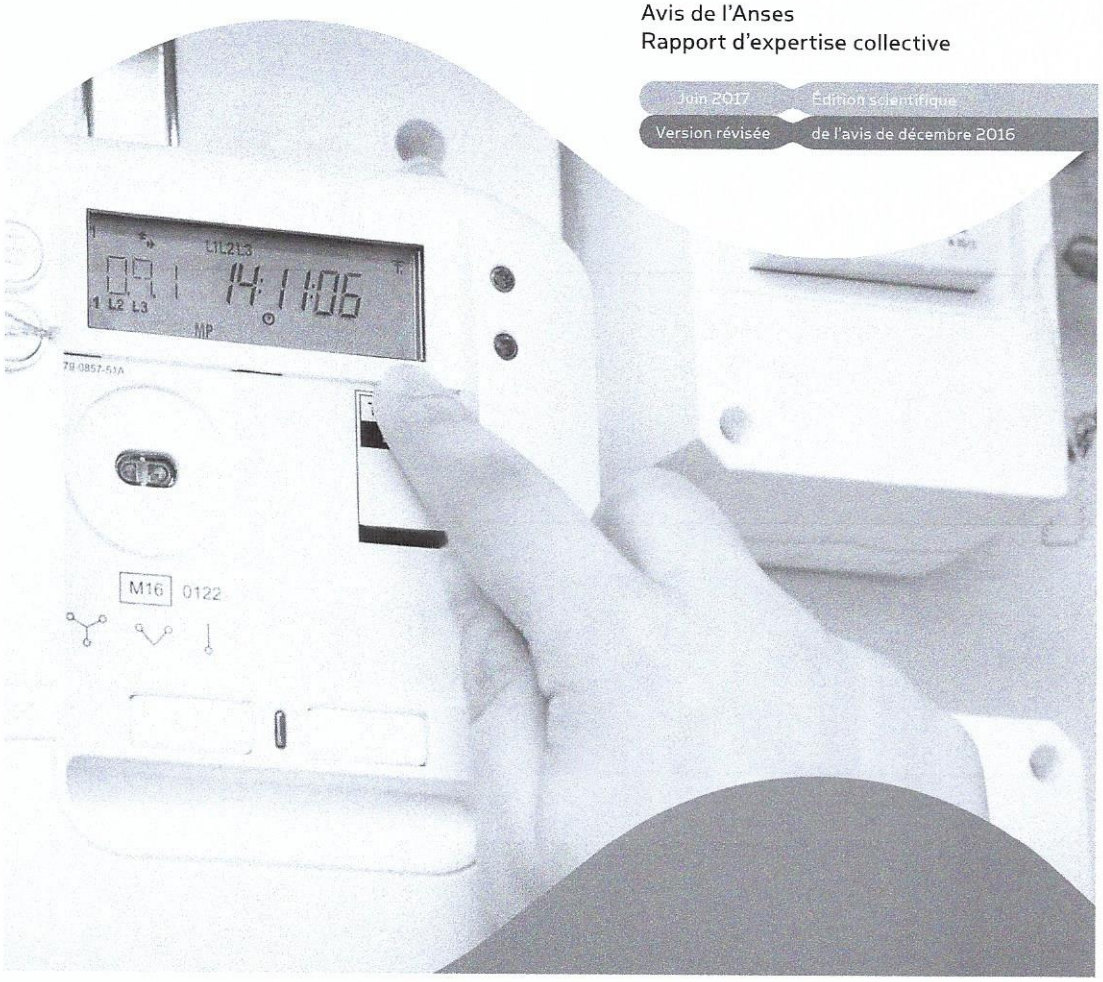
anses
agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail

Connaître, évaluer, protéger

Exposition de la population aux champs électromagnétiques émis par les « compteurs communicants »

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective



Juin 2017 Édition scientifique
Version révisée de l'avis de décembre 2016

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 7 juin 2017

AVIS RÉVISÉ[1]
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

relatif à l'évaluation de l'exposition de la population aux champs électromagnétiques émis par les « compteurs communicants »

L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.
L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.
Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part à l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).

Ses avis sont publiés sur son site internet.

L'Anses a été saisie le 30 septembre 2015 par la Direction générale de la santé (DGS) pour la réalisation de l'expertise suivante : évaluation de l'exposition de la population aux champs électromagnétiques émis par les « compteurs communicants ».

L'avis de l'Anses du 5 décembre 2016, publié le 15 décembre 2016, a été révisé afin de tenir compte des résultats de l'étude commandée par l'Anses au Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), reçus par elle le 20 décembre 2016.

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

La loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, en modifiant le Code de l'énergie (notamment les articles L. 341-4 et L. 453-7), prévoit le déploiement national des compteurs communicants d'électricité et de gaz. Ces compteurs permettent la relève à distance des index de consommation et leur transmission journalière aux fournisseurs d'énergie. Les consommateurs devraient ainsi avoir accès quotidiennement (sur des portails internet) à leur consommation d'énergie, avec l'objectif recherché de mieux la maîtriser. Les distributeurs d'eau ont également entamé l'évolution de leur parc de compteurs avec l'installation de dispositifs permettant la télé-relève de la consommation, notamment dans l'objectif d'améliorer la détection des fuites.

Les technologies de communication choisies pour la transmission des informations sont différentes selon les types de compteurs. Les compteurs d'électricité « Linky » communiquent *via* le courant porteur en ligne (CPL), sur le réseau de distribution d'électricité, alors que les compteurs de gaz

[1] Annule et remplace l'avis du 5 décembre 2016, *cf.* suivi des révisions en Annexe 1.

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail,
14 rue Pierre et Marie Curie, 94701 Maisons-Alfort Cedex
Téléphone : + 33 (0)1 49 77 13 50 - Télécopie : + 33 (0)1 49 77 26 26 - www.anses.fr

« Gazpar » et les compteurs d'eau utilisent la technologie des communications radioélectriques par voie hertzienne.

L'installation de ces compteurs fait naître des inquiétudes auprès d'une partie de la population, notamment en matière de surcoût éventuel généré pour les abonnés, de respect de la vie privée, d'utilisation des données personnelles, mais aussi concernant d'éventuels risques sanitaires qui pourraient être liés à une exposition aux champs électromagnétiques émis par ces différents compteurs. Ces craintes ont ainsi conduit certains maires, collectifs locaux et associations à se mobiliser contre l'installation de ces compteurs.

Dans ce contexte, la Direction générale de la santé (DGS) a chargé l'Anses, le 30 septembre 2015, de conduire une expertise relative à l'évaluation de l'exposition de la population aux champs électromagnétiques émis par les compteurs communicants et des effets sanitaires potentiels associés (saisine n° 2015-SA-0210 « compteurs communicants »).

Cette expertise devait permettre la rédaction d'une synthèse des caractéristiques techniques et des connaissances sur l'exposition liée aux compteurs communicants, en précisant :

- la nature des rayonnements émis par ces compteurs et les réseaux nécessaires à l'acheminement des données collectées ;
- les niveaux d'exposition de la population, notamment dans les locaux d'habitation et à proximité des compteurs, et les risques associés ;
- les axes de recherche ou de surveillance à développer, le cas échéant.

