

Annexe à l'avis du 5 décembre 2016 révisé

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

Les paragraphes de l'avis concernés par des modifications sont présentés ci-dessous : les éléments ajoutés sont soulignés, en couleur, les éléments supprimés sont barrés, en couleur. Le texte inchangé de l'avis initial est en noir.

Tableau 1 : suivi des modifications de l'avis

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|---------------|---------|---|
| Révision 2023 | 1 | <p><u>Modification de l'avant-propos</u></p> <p>L'avis de l'Anses du 5 décembre 2016, publié le 15 décembre 2016, a été révisé <u>une première fois</u> afin de tenir compte des résultats de l'étude d'une étude commandée par l'Anses au Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), reçus par elle le 20 décembre 2016. <u>Cet avis révisé du 7 juin 2017 a été publié le 20 juin 2017.</u></p> <p><u>Afin de tenir compte, notamment, des résultats d'une nouvelle étude commandée par l'Anses au Centre scientifique et technique du bâtiment reçus le 2 novembre 2020, l'avis de l'Anses est à nouveau révisé.</u></p> |
| Révision 2023 | 2-4 | <p><u>Modification de la section 2 – Organisation de l'expertise</u></p> <p>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. <u>et conduit à l'avis initial du 5 décembre 2016.</u></p> <p>La bibliographie associée à la thématique des compteurs communicants est peu fournie ; le groupe de travail s'est <u>« Compteurs communicants » s'était</u> donc appuyé, pour produire son expertise, en complément de la littérature scientifique disponible, sur <u>les éléments suivants</u> : 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 ; <u>l'Association des maires de France (AMF)</u>). 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. <u>(cf. annexe 3 du rapport d'expertise).</u></p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|------|---------|---|
| | | <p>Enfin, Pour compléter les informations sur l'exposition de la population aux champs électromagnétiques émis par le CPL des compteurs Linky, <u>et compte tenu de l'évolution des protocoles de communication</u>, des mesures sont <u>ont</u> été réalisées par le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) dans le cadre d'une convention <u>de deux conventions</u> de recherche et développement (CRD) contractée <u>contractées</u> avec l'Anses.</p> <p>Les résultats de cette étude seront <u>la première étude</u>¹, relatifs à des mesures effectuées sur des compteurs communicants de type G1 et G3, ont été publiés dans un second temps, après la publication de cet <u>du premier avis</u>. Si <u>et</u> ont donc été exploités dans l'avis révisé daté du 7 juin 2017. Le CES « Évaluation des risques liés aux agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements », qui avait adopté le 3 février 2017 le complément d'information apporté par l'Anses à la partie 3 de l'avis initial, avait alors recommandé d'effectuer des mesures d'exposition complémentaires sur des grappes de compteurs communicants récents, de type G3.</p> <p><u>Une seconde étude</u>² a ainsi été commandée au CSTB en 2019, après un délai nécessaire à l'installation d'un nombre conséquent de compteurs, et afin d'attendre la stabilisation du fonctionnement des infrastructures. Les résultats sont de nature à modifier l'étude ont été communiqués à l'Anses, sous la forme d'un rapport, fin 2020. La révision de l'avis de l'Anses du 7 juin 2017 a donc été engagée pour tenir compte des nouveaux éléments apportés par cette étude, ainsi que des mesures réalisées dans l'intervalle par l'Agence nationale des fréquences (ANFR). Par ailleurs, afin d'obtenir des informations actualisées sur les modalités de communication des données recueillies par les conclusions <u>compteurs Linky</u>, l'Anses a sollicité Enedis par courrier le 20 septembre 2022. La note d'information associée à la réponse d'Enedis du 21 octobre 2022 est disponible sur le site internet de l'Anses. Des données complémentaires issues d'une nouvelle revue bibliographique en lien avec l'exposition aux champs électromagnétiques et aux compteurs communicants ont également été intégrées par l'Anses dans le cadre <u>du présent avis</u>, une mise à jour de ce dernier pourra être réalisée. <u>révisé</u>.</p> <p><u>Le CES « Évaluation des risques liés aux agents physiques et aux nouvelles technologies » a examiné et discuté les travaux de révision préparés par l'équipe de coordination de l'Anses lors de ses séances des 23 juin, 17 novembre et 15 décembre 2022 et les a adoptés le 15 décembre 2022.</u></p> <p>Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses (www.anses.fr) : <u>https://dpi.sante.gouv.fr/</u>.</p> <p>Révision de l'avis du 5 décembre 2016 :</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p><u>Compte tenu des deux étapes de révision successives, et en compléments des éléments habituels de traçabilité (en annexe via le tableau de suivi des modifications de l'avis, cf. Tableau 1), l'Agence liste ci-après les évolutions ou le maintien des différentes sections et la manière dont la lisibilité en est assurée :</u></p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|---------------|---------|---|
| | | <p><u>Dans la partie 3 « Analyse et conclusions du CES » de cette présente révision de l'avis, la section « Contexte du déploiement des compteurs communicants » a été actualisée (septembre 2022).</u></p> <p><u>La section « Les controverses associées au déploiement des compteurs communicants pour l'électricité » n'a pas été modifiée.</u></p> <p><u>La section « Caractéristiques techniques des différents compteurs communicants » a été mise à jour avec les données disponibles en 2022.</u></p> <p><u>La section « Exposition aux compteurs communicants » a été mise à jour avec les dernières données disponibles.</u></p> <p><u>La section « Évaluation des effets sanitaires » a été complétée par l'ajout de références à des expertises publiées par l'Anses entre 2016 et 2022.</u></p> <p><u>Les sections « Conclusions du CES » et « Recommandations du CES » ont été modifiées pour tenir compte des nouvelles données disponibles.</u></p> <p><u>En pratique, les éléments complémentaires apportés à l'avis initial, ou les modifications substantielles, hormis les modifications de forme, sont identifiables par un trait plein dans la marge (révision en 2022) et par deux traits pleins (révision en 2017) et référencés dans le tableau de suivi des modifications (cf. annexe 1).</u></p> <p><u>Enfin, la partie 4 « Conclusions et recommandations de l'Agence » a été mise à jour, de même que la bibliographie.</u></p> <p><u>Notes de bas de page ajoutées :</u></p> <p><u>¹ 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.</u></p> <p><u>² L'étude du CSTB, intitulée Évaluation in situ de l'exposition de la population aux champs électromagnétiques émis dans les logements par les compteurs communicants Linky G3 a fait l'objet d'un rapport final (convention de recherche et développement Anses – CSTB n° 2019-CRD-15, 2 décembre 2019) communiqué à l'Anses le 2 novembre 2020.</u></p> |
