de la commission

Annexe 2 - Les Experts consultés

Annexe 3 - Les réunions de la commission

Annexe 4 - La base documentaire

Annexe 5 - La classification du CIRC pour les agents cancérogènes

Annexe 6 - Liste des sigles

Annexe 7 – Le compteur Linky : mesures, origine, coordonnées utiles

Annexe 8 – Le projet VERDI

1 - Préambule : objectif, méthode, esprit des travaux de la commission

Les compteurs communicants ont été inscrits dans la réglementation européenne, puis nationale, liée à la transition énergétique, pour leur rôle présenté comme essentiel dans le développement des réseaux électriques « intelligents », et de la maîtrise de l'énergie. Mais depuis le démarrage de premières installations, une controverse a émergé touchant à leur impact sanitaire, à la sécurité des données transmises, aux aspects juridiques concernant leur déploiement, au coût réel du programme...

Une information particulièrement abondante (média, internet...) est apparue contenant des arguments souvent pertinents, mais parfois fortement critiquables, ce qui a créé une situation où l'on peut avoir du mal à distinguer le vrai du faux et de l'incertain. Dans ce contexte, le Conseil Municipal de Saint Benoit a mandaté une commission en son sein, pour tenter de faire un point susceptible d'éclairer les habitants sur les enjeux, les apports, les risques, s'appuyant sur une démarche rigoureuse et la plus objective possible.

Cette commission a constitué une base documentaire qu'elle a analysée. Elle a invité divers experts à venir siéger à ses côtés, pour répondre à ses questions et l'aider à se forger une opinion. Elle a de plus recueilli l'avis d'habitants qui ont pris position contre l'installation d'un compteur LINKY.

L'objectif de la commission consiste à faire un point sur le sujet, en tenant compte des connaissances actuelles et des apports de nos experts. Elle a prévu, une fois son dossier construit, une restitution de ses travaux, à travers le présent rapport ou lors de réunions, par exemple celles des commissions extramunicipales.

La commission est constituée d'une **douzaine de conseillers municipaux** (Cf. Annexe 1).

Les expertises individuelles des membres de la commission ne suffisant pas à couvrir les différents aspects du sujet, et il nous a semblé indispensable de nous adjoindre des **compétences extérieures** dans des domaines tels, la médecine et la biologie, l'ingénierie du LINKY, le génie électrique, l'électromagnétisme, le droit... (Cf Annexe 2).

La commission a tenu **6 réunions** qui se sont déroulées de fin mars à fin octobre 2017, selon le planning indiqué en Annexe 3.

Une **base de données** a été constituée, en particulier à partir de rapports d'organismes reconnus et spécialisés dans les domaines suivants :

- Physique et Mesure des champs électromagnétiques
- Aspects biomédicaux et santé,
- Réglementation et aspects juridiques,
- Sécurité des données,
- Suivi du déploiement (expérience de l'Indre et Loire, ministère de l'Environnement...).

Ces éléments ont été complétés par diverses thèses, ainsi que des documents des opérateurs (EDF, ENEDIS...), des sites internet d'associations opposées au LINKY (Robin des toits, Next up, Stop LINKY...). Les principaux documents sont référencés en Annexe 4.

2– Le contexte LINKY

Nous rappellerons tout d’abord les objectifs assignés au programme LINKY qui dépasse largement celui d’un simple comptage d’énergie. Nous évoquerons à ce sujet la mise en perspective entre transitions énergétique et numérique, proposée par le Professeur Vauzelle /8-3/.

Le déploiement des compteurs communicants connaît des avancées variant sensiblement d’un pays à l’autre et nous menons sur ce point un état des lieux à l’échelle française, européenne et mondiale.

Viendra enfin un survol des différents sujets des controverses qui se sont développées sur le sujet.

Ces réflexions préliminaires ont largement contribué à guider la commission dans l’orientation de ses travaux.

2-1 Les objectifs du programme LINKY

Dans les années 1880, la facture d’électricité était établie selon le nombre et la puissance des lampes installées dans le logement. Edison /6-2/ avait mis au point un compteur électrolytique, qui s’appuyait sur le principe de l’anode soluble : il consistait à peser les variations de masse de l’électrode où se déposait le cuivre. Le compteur à disque est apparu dès 1894 et diverses améliorations lui ont été apportées, mais toutes les générations de compteur du 20^e siècle avaient strictement un objectif de comptage d’énergie, y compris pour le premier compteur électronique des années 80. **Le compteur LINKY**, que l’on a commencé à installer en 2009, **dépasse cet objectif du comptage**. Nous résumerons au § 3-2 son principe de fonctionnement. Combinant informatique et télécommunications il constitue en principe une réponse d’intérêt nouveau pour les producteurs, les distributeurs (améliorer la supervision des réseaux, limiter leurs coûteux renforcements) et les consommateurs (améliorer leur Maitrise de l’Énergie, MDE).

En effet, en absence de nombreux moyens de stockage de l’électricité à grande échelle¹, on recherche un **équilibre entre la Production et la Charge**, de façon à assurer la stabilité du réseau (pas d’excès ou défaut de tension, pas de décalage de fréquence, pas de blackout d’ampleur...).

Côté production, l’introduction des ENR -les Énergies renouvelables- (Photovoltaïque et Éolien, distribués sur le territoire, fournissent maintenant plus de 5 % des besoins, mais avec un caractère intermittent marqué) a pour conséquence une variabilité accrue de la production dans l’espace et dans le temps.

Côté Charge, le développement en cours des Véhicules électriques -et les pics importants de consommation associés- créera lui aussi une forte variabilité de la consommation dans l’espace et dans le temps. On prévoit 2 millions de Véhicules électriques pour 2020², ce qui est de nature à complexifier la prédiction de la consommation.

¹ Mentionnons par exemple les Stations de Transfert d’Énergie par Pompage (STEP). Située en montagne, une STEP est composée de deux bassins séparés par un dénivelé important, ainsi que d’une centrale hydroélectrique associant une turbine et une pompe.

Lorsque la demande d’électricité est basse, le surplus d’énergie disponible est utilisé pour actionner une pompe qui permet de transférer de l’eau du bassin inférieur vers le bassin supérieur.

Lorsque la demande d’électricité est forte, cette énergie peut être restituée grâce à la force gravitationnelle d’un lâcher d’eau : couplée à un alternateur, la turbine permet de produire de l’électricité comme dans une centrale hydroélectrique classique.

La France compte une trentaine de STEP pour une puissance totale d’environ 6.000 MW /6-3/

² Voir en annexe 8 la présentation du Projet VERDI, « Véhicules électriques et Énergies renouvelables dans un Réseau de Distribution Intelligent », qui a pour objectif d’optimiser la circulation de l’énergie électrique et d’appréhender l’insertion

Côté usager, en pratique, **les nouvelles tarifications évolueront avec l'état de la production** (beaucoup de vent et de soleil : courant pas cher) **ou de la demande** (pic de consommation, courant plus cher). De plus un nouveau dispositif de communication entre le compteur et nos principaux appareils (y compris la voiture pour sa recharge), l'ERL pour **Émetteur Radio LINKY**. Ce dispositif aidera au pilotage des appareils domestiques, en limitant éventuellement leur consommation, en synchronisant leur fonctionnement avec les périodes tarifaires les plus avantageuses. Ces délestages, qui visent à décharger le réseau, ne pourront s'opérer qu'avec l'accord des usagers. L'ERL devrait donc permettre d'**adapter nos créneaux de consommation aux offres les plus intéressantes**, en tenant compte de nos besoins et de l'état du réseau. On escompte bien ainsi aller vers un meilleur équilibre entre consommation et production, en combinant une meilleure supervision du réseau et renforcement un comportement responsable à l'échelle individuelle.

Dans ce contexte, le nouveau système de comptage constitue une brique technologique clé qui permet un premier pas vers le développement des réseaux intelligents. Il offrira la faculté aux utilisateurs de réseaux d'accéder en temps réel aux données relatives à la consommation et à la production d'énergie électrique. Il permettra de sensibiliser les clients à leur consommation afin de minimiser le coût de l'énergie consommée. Nous conseillons vivement de consulter l'Annexe 8 sur le projet VERDI, les thèses /7-2/ et /7-3/, ainsi que la référence /6-1/.

Cette rencontre entre transition énergétique (réduction des émissions de CO₂, accroissement de la production d'ENR, économies d'énergie) et transition numérique (introduction massive de l'informatique et des télécommunications) bien illustrée par l'arrivée du compteur LINKY est par ailleurs très présente dans la vision des futurs réseaux distribués évoqués par la figure 1 ci-dessous.

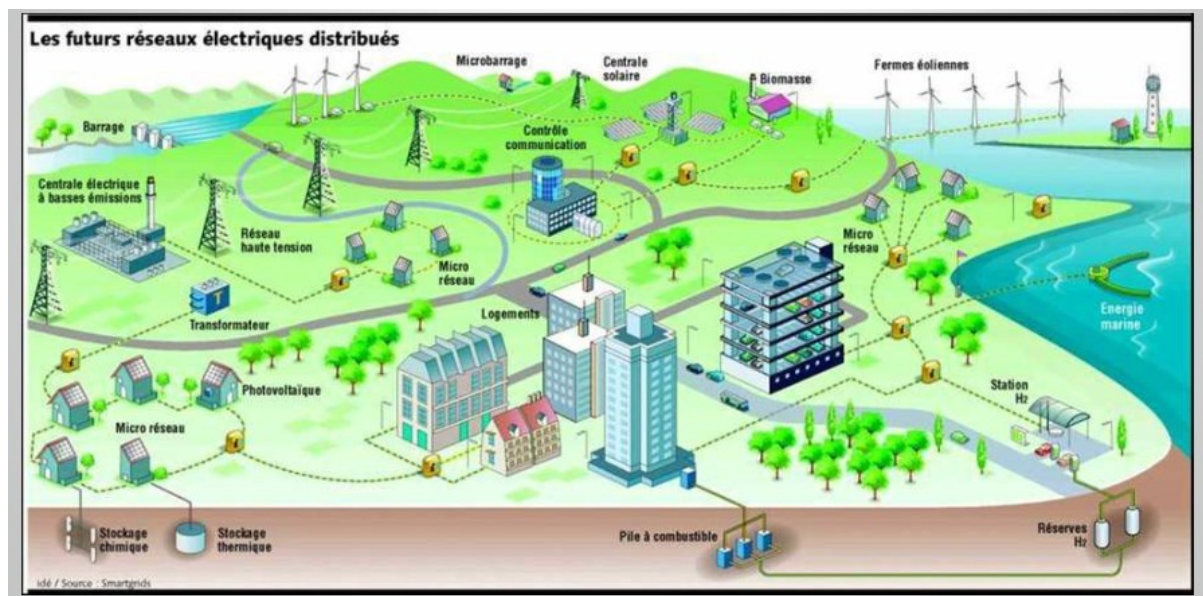


Figure 1 - Une vision prospective des réseaux électriques du futur. D'après /8-3/

des véhicules électriques et véhicules hybrides rechargeables par la mise en place de nouvelles stratégies de supervision ou le LINKY joue un rôle important. Ce projet concerne le département des deux Sèvres et la société Séolis.

Prenant appui sur les nouveaux systèmes de mesure, se développe une architecture de supervision du réseau, dont le compteur LINKY est un maillon. La structure traditionnelle du réseau se complexifie, avec la possibilité de mini réseaux, qui peuvent « vivre leur vie », incluant par exemple la possibilité de fonctionner en mode dégradé, mais avec un fort couplage entre réseau électrique et réseau communicant : on va vers les « smart grids », intégrés aux « smart cities ».

Mais pour futuriste qu'elle soit, cette vision avancée des transitions énergétique et numérique pourrait soulever des problèmes similaires, voire amplifiés par rapport à ceux posés par le déploiement du compteur LINKY (Cf § 2-3). Citons entre autres la protection des données, leur authentification, leur confidentialité, leurs analyses croisées riches en révélations personnelles (de Big Data... à Big Brother, /8-3/).

Il reste enfin que l'utilisateur souffre d'un **réel déficit de communication** (EDF, Enedis, Ademe...) sur cette nouvelle étape ambitieuse **relative à la MDE, aux réseaux et villes intelligents**. On attend toujours les informations concrètes sur les nouvelles propositions de tarification. Les dispositifs techniques pour permettre la commande sélective des appareils domestiques (les ERL) demeurent peu répandus (Cf. § 3-2-3), alors que se mettent déjà en place des interfaces pour commander nos appareils et que l'on évoque même un label « LINKY Ready » /6-9/.

L'objectif ambitieux du compteur LINKY dépasse la simple opération de comptage d'énergie comme c'était le cas de ses prédécesseurs. Il constituera une aide précieuse pour consolider le réseau face au développement des Énergies renouvelables, et à celui des véhicules électriques. De plus, il apporte des innovations (ERL) pour améliorer la maîtrise de l'énergie, en aidant au pilotage des appareils domestiques et en synchronisant leur fonctionnement avec les périodes tarifaires les plus avantageuses. Ces délestages ne pourront s'opérer qu'avec l'accord des usagers.

L'impact pressenti concerne à la fois la réduction des émissions de CO₂ (véhicules électriques), celle de la consommation (maîtrise de l'énergie) et celle des dépenses sur le réseau (éviter les lourds investissements pour son renforcement).

Face à ces enjeux particulièrement innovants, on constate un déficit de communication de la part des entités nationales concernées : EDF, Enedis, Ademe..., qui peut expliquer en partie les réticences de certains usagers au déploiement des compteurs.

2.2 Où en est-on à ce jour, du déploiement des compteurs électriques communicants ?

Un tour d'horizon assez complet est proposé par l'ANSES³ dans son rapport de 2016 /2-3/; ce qui nous a aidés à faire le point sur ce déploiement.

2-2-1 Union Européenne

La directive 2009/72/CE, du 13 juillet 2009, (Cf. /3-6/et § 3-5-1), a impulsé la politique européenne dans l'objectif d'améliorer l'efficacité énergétique et de mieux maîtriser la demande d'énergie. Elle prévoit explicitement l'introduction de systèmes de mesure et de réseaux intelligents (Cf. /3-6/, Art. 3, § 11⁴ et Annexe 1, § 2⁵). La mise en place de tels systèmes pouvait être subordonnée à une

³ L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), assure des missions de veille, d'expertise, de recherche et de référence sur un large champ couvrant la santé humaine, la santé et le bien-être animal ainsi que la santé végétale.

⁴ « Afin de promouvoir l'efficacité énergétique, les États membres ou, si un État membre le prévoit, l'autorité de régulation, recommandent vivement aux entreprises d'électricité d'optimiser l'utilisation de l'électricité, par

évaluation économique à long terme, de l'ensemble des coûts et des bénéfices pour le marché et pour le consommateur. La directive indique par ailleurs (Cf. /3-6/, Annexe 1, §2), que si la mise en place de compteurs intelligents donne lieu à une évaluation favorable, au moins 80 % des clients seront équipés de systèmes intelligents de mesure d'ici à 2020.

La décision de déploiement de compteurs communicants a donc résulté des conclusions de l'évaluation technico-économique menée dans chaque pays. Seuls les arguments techniques et de rentabilité économique sont pris en compte dans ces différentes études. C'est pour cela que, selon les particularités de chaque pays en matière de distribution d'électricité, les conclusions peuvent être différentes.

L'analyse des coûts et des bénéfices s'est révélée **positive pour 13 États membres : Autriche, Danemark, Estonie, Finlande, France, Grèce, Irlande, Luxembourg, Pays-Bas, Pologne, Roumanie, Royaume-Uni et Suède**. Ces pays procèdent ou procéderont donc au déploiement des compteurs communicants pour l'électricité.

Pour la **Pologne** et la **Roumanie**, des projets de loi étaient encore en discussion fin 2016, mais un objectif de déploiement de 80 % de compteurs communicants en 2020 est fixé.

Trois autres États membres (**Italie, Espagne et Malte**) ont également décidé de déployer des compteurs communicants mais n'ont pas conduit d'analyse économique officielle.

Pour 7 États membres (**Allemagne, Belgique, Lettonie, Lituanie, Portugal, République tchèque et Slovaquie**), les analyses des coûts et bénéfices se sont révélées négatives ou non concluantes. Cependant, en Allemagne, Lettonie et Slovaquie, le déploiement des compteurs s'est avéré économiquement justifié pour certains groupes de consommateurs.

En **Allemagne**, par exemple, l'analyse coût/bénéfices menée par le cabinet Ernst & Young en 2013 concluait que le scénario de l'Union européenne visant un objectif de déploiement de 80 % de compteurs en 2022 n'était pas économiquement raisonnable pour la majorité des consommateurs. Sur ces arguments, l'Allemagne a donc décidé de débiter le déploiement de compteurs communicants pour seulement 30 % de consommateurs, à savoir :

- les nouveaux bâtiments ou ceux en rénovation (représentant 10 % des consommateurs) ;
- les consommateurs qui utilisent plus de 6 000 kWh d'énergie par an (représentant 15 % des consommateurs) ;
- les consommateurs qui produisent de l'énergie renouvelable (représentant 5 % des consommateurs).

Pour la majorité des consommateurs restant (70 %), consommant moins de 6 000 kW par an, il est recommandé cependant de déployer des compteurs leur permettant d'avoir connaissance de leur consommation en temps réel, mais qui ne communiquent pas avec les fournisseurs d'énergie.

La **Lituanie, la République tchèque et le Portugal** ont décidé de ne pas procéder au déploiement de ces compteurs.

Enfin, pour 4 États membres (**Bulgarie, Chypre, Hongrie et Slovaquie**), les données relatives à l'analyse des coûts et bénéfices n'étaient pas disponibles en juillet 2013. Il s'est avéré que les

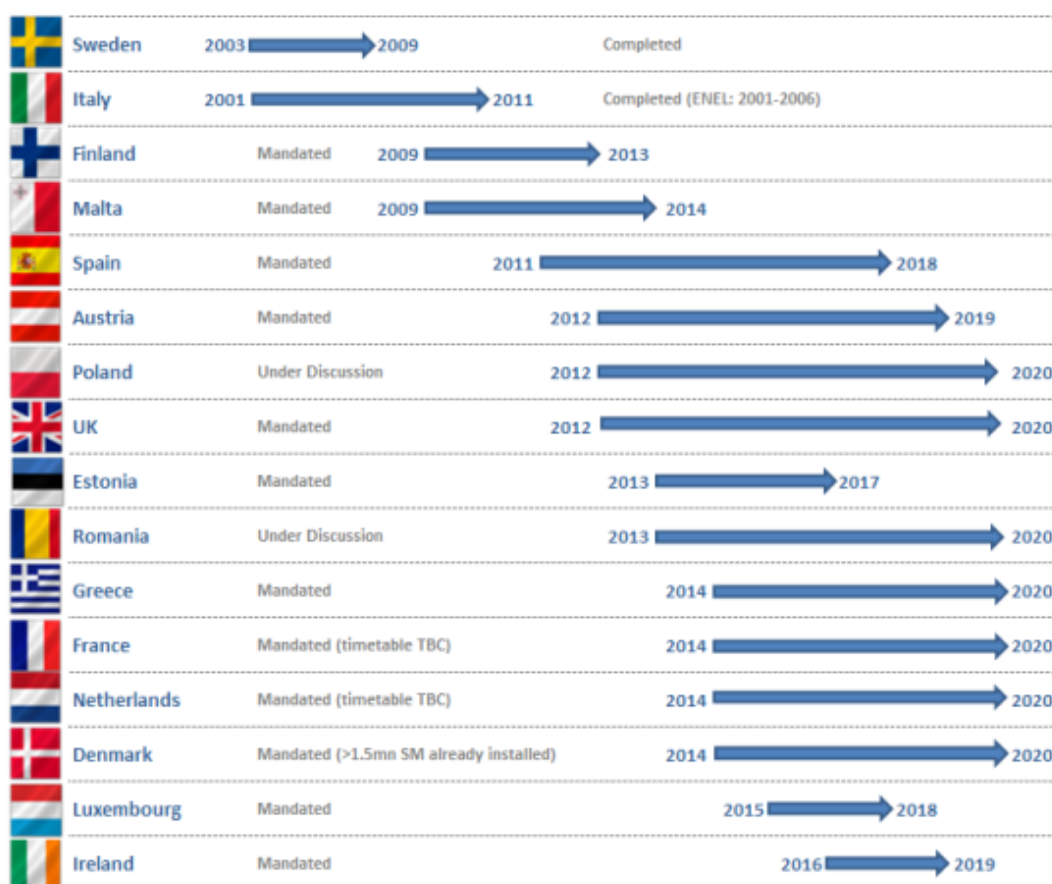
exemple en proposant des services de gestion de l'énergie, en élaborant des formules tarifaires novatrices ou, le cas échéant, en introduisant des **systèmes de mesure ou des réseaux intelligents** ».

⁵ « Les États membres veillent à la mise en place de **systèmes intelligents de mesure** qui favorisent la participation active des consommateurs au marché de la fourniture d'électricité. La mise en place de tels systèmes peut être subordonnée à une évaluation économique à long terme de l'ensemble des coûts et des bénéfices pour le marché et pour le consommateur, pris individuellement, ou à une étude déterminant quel modèle de compteurs intelligents est le plus rationnel économiquement et le moins coûteux et quel calendrier peut être envisagé pour leur distribution ».

conclusions de l'analyse économique réalisée en Bulgarie se sont révélées négatives, cependant, le déploiement de compteurs communicants pour l'électricité y est tout de même envisagé.

Précisons (Cf § 3-5-1) que la France a transcrit les recommandations européennes dans le code de l'Énergie /3-12/ et a repris dans la loi du Grenelle de l'environnement /3-13/ du 3 août 2009 et la notion de compteur intelligent. Elle a opté pour une technologie combinant le mode filaire (de la maison de l'utilisateur vers les concentrateurs) et le mode hertzien entre concentrateurs et centre de traitement des données. La gamme de fréquences est de l'ordre de 100 kHz pour la voie filaire (CPL) et 900 MHz⁶ Pour les radiofréquences émises par les concentrateurs.

Notons que les pays qui décident de déployer des compteurs communicants ont le libre choix de la technologie de communication utilisée. Les technologies de communication retenues seront donc différentes en fonction des pays. Cela pourrait constituer un obstacle à une harmonisation future à l'échelle de la communauté !



Source : Commission européenne

Figure 2 - Planning du déploiement des compteurs communicants d'électricité pour l'Union Européenne (Juillet 2013)

⁶ 100 kHz = 100 mille Hertz, et 900 MHz = 900 millions de Hertz.

2-2-2 Hors Union Européenne

Le déploiement de compteurs communicants ne se cantonne pas à l'Union européenne. De nombreux pays, partout dans le monde, ont déployé, ou ont des projets de déploiement de compteurs communicants. L'enquête menée par l'ANSES /2-3 / révèle que la Norvège, le Canada, Israël, le Chili, la Nouvelle-Zélande et l'Australie sont concernés par le déploiement de compteurs communicants.

La **Norvège** a un programme de déploiement pour les compteurs d'électricité qui doit se terminer en 2019. La technologie de communication utilisée est une liaison radioélectrique dans la bande de fréquence autour de 900 MHz.

En **Israël**, le déploiement de compteurs communicants pour l'eau, le gaz et l'électricité a débuté en 2012. Les moyens de communication retenus sont les ondes radio (3G) et le CPL.

Le **Canada** a également déployé des compteurs communicants pour l'eau, l'électricité et le gaz. La décision de déployer ces nouveaux compteurs se prend au niveau provincial. Les technologies retenues peuvent donc être différentes en fonction des provinces.

Au **Chili**, les compteurs communicants pour l'électricité seront déployés à partir de 2016 et utiliseront les ondes radio.

En **Nouvelle-Zélande**, le déploiement de nouveaux compteurs d'électricité est prévu pour 2016. Le GPRS et la 3G seront les services utilisés pour la communication.

En **Australie**, le déploiement de nouveaux compteurs pour l'électricité a débuté en 2009 dans l'état de Victoria. Ils utilisent la radio, le WiMax et la 3G.