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise relève du domaine de compétences du comité d'experts spécialisé (CES) « Agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements ». L'Anses a confié l'expertise au groupe de travail « Compteurs communicants », placé sous l'égide du CES. Le groupe de travail, composé de sept experts retenus pour leurs compétences scientifiques et techniques dans les domaines de la métrologie et de l'exposimétrie des champs électromagnétiques, de l'épidémiologie et des sciences humaines et sociales, a produit un rapport d'expertise intitulé *Évaluation de l'exposition de la population aux champs électromagnétiques émis par les « compteurs communicants »*. Les travaux du groupe ont été présentés au CES tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques entre le 17 novembre 2015 et le 4 novembre 2016. Ils ont été adoptés par le CES « Agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements » lors de la séance du 4 novembre 2016.

La bibliographie associée à la thématique des compteurs communicants est peu fournie ; le groupe de travail s'est donc appuyé, pour produire son expertise, en complément de la littérature scientifique disponible, sur : les normes techniques existantes, les résultats de différentes campagnes de mesures, les informations obtenues auprès des différents distributeurs d'eau et d'énergie suite à l'envoi de courriers, la presse ainsi que des données et informations recueillies par la réalisation d'entretiens (Enedis (ex ERDF), Suez Smart solutions (ex Ondeo Systems), GRDF et l'AMF). De plus, l'Anses a réalisé une enquête internationale par questionnaire pour recueillir des informations sur le déploiement des compteurs communicants à laquelle dix-huit pays ont répondu.

Enfin, pour compléter les informations sur l'exposition de la population aux champs électromagnétiques émis par le CPL des compteurs Linky, des mesures sont réalisées par le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) dans le cadre d'une convention de recherche

et développement (CRD) contractée avec l'Anses. Les résultats de cette étude seront publiés dans un second temps, après la publication de cet avis. Si les résultats sont de nature à modifier les conclusions du présent avis, une mise à jour de ce dernier pourra être réalisée.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

Révision de l'avis du 5 décembre 2016 :

L'étude du CSTB, intitulée *Évaluation de l'exposition de la population aux champs électromagnétiques émis dans les logements par les compteurs communicants d'électricité « Linky »* a fait l'objet d'un rapport final (convention de recherche et développement Anses – CSTB n° 2016-CRD-16) communiqué à l'Anses le 20 décembre 2016.

L'avis de l'Anses du 5 décembre 2016 a été révisé pour tenir compte des nouveaux éléments apportés par cette étude. Le CES « Évaluation des risques liés aux agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements » a adopté le complément d'information apporté à la partie 3 du présent avis le 3 février 2017.

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES

Contexte du déploiement des compteurs communicants

Le déploiement des compteurs dits de « nouvelle génération » résulte d'une impulsion de l'Union européenne, dont l'objectif était notamment d'améliorer l'efficacité énergétique et de mieux maîtriser la demande d'énergie. Ainsi, la directive 2009/72/CE du 13 juillet 2009[2] concernant les règles communes pour le marché intérieur de l'électricité et la directive 2009/73/CE du 13 juillet 2009[3] concernant les règles communes pour le marché intérieur du gaz naturel apportent des recommandations précises quant à la mise en place de compteurs communicants dans le domaine de l'électricité et du gaz. Ces deux directives invitent les États membres à conduire une évaluation économique à long terme pour identifier les coûts et les bénéfices pour le marché et le consommateur liés au déploiement de compteurs communicants.

Les directives qui rendent possible le déploiement de ces compteurs communicants ont été transposées en droit national par la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

Avant d'être déployés sur l'ensemble du territoire national, les projets de système communicant pour l'électricité et le gaz ont fait l'objet d'expérimentations encadrées par la Commission de régulation de l'énergie (CRE). Les expérimentations s'étant révélées positives sur le plan technique et économique, le déploiement national des compteurs communicants d'électricité et de gaz a été approuvé par le gouvernement.

Les compteurs d'eau font également l'objet d'un développement de fonctionnalités de télé-relève. Cependant, ces nouveaux compteurs répondent à des objectifs qui ne figurent pas dans le cadre réglementaire lié à l'efficacité énergétique (détection de fuite, notamment).

[2] 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] Directive 2009/73/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 juillet 2009 concernant des règles communes pour le marché intérieur du gaz naturel et abrogeant la directive 2003/55/CE.

Le déploiement de ces nouveaux compteurs concerne beaucoup d'autres pays en Europe et ailleurs dans le monde. En Europe, par exemple, 16 pays déploient ou vont déployer des compteurs communicants pour l'électricité. Ils sont 7 pour le gaz.

- **Les controverses associées au déploiement des compteurs communicants pour l'électricité**

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. Ces controverses ont débuté en 2011 en Amérique du Nord 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 sont nombreuses : économiques (surfacturation et analyse coût-bénéfices défavorable pour le consommateur), techniques (sécurité des infrastructures), éthico-juridiques (atteinte à la vie privée, propriété et exploitation des données) 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 ensuite en Europe où le socle argumentatif demeure relativement similaire ; la question des risques sanitaires y reste centrale. En France, bien que ses prémices remontent à 2011, lors des premières installations expérimentales du compteur Linky, la controverse gagne en visibilité dans l'espace public à partir de l'été 2015.

La place des inquiétudes sanitaires dans la controverse sur le compteur d'électricité « Linky » et l'opposition des publics face à son déploiement n'ont pas fait l'objet de publication dans des revues scientifiques, par conséquent, une analyse du corpus d'articles de presse a été menée pour en rendre compte.

Cette analyse de la presse française, d'entretiens et observations menés au Québec, mais aussi des études de cas conduites en Amérique du Nord répertoriées dans la revue de la littérature, montrent une controverse au caractère « glissant » avec un répertoire d'arguments qui se configure et reconfigure selon les acteurs en jeu, les moments et les espaces de production.

Ainsi, si en Amérique du Nord la controverse se structure dès le départ autour de la question sanitaire, en France on y arrive progressivement, par un processus de « traductions » multiples. Dans la période précédant le déploiement général, les préoccupations affichées portent surtout sur les implications économiques pour l'usager, ainsi que sur les questions de vulnérabilité des infrastructures et d'atteinte à la vie privée. Les préoccupations sanitaires sont importées dans la controverse française par les associations et collectifs qui lancent l'alerte à partir des expériences nord-américaines.

Une fois importées, les préoccupations sanitaires se structurent en interaction avec celles de controverses nationales plus anciennes concernant les ondes électromagnétiques, comme celles associées aux antennes-relais et à l'électro-hypersensibilité (EHS). Celles-ci alimentent les répertoires d'action et d'argumentaires de la controverse Linky. D'une part, les lanceurs d'alerte se mobilisent auprès des responsables institutionnels et des médias pour dénoncer et anticiper la problématique des EHS. D'autre part, l'argumentation sanitaire gagne en précision : c'est bien le système compteur-concentrateur avec ses technologies CPL et GPRS qui est dénoncé comme une source importune et non voulue d'exposition humaine - domestique et environnementale - aux ondes électromagnétiques, avec des effets sanitaires non encore connus (du moins pour le CPL) mais déjà redoutés. Des expertises indépendantes sont demandées pour apporter des réponses avant que le déploiement national des compteurs soit lancé.

Mais le véritable rebond « sanitaire » de la controverse se produit au déploiement même des premiers compteurs. Le traitement médiatique de ce déploiement ne se focalise pas sur les seuls EHS mais tend à se territorialiser en mettant en lumière les communes qui s'y opposent. Cette

phase de « territorialisation » tend également à diversifier la préoccupation sanitaire en y introduisant d'autres dimensions, telles que la possibilité de voir surgir de nouveaux cas d'électrohypersensibilité liés spécifiquement à l'exposition aux nouveaux compteurs, le caractère peut-être cancérogène des ondes émises ou encore la santé des populations « sensibles » (enfants et seniors principalement). En charge de la sécurité publique et des services relatifs à l'énergie (bien que dans la plupart des cas la gestion soit transférée à des Syndicats départementaux d'énergie), les maires interviennent dans la controverse et plusieurs délibèrent contre le déploiement dans leur territoire.