| Révision 2023 | 4-5 | <p><u>Modification et ajout d'éléments – section 3 Analyse et conclusions du CES – Contexte du déploiement des compteurs communicants</u></p> <p><u>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.</u></p> <p><u>Selon un rapport⁶ préparé par l'entreprise Tractebel-Engie, pour le compte de la Direction générale de l'énergie de la Commission européenne (DG ENER), daté de décembre 2019, 99 millions de compteurs communicants pour l'électricité avaient été installés en janvier 2018 dans les pays membres de l'Union européenne (34 % de l'ensemble des compteurs d'électricité).</u></p> <p><u>Les premiers objectifs d'installations établis en 2013 prévoyaient 220 millions de compteurs en 2020 (particuliers ainsi que petites et moyennes entreprises). En 2018, 22 états membres sur 28 avaient débuté l'installation de compteurs communicants pour l'électricité.</u></p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|------|---------|--|
| | | <p><u>Cette année-là, 6 pays, contre 10 en 2013, prévoyaient d'atteindre 80 % de déploiement de compteurs communicants pour l'électricité sur leur territoire en 2020. Fin 2019, Tractebel-Engie a ainsi révisé l'estimation initiale de déploiement des compteurs d'électricité en Europe à 123 millions. Ce rapport souligne par ailleurs que cinq états membres n'ont pas d'objectif défini, ou affichent un objectif postérieur à 2030, pour un déploiement massif des compteurs d'électricité (> 80 % du parc de compteurs).</u></p> <p><u>Pour la France, selon la Commission de régulation de l'énergie, au 31 décembre 2021, « 90 % du parc de compteurs d'Enedis sera équipé de compteurs communicants Linky, ce qui correspond à 34 millions de compteurs Linky installés entre fin 2015 et fin 2021 ». Par ailleurs, dans un courrier de réponse à une demande d'informations de l'Anses, Enedis indique, en date du 21 octobre 2022, qu'« en 2022, plus de 35 millions de compteurs Linky sont installés ».</u></p> <p><u>Concernant le gaz, le rapport de Tractebel-Engie prévoyait l'installation de 31 millions de compteurs en 2020 en Europe, là aussi, comme pour les compteurs d'électricité, valeur largement en retrait par rapport aux objectifs initiaux de la Commission européenne.</u></p> <p><u>Note de bas de page :</u></p> <p>⁶ https://op.europa.eu/o/opportal-service/download-handler?identifiant=b397ef73-698f-11ea-b735-01aa75ed71a1&format=pdf&language=en&productionSystem=cellar&part=.</p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|---------------|---------|--|
| Révision 2023 | 7-8 | <p><u>Ajout d'éléments - section 3 Analyse et conclusions du CES - Caractéristiques techniques des différents compteurs communicants - Les compteurs utilisant la technologie CPL : Linky</u></p> <p><u>Le 20 septembre 2022, l'Anses a sollicité Enedis par courrier afin d'obtenir des informations complémentaires actualisées sur le schéma de communication des données recueillies par les compteurs Linky. En particulier, les questions portaient sur la fréquence quotidienne de la télé-relève des index de consommation, la durée des trames de communication, ainsi que la fréquence, la durée et la fonction des éventuelles autres trames de communication, aussi bien pour les phases d'installation des grappes de compteur qu'en situation de fonctionnement normal. Dans sa réponse datée du 21 octobre 2022, Enedis apporte les éléments suivants (cf. note disponible en téléchargement associé à cet avis sur le site de l'Agence) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>• en fonction de la topologie et du degré d'urbanisation, un compteur peut ou non répéter le signal de son voisin, afin de garantir la bonne transmission de l'information au concentrateur ;</u> <u>• l'envoi des index de consommation est effectué entre minuit et 8h00 du matin, avec des rattrapages possibles en cours de journée en cas d'échec ;</u> <u>• d'autres communications que la télé-relève des index de communication sont effectuées par les compteurs :</u> <ul style="list-style-type: none"> <u>○ vérification de l'accessibilité du compteur (toutes les 10 min pour le compteur de type G1 et toutes les 8 h pour le type G3) ;</u> <u>○ vérification quotidienne de la configuration du compteur (entre 18h00 et 23h59) ;</u> <u>○ synchronisation quotidienne de l'heure du compteur (entre 14h00 et 17h00) ;</u> <u>○ collecte quotidienne de statistiques de fonctionnement des compteurs (entre 12h00 et 14h00) ;</u> <u>○ autres services ponctuels : demandes spécifiques des clients, des fournisseurs d'électricité, des équipes de dépannage et de maintenance.</u> <p><u>La durée des trames de communication (collecte des index et autres fonctions) est de 150 ms pour les compteurs de type G1, et variable pour les G3 (entre 15 et 176 ms), avec dans ce dernier cas une communication en retour de 15 ms.</u></p> |
| Révision 2023 | 8 | <p><u>Modification - section 3 Analyse et conclusions du CES - Caractéristiques techniques des différents compteurs communicants - Les compteurs utilisant la technologie CPL : Linky</u></p> <p><u>Actuellement, le système Linky est conçu principalement 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 et la surveillance de la nuit son fonctionnement. L'ajout de fonctionnalités passera à court ou moyen terme par un implique pour l'utilisateur l'installation d'un équipement radio (émetteur radio Linky ou ERL) qui peut être adjoint au compteur Linky. Cet équipement permettra, proposé par exemple par les fournisseurs d'énergie, permet, via l'envoi périodique de données permettant, de fournir connaître l'état de sa consommation électrique ou sa grille tarifaire, en pratique « en temps réel. ». Deux bandes de fréquences sont étaient notamment envisagées pour cet émetteur radioélectrique, une l'une basée sur la bande 868 MHz et une autre l'autre à 2,4 GHz. Compte tenu des faibles niveaux de puissance de ces dispositifs, dont certains fonctionnent selon le protocole Wi-Fi, la réception des données émises par l'ERL est limitée en pratique à l'environnement proche du compteur (domicile par exemple).</u></p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|---------------|---------|---|