L'Union Européenne a impulsé le déploiement des compteurs communicants par sa circulaire de 2009, en autorisant des études préalables coûts / bénéfices. À la suite de ces études, la Lituanie, la République Tchèque et le Portugal ont décidé de ne pas procéder au déploiement de ces compteurs, qui est en cours dans les autres pays. L'Allemagne de son côté a décidé de débiter l'opération pour seulement 30 % de consommateurs.

Le déploiement de compteurs communicants ne se cantonne pas à l'Union européenne. Ces compteurs sont présents aux USA (70 millions en 2016, selon /6-5/) ainsi que dans divers autres pays, tels le Japon, la Thaïlande, l'Inde, l'Iran, la Russie, la Turquie, l'Afrique du Sud, le Brésil, l'Argentine ou le Mexique...

2-3 Les controverses

Malgré les aspects vertueux associés à ces compteurs par leurs promoteurs, leur déploiement s'accompagne, dans différents pays, de controverses publiques portant sur leurs possibles impacts négatifs pour les usagers.

2-3-1 Caractéristiques générales

Ces controverses débutent en 2011 en Amérique du Nord (Canada, USA) où des citoyens, isolés ou organisés en collectifs, des associations et des élus locaux s'opposent aux programmes industriels et politiques de généralisation de l'installation résidentielle des compteurs communicants. Les problématiques soulevées y sont nombreuses :

- **Économiques** (surfacturation et analyse coût-bénéfice défavorable pour le consommateur), techniques (sécurité des infrastructures et risques de piratage),
- **Éthico-juridiques** (atteinte à la vie privée et exploitation de données personnelles)

- Et, surtout, **sanitaires** : la question de l'exposition humaine aux ondes électromagnétiques émises par les nouveaux compteurs et celle des possibles risques pour la santé sont au cœur des débats.

La controverse éclot et se développe aussi en Europe, où le socle argumentaire demeure relativement similaire et la question des risques sanitaires y reste centrale.

En France, ses prémices remontent à 2011 (lors des premières installations expérimentales du compteur LINKY à Lyon et en Touraine), mais la controverse gagne en visibilité à partir de l'été 2015. Le Ministère des Affaires sociales et de la Santé est sollicité de toutes parts afin de se prononcer au sujet de ses risques sanitaires. Dans un contexte de pression médiatique en progression et sous l'impulsion directe de l'association « Priartem » et du collectif Électrosensibles (EHS) de France que la Direction Générale de la Santé (DGS) saisit l'ANSES pour conduire l'expertise. Il en résulte que la parution en décembre 2016 du rapport « Exposition de la population aux champs électromagnétiques émis par les compteurs communicants » /2-3/.

L'une des clés du succès de la composante sanitaire de cette controverse sur les compteurs communicants réside, selon Hess et Cooley /5-3/, dans son « encastrement » dans d'autres controverses préexistantes portant sur les effets non thermiques des radiations non-ionisantes, en particulier celles sur la téléphonie mobile. Il faut bien entendu clairement différencier le domaine de fréquence impliqué -vers 100 kHz (CPL) pour les émissions domestiques des compteurs type LINKY et vers 1000 MHz pour la téléphonie - mais le public avait déjà été sensibilisé aux « méfaits » supposés des ondes des radiotéléphones, avec pour certains opposants un risque d'assimilation des domaines de fréquence !

2-3-2 Le point de vue des Sciences Humaines et Sociales

On en trouve un bon exemple à travers le rapport RISQUE: /2-3 et 5-3/ qui concerne une étude étalée de 2013 à 2016 (analyse de la presse française, entretiens et observations au Québec, en Californie), menée conjointement au Québec (Université de Québec, UQAR) et en France (CSTB) par des spécialistes de psychologie, d'anthropologie et de physique. Elle a observé que l'amplification de l'usage des Radio Fréquences (RF) et donc de l'exposition aux champs électromagnétiques, conjuguée avec l'absence de certitudes scientifiques sur les conséquences sanitaires de l'exposition aux RF a conduit à faire émerger des Inquiétudes croissantes au sein de la société.

Cette étude fait appel à des experts en Sciences Humaines et Sociales (SHS) qui analysent, en particulier, la représentation que des individus concernés, ou impliqués dans la controverse se font, des risques, ainsi que leurs inquiétudes en lien avec des effets éventuels des radiofréquences sur la santé de la population.

Les principaux arguments recueillis lors des entretiens sont, sans principe hiérarchique, les suivants :

- L'atteinte à la vie privée : violation de la vie privée à travers l'accès à des informations liées à la vie domestique, et ce ressenti laisse entendre à des citoyens que les compteurs seraient un moyen d'observer les comportements individuels en s'implantant dans l'espace privé.
- Les conflits d'intérêts : ils peuvent impliquer la Régie de l'énergie, l'État, les institutions de santé et des experts/scientifiques.

- Les risques sanitaires liés à l'exposition : pour les EHS et les collectifs qui les défendent, les valeurs limites d'exposition en vigueur en Russie, Chine, etc. sont plus rigoureuses et donc plus protectrices qu'au Québec (et en France).
- Les risques socioéconomiques : des inquiétudes sont liées à la disparition d'emplois jusqu'alors en charge des relevés des compteurs à domicile...

La perception du mode de communication d'Hydro-Québec (HQ, équivalent canadien d'EDF) ainsi que celle des éléments communiqués ont constitué un déclencheur du conflit. Les comités et citoyens ont formulé deux reproches majeurs :

- L'absence de consultation de la population au sujet de sa campagne d'installation des nouveaux compteurs,
- La diffusion d'une information tronquée et de faux renseignements.

Ainsi, au départ, HQ avait dit qu'il n'y avait que 6 ou 8 communications par jour. C'est vrai. Mais le problème est qu'il avait oublié de dire que le compteur était obligé de se connecter tout le temps avec les autres compteurs environnants pour se maintenir en éveil. Dès que cette info est sortie, les opposants s'en sont servis pour accuser HQ d'avoir voulu cacher des infos. Les gens ont donc pensé que HQ leur avait menti. En fait, sur ce point, HQ a été malhabile plutôt que malhonnête, car il a donné énormément d'informations sur ses technologies. Cette situation pourrait évoquer celle dans laquelle se trouve ENEDIS, suite aux mesures récentes (juin 2017) effectuées par le CSTB /1-7/.

Parmi les explications du rejet citoyen, selon cette étude, la dimension intrusive ressort de façon particulièrement saillante. Parce qu'elle concerne l'espace domestique et donc la vie privée, elle pose le problème de sa violation. Les arguments développés quant au respect de la vie privée, à l'utilisation de données personnelles et aux risques de mésusage, doivent être remis dans le contexte du rapport symbolique à l'espace privé.

D'un point de vue psychologique, le « chez-soi » est un lieu représenté, perçu et vécu comme un espace refuge, celui de l'intime, mais aussi un abri contre les agressions extérieures. Il constitue l'espace symbolique sur lequel il entend exercer son contrôle. Ce contrôle apparaît comme une dimension essentielle du bien-être et donc de la santé. L'obligation d'y implanter un objet perçu comme menaçant, voire dangereux - non seulement pour la santé, mais aussi pour la vie privée et la sécurité des personnes –, peut y être vécue comme intrusive, comme une violation des droits individuels.

L'étude observe que la défiance vis-à-vis des arguments relatifs au confort, aux économies d'énergie et donc aux bénéfices écologiques nourrit une défiance citoyenne qui dépasse l'objet même (le compteur) pour nourrir une réflexion sur sa dimension antidémocratique.

À noter, et c'est un point important, que parmi les références faites à l'expression de la controverse au Québec et en Californie, **l'option de refus ou de retrait accordée aux ménages** apparaît comme un levier de restauration du contrôle sur l'espace privé et, en matière d'outil de gestion de crise, comme un moyen possible de résoudre le conflit.

Pour conclure, cette étude, essentiellement bibliographique, a permis de nourrir la commission pour définir quelques-unes des grandes orientations de ses travaux, que nous allons évoquer maintenant.

Malgré les aspects vertueux associés à ces compteurs par leurs promoteurs, leur déploiement s'accompagne, dans différents pays, de controverses publiques portant sur leurs possibles impacts négatifs pour les usagers.

Les problématiques soulevées dès 2011 dans différents pays, y compris la France y sont essentiellement de nature économique, éthico-juridique et, surtout, sanitaire.

Les experts en Sciences Humaines qui ont analysé, ces controverses ont observé, que l'amplification de l'usage des Radio Fréquences (RF), conjuguée avec l'absence de certitudes scientifiques sur les conséquences sanitaires de l'exposition aux RF a conduit fait émerger des inquiétudes croissantes.

Par ailleurs, d'un point de vue psychologique, le « chez-soi » est un lieu vécu comme un espace refuge, mais aussi un abri contre les agressions extérieures. L'obligation d'y implanter un objet perçu comme menaçant, voire dangereux, peut y être vécue comme une violation des droits individuels.

À noter enfin que, au Québec et en Californie, l'option de refus / retrait accordée aux ménages apparaît comme un moyen possible de résoudre le conflit.

3 – Les travaux de la commission

Nous allons les résumer en quatre points.

Nous rapportons tout d'abord les principaux apports dégagés lors d'une prise de contact avec le fonctionnement du compteur LINKY et la physique des champs (CEM) et des ondes (OEM) électromagnétiques. Nous renvoyons à l'Annexe 8 qui résume le projet VERDI, les enjeux des transitions énergétiques et numériques.

L'étude des données sur la mesure des champs émis par les compteurs LINKY, ainsi que celle de l'influence des CEM sur le corps humain ont permis de mieux aborder par la suite les enjeux du LINKY dans le domaine biomédical.

Les aspects règlementaires et juridiques que nous présenterons alors (à quel niveau peut-on s'opposer au compteur LINKY, propriété et sécurité des données, protection de la vie privée...) ont fait l'objet d'une séance particulièrement dense, en présence du représentant régional d'Enedis et d'un juriste.

Viendront enfin les principaux éléments qui se sont dégagés lors de nos échanges avec des représentants des opposants au LINKY.

3-1 Quel lien entre les ondes électromagnétiques et le compteur LINKY ?

Un champ électrique (unité : V/m) apparaît au voisinage de charges électriques, alors qu'il faut les mettre en mouvement et créer un courant électrique pour obtenir un champ magnétique unité : A/m ou Tesla (T) ; $1 \text{ A/m} = 1.25 \mu\text{T}$.

3-1-1 Champ Electromagnétique (CEM)

On considère ici une tension périodique sinusoïdale, comme celle du secteur (50 Hz) et on y branche une lampe (Figures 3 et 4).



Figure 3 : la lampe est branchée, mais éteinte



Figure 4 : la lampe est branchée, et allumée

Le simple fait de la brancher (Figure 3) fait apparaître un champ électrique sinusoïdal au voisinage immédiat de la lampe.

Si on allume la lampe (Figure 4), le courant électrique qui y circule crée un champ électrique et un champ magnétique qui varient aussi de façon sinusoïdale. Cela constitue un **champ électromagnétique**.

En définitive, en régime alternatif, l'énergie électrique se propage :

- dans des circuits électriques (« mode conduit ») sous la forme d'un courant et d'une tension électriques qui assurent l'éclairage
- dans l'espace libre (« mode rayonné ») sous la forme d'un champ électrique et d'un champ magnétique qui se propagent dans le milieu environnant.

Notons cependant que les champs électrique et magnétique **décroissent ici rapidement** en s'éloignant de la lampe et donc demeurent **localisés** à proximité de cet objet.

3-1-2 Onde électromagnétique (OEM)

C'est l'association d'un champ électrique et d'un champ magnétique qui oscillent dans le temps à la fréquence f , et se propagent dans l'espace (Cf. Figure 5). L'amplitude de l'un et de l'autre varie périodiquement dans l'espace. Au bout d'une distance λ , appelée longueur d'onde on retrouve la même amplitude. À la différence du cas de la lampe, l'énergie associée aux champs se propage ici dans tout l'espace et peut aller très loin.

Plus la fréquence augmente, plus la longueur d'onde diminue : $\lambda = c / f$, avec c : vitesse de la lumière (300 000 km/s).

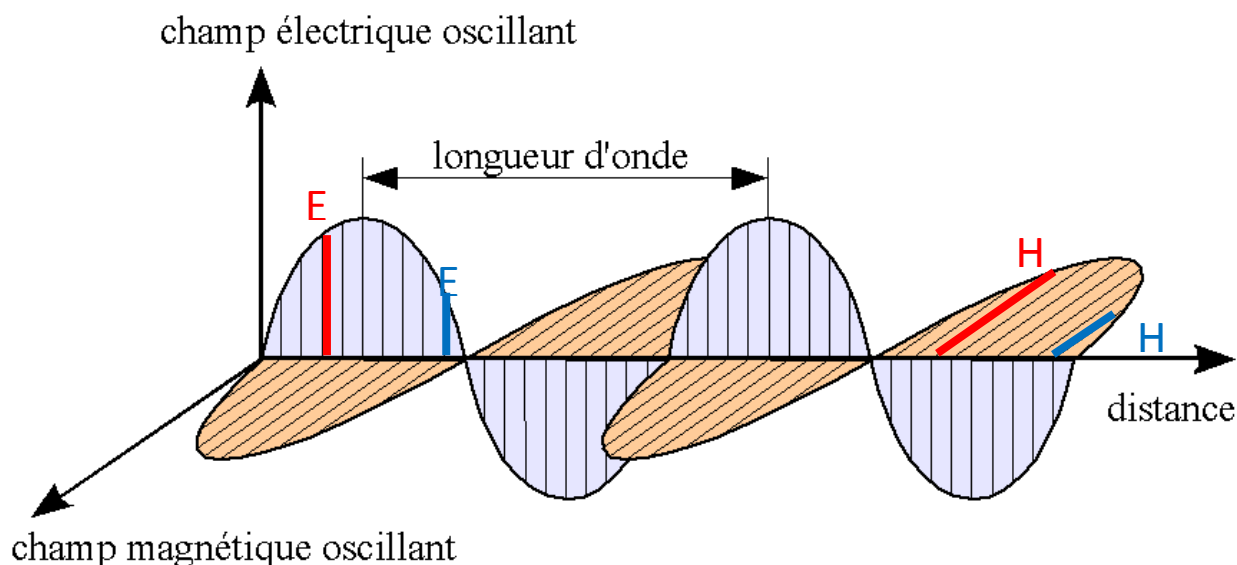


Figure 5 – Schéma d'une onde électromagnétique

Le diagramme ci-dessous (Figure 6) présente les domaines de fréquences usuelles et les applications qui leur sont attachées. On y distingue les rayonnements ionisants (rayons X, gammas) et non ionisants (radio fréquences).

Un certain nombre d'appareils domestiques usuels y sont également représentés (écrans de PC, plaque à induction, radio AM et FM, fours à micro-ondes...). La téléphonie portable se situe vers 1 GHz, les fours microondes vers 2,5 GHz, le Wifi et Bluetooth, vers 2.4 GHz.

Enfin le compteur LINKY s'y positionne vers 100 kHz, où il voisine avec les gammes de fréquence des PC, des plaques à induction et des appareils radio AM.

Il apparait dès à présent un comportement tout à fait différent entre, d'une part le champ électromagnétique qui s'installe à proximité de la lampe allumée et qui s'amortit très rapidement lorsque l'on s'éloigne de la lampe, et d'autre part celui de l'onde précédente qui se propage très loin dans l'espace. Pour qu'il y ait propagation, il faut un émetteur, c'est-à-dire un dispositif style antenne, et une réserve d'énergie suffisante. C'est par exemple le cas de l'émetteur de France Inter (Allouis) qui opère à 162 kHz, avec 3 Mégawatts et qui couvre la totalité du territoire.

Une première question est de savoir à laquelle de ces deux catégories appartient le LINKY et s'il émet réellement des ondes qui se propagent et remplissent nos pièces d'habitation.

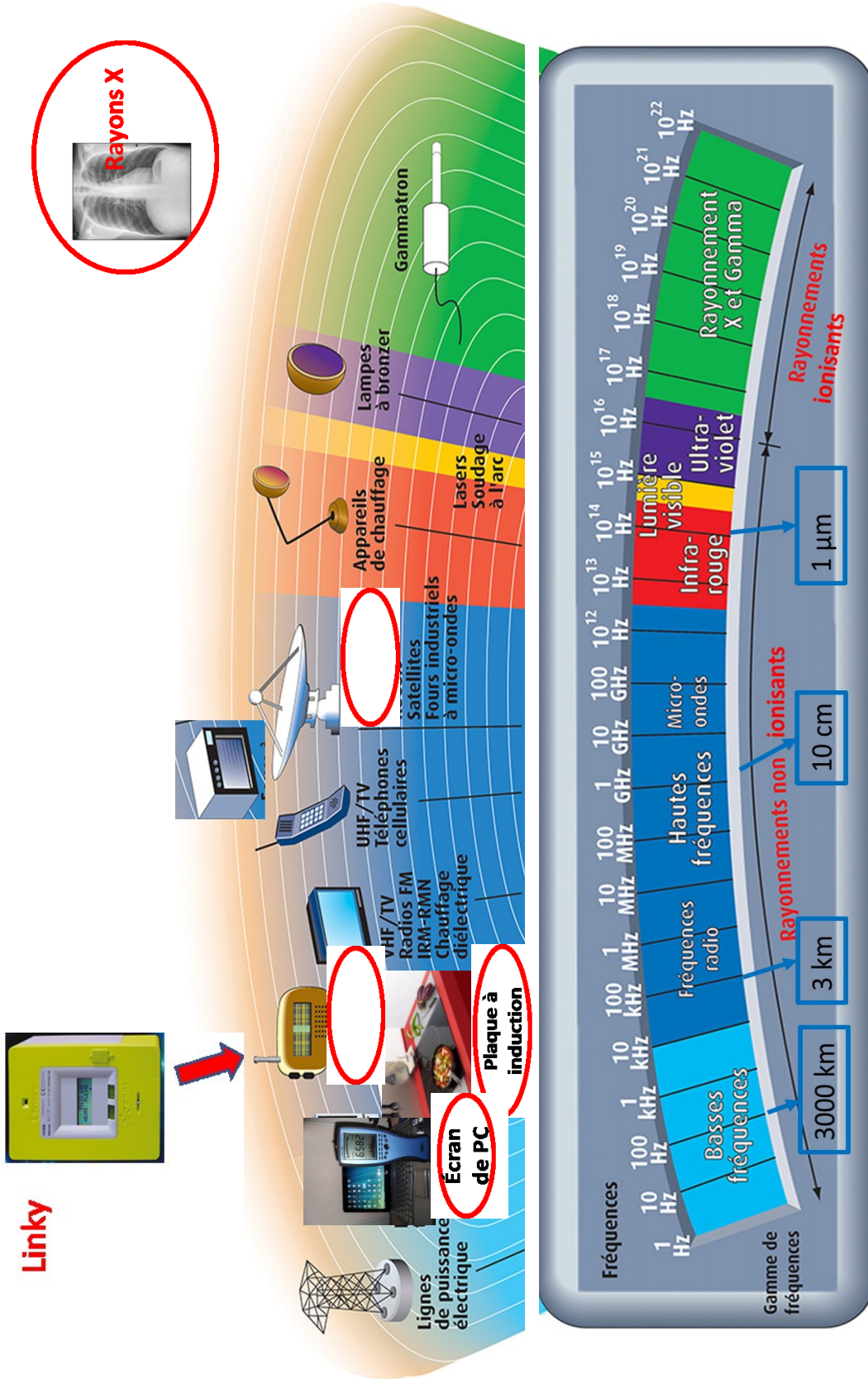


Figure 6

Les fréquences des ondes électromagnétiques : applications usuelles et position du LINKY.

D'après /1-6/.

On a distingué ici :

Les **champs** électromagnétiques rayonnés par nos appareils domestiques, qui décroissent rapidement en s'éloignant de l'appareil et demeurent localisés à proximité de cet objet. La fréquence et l'amplitude sont des paramètres caractéristiques de ces champs

Les **ondes** électromagnétiques, qui se propagent dans l'espace et qui peuvent aller très loin. Leur fréquence, longueur d'onde, vitesse, tout comme l'amplitude des champs électromagnétiques associés constituent des paramètres caractéristiques de l'onde électromagnétique.

3 – 2 Principe de fonctionnement du compteur LINKY

Nous présentons le principe de la télérelève, par le compteur LINKY, des valeurs de l'énergie consommée, puis le concept de Courant Porteur en Ligne (CPL), et évoquons la question de la dangerosité de ce dernier.

3-2-1 De la mesure par le compteur LINKY, au transfert des données vers le serveur informatique

Le compteur LINKY, mesure en permanence la quantité d'énergie électrique consommée (ainsi que la puissance active et réactive) ou apportée par le client et enregistre cette valeur sous la forme d'index dans sa mémoire (zone 1 de la figure 7).

Le concentrateur (zone 2), va interroger le compteur par CPL (Courant Porteur en Ligne, voir § 3-2-2) une fois par jour, pendant la nuit (durée < 1 mn), pour collecter les index stockés au cours de la journée écoulée. De plus des interrogations (0,1 s à 0,2 s toutes les 1 à 10 mn) de surveillance du réseau sont effectuées périodiquement (procédure ping !).

Le concentrateur transmet ensuite les données collectées à un serveur informatique via un réseau existant de téléphonie mobile (zone 3).

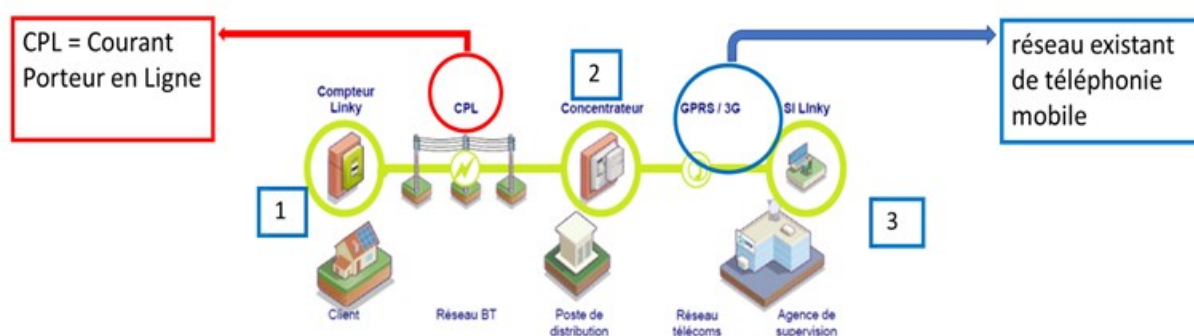


Figure 7– Principe de télérelève du compteur LINKY

Les compteurs LINKY sont connectés, par le réseau électrique, à un poste de distribution d'électricité (transformateur haute tension/basse tension – HT/BT) via un concentrateur. L'ensemble des compteurs reliés à un même poste électrique / concentrateur est appelé une grappe. La distance entre le concentrateur et le premier compteur de la grappe est de l'ordre de 300 mètres maximum. Notons que la zone affectée par le CPL (domicile, liaison Domicile-Concentrateur) concerne des signaux vers 100 kHz, alors que la liaison Concentrateur / Centre informatique de supervision opère dans le domaine de la radio téléphonie, vers 1000 MHz.

À ce jour, on a dépassé les 3 millions de compteurs installés. Il est prévu qu'à l'issue du déploiement il y aura 35 millions de compteurs LINKY et 700 000 concentrateurs installés.

Le compteur LINKY, mesure la quantité d'énergie électrique consommée ou apportée par le client. Il communique avec un concentrateur, qui dialogue avec les compteurs qui lui sont rattachés (courant CPL, vers 100 kHz). Le concentrateur transmet ensuite les données collectées à un serveur informatique via un réseau existant de téléphonie mobile (1000 MHz).

3.2.2 Le courant Porteur en ligne, CPL

Au signal de 50 Hz du secteur est superposé un signal de haute fréquence (HF), de l'ordre de 100 kHz, et de faible puissance, afin de propager un signal d'information concernant par exemple l'énergie consommée (Cf. Figure 8).