L'ambiguïté concernant la propriété des compteurs et la responsabilité associée contribue à nourrir la controverse à l'échelle locale en privant les élus des moyens d'intervenir pleinement dans la gestion des conflits avec leurs administrés. Face à la contestation citoyenne, la réponse donnée par des experts et acteurs industriels ainsi que par l'État consiste à rappeler que le déploiement s'effectue dans le cadre de la loi et des normes en vigueur, et à affirmer l'absence d'effets avérés sur la santé.

L'analyse de la presse rapporte un ensemble d'arguments qui traduisent des préoccupations d'ordre principalement sanitaire mais qui n'occultent pas pour autant les autres dimensions présentes dès le début de la controverse (atteinte à la vie privée, sécurité, surfacturation, dysfonctionnement de l'équipement technique). Ces dimensions restent en arrière-plan et sont mobilisées tour à tour pour renforcer l'arsenal argumentatif face aux réponses à la question sanitaire faites par les promoteurs ou certains experts lors de réunions publiques ou à l'occasion de la publication de nouveaux rapports d'évaluation (rapports ANFR).

Au-delà de ce caractère multidimensionnel et rebondissant de la controverse, l'analyse de la presse montre également une opposition publique animée par un déficit de confiance envers un projet politique qui instrumentaliserait la dimension écologique à des fins de développement économique et industriel. À cela s'ajoute la dénonciation des procédés de prise de décision par l'acteur public et de mise en œuvre sur le terrain par les opérateurs industriels. Cette dénonciation reste relativement stable et soutenue sur la période étudiée, et elle apparaît comme transversale aux différents acteurs impliqués. Elle concerne en effet aussi bien la période antérieure au déploiement des compteurs, marquée - dans l'avis de nombreux commentateurs - par l'absence de consultation des citoyens concernés, que la phase de déploiement en elle-même, entachée de critiques relatives au manque d'information et aux pratiques des sous-traitants d'Enedis lors de la pose des compteurs (installations sans préavis, pressions sur ceux qui refusent la pose, etc.). Il en résulte qu'il apparaît aujourd'hui impossible de comprendre et de traiter cette controverse en détachant les oppositions à l'objet Linky des critiques relatives à ses modalités de déploiement.

Parmi les dimensions explicatives du rejet citoyen, 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 risques de mésusage doivent être remis dans le contexte du rapport symbolique à l'espace privé.

Alors que la controverse sur les antennes-relais a été soulevée par l'installation de sources d'exposition dans l'espace public, la polémique sur les compteurs communicants mobilise d'autres processus psychosociaux dès lors que la source est imposée et implantée dans l'espace privé. Elle est interprétée comme une source de menace venant de l'intérieur du chez-soi, ce qui est difficilement acceptable. 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 apparait 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 - y est donc vécue comme intrusive, comme une violation des droits individuels. 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. 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.

Cette question du libre choix ne peut par ailleurs être réduite au seul objet Linky, dans la mesure où ce dernier est souvent présenté - par ses défenseurs comme par ses détracteurs - comme le premier élément technique d'un système plus vaste de numérisation des services et des infrastructures à l'échelle des villes (*smart grid*, *smart cities*[4], etc.). Sur ce point, les mises en garde relayées dans la presse au sujet de la multiplication des objets connectés sans fil qui pourraient à l'avenir s'interfacer avec Linky pour délivrer un certain nombre de services pour la maîtrise de l'énergie, constituent l'un des possibles « rebonds » de cette problématique sanitaire lors des prochains mois et des prochaines années.

- **Caractéristiques techniques des différents compteurs communicants**

  - **Les compteurs utilisant la technologie CPL : Linky**

Le compteur d'électricité Linky utilise le courant porteur en ligne (CPL) - superposition au courant électrique alternatif 50 Hz d'un signal à plus haute fréquence et de faible énergie - pour échanger des données et des ordres avec un concentrateur. Les compteurs de type G1 utilisent les fréquences 63,3 kHz et 74 kHz pour communiquer. Les compteurs de type G3 utilisent la bande de fréquences comprises entre 35,9 kHz et 90,6 kHz. Les concentrateurs, situés majoritairement dans le poste de distribution électrique, transmettent des demandes de télé-opérations, interrogent les compteurs, traitent et collectent les informations de consommation qu'ils reçoivent avant de les transmettre au système d'information centralisé *via* le réseau GPRS (téléphonie mobile). Le compteur est sollicité une fois par jour pour la télé-relève (collecte) des index de consommation. Cette transmission se fait entre minuit et 6 heures du matin et dure moins d'une minute. Il est également sollicité plusieurs fois par jour pour vérifier son bon fonctionnement ou pour d'autres tâches (télé-opération ou fonction de répéteur[5] par exemple) par le concentrateur.

Le niveau d'émission des communications CPL qui circulent de façon bidirectionnelle entre concentrateurs et compteurs Linky s'exprime en niveau de tension par rapport à une impédance de ligne donnée. La norme NF EN 50065-1 (juillet 2012) fixe des gabarits de niveau de tension d'émission maximum pour une impédance normalisée. Les niveaux de tension émis par le concentrateur et par les compteurs aux fréquences CPL Linky sont situés entre 114 et 134 dBµV (technologies G1 et G3, pour une impédance normalisée).

Actuellement, le Linky est conçu pour assurer la télé-relève du compteur électrique. Cette fonctionnalité ne nécessite pas un haut débit, le système assurant cette fonctionnalité une fois toutes les 24 heures, au cours de la nuit. L'ajout de fonctionnalités passera à court ou moyen terme par un équipement radio (émetteur radio Linky ou ERL) qui peut être adjoint au compteur Linky. Cet équipement permettra l'envoi périodique de données permettant de fournir l'état de sa consommation électrique ou sa grille tarifaire, en pratique en temps réel. Deux bandes de fréquences sont notamment envisagées pour cet émetteur radioélectrique, une basée sur la bande 868 MHz et une autre à 2,4 GHz.

[4] Réseaux intelligents, villes intelligentes.

[5] Chaque compteur peut également servir de relais (routage) en répétant les informations qui sont destinées à un compteur plus éloigné du concentrateur, pour lequel le signal reçu directement serait trop faible pour être détecté correctement.

- **Les compteurs utilisant la technologie radio : Gazpar et les compteurs d'eau**

Le compteur de gaz Gazpar et certains compteurs d'eau (Suez Smart Solutions), équipés d'un module radio, utilisent la fréquence 169 MHz pour transmettre à un concentrateur les informations de consommation deux à six fois par jour, en moins d'une seconde. Installé sur un toit d'immeuble, le concentrateur envoie ensuite les données au système d'information *via* le réseau GPRS/3G.

Les compteurs d'eau installés par Véolia utilisent la bande de fréquences 868-870 MHz. Ces fréquences ayant une portée plus courte, cela nécessite l'installation de répéteurs, situés par exemple sur le mobilier urbain, entre le compteur et le concentrateur. La technologie est ensuite identique aux autres compteurs utilisant la technologie radio.