| | | <p><u>En décembre 2022, plusieurs dispositifs de type ERL pour établir une communication directe entre le compteur Linky et l'utilisateur sont désormais disponibles, soit par le biais de fournisseurs d'énergie, soit via des fabricants indépendants. Ils permettent de connaître la consommation en temps réel, au moyen d'afficheurs déportés ou d'applications sur smartphones, via une liaison Wi-Fi. Des mesures d'exposition aux champs électromagnétiques induits par un ERL ont été réalisées par l'ANFR, une synthèse de ces données figure dans la section suivante.</u></p> |
| Révision 2023 | 8-9 | <p><u>Modification - section 3 Analyse et conclusions du CES - Caractéristiques techniques des différents compteurs communicants - Les compteurs utilisant la technologie radio : Gazpar et les compteurs d'eau</u></p> <p>Les compteurs d'eau installés par Véolia utilisent la bande de fréquences 868-870 MHz. Ces fréquences, ayant une portée plus courte, cela nécessite<u>nécessitent</u> l'installation de répéteurs, situés par exemple sur le mobilier urbain, entre le compteur et le concentrateur. <u>Pour le reste</u>, la technologie est ensuite identique aux autres compteurs utilisant la technologie radio.</p> <p>En résumé, il faut donc distinguer <u>d'une part</u> les compteurs de gaz et d'eau, qui utilisent la transmission d'ondes radioélectriques pour leurs communications des, <u>et d'autre part les</u> 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. <u>(mis à part l'extension ERL)</u>. Cette communication filaire, cependant, comme pour tout câble traversé par un courant électrique, émet de façon non désirée<u>intentionnelle</u> un champ électromagnétique.</p> |
| Révision 2023 | 9 | <p><u>Modification - section 3 Analyse et conclusions du CES - Exposition aux compteurs communicants - Données sur l'exposition liée aux compteurs utilisant le CPL</u></p> <p>Le rayonnement créé par le CPL n'est pas exploité pour la transmission de l'information et son niveau maximal est normalisé pour<u>été défini afin de</u> respecter les normes de compatibilité électromagnétique.</p> <p>En pratique, le compteur lui-même produit un rayonnement électromagnétique, mais. <u>En effet</u>, 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.</p> <p>Différentes campagnes de mesures ont été réalisées <u>pour</u><u>afin de</u> caractériser l'exposition liée au compteur Linky. Cependant, les configurations de mesures sont très hétérogènes et ne permettent pas forcément la comparaison des<u>il est difficile de comparer les</u> résultats entre eux. En effet, certaines mesures sont réalisées en laboratoire, d'autres sont faites <i>in situ</i>, 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 protocoles<u>protocoles</u> de communication Linky (G1 et G3) qui n'ont pas les mêmes caractéristiques. <u>(cf. plus haut les données complémentaires sur les caractéristiques techniques des compteurs)</u>.</p> <p>Les figures 1 et 2 représentent la distribution des valeurs de champ<u>champs</u> électrique et magnétique mesurées lors de ces différentes campagnes.</p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|---------------|---------|--|
| Révision 2023 | 9-10 | <p><u>Ajout : section 3 Analyse et conclusions du CES - Exposition aux compteurs communicants - Données sur l'exposition liée aux compteurs utilisant le CPL - légendes des figures</u></p> <p><u>(jusqu'en 2016)</u></p> |
| Révision 2023 | 10 | <p><u>Ajout - section 3 Analyse et conclusions du CES - Exposition aux compteurs communicants - Données sur l'exposition liée aux compteurs utilisant le CPL</u></p> <p>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 (<u>appelée « niveau de référence »</u>) de 87 V/m.</p> |
| Révision 2017 | 11-13 | <p><u>Ajout - section 3 Analyse et conclusions du CES - Exposition aux compteurs communicants - Données sur l'exposition liée aux compteurs utilisant le CPL</u></p> <p><u>- Rapport d'étude du CSTB (2016)</u></p> <p><u>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 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>• 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) ;</u> <u>• identifier et caractériser, dans un logement, sans intervention d'Enedis, les communications CPL Linky (type, fréquence des trames, etc.) ;</u> <u>• mesurer les niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques liés à l'installation d'un compteur Linky dans un logement.</u> <p><u>1. Caractérisation du rayonnement des câbles par des mesures en laboratoire</u></p> <p><u>Les mesures réalisées en laboratoire par le CSTB sur des compteurs G1 et G3 permettent de mettre en avant les conclusions suivantes :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>• 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 ;</u> <u>• le champ rayonné par les communications Linky autour d'un câble électrique décroît très rapidement avec la distance (d'un facteur 10 en passant de 10 cm à 1 m de distance) ;</u> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|---------------|---------|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • <u>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 longueur de câble par rapport au compteur).</u> <p><u>2. Identification des communications CPL dans un logement</u></p> <p><u>Les mesures de courant réalisées <i>in situ</i> 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.</u></p> <p><u>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.</u></p> <p><u>3. Mesure des niveaux d'exposition dans des logements</u></p> <p><u>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.</u></p> <p><u>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.</u></p> <p><u>Toutes configurations de mesure confondues, le niveau maximum de champ magnétique mesuré <i>in situ</i> est environ 6 000 fois inférieur à la valeur limite d'exposition réglementaire.</u></p> <p><u>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.</u></p> |