Deux technologies sont actuellement utilisées :

- Le compteur de **type G1** (installé jusqu'en 2016) comporte **deux** hautes fréquences, à 63,3 kHz et 74 kHz. L'une est utilisée pour coder le bit « 0 » et l'autre pour coder le bit « 1 » et transmettre ainsi les index de consommation. Elles émettent séparément.
- Le compteur de **type G3** (installé à partir de 2017) utilise un protocole de communication plus évolué et transmet sur un plus grand nombre de sous-porteuses : **36 sous-porteuses** comprises entre 35,9 et 90,6 kHz émettent par paquet de 6.

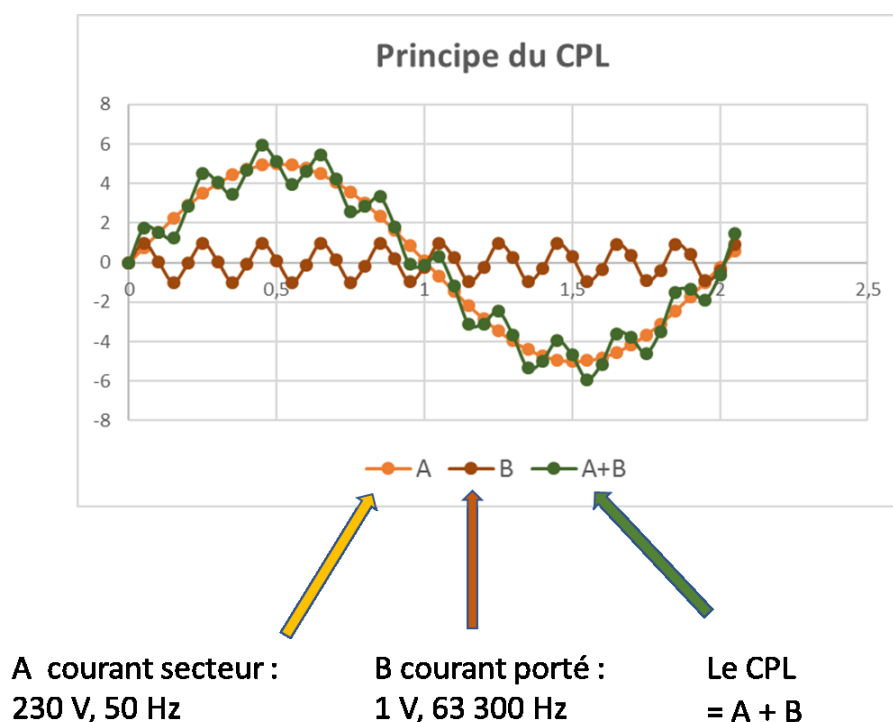


Figure 8 - Principe du Courant Porteur en Ligne

Le courant CPL émis par le compteur se propage à la fois vers le concentrateur, mais également sur le réseau de la maison. Il s'y propage sous le mode conduit, mais également, en faible partie, sous le mode rayonné : un champ électromagnétique dû au CPL est présent au voisinage des fils du réseau

domestique, à des fréquences qui sont celles du CPL, donc vers 100 kHz. La question de connaître son intensité et sa dangerosité a fait l'objet du développement d'une controverse sur ses effets sanitaires et nous allons y revenir dans le paragraphe suivant.

Notons par ailleurs que le CPL ne constitue pas pour autant une nouveauté technologique. Par exemple, les anciens compteurs électriques disposent de la capacité de réception d'une commande CPL pour la gestion des horaires heures creuses / heures pleines (à la différence des nouveaux, ces anciens compteurs n'envoient aucune information sur la consommation électrique).

À l'intérieur d'un domicile, la technologie CPL haut débit est couramment utilisée pour assurer une liaison internet en un lieu éloigné de la box ADSL⁷ ; elle utilise dans ce cas elle aussi le réseau électrique du domicile.

Le CPL est un courant de haute fréquence, de faible puissance, superposé au courant de 50 Hz du secteur. Le compteur G1 émet deux fréquences, à 63,3 kHz et 74 kHz, alors que le compteur G3 en utilise 36, comprises entre 35,9 et 90,6 kHz.

3-2-3 Des outils d'aide à la maîtrise de l'énergie (affichage déporté, ERL...)

Que ce soit pour le LINKY ou pour le compteur classique, il n'est pas crédible de demander à l'utilisateur d'aller dans son garage ou même dehors sur la rue, pour relever au quotidien les index de consommation, en vue d'une meilleure maîtrise de l'énergie. Par contre, le LINKY offre la possibilité d'accéder à son bilan de consommation d'énergie (des kWh), par jour, mois, ou année, en se connectant à un site d'Enedis. En plus, et à la demande de l'utilisateur, Enedis met à disposition la fameuse courbe de charge qui relève la puissance moyenne appelée (des kW), par tranche de 30 mn. Il reste que ces informations ne sont pas, à ce jour, accessibles en temps réel, ce qui limite l'efficacité de l'outil.

On annonce /5-2/ la mise à disposition des consommateurs domestiques éligibles aux tarifs sociaux d'un dispositif déporté **d'affichage en temps réel** leur permettant de mesurer finement l'ampleur de leur consommation en euros. C'est effectivement une mesure de nature à inciter à une meilleure surveillance de la consommation.

On annonce également /5-2/ la mise à disposition, dans un avenir encore non précisé, de L'ERL (**Émetteur Radio LINKY**) présenté comme une passerelle de communication qui permettra l'accès sans fil (gamme de fréquence 900 Mhz à 2.4 GHz) des équipements domestiques aux données du compteur LINKY. Ce dispositif devrait conduire (Cf. § 2-1), d'une part à un management tarifaire plus souple (les équipements modulent leur fonctionnement en fonction du tarif du moment et à venir) et, d'autre part, à une meilleure maîtrise de la demande (arrêt, réduction, flexibilité ou pilotage de certains équipements). Il faut noter que dès qu'un LINKY sera doté d'un ERL, il deviendra émetteur radioélectrique, ce qui est de nature à faire rebondir la controverse sur ses effets sanitaires.

⁷ **Asymmetric Digital Subscriber Line** est une technique de communication numérique qui permet d'utiliser une ligne téléphonique pour transmettre et recevoir des données numériques de manière indépendante du service téléphonique conventionnel. Comme son nom l'indique, la technologie ADSL fournit un débit asymétrique : le flux de données est plus faible dans le sens montant (*upload*, émission) que descendant (*download*, réception). La technologie ADSL est massivement mise en œuvre par les fournisseurs d'accès à Internet pour le support des accès dits « haut-débit ».

Les spécifications de l'**interface** aval sont déjà disponibles et diffusées : elles permettent aux fabricants d'ajouter à leurs équipements des fonctionnalités de communication avec le compteur LINKY. Par ailleurs, un label officiel « LINKY Ready » est à l'étude /6-9/.

Mais ces réelles innovations supposent, bien entendu, une large information et l'acceptation préalable par l'utilisateur. Par ailleurs, dans la pratique, les membres de la commission sont équipés d'un LINKY depuis presque 1 an maintenant et ils semblent tout ignorer de ces dispositifs.

Les outils complémentaires prévus pour une réelle maîtrise de l'énergie sont encore insuffisamment répandus : pas d'affichage généralisé en temps réel de la consommation et émetteurs de dialogue vers les appareils domestiques (ERL) quasiment absents du marché.

3-2-4 Le CPL est-il susceptible d'émettre des ondes « toxiques » dans nos maisons ?

La controverse voit son origine dans la possibilité pour le CPL émis par le compteur de se propager sur le réseau domestique (Cf. Figure 9) où les fils, les prises, les lampes sont supposés, pour certains auteurs, constituer une gigantesque antenne qui émettrait des ondes « toxiques » /6-6/, hypothèse présentée comme étayée par une thèse /6-7/, mais qui souffre d'une confusion (facteur 1000) regrettable dans les gammes de fréquence, ainsi que le confirme le directeur de thèse/6-8/. Diffuser de telles informations erronées et inutilement alarmantes contribue dans les faits à une désinformation du public.

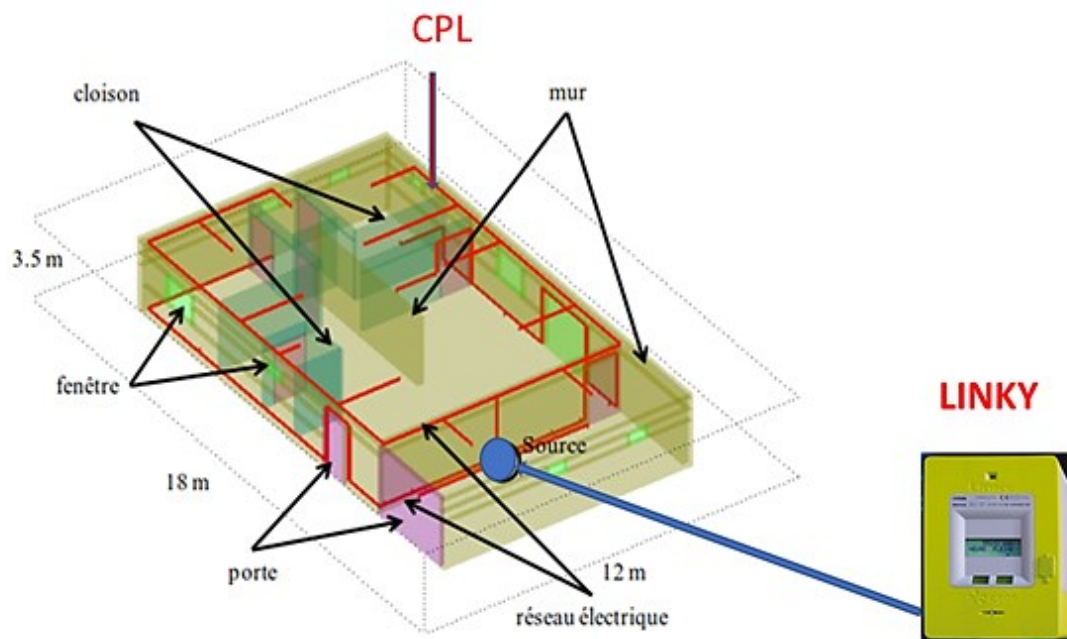


Figure 9 - Le réseau des fils électriques, les prises, les lampes... de la maison (en rouge) constituent-ils une gigantesque antenne pour le CPL ? Extrait de / 7-1/.

Nous répondrons en deux temps, en nous appuyant d'une part sur les valeurs des seuils de champs admissibles, tels qu'ils sont fixés par la loi, et d'autre part sur les mesures de champs effectuées in situ.

3-2-4-1 Les seuils de champs électriques et magnétiques fixés par la loi

Des valeurs limites d'exposition des personnes aux champs électromagnétiques ont été proposées en 1998 /3-7/ par la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP). Ces valeurs limites d'exposition de l'ICNIRP ont été retenues dans la Recommandation du Conseil de l'Union européenne 1999/519/CE du 12 juillet 1999. Ils ont servi de base au décret de 2002 /3-1/ et /3-2/, consolidé en 2017, qui transpose en droit français la recommandation européenne. Il faut retenir que la valeur limite dépend fortement de la fréquence des champs (Cf. Figure 10 et 11). On note en particulier la gamme de fréquence concernée par le LINKY en vert sur ces figures.

Il est important de noter ici que les valeurs limites d'exposition visent à prévenir des effets à court terme, à savoir l'identification d'un niveau d'exposition à partir duquel il est possible d'observer le premier **effet thermique** ayant des connaissances sanitaires. Un facteur de sécurité de 50 a alors été appliqué à partir de ce seuil afin d'obtenir une valeur limite d'exposition cinquante fois inférieure.

La communauté scientifique considérait en effet en **1998**, et encore en **2010** /3-8/ que les seuls effets sanitaires avérés des radiofréquences sont des effets **thermiques** à court terme (échauffement des tissus humains). Il n'y avait pas selon elle de preuves scientifiques convaincantes à ce jour permettant de conclure à l'existence d'effets sanitaires à long terme, comme celui du **cancer** par exemple.

Dans sa résolution 1815, en date du 27 mai 2011 /3-9/, **l'Assemblée Parlementaire du Conseil de l'Europe**⁸ a formulé des recommandations fortes au sujet des valeurs seuils. L'Assemblée préconise l'application du principe «ALARA» (As Low As Reasonably Achievable), c'est-à-dire du niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre, prenant en compte non seulement les effets dits thermiques, mais aussi les **effets athermiques ou biologiques** des émissions ou rayonnements de champs électromagnétiques. Elle observe de plus que le principe de précaution devrait s'appliquer lorsque l'évaluation scientifique ne permet pas de déterminer le risque avec suffisamment de certitude. Ses interrogations peuvent s'étendre aux cas des rayonnements émis par le LINKY.

⁸ L'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe est la dimension parlementaire du Conseil de l'Europe siégeant à Strasbourg. Elle ne doit pas être confondue avec le Parlement européen ni avec l'Assemblée de l'Union de l'Europe occidentale. À cette Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe siègent 47 États, membres du Conseil de l'Europe /3-9/.

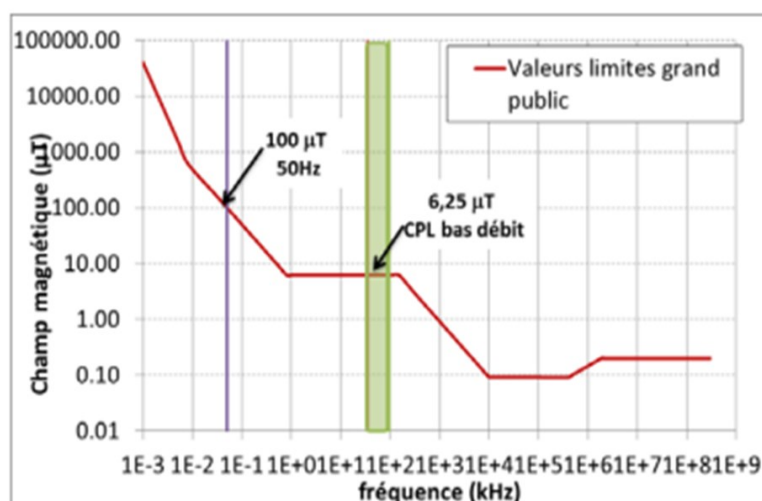


Figure 10 – Le seuil de champ magnétique admissible, en fonction de sa fréquence

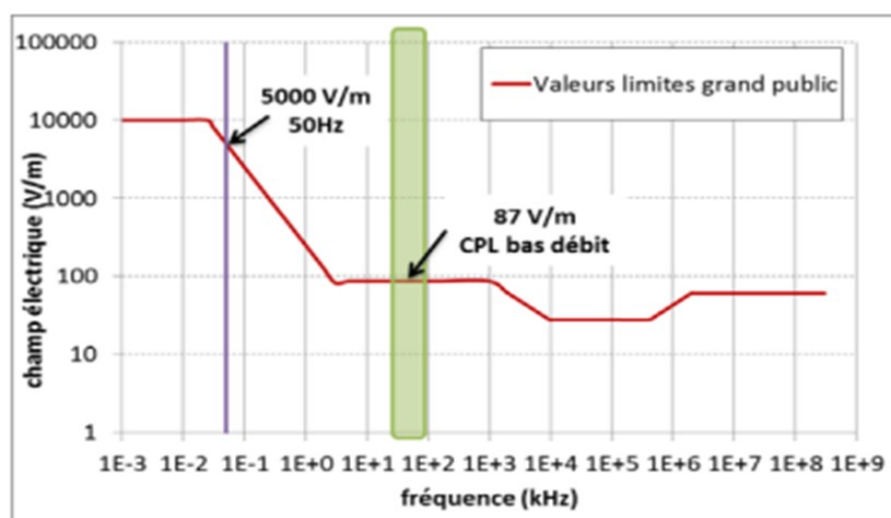


Figure 11 – Le seuil de champ électrique admissible, en fonction de sa fréquence

S'agissant de l'utilisation individuelle du téléphone portable, du téléphone sans fil DECT⁹, du Wi-Fi¹⁰, du WLAN¹¹ et du WIMAX¹² pour les ordinateurs..., l'Assemblée préconise de fixer un seuil de prévention pour les niveaux d'exposition ne dépassant pas 0,6 V/m, et de le ramener à moyen terme à 0,2 V/m. Elle recommande également aux États membres du Conseil de l'Europe de porter une attention particulière aux personnes «électrosensibles», en créant par exemple des «zones blanches» non couvertes par les réseaux sans fil.

⁹ Les **Digital Enhanced Cordless Telephones**, sont les téléphones sans fil que nous utilisons à la maison ou au travail.

¹⁰ Un réseau Wi-Fi permet de relier par ondes radio (2400 et 5000 MHz) plusieurs appareils informatiques (ordinateur, routeur, smartphone, modem Internet, etc.) au sein d'un réseau afin de permettre la transmission de données entre eux.

¹¹ WLAN, pour **Wireless Local Area Network**, est un réseau local sans fil qui permet de couvrir l'équivalent d'un réseau local d'entreprise.

¹² WiMAX (pour **Worldwide Interoperability for Microwave Access**) désigne un standard de communication sans fil. Aujourd'hui il est surtout utilisé comme système de transmission et d'accès à Internet à haut débit, portant sur une zone géographique étendue.

Par ailleurs, l'étude des seuils retenus à l'étranger montre souvent la présence de valeurs plus restrictives /3-10/ que celles de l'ICNIRP. Elles portent sur le domaine de la téléphonie mobile (900 MHz à 2100 MHz) : c'est le cas de huit États membres de l'Union européenne (la Belgique, l'Italie, le Luxembourg, la Grèce, la Pologne, la Lituanie, la Bulgarie, la Slovaquie). La limite est par exemple abaissée à 6 V/m en Italie dans les lieux de vie. En Russie l'intensité de champ électrique limite est aussi de 6 V/m de 300 MHz à 300 GHz. La Chine divise les valeurs de l'ICNIRP par un facteur 2. Les États-Unis et le Canada ont adopté des valeurs très légèrement supérieures.

Pour ce qui concerne LINKY, nous nous référerons par la suite aux valeurs fixées par la législation française, extraites des figures 14 et 15, à savoir que :

- le champ magnétique doit être inférieur à 6.25 μ Tesla,
- et le champ électrique à 87 V/m,

tout en gardant en tête la fragilité des bases sur lesquelles elle s'appuie, car elle ne tient compte que des effets thermiques immédiats et pas des effets biologiques et sanitaires de long terme pouvant générer des cancers et de nombreux pays ont adopté des valeurs de seuil nettement plus basses.

Les seuils fixés par la législation française limitent les champs admissibles pour la gamme de fréquence des compteurs LINKY à 6.25 microTesla (magnétique) et 87 V/m (électrique). Cependant, ces valeurs ne concernent que les effets thermiques immédiats (brûlures), mais pas les effets biologiques à long terme (cancers...). Dans de nombreux pays étrangers, les seuils, pour la téléphonie mobile, sont en dessous des normes françaises.

3-2-4-2 Premier panel de valeurs mesurées

Il existe à ce jour de très nombreux rapports sur les mesures de champs émis par le compteur LINKY, parmi lesquelles la commission a étudié celles les suivantes : INRS /1-6/ datant de 2013, ANFR /1-1, 1-2,1-3/ de 2016, ANSES /1-5/ de 2016, INERIS /1-4/ de 2016.

Ces mesures ont été menées au voisinage du compteur, dans un laboratoire ou in situ, en présence, ou en absence de signaux CPL (télérelève de la consommation, surveillance du réseau), en absence d'ERL. Dans le cas des mesures in situ, des relevés ont également été effectués dans les pièces de vie. On constate à la fois une relative dispersion, liée à la localisation des points de mesure et à l'instrumentation (antennes pour les champs électriques et magnétiques¹³, courants ...), mais il subsiste une certaine cohérence de l'ensemble des résultats que nous illustrerons à travers ceux de l'ANFR. Nous détaillerons un peu plus l'apport du CSTB, plus récent et qui apporte un point de vue nouveau.

Ainsi, selon l'ANFR, **en laboratoire**, les niveaux d'exposition créés à 20 cm du compteur lors d'une collecte des Index sont comparables (Cf. Tableau 1) au niveau d'exposition, créés lors des transmissions élémentaires représentatives de la surveillance du réseau/1-2/. De plus, ces mesures indiquent que, par rapport aux compteurs d'ancienne génération, ces différentes transmissions conduisent à une augmentation plus sensible du niveau de champ magnétique que du champ électrique (Cf. Tableau 1). Les champs décroissent rapidement lorsque l'on s'éloigne du compteur ou des fils et prises du réseau électrique domestique (division par 10 à 50 cm). Dans tous les cas, les valeurs observées à 20 cm du compteur demeurent nettement en dessous des seuils réglementaires (6.25 μ T et 87 V/m), de l'ordre de 1000 fois pour le champ magnétique et 50 fois pour le champ électrique.

¹³ Dans la bande de fréquence étudiée (35 - 91 kHz), les deux composantes du champ (magnétique et électrique) sont indépendantes, du fait des distances de mesure très faibles vis-à-vis des longueurs d'onde dans cette bande de fréquence, qui varient en effet entre 3,2 km et 8,5 km.

Les mesures **in situ** présentées par l'ANSES ont été obtenues en conservant la méthodologie mise au point lors des mesures en laboratoire. Les habitations étaient situées à Vouvray, Montlouis et Alfortville. Les mesures ont été menées pour les compteurs se situant en extérieur et en intérieur. Dans ce dernier cas, elles avaient pour objectif de rendre compte de la propagation du signal CPL le long des câbles électriques de la maison. Les points de mesures étaient situés à proximité (20 cm) du compteur, de prises électriques ou d'interrupteurs, dans différentes pièces des habitations et au milieu de l'entrée.

		Champ électrique (V/m)	Champ magnétique (μ T)
Compteur ancienne génération		1.8	3.10^{-4}
Compteur LINKY G1	Avec CPL (surveillance)	1	5.10^{-4}
	Avec CPL (collecte)	1	6.10^{-4}
	Sans CPL	0.15	1.10^{-4}
Compteur LINKY G3	Avec CPL (surveillance)	1.8	60.10^{-4}
	Avec CPL (collecte)	1.7	50.10^{-4}
	Sans CPL	1.4	10.10^{-4}

Tableau 1 - Niveaux des champs électromagnétiques mesurés en laboratoire à 20 cm des compteurs (ANFR/1-2/).

À proximité des compteurs, les valeurs maximales observées sont entre 200 et 400¹⁴ fois moins que la valeur limite réglementaire pour le champ magnétique, et entre 100 et 300 fois moins pour le champ électrique.

À proximité des prises ou au milieu d'une pièce, le champ magnétique est fortement atténué, d'un facteur 30 à 150 par rapport au niveau mesuré en face du compteur. Le champ électrique demeure du même ordre de grandeur qu'à proximité du compteur et inférieur à 1 V/m.

3-2-4-3 L'apport des mesures du CSTB parues en 2017

Cette étude /1-7/ complète les résultats déjà obtenus, en ne cherchant pas à reproduire ce qui a déjà été réalisé par l'INERIS et l'ANFR notamment. Les axes retenus sont les suivants :

- Identifier et caractériser in situ les communications CPL LINKY en fonctionnement normal : type de trames (collecte, surveillance...), fréquence de passage sur le réseau, etc.
- Caractériser- dans la gamme de fréquences LINKY- le comportement **des câbles électriques** dans lesquels circulent les courants CPL émis par le compteur¹⁵.

En définitive, ces travaux complètent effectivement l'étude d'impact en termes de niveaux d'exposition liée à l'installation d'un compteur LINKY dans un logement.

Des essais **en laboratoire**, on retient tout d'abord que **l'impédance de la charge du réseau domestique** a une influence sur la tension du signal HF et sur le champ rayonné.

¹⁴ Cette dispersion pourrait être liée à la différence des équipements et donc des Impédances, d'un logement à l'autre, Cf. rapport /1-7/ du CSTB.

¹⁵ On a effectué des mesures de courant électrique (partie conduite du CPL dans les fils) et de champ magnétique (partie rayonnée par le CPL à proximité des fils du réseau domestique). Le rayonnement des câbles est étudié en amont du compteur (vers le poste de distribution et le concentrateur) et en aval du compteur (vers le réseau électrique du logement). Des mesures de champ magnétique ont été réalisées à proximité de postes de transformation HTA/BT équipés de **concentrateurs** LINKY G1.