En résumé, il faut donc distinguer les compteurs de gaz et d'eau qui utilisent la transmission d'ondes radioélectriques pour leurs communications des compteurs d'électricité qui mettent en œuvre une communication filaire par les câbles du réseau électrique et qui ne sont donc pas des émetteurs radioélectriques. Cette communication filaire, cependant, comme pour tout câble traversé par un courant électrique, émet de façon non désirée un champ électromagnétique.

- **Exposition aux compteurs communicants**

- **Données sur l'exposition aux compteurs utilisant le CPL**

Les compteurs Linky, en l'absence du module radioélectrique (ERL) optionnel, ne sont pas des émetteurs radioélectriques car ils ne rayonnent pas de façon intentionnelle. Comme dans tout appareil électrique ou électronique, la circulation de courant et l'existence de tensions électriques génèrent des champs électromagnétiques. Le rayonnement créé par le CPL n'est pas exploité pour la transmission de l'information et son niveau maximal est normalisé pour respecter les normes de compatibilité électromagnétique.

En pratique, le compteur lui-même produit un rayonnement électromagnétique, mais la communication CPL, par le courant qui parcourt les câbles électriques, en amont du compteur vers le concentrateur, et en aval vers les appareils dans le réseau électrique domestique, produit également un champ électromagnétique, à proximité des câbles et des prises.

Différentes campagnes de mesures ont été réalisées pour caractériser l'exposition liée au compteur Linky. Cependant, les configurations de mesures sont très hétérogènes et ne permettent pas forcément la comparaison des résultats entre eux. En effet, certaines mesures sont réalisées en laboratoire, d'autres sont faites *in situ,* soit à proximité du compteur, soit à proximité d'une prise ou d'un câble électrique. Lorsque les mesures sont faites à proximité du compteur, la distance entre celui-ci et la sonde de mesure est également variable. Par ailleurs, il existe aujourd'hui deux générations de protocole de communication Linky (G1 et G3) qui n'ont pas les mêmes caractéristiques.

Les figures 1 et 2 représentent la distribution des valeurs de champ électrique et magnétique mesurées lors de ces différentes campagnes.

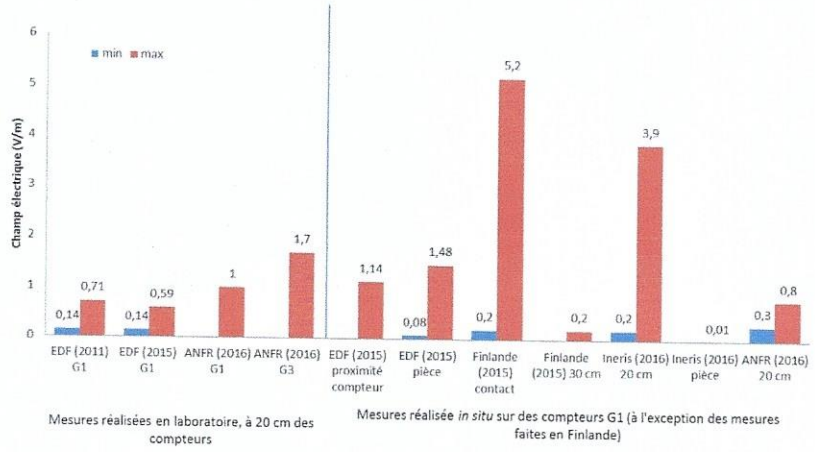


Figure 1 : valeurs de champ électrique obtenues lors des différentes campagnes de mesures recensées

La valeur maximale du champ électrique mesurée (5,2 V/m) correspond à une mesure effectuée en Finlande, au contact d'un compteur qui utilise un protocole CPL différent de celui du Linky.

Si l'on considère les mesures spécifiques au Linky, la valeur maximale de champ électrique mesurée est de 3,9 V/m à 20 cm du compteur (Ineris, 2016), c'est-à-dire 22 fois moins que la valeur limite d'exposition réglementaire de 87 V/m.

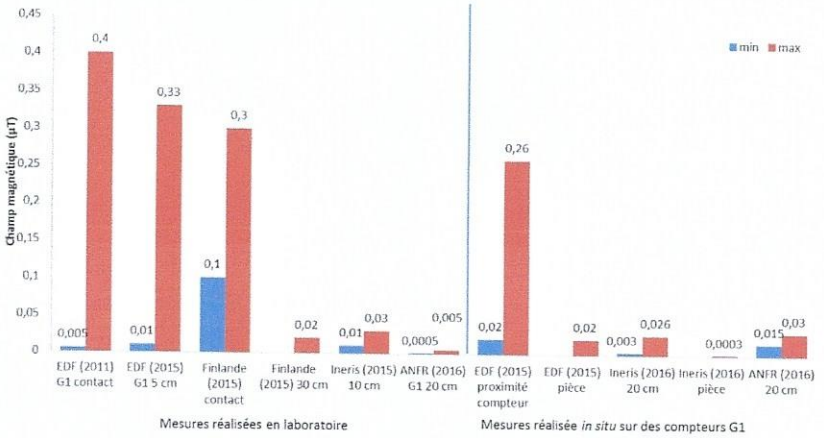


Figure 2 : valeurs de champ magnétique obtenues lors des différentes campagnes de mesures recensées

Concernant le champ magnétique, les valeurs mesurées en laboratoire sont majoritairement supérieures à celles retrouvées en condition réelle. La valeur de champ maximale *in situ* a été

mesurée par EDF à proximité d'un compteur. Elle est de 0,26 µT, c'est-à-dire 24 fois moins que la valeur limite d'exposition réglementaire de 6,25 µT. Dans les autres campagnes de mesures *in situ,* les valeurs retrouvées sont plutôt de l'ordre de 0,03 µT (à 20 cm du compteur ou au milieu d'une pièce), c'est-à-dire plus de 200 fois moins que la valeur limite d'exposition réglementaire. Il est à noter que la distance de mesure contribue au premier ordre à la valeur du champ magnétique.

Par ailleurs, l'ANFR, dans son premier volet de mesures, a comparé les niveaux de champs électromagnétiques émis par les compteurs Linky à ceux d'autres équipements électriques domestiques (écrans de télévision, plaques à induction, etc.). Les mesures ont été réalisées à 30 cm, comme recommandé dans la norme IEC 62233, dans la bande 1,2 kHz-100 kHz. Les compteurs Linky, que ce soit en champ électrique ou magnétique, sont à l'origine d'une exposition comparable à celle d'autres équipements électriques déjà utilisés dans les foyers depuis de nombreuses années (cf. figures 3 et 4).

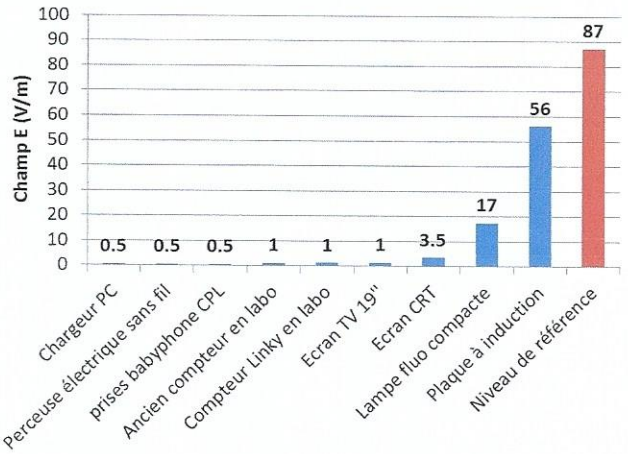


Figure 3 : comparaison des niveaux de champ électrique à 30 cm d'un compteur Linky avec d'autres équipements domestiques[6]

[6] La valeur limite d'exposition réglementaire pour le champ électrique (niveau de référence), est égale à 87 V/m dans la bande de fréquences du compteur Linky.