| Révision 2023 | 13-16 | <p><u>Ajout - section 3 Analyse et conclusions du CES - Exposition aux compteurs communicants - Données sur l'exposition liée aux compteurs utilisant le CPL</u></p> <p><u>De nouvelles données concernant l'exposition aux champs électromagnétiques émis par les compteurs communicants CPL, rendues disponibles après la publication de l'avis du 7 juin 2017, ont été prises en compte :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>les résultats de l'étude réalisée par le CSTB en 2020 (CSTB, 2020) concernant l'exposition aux champs électromagnétiques liés au fonctionnement des compteurs Linky de type G3 ;</u> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|------|---------|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • <u>les rapports d'étude de l'exposition du public aux ondes radioélectriques publiés par l'ANFR (2019, 2020 et 2021) ;</u> <u>À noter qu'une recherche bibliographique (publications scientifiques) s'intéressant spécifiquement à l'exposition des personnes aux compteurs communicants de type CPL n'a pas permis d'identifier d'article pertinent (cf. p. 16).</u> <p><u>- Rapport d'étude du CSTB (2020)</u></p> <p><u>À la demande de l'Anses (convention de recherche et développement Anses – CSTB n° N°2019-CRD-15), le CSTB a réalisé une étude qui visait à :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>mettre en évidence le trafic des communications CPL Linky G3 dans un logement avec des mesures de courant électrique ;</u> • <u>et évaluer les niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques émis par le fonctionnement des compteurs d'électricité communicants Linky de type G3, dans différentes pièces de logements.</u> <p><u>Toutes les mesures ont été réalisées sans l'intervention d'Enedis.</u></p> <p><u>1. Mise en évidence des communications CPL dans un logement</u></p> <p><u>Une étude préliminaire réalisée dans un appartement, sur plusieurs jours, a permis au CSTB de mettre en évidence le nombre de trames émises par un compteur Linky de type G3 (situé sur le palier). Ces trames ont été identifiées au moyen de mesures du courant électrique circulant dans une rallonge électrique reliée à plusieurs chargeurs d'ordinateurs portables. Entre 20 et 50 trames de niveau de courant significatif ont ainsi été enregistrées chaque jour, avec une répartition temporelle très irrégulière. En parallèle, le CSTB a réalisé des mesures de l'intensité du champ magnétique émis par les câbles électriques lors de l'émission de trames CPL, afin de valider le protocole de mesure. Le CSTB a constaté que les intensités de champ magnétique émis au passage d'une trame CPL (compteur Linky G3) sont très faibles. En pratique, elles ne sont pas différenciables du niveau ambiant dès lors que l'on s'éloigne des câbles électriques de quelques mètres (au milieu d'une pièce par exemple).</u></p> <p><u>D'autres mesures ont ensuite été réalisées par le CSTB dans 7 logements disposant d'un compteur Linky de type G3 depuis plus de 6 mois, selon un protocole similaire à l'étude réalisée en 2016. Ces sites ont été sélectionnés afin de représenter différentes situations d'installations des compteurs Linky : à l'intérieur ou à l'extérieur d'un logement, en appartement ou maison individuelle, en milieu urbain plus ou moins dense, installations électriques mono ou tri-phasées... Les mesures ont été effectuées durant la journée, sur des durées de plusieurs heures.</u></p> <p><u>Dans l'étude réalisée en 2016, les trames Linky G1 circulant sur le réseau étaient très nombreuses (plusieurs par minute). Le CSTB indique dans la synthèse de son rapport 2020 que ce n'est plus le cas dans cette campagne de mesure effectuée sur des compteurs de type G3. Les trames circulant sur le réseau sont moins nombreuses, avec parfois de longues périodes (plusieurs heures) sans</u></p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|------|---------|--|
| | | <p><u>circulation de trames CPL. Ceci illustre la difficulté à réaliser des mesures pertinentes d'exposition sur site, lorsque la durée d'intervention est limitée.</u></p> <p><u>Par ailleurs, bien que les mesures aient eu lieu en semaine et dans des tranches horaires similaires, une très forte variabilité du nombre de trames circulant sur le réseau électrique a été observée en fonction des logements (chaque logement était lié à un concentrateur et une grappe de compteurs distincts).</u></p> <p><u>2. Évaluation des niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques dans des logements</u></p> <p><u>Des mesures de champ magnétique ont été réalisées en trois points au moins dans les logements (au centre du salon et de la chambre, et près du compteur). Les mesures ont été effectuées durant la journée et sur un intervalle de temps de plusieurs heures.</u></p> <p><u>Toutes configurations de mesure <i>in situ</i> confondues, le niveau maximum de champ magnétique mesuré ($1,9 \times 10^{-3} \mu\text{T}$) est plusieurs milliers de fois inférieur à la valeur limite d'exposition ($6,25 \mu\text{T}$).</u></p> <p><u>Le CSTB note en synthèse que les niveaux de champ magnétique rayonné mesurés au passage d'une trame Linky sont du même ordre de grandeur, voire inférieurs par rapport au niveau de champ magnétique ambiant dans la bande de fréquence CPL des compteurs de type G3.</u></p> <p><u>Les conditions et résultats des mesures sont synthétisés dans le Tableau 2 présenté en annexe 2.</u></p> <p><u>- Rapports d'étude de l'ANFR (2018 à 2020)</u></p> <p><u>1. Données sur l'exposition aux compteurs utilisant le CPL</u></p> <p><u>Le protocole de mesure de l'exposition aux ondes électromagnétiques élaboré par l'ANFR (ANFR DR15¹³) a été actualisé en septembre 2016 pour mieux caractériser les niveaux de champs créés par certains objets du quotidien et pour permettre l'évaluation des niveaux d'exposition dans la bande 9 kHz – 100 kHz. Pour les compteurs communicants, le protocole indique que les mesures doivent être réalisées par défaut à 20 centimètres du compteur. La distance de mesure peut cependant être plus grande si le demandeur de la mesure le souhaite ou si des contraintes liées à l'installation de l'équipement ne permettent pas la mesure à 20 centimètres. Les composantes électrique et magnétique du champ électromagnétique sont mesurées en niveaux instantanés maximaux (niveaux crêtes) dans la bande de fréquences du compteur, c'est-à-dire 35 kHz – 91 kHz, pour être comparées aux valeurs limites réglementaires en champ électrique et magnétique respectivement de 87 V/m et $6,25 \mu\text{T}$.</u></p> <p><u>Entre 2018 et 2020, l'ANFR a réalisé 794 mesures de champs électrique et magnétique émis par les compteurs communicants Linky chez des particuliers, en intérieur, et principalement en milieu urbain. Ces mesures réalisées dans le cadre du dispositif national de</u></p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|------|---------|--|