Le compteur adapte son niveau d'émission CPL en fonction de l'impédance du réseau domestique qu'il détecte dans la bande de fréquence CPL (des charges résistives- radiateur, - ou très capacitives - alimentations de PC- ont été testées). Traduit autrement, cela peut expliquer des valeurs différentes de champ émis dans les pièces d'un usager à l'autre : ils n'ont pas forcément les mêmes équipements en fonctionnement et donc le réseau « maison » peut avoir des impédances différentes, d'où une certaine dispersion des mesures effectuées antérieurement (Cf. note de bas de page N°15).

Les niveaux de champ magnétique mesurés en laboratoire avec les compteurs G1 et G3 prêtés par Enedis varient donc en fonction des charges électriques, mais aussi de la longueur des câbles utilisés et de la distance entre le point de mesure et le câble. Toutes configurations de mesure confondues, à **20 cm du câble** le niveau maximum de champ magnétique mesuré en laboratoire est environ **15000** fois inférieur à la valeur limite d'exposition.

Pour ce qui est des **mesures in situ** (explorations menées à 20 cm des câbles) on a constaté que de nombreuses trames CPL LINKY (les signaux CPL) circulent sur le réseau électrique : on a pu mesurer des trames émises par le compteur LINKY situé dans le garage, **mais aussi les trames émises par les autres compteurs LINKY du quartier** (grappe), ainsi que les trames de requêtes émises par le concentrateur conjointement en mode conduit (courant électrique) et en mode rayonné (champ magnétique).

Le niveau maximum de champ magnétique mesuré avec communication CPL LINKY est environ 10 fois supérieur au niveau maximum mesuré sans communication CPL (correspondant au niveau de bruit ambiant au point de mesure). **Cependant ce niveau reste très largement en dessous de la valeur limite d'exposition. Toutes configurations de mesure in situ confondues, le niveau maximum de champ magnétique mesuré est environ 6000 fois inférieur à la valeur limite d'exposition.**

Un autre intérêt de l'étude réside dans **la comparaison avant pose** (présence de l'ancien, compteur) **du LINKY, et après**. Avant pose, on a déjà détecté des trames qui doivent provenir du concentrateur et des compteurs LINKY voisins, déjà installés dans le quartier. Mais en termes de champ magnétique, après installation du compteur LINKY dans l'appartement, les niveaux maxima de champ magnétique sont plus élevés (**facteur 2 à 8**) que dans le cas où les trames ne proviennent que des compteurs voisins. Globalement, sur l'ensemble des campagnes de mesures réalisées, les niveaux maxima de champ magnétique généré par les trames de communications LINKY sont entre 10 et 250 fois plus élevés que les niveaux de bruit ambiant. Toutes configurations de mesures confondues, le niveau maximum de champ magnétique mesuré est **environ 6 000 fois** plus faible que la valeur limite d'exposition.

Des mesures de champ magnétique ont été réalisées à proximité de postes de transformation HTA/BT équipés de **concentrateurs LINKY G1**. Sur chaque site, la mesure a consisté en la recherche autour du poste de transformation du point de niveau d'exposition maximum dans la bande de fréquences CPL LINKY. Les niveaux maxima de champs magnétiques mesurés qui sont entre 10 et 20 fois supérieurs au niveau maximum de bruit ambiant dans la bande de fréquences. Le niveau maximum mesuré est cependant **17 000 fois** inférieur à la valeur limite d'exposition.

Enfin, des mesures in situ ont été réalisées afin de comparer le niveau de champ magnétique d'une trame CPL LINKY G1 et le niveau de champ magnétique d'un signal électrique émis par des **appareils domestiques usuels**, dans la bande de fréquences CPL LINKY (Cf. Figure 12).

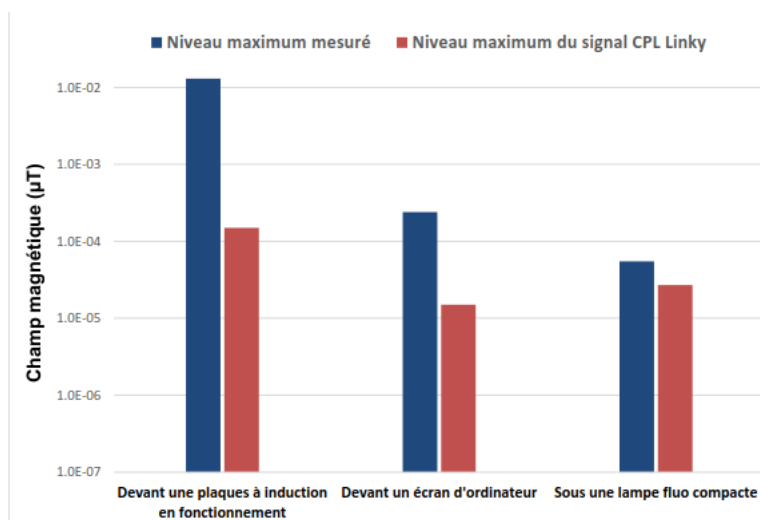


Figure 12 - Comparaison entre le signal LINKY et d'autres sources de rayonnement

Le rapport du CSTB conclut que l'exposition aux communications CPL est du même ordre de grandeur que celle crée par les signaux parasites présents dans cette bande de fréquences, liés aux équipements électriques domestiques : ballasts de lampes fluo compactes, drivers de LED, chargeurs et blocs d'alimentation électrique, écran d'ordinateur, plaques à induction, etc.

Des mesures effectuées en laboratoire et dans des habitations, il se dégage que :

Le niveau d'exposition lié aux communications CPL LINKY est très faible par rapport à la valeur limite légale d'exposition (rapport 6000).

Dans un logement situé à proximité de logements équipés de compteurs communicants LINKY, l'exposition aux signaux CPL existera, qu'il y ait ou non un compteur communicant dans ce logement. Les niveaux d'exposition seront néanmoins plus faibles en l'absence de compteur communicant.

Enfin ce niveau d'exposition aux communications CPL est du même ordre de grandeur que pour les signaux parasites présents dans la même bande de fréquences, liés aux équipements électriques domestiques.

3 – 3 Relation entre LINKY et santé

On a vu lors de l'examen de la controverse suscitée par le déploiement des compteurs communicants (Cf. § 2-3), que la question de l'exposition humaine aux ondes électromagnétiques émises par les nouveaux compteurs et celle des possibles risques sanitaires sont au cœur des débats.

3-3-1 Pourquoi les champs électriques et magnétiques peuvent-ils avoir retentissement sur le corps humain ?

Nos cellules sont le siège de phénomènes électrochimiques naturels conduisant à l'apparition de charges positives et négatives, qui engendrent localement un champ électrique important.

Ainsi le **système nerveux** est un formidable réseau électrique de communication. La communication entre le cerveau et le corps se fait à l'aide de signaux électriques et chimiques : l'électro-encéphalogramme enregistre l'activité électrique de notre cerveau (EEG).

De même le **cœur** possède des cellules spécialisées qui génèrent automatiquement des impulsions électriques. Celles-ci sont à l'origine de l'activité électrique dans les différentes cellules cardiaques, dont les cellules musculaires responsables de la contraction du cœur. L'électrocardiogramme (ECG) enregistre l'activité électrique globale de notre cœur.

Dans un fil de cuivre, ce sont les électrons qui transportent le courant électrique. Dans le corps humain, composé majoritairement d'eau, ce sont les ions (K^+ , Na^+ , ...) qui jouent ce rôle.

En imagerie par résonance magnétique nucléaire, les champs magnétiques appliqués interagissent avec les noyaux des atomes d'hydrogène présents dans les tissus et qui se comportent comme de minuscules aimants.

Il paraît dès lors vraisemblable que des champs électriques et magnétiques extérieurs puissent avoir un retentissement sur le corps humain, avec, à l'échelle macroscopique, des effets /2-11/ :

- bénéfiques : traitement thermique de tissu tumoral par microondes, traitement du retard de consolidation de fractures, de cicatrisation de plaies chroniques, effets analgésiques, imageries...
- mais aussi pathologiques : effets thermiques nocifs (brûlure des tissus suite à une forte absorption), perturbation du sommeil, augmentation du rythme cardiaque, altération du fonctionnement du système nerveux...

Lorsqu'une entité biologique est soumise à un champ électromagnétique (CEM), une interaction se produit avec les charges électriques du tissu ou de la cellule, ce qui peut induire une action biologique, dont la nature est fortement dépendante de la gamme de fréquence considérée. Ainsi, l'effet thermique est quasiment absent jusqu'à 100 kHz et apparaît aux plus hautes fréquences¹⁶.

Une des questions importantes qui arrive alors est de savoir si les modifications de l'activité cellulaire causée par les champs électromagnétiques peuvent induire des dysfonctionnements, ou des dérégulations des fonctions cellulaires, allant jusqu'à la prolifération non contrôlée comme dans les cancers. Nous allons aborder ce point dans le paragraphe suivant.

Dans le corps humain, composé majoritairement d'eau, les ions (K^+ , Na^+ , ...), contribuent au transport des charges électriques. La membrane des cellules est naturellement le siège de phénomènes électriques locaux intenses. Il paraît dès lors vraisemblable que les champs électriques et magnétiques extérieurs puissent avoir un retentissement sur le corps humain, et induire des effets complexes, qui peuvent être bénéfiques, mais aussi pathologiques.

3 -3 -2 Quelle vision des enjeux sanitaires ?

Le sujet des enjeux sanitaires¹⁷ est extrêmement complexe, vaste et il a fait l'objet de nombreux travaux. De plus, il est dépendant des avancées de la science dont les recommandations peuvent évoluer sur le long terme, au fil de ses découvertes. Nous évoquerons tout d'abord le domaine des Champs Electromagnétiques dits d'extrêmement basses fréquences (inférieures à 300 Hz), CEM EBF,

¹⁶ Les molécules biologiques polarisées transforment alors l'énergie électromagnétique du rayonnement en énergie mécanique. Les forces de frottement avec les molécules avoisinantes, liées à la viscosité du milieu convertissent cette énergie mécanique en chaleur.

¹⁷ Les **effets biologiques** sont des changements d'ordre biochimique, physiologique ou comportemental qui sont induits dans une cellule, un tissu ou un organisme en réponse à une stimulation extérieure. Un effet biologique, habituellement réversible, se situe dans les limites de la régulation interne de l'organisme (homéostasie). Un **effet sanitaire** n'intervient que lorsque les effets biologiques dépassent les limites d'adaptation du système biologique considéré. Il sort du cadre des réponses adaptatives physiologiques, de l'homéostasie, sous l'action de l'agent extérieur.

qui a fait l'objet d'une analyse très approfondie en 2010, et pour lequel la démarche employée - saisine de l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques, OPECST¹⁸ - peut ici servir de référence méthodologique pour le LINKY. Nous résumerons ensuite l'apport d'une série de rapports de l'ANSES qui concernent un domaine de fréquences nettement plus large que celui des compteurs communicants. Nous évoquerons enfin quelques pistes plus proches du domaine de fréquence exploité par le LINKY.

3-3-2-1 Le rapport OPECST 2010 : l'exemple de l'étude des effets des Champs électromagnétiques à fréquences extrêmement basses.

Dans son rapport « Les effets sur la santé et l'environnement des champs électromagnétiques produits par les **lignes à haute et très haute tension** », paru en 2010 /2-8/, l'OPECST aborde les effets sanitaires des CEM EBF, les Champs électromagnétiques à fréquences extrêmement basses (**fréquences inférieures à 300 Hz**). Il se focalise, **pour cette gamme particulière de fréquences**, sur le rôle éventuel des CEM dans la survenue de leucémies chez l'enfant, de maladies neurodégénératives et de l'hypersensibilité électromagnétique (EHS). Il répond également aux interrogations relatives à l'impact sanitaire de ces champs sur la faune sauvage et sur les élevages.

Concernant l'**électrohypersensibilité**, le rapport conclut qu'aucun lien de cause à effet n'a pu (en 2010) être établi, mais que la souffrance des patients doit être prise au sérieux. L'OPECST préconisait de rapidement mettre en place un réseau national de prise en charge et de recherche sur ce sujet.

Pour ce qui est de certaines **maladies neurodégénératives** (comme la maladie d'Alzheimer), le rapport indique un consensus des experts sur l'absence de lien causal avéré à ce jour entre CEM EBF et maladies neurodégénératives, mais note que ce lien peut cependant faire l'objet d'une hypothèse à approfondir.

Enfin, la question d'une relation entre les champs magnétiques EBF et les **leucémies de l'enfant** est centrale dans ce dossier. L'OPECST rappelle qu'en 2002 le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC)¹⁹ de l'OMS avait classé les CEM EBF en catégorie 2 B, leur attribuant ainsi un caractère cancérogène **possible**²⁰. Mais de 2002 à 2010, finalement, l'épidémiologie n'a pu apporter une

¹⁸ L'OPECST, **Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques**, a pour mission d'informer le Parlement des conséquences des choix de caractère scientifique et technologique, afin d'éclairer ses décisions. À cette fin, il recueille des informations, met en œuvre des programmes d'études et procède à des évaluations. Situé à l'interface entre le monde politique et le monde de la recherche, il joue le rôle d'interlocuteur reconnu par l'ensemble de la communauté scientifique (partenariat avec l'Académie des sciences, contacts réguliers avec les autres académies et les grands organismes de recherche). L'OPECST est composé de dix-huit députés et de dix-huit sénateurs, désignés de façon à assurer une représentation proportionnelle des groupes politiques.

¹⁹ À l'initiative du Général De Gaulle, Il a été créé le 20 mai 1965, par une résolution de l'Assemblée mondiale de la Santé, comme l'agence spécialisée de l'Organisation Mondiale de la Santé pour le cancer. Il est basé à Lyon.

²⁰ Le classement des agents cancérogènes par le CIRC comporte les catégories suivantes (Cf. annexe 5 de ce rapport) :

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

Groupe 2A : L'agent est probablement cancérogène pour l'homme (acquis sur 2 preuves).

Groupe 2B : L'agent est peut-être cancérogène pour l'homme (acquis sur 1 preuve).

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.

Le document intitulé « Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique », /2-10/, publié par la Haute Autorité de santé (Avril 2013) renseigne sur la notion de preuve.

preuve supplémentaire précisant le risque évalué par le CIRC (une deuxième preuve permettrait de passer le classement en 2A, attestant d'un **probable** caractère cancérigène). Côté tests en laboratoire (in vivo et in vitro), les études qui ont été conduites pour identifier un mécanisme biologique de cet effet n'ont pas été concluantes. En définitive, l'OPESCT estimait en 2010 que, si les données scientifiques permettaient d'écarter, avec une forte probabilité, un lien entre les CEM EBF émis par les lignes à haute et très haute tension et les différents cancers, aucune donnée scientifique ne permettait de dire avec certitude que ces mêmes champs n'ont pas de rôle dans la survenance des leucémies.

Face à cette situation l'OPESCT préconisait à l'époque de **poursuivre les recherches** (trouver un lien statistique fort par l'épidémiologie, découvrir un mécanisme d'action par des études in vivo et in vitro, approfondir les causes des leucémies infantiles). Il recommandait de dégager un financement pour ces recherches, avec un bilan des avancées de connaissances à 5 ans. En attendant, il recommandait, **à titre prudentiel** -cela semble se rapprocher du principe de précaution-, 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 ». Poussée plus loin, aux Pays-Bas, cette attitude avait conduit à recommander dès 2005 la création de zones sans bâtiments à proximité des lignes de haute tension.

Cette démarche de l'OPESCT illustre clairement les atouts, les outils et la force que possède la Représentation Nationale pour intervenir utilement dans un débat tel que celui des LINKY. Son sujet portait certes ici sur les lignes à haute et très haute tension et les fréquences inférieures à 300 Hz. Constatant qu'aucune donnée scientifique ne permettait de dire avec certitude que les champs à proximité de ces lignes n'ont pas de rôle dans la survenance des leucémies, il préconisait en 2010 de **poursuivre les recherches**, avec un bilan à 5 ans. Il recommandait enfin d'éviter l'exposition de jeunes enfants à des champs supérieurs à 0,4 µTesla.

3-3-2-2 Le point en 2017, à travers les derniers rapports de l'ANSES

Le débat sur les aspects sanitaires liés aux champs électromagnétiques a démarré il y a plus de 30 ans. Nous nous appuyons ici, pour l'essentiel, sur la dernière expertise portant sur les radiofréquences et la santé, publiée par l'ANSES en 2013 /2-1/, et sur un complément plus récent traitant de l'exposition aux radiofréquences et santé des enfants (ANSES de juin 2016 / 2-2/). Nous aborderons au paragraphe suivant son focus sur l'exposition de la population aux champs électromagnétiques émis par les « compteurs communicants » (rapport ANSES de décembre 2016 /2-3/).

Dans une étude antérieure, publiée **en 2009**, l'agence notait déjà que peu d'études expérimentales et épidémiologiques étaient disponibles concernant les effets des champs électromagnétiques des fréquences intermédiaires (bande 9 kHz – 10 MHz) sur la santé et que l'analyse de ces études ne permettait pas de conclure définitivement quant à l'existence ou non d'effet délétère à des niveaux non thermiques. Elle indiquait alors qu'il lui semblait nécessaire de réaliser des études épidémiologiques et des recherches in vitro et in vivo, dans cette bande de fréquences, portant en particulier sur la reproduction et le système nerveux.

Il faut noter que l'expertise publiée par l'ANSES en **2013**, n'a couvert que les gammes de radiofréquences (**téléphonie mobile...**) **au-dessus de 400 MHz** et donc ne concerne pas directement, elle non plus le domaine fréquentiel des LINKY.

Concernant l'étude des **effets non cancérogènes**, elle distingue d'une part les études sur le système nerveux central (SNC) et d'autre part celles qui excluent le SNC.

S'agissant des effets sur le SNC, dans les conditions expérimentales testées (sur modèles cellulaires et animaux d'une part et dans les études cliniques d'autre part), le niveau de preuve est insuffisant pour conclure qu'une exposition aux radiofréquences a un effet chez l'Homme :

- sur les fonctions cognitives ;
- à court terme sur le sommeil (après une exposition aiguë) ;
- sur les rythmes circadiens (sur la base d'un nombre limité d'études) ;
- à court terme sur les fonctions auditives (après une exposition aiguë) ;
- sur les maladies neurologiques et neurodégénératives (sclérose en plaques et sclérose amyotrophique, épilepsie et maladie d'Alzheimer) (sur la base d'un nombre limité d'études).

Pour ce qui est des autres effets non cancérogènes (hors SNC : reproduction et développement, système immunitaire, système endocrinien, système cardio vasculaire...), le niveau de preuve est insuffisant pour conclure qu'une exposition aux radiofréquences aurait chez l'homme un impact sanitaire.

Concernant les **effets cancérogènes** :

- l'ensemble des résultats disponibles suggère qu'il est **possible** qu'une exposition aux RF puisse favoriser l'oxydation de l'ADN. À chaque fois, les résultats positifs ont été corrélés avec une augmentation du stress oxydant dans la cellule ou l'organisme ;
- aucun effet pérenne des radiofréquences sur la perte de l'intégrité de l'ADN n'a été mis en évidence à un faible niveau d'exposition ;
- il n'existe pas de données convaincantes concernant les modifications du cycle cellulaire pouvant être impliquées dans l'apparition de tumeurs ;
- l'ensemble des études disponibles n'apporte pas la preuve que les radiofréquences peuvent potentialiser les effets d'agents génotoxiques connus (pas d'effet co-cancérogène).

L'ANSES considère que chez l'Homme, l'ensemble des études publiées à ce jour conduit à juger les preuves d'association entre radiofréquences et tumeurs comme insuffisantes, à l'exception des neurinomes de l'acoustique pour lesquels ces niveaux de preuve sont limités ainsi que pour les gliomes chez les gros utilisateurs de téléphone mobile.

3-3-2-3 Quelques pistes récentes pour la gamme fréquentielle des compteurs communicants

Le rapport ANSES /2-3/ de **2016** insiste sur le fait qu'il n'existe pratiquement **aucune littérature scientifique** traitant des **effets sanitaires** spécifiques de l'exposition aux **compteurs communicants**.

On peut mentionner tout d'abord une description de plaintes auto-déclarées dans l'État de Victoria en Australie /2-9/. Ce travail a été réalisé à partir des enregistrements spontanés, sur un site Web

public, de personnes (92 plaintes listées) signalant des problèmes de santé survenus après l'installation d'un compteur communicant, pendant un an (septembre 2012 - août 2013).

Les personnes incriminaient une exposition à leur propre compteur, au compteur de leurs voisins, rapportaient avoir ressenti des symptômes lors d'une visite chez des amis ou des parents équipés d'un compteur communicant...

Les symptômes les plus fréquemment rapportés étaient des troubles du sommeil (48 %), des maux de tête (45 %), des acouphènes ou des bourdonnements d'oreilles (33 %), une fatigue (32 %), des troubles cognitifs, de la difficulté de concentration, de la désorientation ou perte de mémoire (30 %). Parmi les symptômes moins fréquemment rapportés, on note des dysesthésies (20 %), des vertiges (19 %), des palpitations cardiaques (17 %), des nausées (16 %), et le déclenchement d'une électrohypersensibilité (15 %).

Cependant, la diversité des symptômes, au demeurant non spécifiques, et le caractère autodéclaré de l'affection -c'est-à-dire que c'est par exemple le patient qui se déclare électrohypersensible et non le médecin à l'issue d'une démarche diagnostique-, conduisent à considérer que l'article /2-9/ n'apporte en aucun cas une démonstration de causalité.

Aucune conclusion sanitaire ne peut encore être tirée de ce travail, qui repose sur des déclarations spontanées, et ne donne pas de renseignements sur l'intensité des champs, ni sur la relation temporelle entre l'exposition et la survenue des symptômes, renseignements qui ressemblent à ceux rapportés par des personnes exposées à d'autres sources de radiofréquences. Cette étude se limite en fait à la description d'une série de cas autodéclarés et correspond à un faible niveau de preuve scientifique /2-10/ (absence d'objectivation des symptômes, absence de comparaison avec des personnes exposées aux compteurs et qui n'auraient pas développé de symptômes, ...). En conclusion, les effets sanitaires des compteurs LINKY doivent encore à ce jour faire l'objet de recherches cliniques appropriées et urgentes.

À propos de la protection des travailleurs exposés aux CEM dans le cadre de leur activité professionnelle, nous avons trouvé peu d'études approfondies de l'INRS /2-7 et 2-29/ ou de l'INERIS /1-6/ spécifiques au domaine 30 kHz- 100 kHz. Une contribution intéressante de l'INSERM sur les données d'exposition aux champs électromagnétiques /2-16/ traite, en 2008, des moyennes fréquences utilisées en particulier dans les procédés d'électrothermie par induction (industrie sidérurgique et métallurgique, électronique, chimique...). Les fréquences sont voisines de celle des LINKY : fours à induction (480 Hz-7 kHz), machines à forger ou d'appareil de brasage (3,8 kHz-1,25 MHz), traitement de surface (400 kHz).

Une publication de l'INRS sur les effets potentiels des CEM sur les simulateurs cardiaques /2-6/ n'évoque pas les fréquences LINKY. Cependant, nous allons discuter plus loin la thèse de de J. Katrib /7-4/, qui aborde le problème du dysfonctionnement de défibrillateurs cardiaques implantables (DAI), en particulier dans le domaine de fréquence 10 kHz/50 kHz (domaines industriels tels que l'induction) : il y a bien là un recouvrement partiel intéressant le domaine du LINKY (35 à 91 kHz).

Un récent article de Kourtiche et al. /2-5/ intitulé « Implants médicaux et champs électromagnétiques basses fréquences **0–100 kHz** » se veut rassurant : pour les postes de travail où les niveaux d'exposition sont inférieurs aux limites d'exposition du public, la probabilité d'interférence est très faible. L'évolution des implants, surtout cardiaques, fait qu'il n'existe désormais que peu de restrictions quant aux activités du porteur dans son environnement quotidien. Cependant, certaines situations pourraient éventuellement poser un problème, par exemple le fait de rester appuyé sur un portique à la caisse d'un magasin en attendant de payer est une attitude à risque.