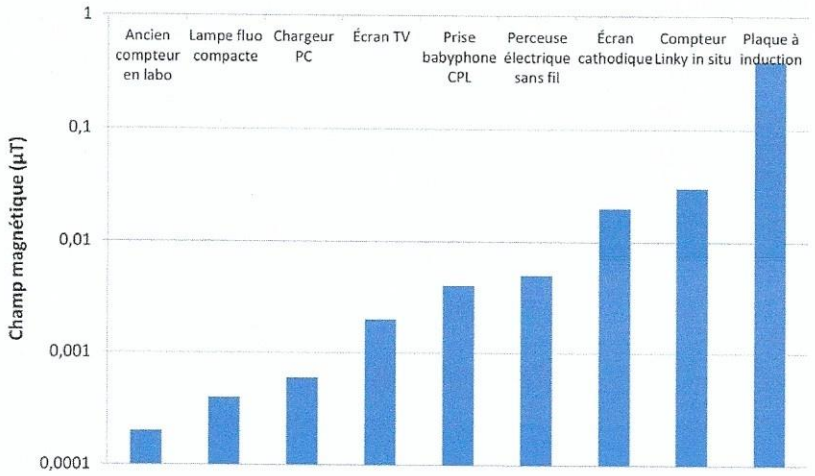


Figure 4 : comparaison des niveaux de champ magnétique à 30 cm d'un compteur Linky avec d'autres équipements domestiques[7]

- **Données sur l'exposition liée aux compteurs utilisant les ondes radioélectriques et aux concentrateurs**

L'exposition à proximité d'un compteur de gaz (Gazpar) ou d'eau (type Suez) est très faible, compte tenu de la faible puissance d'émission et de la forme impulsionnelle utilisée (quelques impulsions toutes les 6 heures). Les mesures de puissance émise permettent d'évaluer le niveau de champ électrique à 25 cm du compteur. Les mesures de puissance d'émission ont montré que pour une même distance, le champ électrique maximal émis par les compteurs et les concentrateurs est plus faible que celui d'un téléphone mobile GSM.

À proximité des concentrateurs, les valeurs de débit d'absorption spécifique (DAS) local maximales mesurées sont de 2,7 W/kg dans la bande GSM 900 MHz et 1,2 W/kg dans la bande GSM 1800 MHz. Ces valeurs sont en dessous de la limite réglementaire de DAS local pour les membres[8], fixée à 4 W/kg.

À 50 cm d'un concentrateur, les niveaux de champ électrique relevés en fonctionnement réel sont autour de 0,5 V/m (niveaux moyennés sur 6 minutes). Ces niveaux mesurés sont très faibles comparés aux valeurs limites réglementaires qui varient entre 28 V/m et 87 V/m selon les fréquences.

En résumé, l'exposition créée par le concentrateur est comparable à celle créée par un téléphone mobile, mais l'usage n'est pas le même. En effet, le téléphone est proche voire en contact avec le corps, induisant une exposition potentiellement plus importante que pour les concentrateurs pour lesquels l'antenne est intégrée à une armoire industrielle.

[7] Pour rappel, la valeur limite d'exposition réglementaire pour le champ magnétique dans la gamme de fréquences [3-150] kHz est égale à 6,25 µT.
[8] Dans le cas d'un concentrateur, qui n'est pas un équipement destiné à être porté près du corps, et notamment de la tête, la valeur limite réglementaire appliquée est considérée comme la limite du DAS localisé dans les membres, c'est-à-dire 4 W/kg.

- **Évaluation des effets sanitaires**

Deux expertises ont été réalisées ces dernières années par l'Anses (Afsset, 2009b et Anses, 2013) sur les effets sanitaires potentiels des radiofréquences.

En ce qui concerne l'expertise publiée en 2009, qui avait notamment étudié la bande 9 kHz-10 MHz dans laquelle évoluent les compteurs Linky, les experts ont conclu que :

« Peu d'études expérimentales et épidémiologiques sont disponibles concernant les effets des champs électromagnétiques des fréquences intermédiaires sur la santé. L'analyse de ces études ne permet pas de conclure définitivement quant à l'existence ou non d'effet délétère lié à des expositions aux radiofréquences dans la bande 9 kHz – 10 MHz à des niveaux non thermiques. »

En ce qui concerne la dernière expertise en date publiée par l'Anses (2013), qui n'a concerné que les gammes de radiofréquences au-dessus de 400 MHz, les éléments suivants ont été soulignés :

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

S'agissant des études sur les 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 plaque et sclérose amyotrophique, épilepsie et maladie d'Alzheimer) (sur la base d'un nombre limité d'études).*

Les éléments suivants émergent :

  - *chez l'Homme, un effet à court terme a été observé sur le sommeil. Ces modifications physiologiques ne s'accompagnent ni de modifications subjectives du sommeil, ni de perturbations des tâches cognitives associées aux enregistrements polysomnographiques.*

Concernant les autres effets non cancérogènes à l'exclusion de ceux sur le SNC, 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 sur un possible effet co-cancérogène des radiofréquences n'apporte pas la preuve qu'elles puissent potentialiser les effets d'agents génotoxiques connus (pas d'effet co-cancérogène).*

Chez l'Homme, l'ensemble des études publiées 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. »

La plupart des études épidémiologiques portaient sur des expositions aux fréquences utilisées pour la téléphonie mobile (900 MHz et plus).

Il n'existe pratiquement aucune littérature scientifique traitant des effets sanitaires spécifiques de l'exposition aux compteurs communicants, à l'exception d'une description de plaintes auto-déclarées en Australie, dans l'État de Victoria (Lamech, 2014). Aucune conclusion sanitaire ne peut cependant être tirée de ce travail, qui repose sur des déclarations spontanées, et ne donne pas de renseignements sur la relation temporelle entre l'exposition et la survenue des symptômes, qui ressemblent à ceux rapportés par des personnes exposées à d'autres sources de radiofréquences. Cependant, il attire l'attention sur l'existence de ces plaintes. Il est possible que l'effet nocebo[9], c'est-à-dire le rôle négatif de la croyance en un possible effet néfaste des compteurs, ait joué un rôle. Cet effet pourrait être exacerbé lorsque l'exposition est vécue comme imposée par une entité extérieure.

En outre, il faut noter que les compteurs de type Linky produisent sur le réseau domestique des signaux qui peuvent se comparer à des parasites (courants transitoires à haute fréquence –« *high frequency voltage transients* »), générés sur les circuits domestiques notamment par la mise en route d'appareils (extra courants de rupture, etc.), car ils sont susceptibles de créer des rayonnements dans la bande de fréquences Linky. Actuellement, il n'existe aucune donnée suggérant que l'exposition à des courants transitoires à haute fréquence puisse affecter la santé. En particulier, il n'y a pas de tentative d'investigation utilisant une approche épidémiologique robuste telle qu'un essai contrôlé, randomisé en double insu.

À notre connaissance, aucune étude de provocation n'a été menée sur des expositions aux compteurs et/ou aux fréquences utilisées pour les compteurs d'électricité qui, en France, se situent dans la bande de fréquences 50-100 kHz. Par ailleurs, ces fréquences ont jusqu'à présent été principalement utilisées dans des usages industriels (OMS, 2007).