| | | <p><u>surveillance de l'exposition aux champs électromagnétiques sont analysées dans 3 rapports d'étude publiés par l'ANFR (2019, 2020 et 2021).</u></p> <p><u>Les niveaux crêtes médians et maximaux mesurés dans la bande 9 kHz – 100 kHz, pour toutes les mesures réalisées en 2018, 2019 et 2020, sont indiqués dans les Tableau 3 et Tableau 4, en distinguant les cas où des émissions CPL étaient présentes ou non. L'ANFR précise que les niveaux de champ électromagnétique mesurés en absence d'émission CPL montrent que des sources de rayonnement autres que les compteurs Linky existent dans cette bande de fréquences, produisant des intensités de champs électromagnétiques comparables.</u></p> <p><u>Dans plus de la moitié des cas, aucune émission CPL n'a été détectée, malgré un temps de mesure moyen d'une heure. En effet, les compteurs Linky ne communiquent pas en permanence. Les envois de trames CPL pendant la journée durent en théorie entre 0,1 et 0,2 seconde et la période d'envoi de ces trames est très variable en fonction du paramétrage du réseau et de la taille de la grappe à laquelle le compteur est rattaché. La répartition temporelle aléatoire des émissions de trames CPL a également été soulignée par le CSTB (CSTB, 2020), un compteur pouvant rester inactif pendant plusieurs heures d'affilée.</u></p> <p><u>Lorsque des transmissions CPL ont été identifiées, une analyse détaillée dans la bande de fréquences spécifiques du compteur Linky (35 – 91 kHz) a été menée. Celle-ci indique que des niveaux de champ crête maximaux entre 3,5 et 4,4 V/m (champ électrique) et 0,17 et 0,27 µT (champ magnétique) ont été mesurés (entre 2018 et 2020), soit des valeurs respectivement 20 fois et 23 fois inférieures aux valeurs limites réglementaires de 87 V/m et 6,25 µT (cf. Tableau 5, Tableau 6 et Tableau 7).</u></p> <p><u>Les mesures réalisées à plus de 40 cm du compteur montrent des niveaux de champs plus faibles qu'à proximité du compteur, ce qui illustre que la distance est un paramètre majeur pour l'exposition. Dès que l'on s'éloigne de quelques dizaines de centimètres de la source de rayonnement, le niveau d'exposition diminue fortement (environ d'un facteur 10 pour le champ magnétique).</u></p> <p style="text-align: center;"><u>2. Données sur l'exposition aux modules ERL des compteurs Linky</u></p> <p><u>En juillet 2019, l'ANFR a complété ses travaux par un nouveau rapport (ANFR, 2019a) présentant les résultats de l'analyse des émissions radio d'un « émetteur radio Linky » (ERL), une « clé » nommée « Atome » du fournisseur d'énergie Direct Energie installée sur le compteur Linky chez un particulier.</u></p> <p><u>Ce module ERL utilise la technologie Wi-Fi dans la bande 2,4 GHz pour transmettre toutes les 1 à 2 secondes les données de consommation à la box internet du domicile, ou à un terminal de type <i>smartphone</i> ou tablette.</u></p> <p><u>Des mesures sur site ont été réalisées par le Centre de contrôle international de l'ANFR¹⁴, selon le protocole ANFR DR15-4. Le niveau de champ électromagnétique a été mesuré à 50 cm du compteur Linky équipé de la clé « Atome ».</u></p> <p><u>Le niveau maximal de champ électrique a été mesuré à 4,99 V/m, et la valeur moyenne (sur 6 minutes) évaluée à 0,18 V/m, ce qui est très inférieur à la valeur limite réglementaire de 61 V/m dans cette bande de fréquences.</u></p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|---------------|---------|---|
| | | <p><u>Des enregistrements complémentaires effectués sur une période de 24 heures ont montré que les émissions ne sont pas permanentes : le module n'émet que pendant environ 1 % du temps.</u></p> <p><u>À titre de comparaison, l'ANFR souligne que le niveau de champ électrique moyenné sur une durée de 6 minutes (environ 0,18 V/m), mesuré à 50 cm de distance, s'est révélé plus faible que celui d'une box Wi-Fi en activité mesuré à la même distance (2,8 V/m¹⁵).</u></p> <p><u>Notes de bas de page</u></p> <p>¹³ <u>https://www.anfr.fr/fileadmin/mediatheque/documents/expace/Protocole-mesure-15-4.1.pdf. Ce protocole, référencé au Journal Officiel, constitue le texte de référence des laboratoires accrédités qui réalisent des mesures sur le terrain</u></p> <p>¹⁴ <u>Le CCI est un laboratoire sous accréditation COFRAC pour la mesure de l'exposition électromagnétique <i>in situ</i>.</u></p> <p>¹ <u>Voir la « maison ANFR » : https://maison.anfr.fr/.</u></p> |
| Révision 2023 | 16-17 | <p><u>Modifications et ajout - section 3 Analyse et conclusions du CES - Exposition aux compteurs communicants - Données sur l'exposition liée aux compteurs utilisant les ondes radioélectriques et aux concentrateurs</u></p> <p><u>En résumé, l'exposition créée par les niveaux d'émission de champs électromagnétiques créés par un concentrateur est comparable à celle créée par un téléphone mobile, mais l'usage n'est pas le même. En effet, le téléphone est proche du corps, 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.</u></p> <p><u>Une recherche bibliographique concernant l'exposition aux champs électromagnétiques émis par les compteurs communicants a été menée. Deux bases de données ont été interrogées, PubMed et Scopus, en utilisant le même algorithme de recherche que celui construit pour l'expertise publiée en 2016. La période d'inclusion des articles concerne cette fois les années 2016 à 2021. Vingt-huit articles en lien avec l'exposition aux radiofréquences émises par des compteurs communicants ont été identifiés. Tous ces articles concernaient des compteurs communiquant par ondes radioélectriques ; aucun ne traitait des compteurs CPL. La pertinence de ces publications pour l'expertise a été évaluée par la lecture de leur titre, de leur résumé et le cas échéant par la lecture de l'article intégral. Au final, 4 articles consacrés à l'exposition aux radiofréquences émises par des compteurs communiquant par ondes radioélectriques ont été inclus dans la révision de cet avis.</u></p> <p><u>En 2020, Aerts <i>et al.</i> ont conduit une étude dans le but d'évaluer l'intensité maximale du champ électrique émis par des compteurs communicants de type « radio », émettant dans la bande de fréquences libres à 915 MHz, aux États-Unis. Différentes configurations ont été testées en laboratoire : un compteur unique, ainsi que des groupes de 24 ou 48 compteurs. D'autres mesures ont été réalisées <i>in situ</i> dans cinq environnements urbains différents : maisons mitoyennes et habitats collectifs disposant de groupements de compteurs (20, 48 et 81). Le niveau maximal de champ électrique mesuré, à 30 cm d'un compteur unique, se situe selon les configurations de test entre 10 et 13 V/m. Pour les groupes de compteurs (entre 20 et 81), le niveau maximal, à 30 cm, se situe selon</u></p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|------|---------|--|