Citons enfin, la thèse de J. Katrib /7-4/ soutenue en 2011 à Nancy, qui a présenté une étude théorique et expérimentale sur les dysfonctionnements de défibrillateurs cardiaques implantables (DAI)²¹ exposés à des champs magnétiques de **50 Hz à 50 kHz**. Les fréquences 50/60 Hz correspondent à celles du réseau de distribution électrique en Europe et aux États-Unis et les fréquences 10/50 kHz concernent principalement les fréquences de travail dans les domaines industriels tels que l'induction, et recouvrent partiellement celui du LINKY (35 à 91 kHz).

Le champ magnétique appliqué se situe entre 4,7 µT et 65,8 µT à 10 kHz, et entre 1 µT et 42 µT à 50 kHz. Ces valeurs sont à rapprocher des seuils d'exposition arrêtés, pour ces fréquences à 6,25 µT (domaine public) et à 30,7 µT (domaine professionnel). Le comportement des DAI testés dans ces conditions n'a montré aucun dysfonctionnement, même pour les champs plus hauts que le niveau de seuil professionnel.

L'auteur conclut que cela montre que ces implants médicaux présentent une immunité contre les fréquences de 10 et 50 kHz. Cette conclusion devrait pouvoir s'appliquer au LINKY, pour lequel les champs magnétiques ont été mesurés à des valeurs 6000 fois en dessous des seuils (Cf. § 3-2-4).

On note par ailleurs (Cf. annexe B de la thèse) qu'un passage bref à travers les champs magnétiques de différents dispositifs antivols²² n'entraîne aucune conséquence sur le bon fonctionnement du DAI. Cependant la station prolongée au sein des champs générés peut provoquer des chocs électriques inappropriés et des perturbations de la fonction de stimulation ("pacing").

Le rapport ANSES de 2016 constate qu'il n'existe pratiquement aucune littérature scientifique traitant des effets sanitaires spécifiques de l'exposition aux compteurs communicants. Il mentionne un seul article, signalant des problèmes de santé survenus après l'installation de compteurs communicants dans l'État de Victoria en Australie, mais qui n'apporte aucune démonstration de causalité. Dans le monde professionnel, le cas des fours à induction se rapproche de la gamme de fréquences du LINKY, de même que celui de certains détecteurs antivols, dont l'influence sur les défibrillateurs a été étudiée.

3-3-2-4 Et si les Ondes de téléphonie mobile méritaient à ce jour un classement 2A, « probablement cancérogènes », pour l'homme ?

Il s'agit là des conclusions d'une étude scientifique/2-12/ publiée en 2015, reposant sur des travaux de chercheurs nord-américains (Environmental Health Trust du Wyoming et Université de Toronto), et français (INSERM U897 à Bordeaux) et parue dans la revue « International Journal of Oncology ».

Elle s'appuie sur le réexamen de deux études portant sur le rôle des CEM des radiotéléphones sur le développement de cancers : l'étude CERENAT /2-13/ et l'étude INTERPHONE /2-14/.

²¹ Les **DAI** concernent le traitement des troubles du rythme cardiaque se traduisant par une augmentation de la fréquence des battements du cœur. Ces accélérations « en salves » du rythme cardiaque sont appelées **tachycardies**. Les pacemakers (**PM**) sont adaptés au traitement des **bradycardies** (rythme cardiaque anormalement lent) et aux autres troubles du rythme. La question d'éventuelles perturbations des PM par les CEM du LINKY vaut aussi d'être posée.

²² On mentionne par exemple le portique antivols Ultra-Max de Sensormatic Electronics Corporation (fréquence de 58 kHz) où le signal peut traverser les enveloppes en métal protectrices qu'utilisent parfois les voleurs pour cacher les produits volés.

CERENAT parue en 2014 est une étude française portant sur les habitudes de consommation du téléphone portable en 2004-2006. Elle a porté sur 253 patients atteints de gliomes²³ et 194 patients atteints de méningiomes²⁴ qui ont été comparés à 892 patients contrôles appariés sur les facteurs de confusion (l'appariement prenant en compte ici le tabagisme, la consommation d'alcool, le niveau d'études, les expositions aux pesticides et aux rayonnements ionisants). Les patients ont été recrutés dans la Gironde, le Calvados, la Manche et l'Hérault à partir de la prise en charge des patients atteints de tumeurs cérébrales. Les informations telles que le nombre moyen d'appels par semaine, leurs durées ou le modèle de téléphone ont été collectées lors d'entretien en face à face.

En termes de résultats, s'il n'y avait pas de différence significative entre utilisateurs réguliers et non-utilisateurs, il existait un risque plus élevé de tumeurs chez les patients qui utilisaient le plus leur téléphone : les personnes qui cumulaient plus de 836 heures de conversations sur mobile avaient approximativement 2,9 fois plus de risque de développer un gliome, et 2,6 fois plus de risque de développer un méningiome que les patients qui utilisaient peu leur téléphone.

INTERPHONE est une étude internationale, dont les conclusions ont été publiées en 2010, qui a démarré en 2000 sous forme d'un ensemble d'études cas/témoins menées dans 13 pays à travers le monde. Elle a porté sur 2765 patients atteints de gliomes, 2425 de méningiomes, 1121 de névromes acoustiques, 109 de tumeurs malignes à la glande parotide, qui ont été comparées à 7658 patients contrôles appariés (sur l'âge, le sexe et la zone de résidence). Elle se concentrait sur quatre types de tumeurs dans les tissus qui absorbent le plus l'énergie des RF émise par les téléphones portables, à savoir les tumeurs du cerveau (gliomes et méningiomes), du nerf acoustique (schwannome²⁵) et de la glande parotide²⁶. L'objectif était de déterminer si l'utilisation du téléphone portable augmentait le risque de ces tumeurs. INTERPHONE est à ce jour la plus grande étude cas-témoins menée sur les rapports entre l'utilisation du téléphone portable et les tumeurs cérébrales, et elle réunit le plus grand nombre d'utilisateurs cumulant au moins 10 années d'exposition.

Ses conclusions démontrent un risque accru de gliome au niveau d'exposition le plus élevé. Toutefois, la méthodologie de (cas-témoin) permet certes d'appréhender la force de l'association entre un facteur (téléphonie) et la survenue d'une maladie (gliome), mais ne permet pas en définitive d'évaluer le lien causal entre les deux. L'étude conclut enfin que l'identification des effets possibles de l'utilisation intensive de téléphones mobiles à long terme nécessite des recherches plus approfondies.

L'apport de /2-12/ réside, selon les auteurs, dans la démonstration de ce qu'INTERPHONE et CERENAT ont sous-évalué les risques de gliome causé par les CEM radio fréquences.

Une première raison avancée vient de ce que les deux études ont totalement occulté la contribution des téléphones DECT (les téléphones sans fil que nous utilisons à la maison ou au travail) qui à l'époque des études étaient par exemple utilisés par 50 % des Français.

²³ Un cancer cérébral qui commence dans les cellules gliales (cellules qui entourent et soutiennent les cellules nerveuses).

²⁴ Un type de tumeur à croissance lente qui se forme dans les méninges (couches minces de tissu qui recouvre et protège le cerveau et la moelle épinière). La plupart des méningiomes sont bénins et surviennent habituellement chez les adultes.

²⁵ Une tumeur du système nerveux périphérique qui apparaît dans la gaine nerveuse (revêtement protecteur). Elle est presque toujours bénigne, mais quelques rares schwannomes malins ont été signalés.

²⁶ Tumeur qui se forme dans une glande parotide, la plus grande des glandes salivaires, qui fabrique de la salive et la libère dans la bouche. Il y a 2 glandes parotides, chacune située à l'avant et juste en dessous de chaque oreille. La plupart des tumeurs des glandes salivaires commencent par les glandes parotides.

Un second facteur provient de ce que les taux de participation étaient relativement bas : 66 % pour l'ensemble des cas répertoriés et 45 % pour les cas de contrôle dans CERENAT, avec des valeurs du même ordre de grandeur pour INTERPHONE. À titre d'exemple, les corrections de l'ensemble de ces biais se sont chiffrées par un doublement de la probabilité de gliomes (pour les plus fortes valeurs des consommations cumulées) dans CERENAT.

Cela conduit dans le cas présent les auteurs à proposer une révision de la classification de la dangerosité des OEM radio fréquence de 2B (potentiellement cancérigène) vers 2A (probablement cancérigène).

Notons ici que le classement des OEM a connu en près d'une décennie plusieurs étapes cruciales :

En **2002**, les OEM EBF ont été classées dans le groupe 2B par l'OMS (Cf. § 3-3-2-1). À l'époque, les autres champs étudiés demeuraient en catégorie 3 (agent est inclassable quant à sa cancérigénicité pour l'homme). La recherche biomédicale a poursuivi ses travaux, qui ont permis en **2011** à l'OMS de classer les OEM des radiotéléphones elles aussi en catégorie 2B /2-15/. Ces évolutions du classement de la dangerosité avec le temps peuvent laisser entendre que, compte tenu de la difficulté de la mise en évidence des preuves en biomédical, il peut sembler concevable qu'à terme, les ondes de téléphonie mobile bénéficient d'un classement 2A.

Pour ce qui est des LINKY, les champs émis se situent entre les CEM EBF et les CEM de radio téléphonie, mais ce seul positionnement ne constitue en rien la preuve de leur nocivité. L'absence de travaux scientifiques sur les effets biomédicaux des champs émis par LINKY constitue aujourd'hui un vide à combler. La question se posera alors de savoir si les niveaux d'exposition mesurés (Cf. § 3-2-4-2 et 3-2-4-3) seront ou non de nature à suggérer un classement et, le cas échéant, dans quelle catégorie.

Nous reviendrons au paragraphe 3-5 sur l'applicabilité du principe de précaution à cette situation.

Ces deux études INTERPHONE (2010) et CERENAT (2014) portant sur le rôle des CEM des radiotéléphones sur le développement de cancers avaient démontré un risque accru pour les gros consommateurs de téléphonie, sans apporter cependant la preuve d'une relation causale entre un facteur (téléphonie) et la survenue d'une maladie (gliome). La révision des populations retenues a révélé un oubli important : les utilisateurs de téléphone DECT. Leur prise en compte a conduit quasiment à un doublement des probabilités de cancer, argument sur lequel se fondent les auteurs de la révision pour proposer un surclassement de 2B à 2A des CEM des radiotéléphones.

Une étude expérimentale cas-témoins, telles INTERPHONE et CERENAT, est généralement considérée comme la méthode la plus efficace pour étudier le risque de survenue d'un cancer du cerveau lié par exemple au téléphone portable. Or, le temps rapporté entre les causes connues de ce cancer relativement rare et le développement de la maladie est de 10 à 50 ans. Une telle étude afin de prouver un risque de cancer associé à l'utilisation du portable devrait inclure plus de 3 millions de personnes suivies pendant 20 ans. Ceci montre que la notion de preuve en biomédical est lourde et longue à acquérir.

Pour ce qui est des LINKY, l'absence de travaux scientifiques sur les effets biomédicaux des champs émis constitue aujourd'hui un vide à combler. La question se posera alors de savoir si les niveaux d'exposition mesurés, bien que très inférieurs aux seuils fixés par le décret de 2002, seraient ou non de nature à suggérer un classement et, le cas échéant, dans quelle catégorie. Cette situation mérite d'être prise en considération à l'égard du principe de précaution.

3-3-2-5 Le problème de l'Hyperélectrosensibilité (EHS) : progrès accomplis, limites et perspectives

L'OMS rapportait en 2005 /2-20/, que « depuis quelque temps, un certain nombre d'individus signalent divers problèmes de santé qu'ils attribuent à leur exposition aux CEM. Cette sensibilité présumée aux CEM est généralement appelée "hypersensibilité électromagnétique" (HSEM) », retenue plus brièvement sous le vocable « *Hyperélectrosensibilité* » (EHS). L'OMS considérait alors, que « *l'EHS est caractérisée par divers symptômes non spécifiques qui diffèrent d'un individu à l'autre (voir le § 3-6-5 consacré à l'exposé de Madame Savigny). Ces symptômes ont une réalité certaine quelle qu'en soit la cause et cela peut être un problème handicapant pour l'individu touché. Il n'existe ni critères diagnostiques clairs pour ce problème sanitaire, ni base scientifique permettant de relier les symptômes de l'EHS à une exposition aux CEM. En outre, l'EHS ne constitue pas un diagnostic médical. Il n'est pas non plus évident qu'elle corresponde à un problème médical unique* ». Elle ajoutait à l'époque, « *Il existe aussi certains éléments indiquant que ces symptômes peuvent être dus à des maladies psychiatriques préexistantes, ainsi qu'à des réactions de stress résultant de la crainte inspirée par les éventuels effets sur la santé des CEM, plutôt que de l'exposition aux CEM elle-même* ».

Pour suivre l'évolution du débat, mentionnons également le rapport de l'OPECST en 2010 /2-8/ et la note de l'INRS de 2013 /2-29/, déjà cités et qui abordent également ce problème de l'EHS.

Précisons que l'EHS est très fréquemment couplée à l'apparition de la Chimico Sensibilité Multiple (MCS), définie par des critères voisins de l'électrohypersensibilité (Cf § 3-6-5) : les malades sont intolérants pour des concentrations de plus en plus faibles de produits chimiques.

Les travaux du Professeur Belpomme /2-18/, publiés en 2015, constituent une avancée certaine à l'égard de la vision de l'OMS en 2005. Ils se situent aux plans clinique et biologique et ont porté, de 2009 à 2015, sur 727 patients atteints d'EHS ou de MCS. Les résultats affirment l'existence de marqueurs sanguins, précédemment mis en évidence lors d'études chez l'animal : hausse du taux d'histamine chez 40 % des patients, de la nitrotyrosine chez 28 %, de la protéine S100B chez 15 %, des anticorps anti-O-myéline chez 23 %, et des protéines chaperonnes hsp27 et hsp30 chez 33 %. Des examens d'imagerie cérébrale suggèrent aussi une inflammation dans certaines parties du cerveau, dont le système limbique et le thalamus.

La faille majeure de cette étude réside dans l'absence de contrôles, à savoir des individus sains. Sans cela, difficile d'affirmer dans quelle mesure les chiffres annoncés s'éloignent de la normale. L'étude ne présente pas de statistiques et n'est pas très informative. D'autant que beaucoup de marqueurs sont non spécifiques- et l'article le reconnaît- par exemple l'histamine, caractéristique des allergies. L'étude est cependant intéressante du point de vue biologique, même si elle ne dit rien sur les relations de cause à effet. On sait très bien que ces personnes ont un problème de santé, mais on ne sait pas pourquoi elles les ont et si les CEM sont responsables : l'étude ne montre pas qu'ils le sont ! Rappelons par ailleurs que l'OPECST préconisait dès 2010 la mise en place un réseau national de prise en charge et de recherche sur ce sujet.

Malgré leurs limites, ces travaux offrent des **perspectives** de recherche intéressantes. Notamment avec les études dites « de provocation » : celles-ci consistent à installer des patients électrosensibles dans une pièce fermée, puis à les exposer ou non à des ondes. Pour l'instant, la plupart de ces études n'ont pas été concluantes, les personnes ne parvenant pas à se savoir exposées ou non. Il serait intéressant de les reproduire en mesurant l'évolution de ces marqueurs sanguins, mais l'effet n'est peut-être pas immédiat. L'échec des études de provocation menées jusqu'à présent (Cf /2-28/) est l'une des raisons principales du scepticisme scientifique actuel vis-à-vis de l'EHS, et une source d'insatisfaction pour les associations.

Il faut noter par ailleurs, que ces personnes hyperélectrosensibles n'ont pas plus de problèmes psychiatriques que la population générale et que leur mal est réel. Que conclure ici sur la toxicité des ondes ? A court terme, les études menées à ce jour montrent qu'il n'y a pas grand-chose qui soit démontré dans ce sens. Mais à long terme, le doute n'est pas levé.

3 – 4 Les problèmes de sécurité autour du compteur LINKY

Les échanges en réunion ont dégagé plusieurs pôles d'intérêt dans ce domaine de la sécurité autour du compteur LINKY :

- Le thème récurrent des incendies de compteur.
- Le piratage des données émises par le compteur.
- La protection des données personnelles, une fois collectées par Enedis.
- Les anomalies de fonctionnement d'appareils domestiques après la pose du LINKY.

3-4-1 Les incendies de compteur LINKY

Un certain nombre de détériorations de compteur, suite à un échauffement excessif, sont régulièrement rapportés, que ce soit pour les compteurs classiques ou les LINKY. Une explication avancée met en cause le serrage des câbles de puissance. Il s'agit là d'un problème bien connu des électriciens. Nous avons introduit dans la base documentaire deux petits films /4-2/ et /4-3/ issus du département Hygiène Sécurité Environnement de l'IUT de Niort, illustrant ces aspects liés à la sécurité électrique.

Un mauvais serrage entraîne un mauvais contact, qui crée une résistance de contact élevée et donc un échauffement local accru. L'échauffement cause de l'oxydation du contact, qui augmente progressivement la résistance de contact, produisant cumulativement encore plus d'échauffement ! Le contact peut ainsi à un moment devenir aléatoire et de petits arcs peuvent se former. Dans l'espace confiné du compteur, dans ces conditions (échauffement élevé, arcs...) les matériaux (beaucoup de plastiques) peuvent s'enflammer et les câbles se détériorer (fumerolles, pyrolyse, fusion, Cf. /4-2/). Des normes de serrage ont été récemment édictées, et le couple est contrôlé avec une clé ou un tournevis dynamométrique. Ceci est commun aux différents types de compteur : la faille est plutôt dans la procédure de pose que dans la technologie du compteur lui-même et rien ne prouve un risque accru d'incendie pour le LINKY.

Les incendies ne sont pas plus fréquents avec les compteurs LINKY. Ces accidents semblent liés à des questions de serrage mécanique des fils de puissance.

3- 4- 2 Le piratage des données LINKY

Nous nous sommes appuyés, en particulier, sur le rapport intitulé « Cyberattaques et systèmes énergétiques : faire face au risque », /4-1/, rédigé par G. Desarnaud de l'IFRI et paru en janvier 2017. Il a été rédigé sur la base d'une revue de la littérature et d'une vingtaine d'entretiens avec des professionnels de l'énergie et de la sécurité des systèmes informatiques.

La digitalisation de l'industrie énergétique permet, selon l'auteur, de révolutionner les processus de production, de stockage, de transport et de consommation d'énergie : le LINKY apparaît clairement dans l'extrémité de cette chaîne. Ces évolutions constituent aujourd'hui une promesse de disponibilité et d'efficacité, mais elles ouvrent la voie à un type de menace qui, jusqu'en 2010, avait relativement épargné le domaine de l'énergie : les cyberattaques.

En 2007, le Laboratoire National de l'Idaho prouvait qu'une cyberattaque pouvait endommager physiquement des composants d'un réseau électrique. L'expérience a démontré qu'à l'aide d'un

programme malveillant, il était possible d'actionner les disjoncteurs d'un générateur au diesel afin de le connecter et déconnecter du réseau à répétition, jusqu'à provoquer un début d'incendie. Plus d'une vingtaine de cas sérieux de ce type sont cités dans le rapport.

Pour en venir aux réseaux et compteurs communicants, ils ont la particularité d'augmenter singulièrement le nombre de points d'entrée sur le réseau où s'échangent les données. Dans la mesure où les compteurs sont tous configurés de la même manière et peuvent donc être porteurs des mêmes failles, ils augmentent considérablement la surface d'attaque disponible.

Après accords auprès de la firme allemande de compteurs intelligents Discovergy, deux chercheurs, D. Carluccio et S. Brinkhaus /4-4/27 ont découvert que les appareils de l'entreprise transmettaient des données non cryptées des appareils domestiques aux serveurs de l'entreprise, via un lien non sécurisé. Ces chercheurs ont intercepté les informations soi-disant confidentielles et sensibles et, ont pu savoir non seulement si les propriétaires étaient chez eux, loin ou même endormis, mais aussi à quel moment ils regardaient la télévision / 4-5/.

Deux professionnels de la sécurité informatique, J.V. Vidal, A.G. Illera, ont démontré lors du congrès « Black Hat Europe »²⁸ 2014 /4-6/ qu'il était possible de pirater certains compteurs espagnols, dont les communications entrantes et sortantes étaient pourtant chiffrées. Ils ont découvert la clé de sécurité, ce qui permet d'envoyer des faux rapports de consommation à l'opérateur, ou encore d'utiliser le fonctionnement en réseau pour modifier le comportement des autres compteurs connectés.

Rapportés au représentant d'Enedis, celui-ci nous a rassuré sur ces piratages et a garanti que le cryptage des compteurs français était au plus haut niveau de protection actuel. Si un pirate essaie de le forcer, les données du compteur s'effacent.

Cependant, si la résistance à toute sorte d'intrusions a été testée, les experts s'accordent à dire que, de la même manière que pour tout autre objet connecté intégrant des fonctions numériques, l'existence de failles ne peut pas être exclue pour les LINKY. Certains experts affirment qu'à partir d'un certain degré de motivation, de technicité et de moyens financiers, des attaquants parviendront à leurs fins, quel que soit le niveau de protection.

En conclusion, les compteurs LINKY ne nous semblent pas bénéficier d'une complète immunité à l'égard des cyberattaques.

Les compteurs communicants ont la particularité d'augmenter singulièrement le nombre de points d'entrée sur le réseau où s'échangent les données. Dans la mesure où les 35 millions de compteurs peuvent donc être porteurs des mêmes failles, ils augmentent ainsi considérablement la surface d'attaque disponible. Diverses expériences de piratage ont pu aboutir (USA, Espagne, Allemagne), mais le représentant d'Enedis a garanti que le cryptage des compteurs français était au plus haut niveau de protection actuel. Certains experts affirment cependant qu'à partir d'un certain degré de motivation, de technicité et de moyens financiers, des attaquants parviendront à leurs fins, quel que soit le niveau de protection et le compteur LINKY n'échappe pas à ce diagnostic.

3 - 4 - 3 La protection des données

Au-delà de l'action de piratage des données, se pose la question de leur devenir, une fois rendues chez Enedis.

²⁷ Les travaux ont été présentés au Chaos Communication Congress de 2011. Le Chaos Communication Congress est un rendez-vous annuel de la scène hacker internationale, organisé par le Chaos Computer Club qui est l'une des organisations de hackers les plus influentes en Europe. Le congrès propose une série de conférences et d'ateliers sur des sujets techniques et politiques.

²⁸ Black Hat est une société réputée pour organiser un réseau de conférences fournissant des points de vue nouveaux et exclusifs sur la sécurité de l'information.

3-4-3-1 Les informations accessibles à travers la courbe de charge

L'arrêté du 4 janvier 2012 /3-11/ prévoit que les dispositifs de comptage doivent pouvoir mesurer et enregistrer la courbe de mesure (appelée courbe de charge), en puissance active, en soutirage selon trois pas de temps : horaire, demi-horaire, de dix minutes, ainsi que la valeur maximale de la puissance soutirée. Ainsi, les compteurs doivent pouvoir relever la consommation toutes les 10, 30 et 60 minutes. Comparons tout de suite l'allure d'une courbe de charge avec un pas de l'ordre de la seconde (Figure 13) et avec un pas de 10 min (Figure 14).