- **Conclusions du CES**

Principes de fonctionnement

Les compteurs communicants, pour échanger des informations, mettent en œuvre une transmission radioélectrique ou par courant porteur en ligne (pour Linky). Le principe commun à tous les compteurs est *a minima* de transmettre automatiquement et à distance l'index de consommation (télé-relève). Les techniques de transmission utilisées sont classiques, à la fois pour la radioélectricité et le courant porteur en ligne, déjà largement répandu à l'intérieur des domiciles, sur une bande de fréquences différente (CPL haut débit pour des applications multimédia ou de domotique, par exemple).

[9] L'effet nocebo se définit comme l'ensemble des symptômes « négatifs » ressentis par un sujet soumis à une intervention réelle ou factice qui peut être un médicament, une thérapeutique non médicamenteuse ou l'exposition aux ondes électromagnétiques par exemple.

Niveaux d'exposition

Les niveaux d'exposition engendrés par les émissions (intentionnelles pour les compteurs radio eau et gaz, non intentionnelles pour le compteur CPL pour l'électricité) sont très faibles vis-à-vis des valeurs limites réglementaires. Les dispositifs radioélectriques fonctionnent en effet sur pile, avec une longévité représentant un enjeu pour les fournisseurs d'énergie. Leur sobriété énergétique implique ainsi de faibles niveaux d'émission radioélectrique. Par ailleurs, dans le cas de Linky, la tension des signaux CPL est limitée à quelques Volts pour des raisons de compatibilité électromagnétique avec l'environnement, ce qui limite également les niveaux d'exposition.

Les données d'index de consommation envoyées par les compteurs sont recueillies par des concentrateurs, qui à leur tour les font parvenir à une plateforme informatique par le biais du réseau de téléphonie mobile en GPRS ou en 3G. L'exposition créée par le concentrateur est comparable à celle d'un téléphone mobile, mais dans des conditions différentes. En effet, en utilisation habituelle, un téléphone est proche, voire en contact avec le corps, induisant une exposition pour l'utilisateur potentiellement plus importante que dans le cas des concentrateurs, généralement situés hors d'atteinte (l'antenne est intégrée à une armoire industrielle, placée par exemple en hauteur).

Effets sanitaires

Actuellement, il n'existe pas de littérature scientifique[10] traitant spécifiquement des effets sanitaires à court ou long terme de l'exposition aux compteurs communicants.

S'agissant des effets sanitaires potentiels de l'exposition aux champs électromagnétiques émis par les compteurs communicants Linky utilisant des bandes de fréquences dans la gamme de quelques dizaines de kilohertz, compte tenu des faibles niveaux d'exposition (très inférieurs aux valeurs limites réglementaires) retrouvés lors des différentes campagnes de mesures, aucun effet sanitaire à court terme n'est attendu (Afsset, 2009a ; Anses, 2013). Concernant les effets à long terme, les conclusions du rapport de l'Agence publié en 2009 (Afsset, 2009b) sont toujours d'actualité : « *Peu d'études expérimentales et épidémiologiques sont disponibles concernant les effets des champs électromagnétiques des fréquences [utilisées par le CPL] sur la santé. L'analyse [des] études [disponibles] ne permet pas de conclure définitivement quant à l'existence ou non d'effet délétère lié à des expositions aux radiofréquences dans la bande 9 kHz – 10 MHz à des niveaux non thermiques* ».

Par ailleurs, les compteurs de type Linky produisent sur le réseau domestique des signaux qui peuvent être équivalents à ceux des parasites créés notamment par la mise en route d'appareils domestiques (courants transitoires à haute fréquence). Actuellement, il n'existe aucune donnée suggérant que les courants transitoires à haute fréquence puissent affecter la santé aux niveaux d'exposition mesurés.

La campagne de mesure sollicitée par l'Anses auprès du CSTB, dont les résultats sont attendus prochainement, permettra de préciser l'exposition (*a priori* faible compte tenu du mode de fonctionnement) due au compteur Linky en situation réelle (temporalité, niveau d'exposition,…).

S'agissant des effets sanitaires potentiels de l'exposition aux champs électromagnétiques émis par les compteurs communicants et les concentrateurs utilisant des radiofréquences supérieures à 100 MHz (compteurs pour le gaz et l'eau), la mise à jour de l'expertise « Radiofréquences et santé » publiée par l'Anses en 2013 ne met pas en évidence d'effets sanitaires avérés pour ces

[10] Il n'existe qu'une enquête en ligne en Australie (où les compteurs utilisent des radiofréquences supérieures à 100 MHz) de symptômes auto-déclarés semblables à ceux rapportés par des personnes qui les attribuent à d'autres sources de radiofréquences. Mais, en l'absence de relation temporelle entre l'exposition et la survenue des symptômes, aucune conclusion ne peut en être tirée. Il est notamment possible qu'un effet nocebo associé à une exposition vécue comme imposée ait joué un rôle.

gammes de fréquences (Anses, 2013), De plus, compte tenu des faibles niveaux d'exposition engendrés par les compteurs et concentrateurs, il est peu vraisemblable que ces appareils représentent un risque pour la santé à court ou long terme.

- **Recommandations du CES**

Les niveaux d'exposition induits par les compteurs communicants sont très faibles. Cependant, même si l'exposition d'un seul objet communicant induit une exposition très faible vis-à-vis des valeurs limites réglementaires, du fait de leur multiplication prévisible, il paraît important de continuer à quantifier l'exposition due à toutes les sources, dans un contexte de maîtrise de l'environnement électromagnétique.

Il parait par ailleurs nécessaire de réaliser des études sur les effets biologiques/sanitaires potentiels liés à des expositions aux champs électromagnétiques de fréquences situées dans la bande des 50-100 kHz utilisées en France.

Enfin, aucune étude de provocation en double insu n'ayant été menée sur des expositions aux champs électromagnétiques émis par les compteurs et/ou aux fréquences utilisées par ces dispositifs, il parait utile que des études portant spécifiquement sur les compteurs communicants tentent de faire la part entre de possibles effets sanitaires et le rôle éventuel d'un effet nocebo.

S'agissant des recommandations en matière de caractérisation de l'exposition :

Considérant en particulier :

- le déploiement sur le territoire national des compteurs Linky (35 millions de foyers concernés) ;
- la complexité et la diversité, en matière de nombre et de durée des communications entre un compteur Linky et son concentrateur ;
- le peu de connaissance des autres signaux véhiculés sur le réseau électrique dans la bande de fréquence Linky ;
- l'hétérogénéité des protocoles de mesure et des indicateurs d'exposition retenus pour les bandes de fréquences autour de 100 kHz ;
- l'intérêt de caractériser les niveaux d'exposition réels de la population aux signaux CPL et aux bandes de fréquence des compteurs radio ;
- l'attente des résultats des mesures demandées au CSTB ;

<u>le CES recommande :</u>

- de poursuivre la réalisation de mesures d'exposition *in situ* dans la bande du compteur Linky ;
- de réaliser des simulations permettant d'estimer l'exposition dans une situation de type pire cas (compteur ou câble électrique alimenté en CPL émettant en continu et placé proche d'une tête de lit par exemple) ;
- d'approfondir la connaissance du fonctionnement du compteur Linky ;
- de caractériser, par simulation, le débit d'absorption spécifique (DAS) dans la bande de fréquence 169 MHz pour les différentes configurations de compteurs qui l'utilisent ;
- de travailler sur l'harmonisation des protocoles de mesure et indicateurs d'exposition, afin d'obtenir des résultats comparables entre les différentes bandes de fréquences, notamment autour de 100 kHz ;

- d'évaluer les niveaux d'exposition en cas d'exposition proche d'un emplacement où seraient implantés une multitude de compteurs et autres objets communicants.