| | | <p><u>les installations entre 18 et 38 V/m, ce qui est inférieur aux valeurs limites d'exposition préconisées par l'Icnirp (42 V/m). La durée totale d'émission radioélectrique, sur des périodes de 6 minutes, a été évaluée à 0,01% du temps pour un compteur unique, et 13% du temps pour un groupe de 81 compteurs.</u></p> <p><u>En Grande-Bretagne, des études ont été réalisées par l'Agence sanitaire anglaise¹⁷ pour quantifier l'exposition de la population aux compteurs communicants émettant dans la bande de fréquences 2,4 GHz. Ce projet a été réalisé en deux phases visant, la première, à tester des compteurs communicants dans des conditions de laboratoire, afin d'évaluer la densité de puissance rayonnée en fonction de la distance autour de ces compteurs, et la seconde à calculer le DAS produit par un compteur communicant placé à proximité du corps humain, au moyen de simulations numériques.</u></p> <p><u>Peyman <i>et al.</i>, (2017) ont ainsi réalisé des mesures en laboratoire sur une sélection de 39 compteurs communicants (gaz et électricité) fournis par divers fabricants et sociétés de services publics au cours de la période 2013-2015. Hormis pour un compteur particulier mesuré à 91 mW/m², la densité de puissance équivalente maximale mesurée pendant les phases de transmission des compteurs, à 50 cm de distance, était inférieure à 15 mW/m² (le niveau de référence préconisé par l'Icnirp est de 10 W/m²). La durée des émissions radioélectriques a été mesurée à 1 % du temps.</u></p> <p><u>Pour compléter ces mesures réalisées en laboratoire, Qureshi <i>et al.</i> (2018) ont effectué des calculs de DAS sur des modèles numériques de corps humain : une femme de 23 ans, un homme de 34 ans et un enfant de 7 ans. Vingt-quatre scénarios différents ont été étudiés : positions des mannequins debout ou allongée, positionnement des compteurs à différentes hauteurs et distances par rapport au corps, en faisant également varier l'orientation des antennes d'émission. La configuration la plus pénalisante a été obtenue pour l'exposition du modèle d'enfant avec un compteur fonctionnant à 2,45 GHz placé à 15 cm de distance (DAS = 1,9 mW/kg). Toutes les valeurs de DAS obtenues sont très faibles, et très inférieures aux valeurs limites d'exposition réglementaires (2 W/kg).</u></p> <p><u>En complément à ces deux études, la même équipe a effectué des mesures sur un échantillon de 20 habitations (individuelles et appartements) équipées de compteurs communicants qui opèrent dans la bande 2,4 GHz, conçus par 8 fabricants différents, dans différentes régions de Grande Bretagne (Calderon <i>et al.</i>, 2019).</u></p> <p><u>Les résultats montrent que la densité de puissance efficace maximale, dans les maisons individuelles, est de 0,26 mW/m² à 50 cm de distance. Dans le cas des groupes de compteurs en habitat collectif, la densité de puissance efficace maximale moyennée sur 6 minutes est de 12,1 mW/m² à 50 cm. Toutes ces valeurs sont inférieures aux niveaux de référence préconisés par l'Icnirp pour l'exposition du grand public. À noter que les valeurs mesurées dans le cas des groupes de compteurs sont inférieures à celles mesurées en laboratoire (Peyman <i>et al.</i> 2017).</u></p> <p><u>Les résultats des mesures d'exposition aux radiofréquences dans les habitations montrent, selon les auteurs, que l'exposition moyenne aux compteurs communicant dans la bande des 2 GHz est inférieure à celle liée au Wi-Fi (ce qui peut s'expliquer en partie par le fait que la durée globale de communication ne dépassait pas 1,2 % du temps, contre 12 % par exemple pour les réseaux locaux</u></p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|---------------|---------|---|
| | | <p><u>de type Wi-Fi) ; les auteurs de l'étude ajoutent qu'il est ainsi difficile d'isoler la contribution des compteurs communicants à l'exposition globale dans une maison.</u></p> <p><u>Les données de la littérature indiquent que l'exposition liée aux compteurs communicants utilisant des ondes radioélectriques est faible, et très inférieure aux valeurs limites d'exposition réglementaires.</u></p> <p><u>Notes de bas de page</u> <u>¹⁷ Radiation Dosimetry Department, Public Health England.</u></p> |
| Révision 2023 | 18 | <p><u>Ajout – section 3 Analyse et conclusions du CES - Évaluation des effets sanitaires</u></p> <p><u>DeuxTrois expertises ont été réalisées ces dernières années par l'Anses (Afsset, 2009b et Anses, 2013) globales sur les effets sanitaires potentiels des radiofréquences. ont été réalisées par l'Anses : en 2009 (Afsset, 2009b), en 2013 (Anses, 2013) et en 2016 spécifiquement sur l'exposition des enfants (Anses 2016)¹⁸.</u></p> <p><u>Note de bas de page</u> <u>¹⁸ D'autres expertises concernant les effets éventuels d'applications utilisant des radiofréquences ont par ailleurs été publiées, par exemple sur la compatibilité électromagnétique des dispositifs médicaux (2016), l'électrohypersensibilité (2018), les téléphones mobiles de DAS élevés (2019), ou encore l'exposition aux technologies 5G (2020 et 2022).</u></p> |