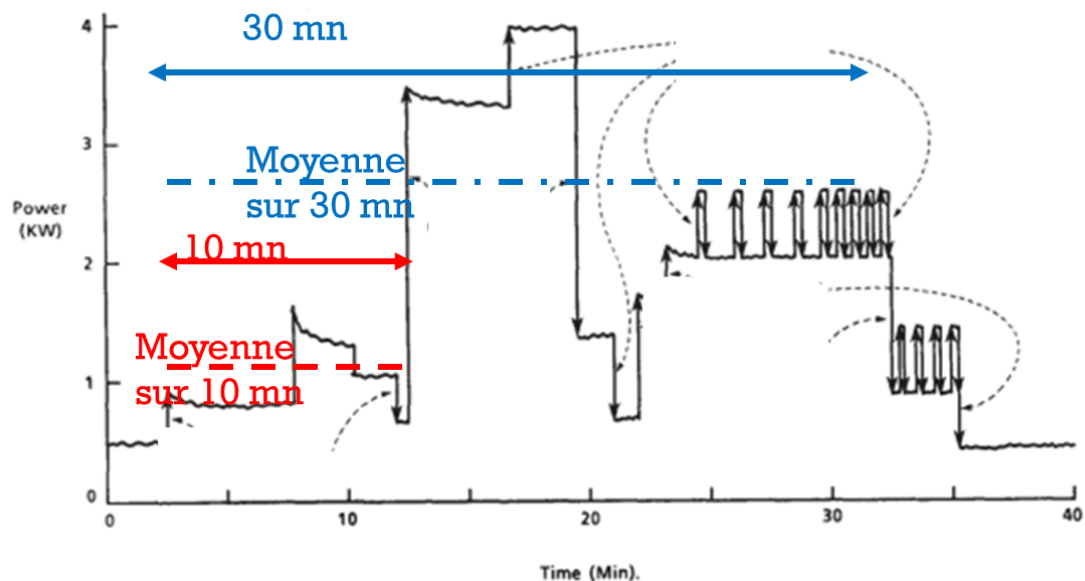


Figure 13 - Exemple de courbe de charge avec un pas de l'ordre de la seconde
(Courbe en noir : thèse /7-5/).

Si l'on moyenne les puissances sur 10 mn (flèche en rouge sur la figure 13), on obtient alors une puissance, sur ce pas de 10 mn, de l'ordre de 1.2 kW (tireté rouge) et l'on oublie toutes les variations fines de la courbe noire sur cet intervalle.

De même, si l'on moyenne les puissances sur 30 mn (flèche en bleu), on obtient alors une puissance, sur ce pas de 30 mn, de l'ordre de 2.7 kW (tireté bleu) et l'on oublie aussi toutes les variations fines de la courbe noire sur cet intervalle.

La figure 14 montre un exemple de courbe de charge avec un pas de 30 mn : toute variation rapide de la puissance y a disparu.

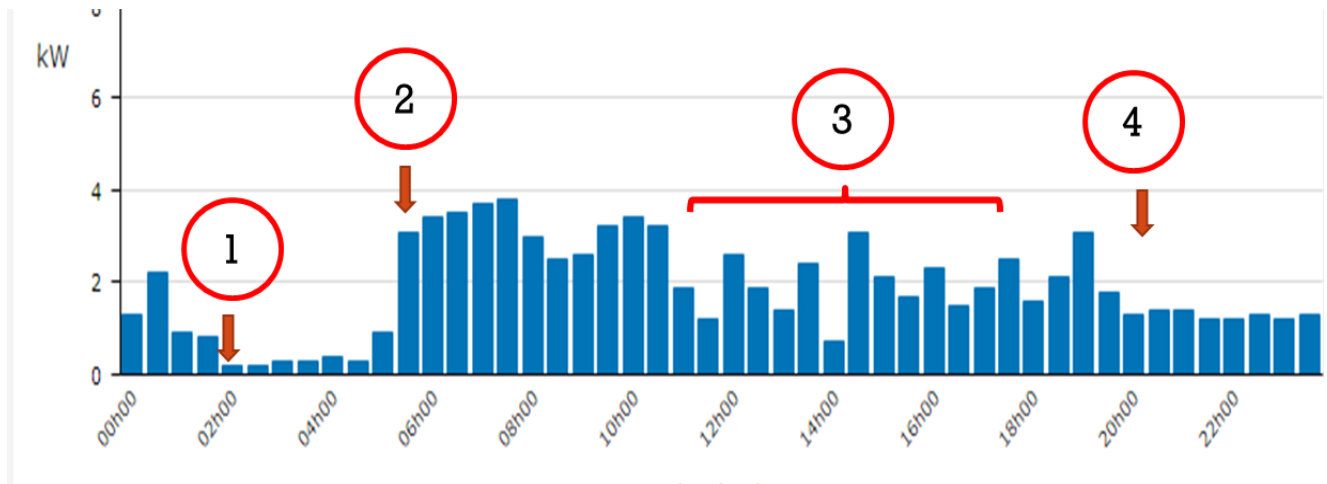


Figure 14 - Exemple de courbe de charge avec un pas de 30 mn (extraite du compte LINKY d'un des membres de la commission)

Que peut-on observer sur cette courbe de charge ? Des détails comme :

- Point 1 : heure de coucher (les consommations de lampes chutent et subsiste celle des appareils de veille, réveil, PC, de l'ordre de 200 W).
- Point 2 : la modification de la consigne du chauffage (PAC) passe à la valeur de jour.
- Zone 3 : la relative douceur de l'après-midi permet de limiter la consommation de la PAC.
- Point 4 : la consigne PAC commute à la valeur de nuit et la consommation baisse.

En conclusion, cette courbe de charge avec un pas de 30 mn laisse filter quelques points traduisant le comportement des habitants (coucher...), mais on ne peut raisonnablement pas dénombrer les habitants, voir s'ils sont présents ou pas, évaluer le volume d'eau chaude consommée (produite ici par un ballon thermodynamique)...

Voyons maintenant ce que peut apporter l'exploitation de la courbe de charge qui fournit une relève quasiment en temps réel (Figure 13). Nous allons chercher la réponse dans la thèse de M. Sanquer /7-5/. Des techniques mathématiques de traitement de signal, associées à une base de données caractérisant les signatures de divers appareils, permettent d'identifier dans la courbe de charge le fonctionnement de tel ou tel appareil. La figure 15 montre par exemple comment, en appliquant ces méthodes à l'exploitation de la courbe de charge de la figure 13, on peut identifier à distance les appareils qui avaient fonctionné lors de l'enregistrement.

On identifie clairement l'usage d'un réfrigérateur sur les dix premières minutes de l'enregistrement,, d'un four sur les dix suivantes etc.

Le rapport /4-5 / prétend que ce genre de traitement, sur une courbe de charge au pas inférieur à 2 secondes permettrait de constater que les habitants suivent une émission de télévision. Peut-on aller plus loin et identifier la chaîne regardée?

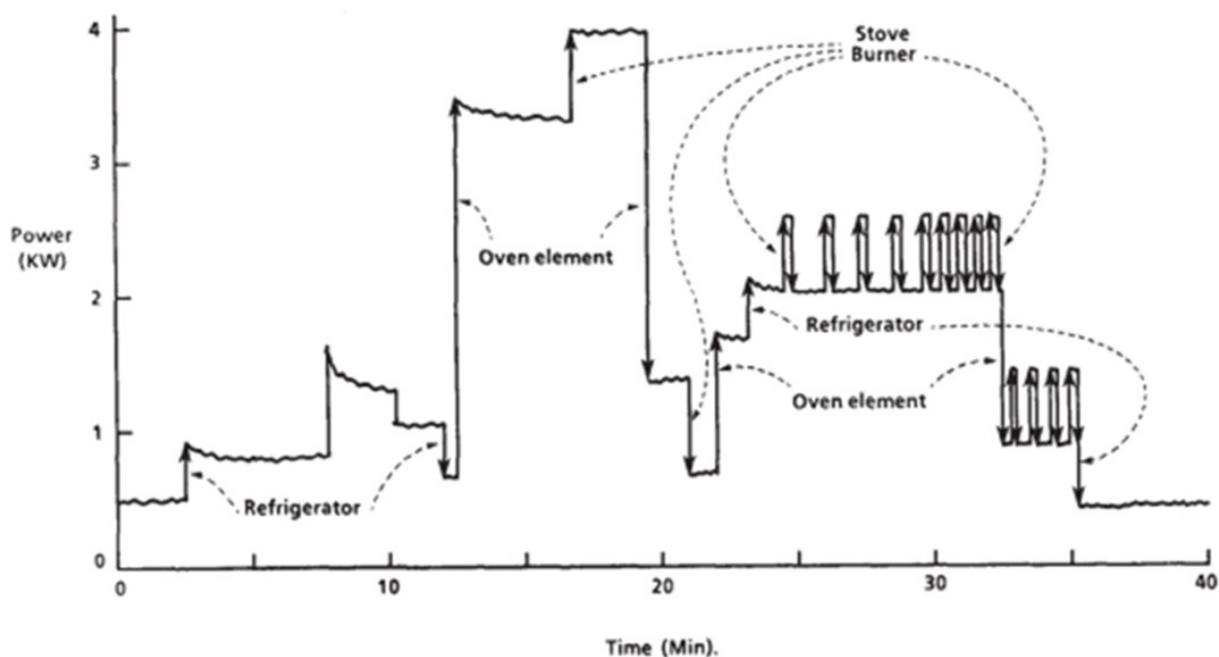


Figure 15 - Que peut fournir une courbe de charge à faible pas d'enregistrement ? /7-5/

L'exploitation de la courbe de charge en temps réel, à l'aide de techniques mathématiques de traitement de signal, associées à une base de données caractérisant a priori les signatures de consommation de divers appareils, permet d'identifier les périodes de fonctionnement individuel de tel ou tel appareil. Cette possibilité d'accès précis à la nature des appareils en marche disparaît si la courbe de charge est lissée avec un pas de temps supérieur à 10 mn.

3-4-3-2 Le rôle crucial de la CNIL pour la protection des données collectées par le LINKY

Voyons, dans ce contexte où la science révèle des talents stupéfiants, si l'inquiétude quant aux possibilités d'espionnage par les LINKY sont fondées.

La CNIL²⁹ est particulièrement vigilante s'agissant de la collecte de la courbe de charge, car une analyse approfondie de cette courbe permet de déduire de nombreuses informations relatives à la vie privée des abonnés (heures de lever et de coucher, périodes d'absence, éventuellement nombre de personnes présentes dans le logement). Aussi, dans sa recommandation du 15 novembre 2012 (voir l'annexe 7 du document /5-2/), elle a encadré les conditions de collecte de la courbe de charge, notamment en la subordonnant au consentement exprès des personnes concernées pour la mise en place de services d'optimisation énergétique.

Par ailleurs, parmi ses recommandations dans sa délibération 2012/404, elle recommande que les paramètres de réglage des compteurs soient, par défaut, les plus protecteurs possible pour les usagers et que toute modification du pas de mesure ainsi paramétré soit justifiée par la finalité poursuivie. À cette fin, elle propose que des mesures techniques mises en œuvre dans les compteurs rendent strictement **impossible la collecte**, par l'intermédiaire de l'infrastructure des gestionnaires de réseau, de la **courbe de charge à un pas inférieur à 10 minutes**.

²⁹ Commission nationale de l'informatique et des libertés.

Lors de l'audition du représentant d'Enedis par la commission, Mr. Clavier, a indiqué, en présence de l'avocat de la commune, que les données sont la propriété des usagers et qu'elles ne sont transmises qu'au fournisseur d'énergie. De plus, pour qu'une société de service y accède, l'utilisateur doit donner son accord et celui-ci porte sur une durée limitée.

En conclusion, la position de la CNIL constitue réellement une prise de position clé, rassurante d'une part à l'égard du consentement préalable à la cession des données par Enedis, et d'autre part pour limiter l'effet redouté d'intrusion dans la vie privée. Nous examinerons au § 3-5-4, traitant des aspects juridiques, quelle est la force des recommandations de la CNIL ?

Les données sont la propriété des usagers et elles ne sont transmises qu'au fournisseur d'énergie. Pour qu'une société de service y accède, l'utilisateur doit donner son accord et celui-ci porte sur une durée limitée. Enfin, la recommandation de la CNIL de ne pas permettre l'accès à une courbe de charge à un pas inférieur à 10 minutes est de nature à limiter l'effet redouté d'intrusion dans la vie privée.

3 -4 -3 -3 Les anomalies constatées lors et après la pose du LINKY.

Les médias se sont fait l'écho des tensions engendrées lors de la pose et après la mise en fonction du LINKY. Nous extrayons ici quelques-unes des anomalies signalées à ce sujet par le journal *Que Choisir* /6-4/, suite à un appel à témoignage lancé en mai 2017. Il n'y a, selon le journal, ni fantasmes, ni peurs irraisonnées, dans les témoignages transmis, mais seulement des ennuis bien réels pour 1 cas sur 4 (sur 2000 retours).

Commençons par les passages en forces, les violations de domicile, les menaces à l'égard de l'utilisateur de la part de l'installateur lors de la pose.

On mentionne également l'apparition de dysfonctionnements divers et fréquents :

- Le compteur se met à disjoncter à tout bout de champ : cela semble mis sur le compte de la présence d'un délesteur non reconnu par LINKY, conjugué à un mauvais câblage lors de l'installation, alors que les anciens compteurs étaient plus tolérants
- L'allumage intempestif de lampes tactiles : certains types de lampes auraient une sensibilité particulière et inattendue aux fréquences de la bande réservée à LINKY.
- La box internet connaît des bugs : cela pourrait provenir d'une mise hors tension sans ménagement de la part de l'installateur
- Le cumulus ne fonctionne plus en heures creuses : mauvais câblage à la pose du compteur
- Divers appareils sont restés « en panne » après la pose du compteur (congélateurs, hottes de cuisine, porte de garage, volets roulants...) et là encore semble incriminée une corrélation avec des coupures puis remise sous tension brutale.

Ajoutons un gag qui touche au non-sens : 30 % des ménages équipés d'un compteur LINKY doivent encore faire leur auto-relevé ou sont toujours facturés sur estimation !

En fait parmi les exemples qui touchent à la sécurité des biens, ce n'est pas, dans bien des cas, le compteur lui-même qui est responsable, mais les conditions dans lesquelles il a été installé. Il semble cependant clair que la pose mal réalisée l'a été sous la responsabilité de Enedis, qui devrait plus s'impliquer dans la réparation : les désagréments sont bien réels et les usagers ont trop souvent des difficultés à être entendus. Ceci est d'autant moins accepté que l'installation des compteurs LINKY chez l'utilisateur lui apparaît comme imposée.

Cette situation contribue à dégrader l'image de la société dans le public et, par voie de conséquence celle du compteur lui-même.

3-5 Quelques aspects juridiques concernant le compteur LINKY

Cette rubrique doit beaucoup à la concertation avec Maître Le Lain qui a rédigé deux notes /3-3/ et /3-4/ très utiles, suite à nos questionnements, et à nos échanges lors de la réunion du 5 juillet.

Nous rappellerons tout d'abord le cadre juridique général dans lequel s'inscrit le déploiement du LINKY, examinerons successivement quelles sont les possibilités de refus des compteurs, à l'échelle de la commune et à l'échelle d'un particulier, puis préciserons ce qui doit être dégagé au plan juridique et concernant les LINKY, sur l'usage du principe de précaution et sur la protection des données.

3-5-1 Le cadre juridique général

Les recommandations de la directive européenne (Cf. § 2-2-1 et /3-6/) du 13 juillet 2009 ont été transcrites par la France dans le code de l'Energie /3-12/ et la notion de compteur intelligent a été reprise dans la loi du Grenelle de l'environnement /3-13/ du 3 août 2009. Il en découle que, la mise en place de systèmes intelligents au service d'une consommation électrique raisonnée, qui a été introduite par le droit communautaire et comprenant notamment l'installation de compteurs « LINKY », s'impose, dès lors que ces principes ont été codifiés dans le droit français.

3-5-2 Sur la possibilité de refus des compteurs

3-5-2-1 Refus au niveau de la commune

En premier lieu, le maire pourrait faire usage de ses pouvoirs de police aux fins d'interdire l'installation de ces compteurs en invoquant la sécurité publique et le principe de précaution. Toutefois, plusieurs tribunaux administratifs ont jugé illégale, la mise en œuvre de ces mesures de police³⁰. Le juge administratif a considéré clairement que le principe de précaution était inapplicable dans ces cas, à l'appui d'une mesure de police générale, destinée à interdire le déploiement des compteurs LINKY. Même si dans ce cas, le maire avait fait usage de ses pouvoirs de police après délibération du conseil municipal, ceci demeure constitutif d'une incompétence.

En second lieu, le conseil municipal de Saint-Benoit a, par délibération du 23 mai 2016, décidé de concéder à ERDF le développement et l'exploitation du réseau de distribution d'électricité et à EDF, la fourniture d'électricité aux tarifs réglementés sur le territoire communal pour une durée de 30 ans.

³⁰ Pour exemple, /3-3/, le tribunal administratif de Nantes, a jugé par l'ordonnance n° 1606320 du 10 août 2016, que : « Considérant qu'en l'état de l'instruction, les moyens tirés de la méconnaissance de l'autorité s'attachant à l'ordonnance du juge des référés du 1er juin 2016, de l'incompétence du conseil municipal pour délibérer sur l'objet de la délibération litigieuse et de l'existence d'une erreur manifeste d'appréciation commise par le conseil municipal dans l'application du principe de précaution au sens de l'article 5 de la Charte de l'environnement, à laquelle fait référence le Préambule de la Constitution, paraissent propres à créer un doute sérieux sur la légalité de celle-ci ».

La pose des compteurs LINKY étant inscrite dans la convention avec EDF et Enedis, la commune de Saint-Benoit n'a pas d'autres solutions que de les accepter.

Une modification de la convention pourrait-elle prévoir de supprimer, le cas échéant, l'obligation pour le concessionnaire, de déployer les compteurs intelligents ? En fait, une telle modification relève de la volonté des parties et l'accord d'Enedis est loin d'être acquis ! Par ailleurs le motif d'intérêt général pouvant être invoqué par la commune à l'appui d'une modification unilatérale de la convention, à savoir la sécurité publique, a clairement été rejeté par la jurisprudence administrative précitée.

En conclusion, la commune ne semble pas en position de pouvoir refuser l'installation des compteurs.

De plus, il ressort des clauses du contrat que l'autorité concédante doit permettre à son concessionnaire de réaliser ses missions, notamment la mise en place de compteurs « LINKY ». Cela s'oppose à ce que la Commune, nuise à la mise en place effective des compteurs par le concessionnaire, telle par exemple une campagne de communication qui ne serait pas propice à la mise en place des compteurs intelligents. En effet, dans une telle hypothèse, le concessionnaire serait fondé à soutenir que la Commune ne respecte pas ses engagements contractuels.

La mise en place des compteurs intelligents a été introduite par le droit communautaire et codifié dans le droit français. Plusieurs tribunaux administratifs ont jugé illégale la mise en œuvre par le maire de mesures de police qui invoquaient le principe de précaution à l'appui d'une mesure, destinée à interdire le déploiement des compteurs LINKY : la commune ne semble pas en position de pouvoir refuser l'installation des compteurs.

3-5-2-2 Refus au niveau d'un usager

Le refus d'un usager d'installer un compteur « LINKY » est sans lien avec la Commune de Saint-Benoit, en ce qu'aucune réglementation n'a vocation à régir ces relations.

Rien ne permet en principe au concessionnaire d'exiger des usagers qu'ils acceptent l'installation des compteurs LINKY. Toutefois, il convient de vérifier les termes des contrats de fourniture d'électricité afin de s'assurer qu'ils ne prévoient pas une obligation d'acceptation. Cela semble toutefois peu probable, aucune disposition législative ou réglementaire ne rendant obligatoire, à ce jour, la pose de compteurs.

Généralement, les contrats stipulent seulement que le client est tenu de garantir un libre accès aux compteurs. Ainsi, empêcher l'accès au compteur peut être constitutif d'une faute de la part de l'usager, justifiant la mise en place des sanctions prévues par le contrat de fourniture d'électricité.

En revanche, aucune sanction ne peut être prononcée pour un refus d'installation du compteur LINKY. Si l'usager est parfaitement en droit de refuser l'installation de ce compteur, il convient de vérifier si le contrat de fourniture ne prévoit pas un coût spécial pour le relevé des consommations sur les anciens compteurs.

Il résulte de ce qui précède que rien n'oblige l'usager à accepter l'installation du compteur LINKY. Allant sans ce sens, la commune de Melle (79) a soutenu que chaque habitant doit pouvoir donner son avis. Pour faire respecter ce droit, la municipalité avait voté une motion en mars 2017. Le maire et son conseil municipal y demandaient qu'aucun compteur ne puisse être posé sans l'accord formel,

exprimé en toute liberté de l'usager concerné. La délibération du conseil municipal a été validée par la préfecture, et elle est donc toujours d'actualité, selon la Nouvelle République /6-10/.

Rien ne permet en principe au concessionnaire d'exiger des usagers qu'ils acceptent l'installation des compteurs LINKY, sauf en cas de clause contraire figurant au contrat. Par ailleurs, les contrats stipulent en général que le client est tenu de garantir un libre accès aux compteurs et donc empêcher l'accès au compteur peut justifier la mise en place de sanctions. En revanche, aucune sanction ne peut être prononcée pour un refus d'installation du compteur LINKY, mais il convient de vérifier si le contrat de fourniture ne prévoit pas un coût spécial pour le relevé des consommations sur les anciens compteurs

3-5-3 Sur l'usage du principe de précaution

Le principe de précaution est posé par l'article 5 de la Charte de l'environnement de 2004 /3-14/, qui a été introduite dans le Préambule de la Constitution, par révision constitutionnelle entrée en vigueur le 1^{er} mars 2005. Ce principe de précaution a vocation /3-4/, à être exercé par les autorités publiques pour des projets qui, en l'état des connaissances scientifiques actuelles, peuvent être regardés comme susceptibles de présenter un risque, grave et irréversible, qui doit être plausible, c'est-à-dire pas nécessairement certain.

Le Conseil d'État, dans son arrêt n° 354321 de 2013 /3-15/, considère que le déploiement des compteurs « LINKY » ne présente pas de risques sanitaires qui méconnaîtraient le principe de précaution de la Charte de l'environnement³¹.

Enfin, plusieurs tribunaux administratifs³² saisis d'une demande de suspension sur déféré, permise par l'article L. 554-1 du Code de justice administrative, ont suspendu des délibérations de collectivités s'opposant au déploiement des compteurs LINKY, retenant qu'elles commettaient une erreur manifeste d'appréciation, en fondant leur refus sur le principe de précaution, de nature à créer un doute sérieux quant à la légalité d'une telle décision. Citons d'autres exemples récents : Tribunal Administratif de Toulouse, 8 mars 2017, n°1603174, Tribunal Administratif de Rennes, 9 mars 2017, n°1603911, 1604217, 160424.

Revenons sur le questionnement du § 3-3-2-4 (et si les Ondes de téléphonie mobile méritaient à ce jour un classement 2A, « probablement cancérigènes » pour l'homme ?), où était évoqué un article de 2015 /2-12/ dont l'argumentaire proposait de faire passer les ondes électromagnétiques de la gamme de la radio téléphonie mobile de la catégorie 2B (potentiellement cancérigène) vers la catégorie 2A (probablement cancérigène). Le « surclassement » ne semble pas avoir eu lieu, et ces ondes ne sont pas admises, à ce jour comme représentant pas un risque plausible permettant la mise en œuvre du principe de précaution. Et il faut ajouter que le domaine de fréquence des LINKY (100 kHz) est tout à fait disjoint de celui des ondes des radiotéléphones (1000 MHz) : il y a quasiment

³¹ Le Conseil d'État a statué le 20 mars 2013 (arrêt n° 354321) sur la requête, présentée par l'association " Robin des toits " et jugé que « Considérant, toutefois, qu'il ne ressort pas des pièces du dossier que des éléments circonstanciés feraient apparaître, en l'état des connaissances scientifiques, des risques, même incertains, de nature à faire obstacle au déploiement de dispositifs de comptage dont les caractéristiques sont fixées par l'arrêté attaqué ; (...) ».

³² Voir pour illustration, Tribunal administratif de Nantes, Ordonnance du 1er juin 2016, n°1603910 : « En conclusion, une délibération d'un Conseil municipal refusant le déploiement des compteurs « LINKY » fondée sur le principe de précaution serait illégale dès lors qu'il a été jugé qu'ils **ne représentent pas un risque potentiel** permettant la mise en œuvre du principe de précaution ».

absence de travaux de recherche touchant aux aspects biomédicaux dans ce domaine et l'on est loin de pouvoir disposer des preuves attendues !