S'agissant des recommandations en matière d'études et de recherche :

Considérant en particulier :

- l'absence de données sur les effets sanitaires dus à une exposition aux champs électromagnétiques dans la gamme de fréquences aux alentours du kilohertz ;
- l'absence d'études épidémiologiques s'intéressant spécifiquement aux compteurs communicants ;
- la place de la préoccupation sanitaire dans la controverse publique liée au déploiement de compteurs communicants ;
- le développement et la diffusion croissante des objets connectés ;

<u>le CES recommande :</u>

- de poursuivre l'étude des effets sanitaires potentiels des expositions aux champs électromagnétiques dans la gamme de fréquences aux alentours du kilohertz, notamment en milieu professionnel ;
- de caractériser, sur le terrain, la gêne perçue suite à l'installation des compteurs communicants ;
- de mener des études, portant spécifiquement sur les compteurs communicants, pour tenter de faire la part entre de possibles effets sanitaires directement liés à l'exposition et ceux dus à un effet nocebo ;
- de faire supporter les coûts associés à l'ensemble des recommandations en matière d'études et de recherche par les entreprises déployant les compteurs communicants, par exemple dans le cadre du fonds affecté à la recherche d'effets potentiels sur la santé liés à l'exposition aux champs électromagnétiques radiofréquences ;
- de manière générale, de réaliser des études pilotes de bonne qualité permettant d'évaluer les niveaux d'exposition et, si possible, leur impact éventuel sur la santé et le bien-être, et d'en diffuser les résultats préalablement au déploiement massif de nouvelles technologies susceptibles d'augmenter l'exposition humaine aux champs électromagnétiques.

- **Éléments d'informations complémentaires (rapport d'étude du CSTB) justifiant la mise à jour des conclusions et recommandations du CES (mise à jour du 3 février 2017)**

À la demande de l'Anses (convention de recherche et développement Anses – CSTB n° 2016-CRD-16), le CSTB a réalisé une étude qui visait à :

- caractériser les rayonnements des câbles électriques dans lesquels circulent les courants CPL émis par les compteurs Linky, dans le réseau électrique des logements (en aval du compteur) et vers le concentrateur (en amont) ;
- identifier et caractériser, dans un logement, sans intervention d'Enedis, les communications CPL Linky (type, fréquence des trames, etc.) ;
- mesurer les niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques liés à l'installation d'un compteur Linky dans un logement.

1. Caractérisation du rayonnement des câbles par des mesures en laboratoire

Les mesures réalisées en laboratoire par le CSTB sur des compteurs G1 et G3 permettent de mettre en avant les conclusions suivantes :

- le type de charge, c'est-à-dire les appareils connectés au réseau électrique d'un logement, modifie l'intensité du courant électrique des communications, et donc le niveau de champ électromagnétique émis. Avec des charges essentiellement résistives (lampes à incandescence, radiateurs, ...), les niveaux de courant et de champ sont plus faibles en aval qu'en amont du compteur. Avec des charges essentiellement capacitives (chargeurs et alimentations d'appareils électroniques par exemple), à l'inverse, les niveaux de courant et de champ sont plus élevés en aval qu'en amont du compteur ;
- le champ rayonné par les communications Linky autour d'un câble électrique décroit très rapidement avec la distance (d'un facteur 10 en passant de 10 cm à 1 m de distance) ;
- en raison de l'atténuation du signal dans les câbles, le champ rayonné au voisinage d'un câble électrique par une communication Linky diminue avec la distance par rapport au compteur (d'un facteur 2 en passant de 5 m à 55 m de distance au compteur).

2. Identification des communications CPL dans un logement

Les mesures de courant réalisées *in situ* par le CSTB, dans des logements, sans intervention d'Enedis, ont permis de mettre en évidence la présence de trames de communication Linky, sans qu'il soit toutefois possible d'en identifier la fonction précise (tâches cycliques d'interrogation, trames issues de compteurs utilisés comme répéteurs, trames de télé-opération ou d'alarme, etc.).
Pendant la période de mesure (30 min), en journée, dans un logement avec compteur Linky G1 installé depuis environ 4 mois, une moyenne de 4 à 6 trames (durée 140 millisecondes) par minute a été enregistrée.
Toujours dans le même logement, des mesures ont été réalisées la nuit, afin d'essayer d'identifier la trame de collecte de l'index de communication journalier. Si à certaines périodes de la nuit on observe une augmentation significative du nombre et de la durée des trames, il n'a pas été possible d'isoler la trame de collecte, en raison notamment du trafic important de communications Linky.

3. Mesure des niveaux d'exposition dans des logements

Des mesures de courant et de champ magnétique ont été réalisées dans les différentes pièces d'un logement, avant et après installation d'un compteur Linky de type G1. Des mesures ont été réalisées à 5 reprises (dont 3 sans intervention d'Enedis) : 2 avant la mise en place du compteur, et 3 après. Ces mesures ont notamment permis de retrouver la fréquence de communications Linky observée lors des mesures d'identification des communications CPL.
Les niveaux de champ magnétique mesurés à proximité des compteurs (55 cm) sont très faibles, comparables par exemple aux niveaux émis par un chargeur d'ordinateur portable. Au centre des pièces, les niveaux de champ magnétique dus aux communications Linky sont du même ordre de grandeur que ceux émis par des éclairages fluorescents ou à LED, des chargeurs d'appareils électroniques ou encore des écrans.
Toutes configurations de mesure confondues, le niveau maximum de champ magnétique mesuré *in situ* est environ 6 000 fois inférieur à la valeur limite d'exposition réglementaire.
Dans un logement non équipé de compteur Linky, mais situé à proximité d'autres logements déjà pourvus, l'exposition aux signaux CPL existe, avec cependant des niveaux d'exposition plus faibles.

Conclusion du CES
Ces nouvelles données permettent d'identifier un trafic plus important que celui initialement annoncé par l'opérateur du déploiement des compteurs Linky, entrainant une durée d'exposition plus longue que prévue, sans que les niveaux de champ électromagnétique soient plus élevés.

Toutefois, les niveaux d'exposition restent faibles et ne remettent pas en cause les conclusions initiales sur les effets sanitaires.

Ces nouvelles données amènent le CES à compléter les recommandations initiales par les suivantes :

- réaliser des mesures additionnelles sur des dispositifs électriques utilisés très proches du corps humain (fauteuils, lits à commandes électriques, etc.) ;
- effectuer des mesures sur des grappes de compteurs G3 ;
- réaliser des simulations en considérant des situations de pire cas (grappe complète, charges électriques induisant un maximum de courant, ...), permettant de prédire le niveau maximal d'exposition qui pourrait être observée dans un logement ;
- au-delà des compteurs communicants, caractériser l'exposition à l'ensemble des champs électromagnétiques générés par les autres systèmes de communication CPL et dispositifs électriques/électroniques connectés au réseau.

En complément, le CES recommande d'étudier la possibilité d'installer des filtres, pour les personnes qui le souhaiteraient, permettant d'éviter la propagation des signaux CPL à l'intérieur des logements.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Anses reprend l'ensemble des conclusions et recommandations de son comité d'experts spécialisé « Agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements », exprimées au paragraphe 3 du présent avis.