| Révision 2023 | 19 | <p><u>Ajout – section 3 Analyse et conclusions du CES - Évaluation des effets sanitaires</u></p> <p><u>Par ailleurs, l'expertise publiée par l'Anses en 2016, qui concernait l'exposition des enfants aux radiofréquences, a souligné les éléments suivants :</u></p> <p><u>[...] d'après les études disponibles analysées portant sur les effets sanitaires des radiofréquences, les travaux d'expertise collective permettent de conclure à un effet possible des radiofréquences sur :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>• les fonctions cognitives : les résultats montrant des effets aigus se basent sur des études expérimentales dont la méthodologie est bien maîtrisée ;</u> <u>• le bien-être : ces effets pourraient cependant être liés à l'usage du téléphone mobile plutôt qu'aux radiofréquences qu'il émet.</u> <p><u>En revanche, les données actuelles ne permettent pas de conclure à l'existence ou non d'un effet des radiofréquences chez l'enfant sur :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>• le comportement ;</u> <u>• les fonctions auditives ;</u> <u>• les effets tératogènes et le développement ;</u> <u>• le système reproducteur mâle et femelle ;</u> <u>• les effets cancérigènes ;</u> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|---------------|---------|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • <u>le système immunitaire ;</u> • <u>la toxicité systémique.</u> |
| Révision 2023 | 20 | <p><u>Modification - section 3 Analyse et conclusions du CES – Conclusions du CES</u></p> <p><u>Pour transmettre des informations,</u> les compteurs communicants, pour échanger des informations, mettent en œuvre une transmission radioélectrique ou par courant porteur en ligne (pour Linky).</p> |
| Révision 2017 | 20 | <p><u>Ajout - section 3 Analyse et conclusions du CES – Conclusions du CES</u></p> <p><u>Les nouvelles données permettent d'identifier un trafic plus important que celui initialement annoncé par l'opérateur du déploiement des compteurs Linky, entraînant une durée d'exposition plus longue que prévue, sans que les niveaux de champ électromagnétique soient plus élevés.</u></p> <p><u>Toutefois, les niveaux d'exposition restent faibles et ne remettent pas en cause les conclusions initiales sur les effets sanitaires.</u></p> |
| Révision 2023 | 20-21 | <p><u>Ajout - section 3 Analyse et conclusions du CES – Conclusions du CES</u></p> <p><u>Les nouvelles données concernant l'identification des trames de communication des compteurs Linky montrent une très forte variabilité horaire. Les trames détectées pour des compteurs de type G3 lors des campagnes du CSTB en 2020 semblent moins nombreuses que pour les compteurs G1 testés en 2016, ce qui est cohérent avec les mesures réalisées par l'ANFR depuis 2018. Le trafic reste cependant plus important que celui initialement annoncé par l'opérateur du déploiement des compteurs Linky, avec une durée globale d'exposition plus longue que prévue. Les informations apportées par Enedis lors d'échanges avec l'Anses confirment les observations du CSTB : à la télé-relève des index de consommation s'ajoutent de nombreuses trames de communications CPL, par exemple pour surveiller l'état de fonctionnement des compteurs et leur bonne configuration, ou encore pour récolter des statistiques de fonctionnement et fournir des services à des opérateurs tiers, communiquer lors d'opérations de maintenance du réseau.... Les niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques émis lors des communications initiées par les compteurs Linky, tels que mesurés dans de nombreuses situations chez des particuliers (mesures CSTB et ANFR), sont cependant très faibles et très inférieurs aux valeurs limites d'exposition réglementaires. Il en est de même pour l'exposition aux champs électromagnétiques émis par le module ERL optionnel (équipement radio local).</u></p> <p><u>Ces nouveaux éléments ne remettent donc pas en cause les conclusions formulées en juin 2017 sur les effets sanitaires (voir ci-après).</u></p> |
| Révision 2023 | 21 | <p><u>Modification - section 3 Analyse et conclusions du CES – Conclusions du CES</u></p> <p>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</p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|---------------|---------|--|
| | | <p>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 ; Anses, 2016).</p> <p>[...]</p> <p>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,...).</p> <p>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), <u>émetteur radio Linky (ERL)</u>, la mise à jour de l'expertise « Radiofréquences et santé » publiée par l'Anses en 2013 ne met <u>l'expertise spécifique sur l'exposition des enfants ne mettent</u> pas en évidence d'effets sanitaires avérés pour ces gammes de fréquences (Anses, 2013), <u>2016</u>).</p> |
| Révision 2023 | 21 | <p><u>Modification - section 3 Analyse et conclusions du CES – Recommandations du CES</u></p> <p>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.</p> <p>Il paraît 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.</p> <p>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 paraît 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.</p> <p><u>Les recommandations formulées dans les précédents avis publiés en décembre 2016 et juin 2017, en particulier concernant la caractérisation de l'exposition, ont pour la plupart d'entre elles donné lieu à la réalisation de nouveaux travaux, dont les résultats sont à présent disponibles. Les recommandations présentées ci-dessous rassemblent donc celles exprimées en 2016 et 2017 toujours d'actualité, ainsi que celles qui tiennent compte de nouveaux éléments de connaissance disponibles en 2022.</u></p> |
| Révision 2023 | 22 | <p><u>Modification - section 3 Analyse et conclusions du CES – Recommandations du CES</u></p> |

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 ;
- la présence, notamment au domicile, de nombreuses sources de rayonnement électromagnétique dans des bandes de fréquences voisines du CPL, et plus encore dans celles des compteurs à ondes radioélectriques, en particulier liée au développement des objets connectés ;
- 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 ;~~

le CES recommande :

- de réaliser des simulations ou des mesures permettant d'estimer l'exposition maximale, au fur et à mesure des évolutions des technologies et des usages, dans des scénarios potentiellement les plus défavorables, impliquant par exemple :
 - un compteur Linky (ou autre dispositif) ou un câble électrique supportant une communication en CPL émettant en continu et placé proche d'une personne ;
 - une combinaison de dispositifs électriques utilisés très proches du corps humain (fauteuils, lits à commandes électriques, etc.) ;
- de prévoir une durée d'observation suffisante à la mise en évidence de trames CPL Linky, dans le cadre des mesures de l'exposition aux champs électromagnétiques.