Autrement dit, le fait que les risques éventuels futurs ne sont pas déterminés, ni identifiés comme probables, interdit aux collectivités de s'opposer aux compteurs LINKY sur le fondement du principe de précaution.

Le Conseil d'État considère à ce jour que les compteurs « LINKY » ne présentent pas de risques sanitaires qui méconnaîtraient le principe de précaution de la Charte de l'environnement. Plusieurs tribunaux administratifs ont suspendu des délibérations de collectivités s'opposant au déploiement des compteurs « LINKY », retenant qu'elles commettaient une erreur manifeste d'appréciation en fondant leur refus sur le principe de précaution.

Face à cette rigueur de la loi quant à l'application du principe de précaution dans ce contexte des ondes électromagnétiques et du LINKY, que répondre aux parents, aux élus, aux administrés, qui craignent de vivre dans l'angoisse de la découverte scientifique de nature à faire surclasser ces « ondes » ? Et qui ne veulent pas être assimilés à des cobayes à qui on annoncerait dans 20 ans qu'ils ont effectivement été affectés de façon irréversible. L'amiante, les pesticides, les perturbateurs endocriniens, sont très présents dans les esprits et ni la science, ni la justice, ne seront d'un grand secours ici pour rassurer le public.

3-5-4 La protection des données et le poids de la CNIL

En matière de protection des données, nous avons souligné au § 3-4-3-2 le rôle crucial de la recommandation de la CNIL qui propose de rendre strictement impossible la collecte, par l'intermédiaire de l'infrastructure des gestionnaires de réseau, de la courbe de charge à un pas inférieur à 10 minutes et posons la question de la portée exacte d'une telle recommandation.

En droit, les recommandations de la CNIL doivent en principe être suivies. Il a ainsi été jugé que la CNIL ne saurait légalement sanctionner la méconnaissance, en tant que telle, de l'une des recommandations qu'elle adopte. Elle peut toutefois en tenir compte pour apprécier le respect des dispositions législatives et réglementaires dont cette recommandation a pour seul objet de contribuer à la mise en œuvre, et le cas échéant prononcer une sanction (Cf. Conseil d'État, 11 mars 2015, n°368748).

À cet égard, il est à noter que les recommandations de la CNIL sur la question des données personnelles sont reprises et codifiées aux articles R. 111-26 à R. 111-30 du Code de l'énergie, dans une sous-section intitulée « informations détenues par les gestionnaires du réseau public de transport et des réseaux publics de distribution d'électricité ».

Ces dispositions du Code de l'énergie précitées auront vocation à régir les rapports entre Enedis et les usagers quant à la conservation et gestion des données personnelles de ces derniers.

La CNIL recommande de ne pas prélever de courbe de charge chez un usager avec un pas de moins de 10 mn. Les recommandations de la CNIL, sur la question des données personnelles, sont reprises et codifiées aux articles R. 111-26 à R. 111-30 du Code de l'énergie. En droit, les recommandations de la CNIL doivent être suivies et elle peut aller jusqu'à prononcer une sanction pour non-respect des dispositions législatives et réglementaires.

3-6 Quelques points de vue d'opposants au LINKY

Trois personnes ont été invitées à la réunion du 24 octobre 2017, Madame M. Savigny, représentant le collectif des Electro Hypersensibles de la Vienne (recommandée par Mme Grivel), Messieurs P. Chantant et J. Gouin. Nous résumons ici les principaux arguments qu'ils ont développés (voir le texte de leurs interventions en /8-4/, /8-5/ et /8-6/). Nous les avons structurés selon les domaines suivants : aspects sanitaire et environnemental, aspect économique, sécurité, absence de bilans, en terminant par le témoignage de Mme Savigny sur l'hyper électrosensibilité.

3-6-1 Questions sanitaires et environnementales

On note un questionnement, non sur le compteur qui n'est pas perçu comme nocif en soi, mais sur le fait qu'il nécessite l'ajout d'antennes supplémentaires, de concentrateurs et de répartiteurs. Tout cela s'ajoute au flux d'OEM existant (Téléphonie mobile, wifi...) alors que l'OMS a classé ces ondes comme potentiellement dangereuses.

Qu'en est-il des effets cumulatifs (antennes HF, CPL du LINKY...) ? Comment se composent les champs électromagnétiques lorsque l'on a installé une série de compteurs proches l'un de l'autre dans un immeuble ?

Une interrogation, au demeurant légitime, porte sur la méconnaissance des effets biologiques induits : qui peut garantir l'innocuité des effets du compteur sur la santé des habitants ?

Comment se fait-il que la société Enedis, parfaitement informée des interrogations du public sur les potentialités des méfaits de cet appareil, ne communique pas et continue de poser à tour de bras des compteurs (3 millions seront posés fin 2017). La réponse qui consiste à s'appuyer sur les normes limitant les champs apparaît comme un peu courte, car celles-ci ne prennent nullement en compte les effets de long terme (cancers).

3-6-2 Questions économiques

L'article paru dans le journal Le Monde /6-11/, cité lors des débats, fait état de ce qu'on est loin du compte sur le plan des progrès induits par le LINKY en matière de Maitrise de l'Energie (MDE). Ainsi, seulement 0.2 % des usagers dotés de LINKY exploitent la courbe de charge. On peut d'ailleurs ajouter que l'absence d'accès à la consommation en temps réel ne va pas non plus dans le sens d'une incitation à l'économie.

L'absence des équipements ERL (pour Emetteur Radio LINKY) destiné au dialogue avec les appareils domestiques, mais surtout l'absence de communication par Enedis à ce sujet est extrêmement préjudiciable (les compteurs ont commencé à être installés à Saint Benoit il y a presque 1 an). Dans ces conditions, les arguments du site Ademe / Enedis de présentation du LINKY /5-4/ qui tentent de justifier les bénéfices apportés par le compteur LINKY apparaissent bien ternes.

Plus encore, un intervenant a observé que le compteur de sa maison (construite en 2007) est loin d'être obsolète : pourquoi le changer s'il n'apporte rien en termes de MDE ? On peut remarquer par ailleurs que les compteurs électriques "à disque" ancienne génération fonctionnent encore parfaitement après 50 ans.

Il a enfin été observé que les cinq à huit milliards d'euros que coûterait le programme LINKY sont d'ores et déjà payés par les contribuables, dans le cadre de leur facture d'électricité : pas d'économie d'énergie, mais de lourdes factures supplémentaires pour les usagers !

3-6-3 Point de vue sur les problèmes de sécurité des données ?

Certains consommateurs redoutent, selon l'article du Monde, une utilisation malveillante des données rassemblées sur leurs habitudes de vie et l'une des questions posées sur ce sujet demande si l'on peut donner l'assurance que la présence d'un compteur communiquant préservera (dans le cadre défini par la loi) le respect de la propriété des biens et des personnes.

3-6-4 L'absence de bilan communiqué par Enedis

Une première série de 300 000 compteurs ont été installés par ERDF de 2009 à 2011, dans les régions de Lyon et de Tours. Ils ont permis /5-4/ de tester à la fois les matériels et les procédures, de confirmer le coût de l'opération, mais aussi de construire et de tester tout le système d'information. Un bilan très intéressant³³ a été présenté par le Syndicat Intercommunal d'Energie d'Indre-et-Loire (SIEIL) en juillet 2011 /5-1/.

La question a été posée de la présentation d'un bilan d'étape par Enedis avant de poursuivre - ou d'abandonner - l'installation du compteur : les leçons de l'expérimentation ont-elles été exploitées, y a-t-il moins de désagréments causés aux usagers, le compteur est-il mieux exploité en vue de l'amélioration de la MDE ... ?

Toujours en matière de bilan, il a été demandé si un bilan du niveau des ondes électromagnétiques local est effectué avant de prendre la décision d'implanter, dans un quartier, le système LINKY³⁴.

3-6-5 Un témoignage sur l'Electrohypersensibilité

Madame M. Savigny représente le collectif des Electrosensibles de la Vienne, qui regroupe 19 personnes touchées par l'Electrohypersensibilité (2 % de la population française présentent des symptômes de l'EHS). Son exposé /8-6/ commence par la présentation des symptômes de l'EHS³⁵, évoque quelques contraintes sociétales induites par ce phénomène, puis ouvre vers l'interaction entre EHS et Chimio Sensibilité Multiple (MCS) et les récentes possibilités de diagnostic. Elle explique enfin pourquoi elle revendique l'arrêt du déploiement du LINKY.

3-6-5-1 - Les symptômes de l'EHS et ses conséquences sociétales

Les symptômes de l'Electrohypersensibilité apparaissent au bout d'un certain temps d'exposition, peuvent être variables d'une personne à l'autre (5 mn à 1 h), se manifestent même en présence de champs électromagnétiques très faibles, et disparaissent en fonction du degré d'atteinte :

³³ Le rapport du SIEIL (juillet 2011) est très bien documenté (Information préalable, déroulement, satisfaction, désagréments...). On note, à l'époque, que beaucoup de particuliers se plaignent de problèmes de disjonction à répétition depuis l'installation du compteur LINKY, surtout en habitat individuel (19 %). Un certain nombre d'appareils ont pu être perturbés, déréglés et parfois même endommagés. Un autre problème qui préoccupe beaucoup est l'augmentation inexplicée des consommations et donc des factures, avec parfois un doublement ou un triplement. L'utilisateur n'a pas toujours le sentiment d'être écouté lorsqu'il signale ces problèmes. Certains ont dû payer un changement de puissance ou le passage du triphasé au monophasé qu'ils n'avaient pas demandé.

À ce stade de l'expérimentation, le nouveau compteur a eu peu d'impact sur le comportement des usagers :

- 9 % seulement indiquent consulter plus souvent leur consommation (plutôt des habitants de maisons)
- 6 % annoncent avoir changé d'habitudes de consommation
- 85 % des particuliers interrogés ne consultent pas ou pratiquement pas leur compteur LINKY.

Une majorité de particuliers n'est pas convaincue de l'utilité de ce nouveau compteur (61 %).

³⁴ Cette question du bilan avant et après pose a été partiellement abordée dans le rapport du CSTB (Cf. § 3-2-4-3 et /1-7/).

³⁵ On parle fréquemment d'Electrosensibilité aux Champs Electromagnétiques, HSEM (Cf. Note 39 sur la position de l'OMS en 2005), mais il existe aussi des cas Electrosensibilité aux seuls champs électriques.

- Céphalées
- Perte d'équilibre et chutes
- Brûlures au visage ou sur les bras et cela devant un ordinateur en fonctionnement
- Tachycardie en présence d'antennes ou dans des lieux où l'électro smog est intense
- Fatigue intense
- Problème de sommeil...

Dans ces conditions, il est impossible pour une personne Electrohypersensible (EHS) de rester près d'une antenne, d'un téléphone portable, du Wi-Fi, Bluetooth... Certaines personnes très touchées par l'EHS se trouvent exclues de la société, car elles ne supportent même plus les lieux électrifiés et cela peut avoir de graves conséquences :

- La perte de leur travail et donc de leur salaire
- La perte de leurs relations professionnelles et souvent amicales, car les amis ne comprennent pas le problème
- L'isolement plus ou moins total, voire en cas extrême la perte de leur habitat, ce qui les pousse à vivre en forêt...

3-6-5-2 - L'association EHS (Electrohypersensible) et MCS (Chimico Sensibilité Multiple)

L'EHS est très fréquemment couplée à l'apparition de la MCS. La MCS est définie, par Madame Savigny, par des symptômes voisins de ceux de l'électrohypersensibilité. Les malades sont intolérants pour des concentrations de plus en plus faibles de produits chimiques. En outre, alors qu'initialement ils l'étaient pour un seul ou quelques-uns d'entre eux, peu à peu ils le deviennent pour une multitude. Tous les types de produits chimiques sont concernés (peintures, solvants, parfums, cosmétiques, produits de nettoyage, pesticides, produits stop feu...) lesquels sont responsables de l'apparition d'intolérance, puis d'hypersensibilité de type MCS. Les symptômes sont similaires à ceux de l'EHS.

Mais MCS et EHS semblent constituer les deux versants de la même maladie : on peut basculer de l'une à l'autre ou être atteint des deux problèmes en même temps.

3-6-5-3 - Les aspects cliniques, les moyens de diagnostic et les mécanismes proposés

L'exposé cite les travaux du Professeur Belpomme (abordés dans ce rapport au § 3-3-2-5), évoquant le suivi de 727 patients³⁶, et les articles parus dans de revues scientifiques internationales en 2013 /2-17/ et 2015 /2-18/. Ce chercheur insiste pour associer, sur ce sujet, travaux cliniques, épidémiologiques, toxicologiques et biologiques. Son intervention au congrès de Médecine Environnementale de novembre 2013, accessible en /2-19/ propose des mécanismes nouveaux pouvant intervenir dans les cas EHS et MCS et rapportés par Madame Savigny :

- Apparition d'hyperhistaminémie,
- Ouverture de la barrière hémato-encéphalique (BHE)³⁷,
- Hypo perfusion de la région capsulo-talamique (problèmes d'oxygénation du cerveau pouvant évoluer vers la maladie d'Alzheimer).

³⁶ Ces recherches ont conduit à la prise en charge diagnostique et thérapeutique de malades atteints d'électrohypersensibilité, à l'hôpital Européen Georges Pompidou puis à la clinique Allera Labrouste.

³⁷ Le cerveau est protégé contre l'intrusion de composés potentiellement nocifs présents dans le sang par ce que l'on appelle la barrière sang-cerveau (ou barrière hémato-encéphalique). Une barrière sang-cerveau fonctionnant mal permet l'entrée dans les tissus du cerveau de molécules qui normalement en seraient exclues.

Et il indique également que des outils diagnostiques existent maintenant :

- Analyse de sang (taux d'histamine, de marqueurs de stress oxydatifs, dont la nytrotyrosine, attestant de l'ouverture BHE)
- Analyse d'urine (chute de la mélatonine)
- Imagerie médicale du cerveau par Echographie Doppler pulsé (Encéphaloscan), qui détecte les zones atteintes d'hypoperfusion, alors que les moyens conventionnels (IRM, Scanner, angioscanner) sont inopérants.

À la suite de l'exposé de Madame Savigny, nous sommes allés consulter le site de l'ATARC (Association pour la Recherche Thérapeutique Anti-Cancéreuse /2-21/), très bien documenté sur le sujet et qui indique que « l'hypothèse est avancée, pour l'EHS, du rôle que pourrait jouer, chez certains d'entre nous, la présence de magnétosomes³⁸ /2-22/, qui sont présents dans certaines cellules, en particulier dans celles du système nerveux ».

Pour ce qui est de la CSM, les molécules des produits chimiques incriminés remonteraient par la voie nasale en pénétrant par la muqueuse nasale dans les racines du nerf olfactif, puis dans la gaine de ce nerf. Elles pourraient dès lors créer une neuro-inflammation au niveau du cerveau (partie interne des lobes temporaux).

Ainsi doit-on considérer, selon le chercheur, « l'existence de deux mécanismes principaux à l'origine de la traversée de cette barrière hémato encéphalique et de la neuro inflammation qui en est la conséquence : l'un *naturel* lié au passage des produits chimiques par voie nasale et l'autre *artificiel* lié à un effet transcrânien direct des CEM sur cette barrière ou à un effet des produits chimiques toxiques véhiculés par voie sanguine.»

Fort de ces arguments, Madame Savigny achève son intervention par la revendication de zones « blanches », par un appel au principe de précaution pour justifier l'arrêt du déploiement du LINKY et par des recommandations de lectures complémentaires³⁹ citant par exemple les travaux des Professeurs F. Adlkoffer/2-25, 2-26/, P. Aubineau /2-24/, L. Hardell /2-23/ ainsi que l'ouvrage de M. Blank /2-27/. Elle recommande également le site de l'association Bio-Initiative.

³⁸ Un magnétosome est un organite cellulaire composé de cristaux de magnétite, qui permet par exemple l'orientation des abeilles ou des oiseaux migrateurs : ces derniers sont sensibles à une modification du champ magnétique de 50 nanoTesla. La composante horizontale du champ magnétique terrestre vaut environ 20 microTesla.

³⁹ Publié récemment (2016), l'ouvrage de Matthieu Blank fait le point sur « Ces ondes qui nous entourent ». En revanche les trois autres auteurs ont mené des recherches dans les années 2000 et il est intéressant d'y découvrir les connaissances acquises à l'époque.

Le Professeur **Adlkoffer** (Autorité de radioprotection et de sûreté nucléaire de Finlande) a été coordonnateur du programme « REFLEX », financé en 2004 par la Commission européenne, les gouvernements Finlandais et Suisse. Il concluait à l'époque que « Les RF-EMF étaient à même de produire, en dessous des limites de sécurité actuellement en vigueur, des ruptures d'ADN, d'augmenter le nombre d'aberrations chromosomiques et de modifier l'expression des gènes dans divers systèmes de cellules. ».

Le Professeur **Aubineau** (CNRS) a coordonné les études sur les animaux au sein du Programme COMABIO (1999 – 2002). Spécialiste de la circulation sanguine, cérébrale, et de la migraine, il a mis en évidence l'ouverture de la barrière hémato-encéphalique chez des rats exposés à des micro-ondes, reproduisant les conditions humaines d'utilisation des téléphones portables.

Le Professeur **Hardell** (Dep. of Oncology, Univ. Hospital, örebro- Suède) a révélé l'association entre les tumeurs malignes du cerveau et les téléphones mobiles et DECT, sur des cas diagnostiqués entre 2007 et 2009.

Lors de la discussion, il a clairement été reconnu que les personnes électrohypersensibles sont en souffrance, que leur mal est réel, et qu'elles n'ont pas plus de problèmes psychiatriques que la population générale.

Les progrès de connaissances apportées par les travaux du Professeur Belpomme ont été appréciés. Il a cependant été observé (Cf § 3-3-2-5), au plan méthodologique, que par exemple, l'absence de cas-témoins, ou la non-spécificité de certains marqueurs appelaient une poursuite de ces recherches susceptibles de renforcer leurs conclusions.

Enfin, bien que ses conclusions ne s'appliquent pas explicitement au cas des LINKY, il semble hasardeux que le chercheur prétende que ses résultats concernent tous les domaines de fréquences.

Cette séance consacrée à l'audit d'opposants au LINKY a apporté des témoignages de terrain tout à fait utiles. Un certain nombre de questions trouveront des éléments de réponse dans le rapport.

Ces témoignages attestent en particulier du faible écho perçu en matière d'aide à l'amélioration de la maîtrise de l'Énergie, de la nécessité ressentie de mener des bilans par Enedis, et dans l'ensemble, d'un certain manque de communication de cette société.

Nous avons par ailleurs recueilli un témoignage de qualité sur le problème délicat et encore ouvert de l'Hypersensibilité aux ondes électromagnétiques.

Au-delà des symptômes décrits, quelques avancées cliniques et biologiques ont été évoquées.

4- À l'intention du lecteur

Ce rapport n'a pas de conclusion en tant que telle, car ce n'était pas son but. En effet, il ne constitue pas un plaidoyer pour une thèse, mais un document d'éclairage, afin que chacun se fasse son opinion.

C'était bien là notre objectif et nous avons tenté de le faire avec rigueur et en vous apportant les éléments bibliographiques qui vous permettront d'aller au-delà de la seule lecture du rapport.

Mesdames et Messieurs les Sancto-Bénédictins, c'est donc à vous de conclure.

Annexe 1 - Composition de la commission

Elle est constituée de Mesdames et Messieurs :

Clément Dominique, Maire
Bataille Martine, Biget Louissette, Blaud Joël, Bouchet Nuer Isabelle, Chaigneau Bernard,
Guillon Emmanuel, Marion Monique, Peterlongo Bernard, Piquion Hervé, Sallier Sylvie,
Saulnier Jean Bernard, Conseillers Municipaux.

Il a cependant été retenu le principe d'une commission ouverte à l'ensemble des conseillers municipaux.

Annexe 2 - Les Experts consultés

Les expertises individuelles des membres de la commission ne suffisaient pas à couvrir les différents aspects du sujet, et il nous a semblé indispensable de s'adjoindre des compétences extérieures. Ont accepté de participer aux travaux de la commission :

- Benoit Bataille, Neurochirurgien, CHU de Poitiers,
- Nicolas Clavier, Ingénieur ENEDIS,
- William Hosono, Directeur du site ITRON de Chasseneuil du Poitou,
- Patrick Lagonotte, Professeur, Laboratoire Pprimme (CNRS, ENSMA et Université de Poitiers),
- Maître Marion Le Lain, Cabinet Drouineau Poitiers,
- Michel Ney, Professeur au Laboratoire Lab-STICC (CNRS, Télécom Bretagne, Université de BREST),
- Rodolphe Vauzelle, Professeur au Laboratoire XLIM (CNRS et Université de Poitiers).

Enfin, et dans le souci de comprendre les raisons de certaines oppositions au déploiement du compteur LINKY, et d'en rendre compte, nous avons retenu le principe d'un échange avec des représentants locaux des opposants au LINKY. Madame Monique Savigny, du collectif des électrosensibles de la Vienne, Messieurs Philippe Chantant, et Jacques Gouin ont accepté d'y participer.

La Commission tient à remercier sincèrement l'ensemble des personnes qui ont contribué à l'aider dans ses travaux.

Annexe 3 - Les réunions de la commission

Elles se sont déroulées, depuis fin mars 2017, selon le planning suivant :

/R1/ 27 mars 2017 : méthodologie, objectifs et plan de travail /8-1/.

/R2/ 3 mai 2017 : ondes électromagnétiques, principe de fonctionnement du compteur LINKY, action des ondes sur le corps humain, enjeux du domaine biomédical /8-2/.

/R3/ 7 juin 2017 La transition vers les réseaux intelligents et le rôle du compteur LINKY /8-3/.

/R4/ 26 juin 2017 Visite du Site Itron à Chasseneuil

/R5/ 5 juillet 2017 Aspects juridiques, principe de précaution, propriété et sécurité des données, protection de la vie privée.

/R6/ 24 octobre 2017 Audition d'opposants au LINKY /8-4, 8-5, 8-6/.

Annexe 4 - Base documentaire

/1/Mesure des champs

/1-1/ Rapport technique sur les niveaux de champs électromagnétiques créés par les compteurs LINKY VOLET 1 : mesures en laboratoire, ANFR, Mai 2016

/1-2/ Rapport technique sur les niveaux de champs électromagnétiques créés par les compteurs LINKY VOLET 2 : mesures complémentaires en laboratoire, ANFR, Septembre 2016

/1-3/ Rapport technique sur les niveaux de champs électromagnétiques créés par les compteurs LINKY VOLET 3 : mesures sur le terrain, ANFR, Septembre 2016.

/1-4/ Champs électromagnétiques produits par les compteurs de télérelève électrique LINKY Mesures exploratoires, INERIS, Juin 2016

/1-5/ Exposition de la population aux champs électromagnétiques émis par les « compteurs communicants », ANSES, Décembre 2016.

/1-6/ Expositions des travailleurs aux risques dus aux champs électromagnétiques, guide d'évaluation des risques, INRS et INERIS, janvier 2013.

/1-7/ Evaluation de l'exposition de la population aux champs électromagnétiques émis dans les logements par les compteurs communicants d'électricité « LINKY », CSTB, Janvier 2017

/2/ Biomédical

/2-1/ Radiofréquences et santé, ANSES, Octobre 2013

/2-2/ Exposition aux radiofréquences et santé des enfants, ANSES, Juin 2016

/2-3/ Exposition de la population aux champs électromagnétiques émis par les « compteurs communicants » ANSES Décembre 2016.

/2-4/ Health Effects of Exposure to EMF, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), January 2009.

/2-5/ Implants médicaux et champs électromagnétiques fréquences 0–100 kHz, D. Kourtiche, M. Nadi, M. Souques et I. Magne, Radioprotection 49(4), 241-248 (2014)

/2-6/ Champs électromagnétiques, simulateurs cardiaques, INRS, ED 4206, Mai 2004.

/2-7/ Champs électromagnétiques, les mécanismes d'interaction avec le corps humain, INRS, ED 4215, Mars 2008.