L'Agence, questionnée par la Direction générale de la santé sur les niveaux d'exposition engendrés par le déploiement des compteurs communicants et leurs effets sanitaires potentiels, souligne les différentes problématiques soulevées dans la controverse publique autour de ces compteurs : économiques, techniques, sanitaires, éthiques et juridiques.

L'expertise réalisée permet de dégager deux situations différentes : les compteurs communicants à émission radioélectrique (gaz et eau) d'une part, pour lesquels les technologies de communication radio et les expositions associées sont connues, et les compteurs d'électricité Linky d'autre part, impliquant une communication CPL. Pour ces derniers, les récentes mesures d'exposition aux champs électromagnétiques émis par les signaux CPL des compteurs Linky effectuées par le CSTB pour l'Anses ont permis d'améliorer la compréhension du protocole de communication entre les compteurs et les concentrateurs (durée des émissions CPL, type et nombre de ces émissions quotidiennes, routage de communications d'autres compteurs, *etc.*). En particulier, les courants électriques et les champs magnétiques émis par les compteurs Linky ont été caractérisés précisément en laboratoire, dans des configurations bien définies. Les mesures mettent également en évidence la variabilité de la durée quotidienne des communications CPL, en lien avec les différentes fonctions associées au compteur (télérelève, signalisation (« *ping* »), répétition de communications, etc.). Les travaux du CSTB ont comparé l'exposition aux anciens compteurs électromécaniques et celle due aux nouveaux compteurs Linky au domicile. Ils ont porté aussi sur la caractérisation des champs émis par les courants parasites circulant sur le réseau électrique domestique. Ces campagnes ont été réalisées, à l'initiative de l'Anses, entre juillet et décembre 2016, en laboratoire sur des compteurs de type G1 et G3, et dans des

logements sur des compteurs G1, les compteurs G3 n'étant déployés sur le terrain que depuis début 2017. Les compteurs G1 représentent 3 millions des 35 millions de compteurs qui devraient être installés à terme.

Ces données nouvelles mettent en évidence un nombre de communications CPL dans les logements plus élevé que celui initialement anticipé sur la base des informations fournies par l'opérateur du déploiement des compteurs Linky, entrainant une durée d'exposition plus longue que prévue, sans pour autant que les niveaux de champ électromagnétique soient plus élevés.
Les campagnes de mesure ont en effet mis en évidence des niveaux d'exposition très faibles, comparables à ceux émis par les dispositifs électriques ou électroniques domestiques (lampes fluo-compactes, chargeurs d'appareils multimédia, écrans, tables à induction etc.).

Même s'il n'existe à l'heure actuelle que peu de données concernant les effets sanitaires potentiels liés à l'exposition aux champs électromagnétiques dans les bandes de fréquences relatives au CPL (50 – 150 kHz environ), les très faibles niveaux d'exposition attendus ainsi que les conclusions des expertises précédentes (Afsset 2009, Anses 2013) vont dans le sens d'une très faible probabilité que l'exposition aux champs électromagnétiques émis, aussi bien pour les compteurs communicants radioélectriques que pour les autres (CPL), puisse engendrer des effets sanitaires à court ou long terme.

L'Agence ne peut cependant qu'engager les opérateurs impliqués dans le déploiement de ces nouvelles technologies à fournir une meilleure information au public quant à leurs modalités de fonctionnement actuel et futur, s'agissant en particulier de la fréquence et de la durée des expositions aux champs électromagnétiques auxquelles ces technologies peuvent conduire.

En particulier, compte tenu du déploiement distinct de deux technologies de compteurs (G1 jusqu'à fin 2016, G3 à partir de 2017), les compteurs G3 devront faire l'objet d'une campagne de mesure de l'exposition engendrée au domicile, sur le modèle de celle réalisée par le CSTB pour l'Anses pour la première génération de compteurs. Le cas échéant, l'Anses pourra réévaluer ses conclusions au regard des nouvelles données récoltées.

Au-delà, compte tenu d'incertitudes sur les effets sanitaires pour les fréquences mises en œuvre, l'Agence appelle à poursuivre l'étude de ces effets potentiels dans la gamme de fréquences autour du kilohertz.

Enfin, on notera que le déploiement des compteurs communicants intervient au moment où les objets connectés se multiplient pour des applications diverses, les infrastructures de communication (antennes relais notamment) étant déjà pour l'essentiel en place. Il est possible que ces développements concernent dans les prochaines années la numérisation des services et des infrastructures à l'échelle des individus, des habitations et des villes, dans les domaines de l'énergie, des transports et de la santé en particulier (réseaux intelligents, villes intelligentes, etc.).

La question de l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques devrait alors être anticipée et systématisée dans cet environnement évolutif. Aussi, l'agence recommande que le développement des objets connectés s'accompagne de la définition de méthodes et outils (normes techniques) propres à assurer une caractérisation de l'exposition des personnes.

Dr Roger Genet

MOTS-CLÉS

Compteurs communicants, champs électromagnétiques, exposition, santé

Smart meters, electromagnetic fields, exposure, health

BIBLIOGRAPHIE

Afsset, 2009a - Évaluation des impacts sanitaires des systèmes d'identification par radiofréquences (RFID) – Janvier 2009.

Afsset, 2009b - Mise à jour de l'expertise relative aux radiofréquences – Octobre 2009.

Anses 2013 - Mise à jour de l'expertise « radiofréquences et santé » – Octobre 2013.

Lamech, F. 2014 - *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 20 (6): 28–39.

OMS, 2007 - *Environmental Health Criteria 238. Extremely Low Frequency Fields.*

ANNEXE 1 : SUIVI DE LA REVISION DE L'AVIS

Date	Page(s)	Description de la modification	
17/01/2017	1	Indication de la nature de la révision de l'avis	L'avis de l'Anses du 5 décembre 2016, publié le 15 décembre 2016, a été révisé afin de tenir compte des résultats de l'étude commandée par l'Anses au Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), reçus par elle le 20 décembre 2016.
17/01/2017	3	Complément apporté à l'organisation de l'expertise	L'étude du CSTB, intitulée *Évaluation de l'exposition de la population aux champs électromagnétiques émis dans les logements par les compteurs communicants d'électricité « Linky »* a fait l'objet d'un rapport final (convention de recherche et développement Anses – CSTB n° 2016-CRD-16) communiqué à l'Anses le 20 décembre 2016. L'avis de l'Anses du 5 décembre 2016 a été révisé pour tenir compte des nouveaux éléments apportés par cette étude. Le CES « Évaluation des risques liés aux agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements » a adopté le complément d'information apporté à la partie 3 du présent avis le 3 février 2017.
03/02/2017	15-17	Compléments apportés par le CES	▪ **Éléments d'informations complémentaires (rapport d'étude du CSTB) justifiant la mise à jour des conclusions et recommandations du CES (mise à jour du 3 février 2017)** À la demande de l'Anses (convention de recherche et développement Anses – CSTB n° 2016-CRD-16), le CSTB a réalisé une étude qui visait à : • caractériser les rayonnements des câbles électriques dans lesquels circulent les courants CPL émis par les compteurs Linky, dans le réseau électrique des logements (en aval du compteur) et vers le concentrateur (en amont) ; • identifier et caractériser, dans un logement, sans intervention d'Enedis, les communications CPL Linky (type, fréquence des trames, etc.) ; • mesurer les niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques liés à l'installation d'un compteur Linky dans un logement. 1. Caractérisation du rayonnement des câbles par des mesures en laboratoire Les mesures réalisées en laboratoire par le CSTB sur des compteurs G1 et G3 permettent de mettre en avant les