- ~~En complément, le CES recommande d'étudier 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 ;~~

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|---------------|---------|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p><u>l'efficacité de filtres permettant d'éviter la propagation des signaux CPL à l'intérieur des logements.</u></p> |
| Révision 2023 | 22-23 | <p><u>Modification - section 3 Analyse et conclusions du CES – Recommandations du CES</u></p> <p>S'agissant des recommandations en matière d'études et de recherche :</p> <p>Considérant en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'absence le manque de données sur les effets sanitaires <u>éventuels</u> 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 des compteurs communicants ; • le développement et la diffusion croissante des objets connectés ; <p><u>le CES recommande :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>■ 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)</p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|------|---------|--|
| | | <p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>1. Caractérisation du rayonnement des câbles par des mesures en laboratoire</p> <p>Les mesures réalisées en laboratoire par le CSTB sur des compteurs G1 et G3 permettent de mettre en avant les conclusions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 décroît 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). <p>2. Identification des communications CPL dans un logement</p> <p>Les mesures de courant réalisées <i>in situ</i> 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.</p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|------|---------|--|
| | | <p>3. Mesure des niveaux d'exposition dans des logements</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Toutes configurations de mesure confondues, le niveau maximum de champ magnétique mesuré <i>in situ</i> est environ 6 000 fois inférieur à la valeur limite d'exposition réglementaire.</p> <p>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.</p> <p>Conclusion du CES</p> <p>Ces nouvelles données permettent d'identifier un trafic plus important que celui initialement annoncé par l'opérateur du déploiement des compteurs Linky, entraînant une durée d'exposition plus longue que prévue, sans que les niveaux de champ électromagnétique soient plus élevés.</p> <p>Toutefois, les niveaux d'exposition restent faibles et ne remettent pas en cause les conclusions initiales sur les effets sanitaires.</p> <p>Ces nouvelles données amènent le CES à compléter les recommandations initiales par les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • d'encourager des travaux portant sur l'adéquation des normes de compatibilité électromagnétique (CEM) actuelles avec les valeurs limites d'exposition des personnes, en prenant en compte le développement des objets communicants. Les aspects cumulatifs des champs rayonnés par ces objets pourraient également être étudiés ; • de poursuivre l'étude des effets sanitaires éventuels des expositions aux champs électromagnétiques dans la gamme de fréquences entre 1 kHz et 30 MHz, notamment en milieu professionnel ; |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|---------------|---------|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • <u>de recenser, sur le terrain, tout effet perçu sur le bien-être ou la santé à la suite de l'installation des compteurs communicants et de mener des études pour distinguer de possibles effets sanitaires directement liés à l'exposition de ceux dus à un effet <u>nocebo</u> ;</u> • <u>que, suite à la suppression en 2019 de la taxe additionnelle à l'IFER (imposition forfaitaire sur les entreprises de réseaux), qui finançait le programme annuel de recherche « radiofréquences et santé », les entreprises déployant les compteurs communicants portent les coûts associés à l'ensemble des recommandations en matière d'études et de recherche ;</u> • <u>de manière générale, de réaliser des études préalablement au déploiement massif de nouvelles technologies susceptibles d'augmenter l'exposition humaine aux champs électromagnétiques. Ces études doivent permettre d'évaluer les niveaux d'exposition et, si possible, leur impact éventuel sur la santé et le bien-être.</u> <p><u>Dans un souci de transparence vis-à-vis des différents acteurs, le CES souligne l'importance de rendre accessibles les caractéristiques techniques des compteurs communicants et les résultats des études scientifiques portant sur l'exposition aux champs électromagnétiques émis par les communications CPL.</u></p> <p><u>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.</u></p> |
| Révision 2023 | 23-24 | <p><u>Modification - section 4 – Conclusions et recommandations de l'Agence</u></p> <p>L'expertise réalisée permet de dégager deux situations différentes : les</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>celle relative aux compteurs communicants à émission radioélectrique (pour le gaz et eau) d'une part, l'eau qui communiquent au moyen d'émissions radioélectriques</u> pour lesquels les technologies de communication radio et les expositions associées sont connues, et les ; - <u>celle propre aux compteurs d'électricité Linky d'autre part, impliquant une communication CPL par courant porteur en ligne (CPL).</u> <p>Pour ces derniers, les récentes mesures d'exposition aux champs électromagnétiques émis par les signaux CPL des compteurs Linky de troisième génération (G3) effectuées d'une part par le CSTB pour, à la demande de l'Anses ont permis d'améliorer la compréhension du protocole de communication entre les compteurs et les concentrateurs (durée, et par l'Agence nationale 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 fréquences (ANFR) d'autre part, mettent également en évidence la une très forte 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 horaire des signaux de communication 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</p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|------|---------|---|
| | | <p>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. L'opérateur du déploiement de ces compteurs, Enedis, précise qu'en complément du relevé quotidien de l'index de consommation, les compteurs Linky envoient d'autres signaux de communication. En pratique, si la durée totale quotidienne des émissions des compteurs Linky est plus élevée qu'anticipée à l'origine, les niveaux d'exposition aux champs électromagnétiques émis par les câbles électriques lors de ces communications, tels que mesurés dans de nombreuses situations chez des particuliers, sont cependant très faibles et très inférieurs aux valeurs limites d'exposition réglementaires. Il en est de même pour l'exposition aux champs électromagnétiques émis par le module ERL (émetteur radio Linky) optionnel.</p> <p>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, entraînant une durée d'exposition plus longue que prévue, sans pour autant que les niveaux de champ électromagnétique soient plus élevés.</p> <p>Les campagnes de mesure ont en effet L'ANFR a par ailleurs actualisé son protocole de mesure de l'exposition aux radiofréquences, et intégré dans le dispositif national de mesure la possibilité pour les particuliers de solliciter des mesures d'expositions aux champs électromagnétiques émis par les compteurs communicants. L'ANFR a ainsi publié trois rapports de synthèse des mesures concernant les compteurs Linky, en 2018, 2019 et 2020. Ces campagnes de mesure ont également 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.).</p> <p>Compte tenu des résultats des campagnes de mesure de l'exposition engendrée au domicile par les compteurs Linky, réalisées par le CSTB et l'ANFR, et des nouvelles données bibliographiques récoltées, l'Anses indique que les conclusions formulées dans les précédentes versions de cet avis restent valables.</p> <p>Ainsi, 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 compte tenu des très faibles niveaux d'exposition attendus mesurés ainsi que les des conclusions des expertises précédentes (Afsset 2009, Anses 2013) vont dans le sens d'une, Anses 2016) : il est très faible probabilité peu probable que l'exposition aux champs électromagnétiques émis, aussi bien pourtant par les compteurs communicants radioélectriques que pour par les autres (CPL), puisse engendrer des effets sanitaires à court ou long terme.</p> <p>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 raisonnablement prévisible, s'agissant en particulier de la fréquence et de la durée des expositions aux champs électromagnétiques auxquelles ces technologies peuvent conduire.</p> <p>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.</p> |

| Date | Page(s) | Description de la modification |
|------|---------|--|
| | | <p>Au-delà, compte tenu d'incertitudes<u>des incertitudes</u> 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.<u>éventuels dans la gamme de fréquences autour du kilohertz.</u> Dans cet objectif, l'Anses rappelle les limites de l'enveloppe budgétaire dont elle dispose pour financer des projets de recherche sur le thème « Radiofréquences et santé » dans le cadre du programme national de recherche environnement santé travail (PNR EST) ; elle note à cet égard la recommandation des experts d'une implication des entreprises concernées pour le financement de tels travaux. Elle recommande donc aux pouvoirs publics de réfléchir à un mécanisme permettant d'accroître les financements au bénéfice du progrès des connaissances.</p> <p>Enfin, on notera<u>l'Agence note</u> 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, <u>associés en particulier à l'essor de la 5G, concerneront</u> 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 <u>ou villes dits « intelligents, villes intelligentes, »,</u> etc.).</p> |