/2-8/ D. Raoul, « Les effets sur la santé et l'environnement des champs électromagnétiques produits par les lignes à haute et très haute tension » - Rapport de l'OPECST - Mai 2010.

/2-9/ F. Lamech, Self-reporting of symptom development from exposure to radiofrequency fields of wireless smart meters in Victoria, Australia: a case series, Alternative Therapies in Health and Medicine [01 Nov 2014, 20(6):28-39]

/2-10/ Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique – Haute Autorité de santé – Avril 2013.

- /2-11/ P Desmaret – Résumé de la 7e Conférence « Effets biologiques des Rayonnement Electromagnétiques » La Valette -Malte – 8/12 octobre 2012, paru dans TD 196 INRS
- /2-12/ L.L Morgan, A. B. Miller, A.Sasco, D.L. Davis - Mobile phone radiation causes brain tumors and should be classified as a probable human carcinogen (2A) Int J Oncol. 2015 May;46(5):1865-71.
- /2-13/ G. Coureau, G. Bouvier, P. Lebailly, P. Fabbro-Peray, A. Gruber, K. Leffondre, J.S.Guillamo, H. Loiseau, S. Mathoulin-Pélissier, R. Salamon, I. Baldi - Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study - Occupational and Environmental medicine – Juillet 2014 – vol 71-7
- /2-14/ INTERPHONE Study Group: Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study – Int. J. Epidemiol. 39 : 675-94, 2010.
- /2-15/ Le CIRC classe les champs électromagnétiques de radiofréquences comme « peut-être cancérigènes pour l’homme – Communiqué de presse du CICR du 31 mai 2011.
- /2-16/ Cancer et Environnement - Données d’exposition aux champs électromagnétiques - Section XI, Chapitre 56, page 815. Editions AFSSET – INSERM- 2008
<http://www.ipubli.inserm.fr/bitstream/handle/10608/102/?sequence=73>
- /2-17/ G. Ledoigt, D. Belpomme - Cancer induction molecular pathways and HF-EMF irradiation – Advances in Biological Chemistry, 2013, 3, 177-186
- /2-18/ D. Belpomme, C. Campagnac, P. Irigaray - Reliable disease biomarkers characterizing and identifying electrohypersensitivity and multiple chemical sensitivity as two etiopathogenic aspects of a unique pathological disorder - Reviews on Environmental Health, Volume 30, Issue 4 (Dec 2015)
- /2-19/ <http://www.electrosensible.org/b2/index.php/sante/article-du-pr-belpomme-sur-les-biomarque-2015>, site PRIARTEM
- /2-20/ Champs électromagnétiques et santé publique : hypersensibilité électromagnétique – OMS - Décembre 2005 - http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs296_fr/en/
- /2-21/ Association pour la Recherche Thérapeutique Anti-Cancéreuse - <http://www.artac.info/fr/> et <http://www.ehs-mcs.org/>
- /2-22/ Magnétosome - <https://fr.wikipedia.org/wiki/Magn%C3%A9tosome>
- /2-23/ L. Hardell, M. Carlberg, F. Söderqvist and K. Hansson Mild - Case-control study of the association between malignant brain tumours diagnosed between 2007 and 2009 and mobile and cordless phone use - International Journal of Oncology, 43(6): 1833-1845.
- /2-24/ P. Aubineau - L’usage du téléphone portable nuit à votre cerveau – 2007 - <http://www.santepublique-editions.fr/objects/PortableAubineau.pdf>.
- /2-25/ C. Ballade, les effets génotoxiques des champs électromagnétiques de la téléphonie mobile - Lettre Priartem N° 22 sept 2007.
- /2-26/ D. Leszczynski , **F. Adlkofer** , J. Czyz , K. Guan , K. Jokela , T. Kallonen , R. Kuokka , N. Kuster , A. Meister , J. Reivinen , J. Schuderer , A.P. Sihvonen , T. Toivo , A.M. Wobus , Q. Zeng - Cellular response to mobile phone radiation appears to be cell genotypedependent – p. 132 dans Abstracts for the Bioelectromagnetics Society Annual Meeting June 22-27, 2003 Wailea, Maui, Hawaii - <http://bioelectromagnetics.org/doc/bems2003-abstracts.pdf>
- /2-27/ M. Blank – Ces Ondes qui nous entourent – Ecosociété – 2016

/2-28/ G. J. Rubin, R. Nieto-Hernandez, and S. Wessely, Idiopathic Environmental Intolerance Attributed to Electromagnetic Fields (Formerly 'Electromagnetic Hypersensitivity'): An Updated Systematic Review of Provocation Studies – 2010 -Bioelectromagnetics 31: 1 -11.

/2-29/ L. Bensefa-Colas, A. Ranchoux-Lamodière, Intolérance environnementale idiopathique attribuée aux champs électromagnétiques : aspects cliniques et prise en charge par le milieu de travail – INRS – N° 135 Références Santé au Travail.

/3/ Réglementation et aspects juridiques

/3-1/ Décret n°2002-775 du 3 mai 2002 relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques (version consolidée du 21 janvier 2017).

/3-2/ Courbes traduisant la dépendance la variation avec la fréquence des seuils de protection en champs électrique et magnétique- Extrait de /1-1/.

/3-3/ Consultation N° 1 du cabinet Drouineau, mars 2017.

/3-4/ Consultation N° 2 du cabinet Drouineau, juillet 2017.

/3-5/ Note du Cabinet Artemisia sur les compteurs de type LINKY, Février 2017.

/3-6/ Directive 2009/72/CE du Parlement Européen et du Conseil du 13 juillet 2009 concernant des règles communes pour le marché intérieur de l'électricité et abrogeant la directive 2003/54/CE

/3-7/ Guide pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques - Champs alternatifs (de fréquence variable dans le temps, jusqu'à 300 GHz), International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection 1998, présenté par l'INRS dans «Tiré à part des Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail, 1er trimestre 2001, n° 182 - ND 2143 ».

/3-8/ Élaboration de valeurs limites d'exposition – Portail Radio fréquences Santé – Environnement.
www.radiofrequences.gouv.fr/spip.php?article44

/3-9/ Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe
<http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/Assembl%C3%A9e%20parlementaire%20du%20Conseil%20de%20l%27Europe/fr-fr/>.

/3-10/ Comparaison_reglementations_UE.pdf
http://www.radiofrequences.gouv.fr/IMG/pdf/Comparaison_reglementations_UE.pdf

/3-11/ Arrêté du 4 janvier 2012 pris en application de l'article 4 du décret n° 2010-1022 du 31 août 2010 relatif aux dispositifs de comptage sur les réseaux publics d'électricité - JORF n°0008 du 10 janvier 2012 page 468

/3-12/ Article L 341-4 du Code de l'Énergie

/3-13/ LOI n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement - Article 18.

/3-14/ Charte de l'environnement de 2004.

/3-15/ Arrêt du Conseil d'État N° 354321 du mercredi 20 mars 2013.

/4/Sécurité

/4-1/ Cyberattaques et systèmes énergétiques, faire face au risque, G. Desarnaud, IFRI, Janvier 2017

/4-2/ Les mauvais contacts, causes d'incendie - filmothèque département HSE -IUT de Niort

/4-3/ Comparaison d'isolants électriques – filmothèque département HSE -IUT de Niort

/4-4/ D. Carluccio et S. Brinkhaus <http://www.4erevolution.com/compteur-intelligent-discovery/> - « Smart Hacking For Privacy », in 28th Chaos Communication Congress, 2011.

/4-5/ Matt Liebowitz – Smart electricity meters can be used to spy on private homes – 2012 - http://www.nbcnews.com/id/45946984/ns/technology_and_science-security/t/smart-electricity-meters-can-be-used-spy-private-homes/#.Wf2A0mjWyUk .

/4-6/ J.V. Vidal, A.G. Illera ; Lights off ! the darkness of the smart meters – Conference Black hat Europe 2014. https://www.youtube.com/watch?v=Z_y_vjYtAWM

/5/ Déploiement des compteurs LINKY

/5-1/ Syndicat Intercommunal d'Energie d'Indre-et-Loire(SIEIL), rapport d'enquête LINKY, Juillet 2011.

/5-2/ Le déploiement du compteur LINKY, B. FLÜRY-HÉRARD et J.P. DUFAY, Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable.

/5-3/ Hess, D. J., and J. S. Coley. 2012. "Wireless Smart Meters and Public Acceptance: The environment, Limited Choices, and Precautionary Politics." Public Understanding of Science 23 (6): 688–702. doi:10.1177/0963662512464936. Paru en ligne dans sa première version d'enregistrement le 06 novembre 2012.

/5-4/ Le compteur LINKY communicant – Livret d'information à destination des conseillers des Espaces Info Energie ADEME : ERDF - Novembre 2015 http://www.santepublique-editions.fr/objects/Guide-EIE_LINKY_ERDF-ADEME.pdf

/6/ Autres thèmes

/6-1/ Qui a peur de LINKY, Canard PC Hardware, N° 28 Avril-mai 2016.

/6-2/ <https://www.happ-e.fr/actualites-electricite/univers-electricite/evolution-usages-electricite/compteur-electrique-historique> (site ENGIE).

/6-3/ <https://www.lenergieenquestions.fr/les-step-une-solution-fiable-pour-stocker-lelectricite/> (site EDF).

/6-4/ Compteurs LINKY : La scandaleuse impunité d'Enedis, Que Choisir N°562 -Octobre 2017.

/6-5/ <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=108&t=3> (EIA, US Energy Information Administration).

/6-6/ Liste succincte des 10 premiers inconvénients du LINKY http://www.robindestoits.org/VRAI-FAUX-sur-les-compteurs-%C2%A0intelligents%C2%A0telereleve_a2187.html

/6-7/ Brefs extraits pour une synthèse succincte de la thèse sur l'étude des émissions électromagnétiques du CPL http://www.next-up.org/pdf/LINKY_Alerte_Sanitaire.pdf

/6-8/ Réponse du Directeur de thèse incriminé dans /6-7/

/6-9/ Tout savoir sur l'émetteur Radio LINKY (ERL) – Smart Electric Lyon - <http://www.smartgrids-cre.fr/media/documents/Plaquette-ERL.pdf>

/6-10/ Pose de compteurs LINKY : une situation électrique – Article de la Nouvelle République du 01/09/2017.

/6-11/ LINKY gaspillage – Journal Le Monde 6 octobre 2017.

/7/ Thèses consultées sur le sujet

/7.1/ Amilcar Mescco - Étude des émissions électromagnétiques CPL large-bande : caractérisation, modélisation et méthodes de mitigation - Thèse Télécom Bretagne - Soutenue le 3 décembre 2013 - Directeur de thèse : Michel Ney.

/7.2/ Romain Lefort - Contribution des technologies CPL et sans fil à la supervision des réseaux de distribution d'électricité – Thèse Université de Poitiers - Soutenue le 03 février 2015 - Directeur(s) de Thèse : Rodolphe Vauzelle, Vincent Courtecuisse, Anne-Marie Poussard.

/7-3/ Anouar Bouallaga – Gestion énergétique d'une infrastructure de charge intelligente de véhicules électriques dans un réseau de distribution intégrant des énergies renouvelables – Thèse Université de Lille 1 Sciences et Technologies - Soutenue le 9 juin 2015 – Directeur de thèse Benoit Robyns.

/7-4/ Juliano Katrib - Étude théorique et expérimentale des implants médicaux actifs en environnement électromagnétique : application aux défibrillateurs implantables en champ magnétique basse fréquence dans la bande 50 Hz-50 kHz – Thèse Université Henri Poincaré, Nancy 1 -Soutenue le 13 octobre 2011 – Directeur de thèse M. Nadi et D. Kourtiche.

/7-5/ Matthieu Sanquer - Détection et caractérisation de signaux transitoires : application à la surveillance de courbes de charge – Thèse Université de Grenoble – Soutenue le 15 mars 2013 – Directeur de thèse Nadine Martin.

/8/ Présentations en commission

/8-1/ J.B. Saulnier - Méthodologie et plan de travail - Commission LINKY commune de Saint Benoit – 27 mars 2017

/8-2/ J.B. Saulnier - Le LINKY et les « Ondes » Electromagnétiques – Commission LINKY commune de Saint Benoit – 3 mai 2017

/8-3/ R. Vauzelle - Compteur LINKY : mise en perspective - Commission LINKY commune de Saint Benoit – 7 juin 2017

/8-4/ Commission LINKY Saint Benoit– J Gouin – 24 -10-17

/8-5/ Commission LINKY Saint Benoit -P. Chantant – J'ai refusé Linky : quelles sont mes remarques et questions posées à Enedis ? - 24 -10-17

/8-6/ Commission LINKY Saint Benoit – M. Savigny – L'électrohypersensibilité et le compteur LINKY - 24 -10-17

Annexe 5 - La classification du CIRC pour les agents cancérogènes

La classification des agents par le CIRC comprend cinq catégories :

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.

Les résultats complets de cette classification sont placés en annexe du rapport /2-8/

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**, correspond 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**.

Annexe 6 - Liste des sigles

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
ADN	Acide DésoxyriboNucléique
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AM	Modulation d'Amplitude
ANFR	Agence Nationale des Fréquences
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire Alimentation, Environnement, Travail
ARTAC	Association pour la Recherche Thérapeutique Anti-Cancéreuse
BF	Basse Fréquence (entre 0 et 100 kHz)
BT	Basse Tension (50 V < tension < 1 000 V)
CEM	Champ Electromagnétique
CIRC	Centre international de Recherche sur le Cancer
CNIL	Commission nationale de l'informatique et des libertés
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CPL	Courant Porteur en Ligne
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DECT	Digital Enhanced Cordless Telephones
DGS	Direction Générale de la Santé
EBF	Extrêmement Basse Fréquence (inférieures à 300 Hz)
ECS	Eau Chaude Sanitaire
EHS	Electro Hyper Sensible
EIA	US Energy Information Administration
ELD	Entreprise Locale de Distribution
ENR	Énergies Renouvelables
ERL	Emetteur Radio LINKY
GHz	Gigahertz (1 000 000 000 Hz)
HF	Hautes Fréquences
HQ	Hydro Québec
HT	Haute Tension

HTA	Haute Tension A (1000 V < tension < 50 000 V)
HTB	Haute Tension B (50 000 V < tension)
Hz	Hertz (unité de fréquence)
ICNIRP	Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)
IFRI	Institut Français des Relations Internationales
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des RISques
INRS	Institut National de recherche et de Sécurité
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
kHz	Kilohertz (1000 Hertz)
MCS	Chimico Sensibilité Multiple
MDE	Maîtrise de l'Energie
MHz	Mégahertz (1 000 000 hertz)
OEM	Onde Electromagnétique
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OPECST	Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques.
PAC	Pompe A Chaleur
PRIARTEM	Pour Rassembler, Informer et Agir sur les Risques liés aux Technologies Électromagnétiques.
RF	Radio Fréquence (entre 10 kHz et 300 GHz)
SCENIHR	Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks
SHS	Sciences Humaines et Sociales
SIEIL	Syndicat Intercommunal d'Énergie d'Indre-et-Loire
SNC	Système Nerveux Central
STEP	Station de Transfert d'énergie par Pompage
UQAR	Université du Québec à Rimouski
VE	Véhicule Electrique
VHR	Véhicule Hybride Rechargeable
Wi-Fi	Contraction de « <i>Wireless Fidelity</i> »
WLAN	Wireless Local Area Network
WIMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access

Annexe 7 –Le compteur Linky : mesures, origine, coordonnées utiles

Notions d'énergie et de puissance

La tension fournie au niveau d'une prise du réseau français de distribution est sinusoïdale, elle a en principe, en monophasé, une valeur efficace $U = 230 \text{ V}$ et une fréquence f (50 Hz), relativement stables. Lorsqu'on branche un appareil, le courant instantané qui le parcourt dépend de l'impédance Z de l'appareil, sa valeur efficace vaut $I = U/Z$, il peut ne plus être en phase avec la tension, mais présenter un angle de déphasage ϕ .

Pour un appareil de type inductif (moteur, avec des bobinages), le courant est généralement en retard sur la tension. Pour un système de type capacitif (alimentation d'ordinateur, variateur de vitesse, four à micro-ondes...) le courant est en avance sur la tension.

La puissance active (mesurée en Watt, symbole W) est le débit d'énergie par seconde. L'énergie active (en Wh ou en kWh) désigne l'énergie intégralement transformée en chaleur, en lumière ou en force motrice. C'est elle qui est facturée.

Dans le cas de l'alternatif (courant et tension), on distingue :

- la puissance active $UI \cos \phi$ (en W ou en kW) et l'énergie active, c'est la puissance absorbée ;
- la puissance réactive $UI \sin \phi$ (en VAR (Volt . Ampère . Réactif) ou en kVAR).
- la puissance apparente UI (en VA (Volt . Ampère) ou en kVA).

La puissance réactive complète la puissance active dans le fonctionnement d'équipements tels que les transformateurs et les moteurs, certaines lampes, etc... notamment en aimantant les parties magnétiques en générant l'énergie magnétique emmagasinée. La puissance réactive a également trait au fonctionnement d'appareils de type capacitif en générant l'énergie électrostatique emmagasinée.

La puissance réactive caractérise soit un stockage et un déstockage d'énergie, soit un échange d'énergie permanent entre inductif et capacitif à bilan d'énergie active nul (comme en mécanique pour un pendule entre l'énergie potentielle et l'énergie cinétique), mais qui nécessite un surdimensionnement du matériel. La puissance réactive augmente le courant appelé et donc les pertes dans les lignes et des transformateurs.

Sur un contrat « C5 »⁴⁰, seule l'énergie active est considérée. L'énergie réactive est considérée comme négligeable. C'est pourquoi on considère sur ce type de contrat que 1 VA équivaut à 1 W.

Quelques informations fournies par ITRON

L'entreprise ITRON de Chasseneuil (86), implantée dans la région depuis 1962, mobilise actuellement plus de 300 emplois pour la conception et la fabrication de ses compteurs Linky. Elle produit le Linky avec le contenu français le plus élevé du marché et génère des emplois induits chez ses sous-traitants basés en France. Le site est entièrement dédié aux compteurs Linky pour servir Enedis, EDF SEI et les ELD⁴¹ françaises. L'entreprise vise également une partie du marché à l'export, notamment la Belgique et les pays de l'Afrique francophone. À ce jour, ITRON a fourni 3.4 millions des 7.2 millions de Linky installés fin novembre 2017 en France. L'enjeu est de l'ordre de 35 millions de Linky installés en 2021 sur la France

⁴⁰ C5 : point de connexion raccordé en BT $\leq 36 \text{ kVA}$ et auquel est associé un contrat unique (<http://www.enedis.fr/glossaire/P>)

⁴¹ Entreprise Locale de Distribution, telle Sorégies ou Séolis.

entière. À titre de point de repère, il y avait à Saint Benoit, fin novembre 2017, de l'ordre de 3500 compteurs Linky installés et 500 restaient encore à installer⁴².

Le compteur Linky mesure, entre autres, courant et tension instantanés et en déduit les puissances active, réactive et apparente et l'énergie active absorbée. La conception actuelle autorise une évolution modulaire des compteurs avec des possibilités de mise à niveau générant de nouvelles fonctions, par téléchargement, ce qui laisse envisager une durée de vie de l'ordre de 20 ans.

Coté environnement électromagnétique, un compteur est testé en chambre anéchoïde du point de vue de la compatibilité électromagnétique : on y mène la caractérisation de ses émissions et l'évaluation de sa sensibilité aux champs incidents dans le domaine 150 kHz à 2.4 GHz. Une caractérisation des champs émis par le CPL est également menée dans la gamme 30-90 kHz.

Concernant les aspects sécurité des données, des commentaires ont été formulés sur le piratage des compteurs espagnols, qui a été effectué sur des compteurs installés en laboratoire. Ces compteurs, qui avaient été achetés auprès d'un distributeur, n'étaient pas des compteurs ITRON. Par ailleurs, dans ce contexte, le paramétrage de ces compteurs pour la protection des données était différent de celui de compteurs opérationnels en habitation réelle.

Le concepteur du procédé de cryptage à ITRON affirme que le niveau de qualité du cryptage mis en œuvre sur les compteurs Linky obéit à des standards internationaux et est au moins similaire à celui que l'on utilise dans le milieu bancaire ce qui, selon lui, est une référence. Chaque compteur reçoit une clé unique, qui en aucun cas ne transite en clair. En cas de tentative d'intrusion ou d'altération des données de comptage par un adversaire, un évènement est enregistré et une alerte est émise auprès du gestionnaire de réseau

Coordonnées utiles chez Enedis

Contact téléphonique : 0 800 054 659

Connectez-vous sur : www.enedis.fr/Linky

⁴² Communication avec M. S. Bardet, Directeur Energie-Climat à Grand Poitiers, après entretien avec M. Bodin de Enedis

Annexe 8 – Le projet VERDI

L'arrivée des énergies renouvelables, a eu pour conséquence de transformer le réseau électrique unidirectionnel en un réseau bidirectionnel. Cette nouvelle circulation de l'énergie crée des contraintes de dimensionnement et d'utilisation des réseaux pour les fournisseurs et les gestionnaires de réseau. À cela s'ajoute une augmentation croissante de la demande des consommateurs en énergie électrique (accroissement de la population, multiplication des équipements électroniques et ménagers). De plus, l'arrivée programmée des Véhicules Electriques (on en prévoit de l'ordre de 2 millions en 2020) induira comme pour la production une forte variabilité de la consommation dans l'espace et dans le temps. Dans quelques années, il sera difficile de répondre aux nouveaux besoins d'énergie par un renouvellement massif des réseaux électriques en raison des coûts onéreux d'un tel renouvellement.

La modernisation des réseaux électriques par le biais des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC) est une voie qui vise à éviter ce renouvellement massif des réseaux électriques. L'union européenne, a par exemple mis en place une directive recommandant l'introduction de compteurs communicants, directive transcrite par la France dans le code de l'Energie et la notion de compteur communicant a été reprise dans la loi du Grenelle de l'environnement. C'est dans ce contexte de modernisation des réseaux électriques par un usage renforcé des NTIC que s'inscrit le projet VERDI (Véhicules électriques et Énergies Renouvelables dans un Réseau de Distribution Intelligent).

VERDI associe le fournisseur historique du département des deux Sèvres, Séolis⁴³, les laboratoires, XLIM SIC du CNRS et de l'Université de Poitiers, L2EP de l'Université de LILLE, et les industriels Saintronic (télécom, ferroviaire, bornes de recharge) et Maia Eolis (gestion de parcs éoliens).

Ce projet a pour objectif de déployer un système de comptage avancé permettant un pilotage à distance de ces nouveaux compteurs communicants. Ceci est possible grâce à une architecture de communication reposant sur la technologie filaire CPL (Courants Porteurs en Ligne) et les technologies radio issus des réseaux mobiles (2G, 3G et 4G) couplées à un système de supervision.

L'une des fonctions majeures de ce superviseur sera de permettre un délestage paramétrable par hiérarchisation de la position géographique et par type de charge. Ces règles de délestage pourront s'appliquer sur du chauffage, de la climatisation, des systèmes ECS (Eau Chaude Sanitaire), de la recharge des VE/VHR, toutes charges non essentielles. Les systèmes de délestage devront alors être installés sur l'ensemble des bornes publiques et privées, ainsi qu'au niveau des charges conventionnelles, avec l'accord du propriétaire. Le fournisseur d'électricité pourra proposer des offres avantageuses aux propriétaires pour les inciter à mieux maîtriser l'énergie qu'ils consomment et accepter de décaler la recharge de leur VE/VHR.

Dans ce contexte, le nouveau système de comptage constitue une brique technologique clé qui permet un premier pas vers le développement des réseaux intelligents.

⁴³ Séolis et sa filiale Gérédis Deux-Sèvres font partie des 160 ELD (Entreprises Locales de Distribution), et se situent parmi les quatre plus importantes comptant plus de 100 000 clients. Séolis a lancé une première expérimentation de l'architecture des compteurs communicants en 2011, qui doit permettre de limiter un renforcement massif des réseaux dans les années à venir. Cette architecture est une des premières avancées dans la modernisation du réseau de distribution français.

Saint-Benoît



la ville au fil de l'eau 