



HAL
open science

Observation et analyse des mécanismes expérimentaux impliquant la récupération des données de consommation issues du compteur Linky : des expériences Etudelec à xKy

Jérôme Ferrari, Frédéric Wurtz, Benoit Delinchant, Anaïs Bovet, Christophe Boisseau, Daniel Llerena

► To cite this version:

Jérôme Ferrari, Frédéric Wurtz, Benoit Delinchant, Anaïs Bovet, Christophe Boisseau, et al.. Observation et analyse des mécanismes expérimentaux impliquant la récupération des données de consommation issues du compteur Linky : des expériences Etudelec à xKy. IBPSA 2024, IBPSA, May 2024, La rochelle, France. hal-04574849

HAL Id: hal-04574849

<https://hal.science/hal-04574849v1>

Submitted on 14 May 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

Observation et analyse des mécanismes expérimentaux impliquant la récupération des données de consommation issues du compteur Linky : des expériences Etudelec à xKy

Jérôme Ferrari^{1*}, Frédéric Wurtz¹, Benoit Delinchant¹, Anaïs Bovet¹, Christophe Boisseau¹, Daniel Llerena²

¹ Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP**, G2Elab, 38000 Grenoble, France

² Univ. Grenoble Alpes, CNRS, INRAE, Grenoble INP**, GAEL, F-38000 Grenoble, France

** Institute of Engineering Univ. Grenoble Alpes.

*jerome.ferrari@g2elab.grenoble-inp.fr

RESUME. Dans le cadre de la transition énergétique et écologique, les bâtiments se tournent vers une électrification de plus en plus importante. Cette transition impliquant de nouvelles stratégies de monitoring basées sur une récupération de données, souvent qualifiées d'intrusives pour la vie privée. Cet article présente du point de vue technique et juridique la mise en place de deux expérimentations de type science participative à l'échelle nationale supportées par l'Observatoire de la Transition Énergétique (OTE) et incluant la récupération de données issues du compteur Linky avec des résolutions temporelles différentes.

MOTS-CLÉS : Collecte de données, science participative, RGPD

ABSTRACT. As part of the energy and ecological transition, buildings are turning towards increasing electrification. This transition involves new monitoring strategies based on data recovery, often described as intrusive to privacy. This article presents from a technical and legal point of view the implementation of two participatory science type experiments on a national scale supported by the Energy Transition Observatory (OTE) and including the recovery of data from the Linky meter with different temporal resolutions.

KEYWORDS : Data collecting, participative science, RGPD.

1. UN CONTEXTE SOCIETALE DE TRANSITION

1.1. UN BESOIN EMERGENT

L'Observatoire de la Transition Énergétique (OTE), souhaite opérer un suivi à long terme de processus sociotechniques fondamentaux liés à la transition énergétique que sont en particulier les phénomènes de sobriété et de flexibilité de consommation énergétique. Par sa nature, l'OTE se retrouve à l'interface des questions d'évolution des sociétés et de leurs pratiques en interaction avec les infrastructures technologiques et matérielles de consommation énergétique.

Ce processus scientifique d'« observations » sur le temps long a été initié en septembre 2022 et a permis d'avoir des premières mesures, études et observations, en particulier lors de la crise énergétique de l'hiver 2022-2023, avec notamment les études intitulées Etudelec I&II&III (OTE, 2023a) comptant 400 participants : Ces études interdisciplinaires sont menées à l'interface des laboratoires GAEL et G2ELAB, et permettent de recueillir des données d'enquêtes par questionnaire et des courbes de consommation énergétique avec la résolution du système Linky (par pas de temps de 30 min avec données récupérées en temps différé de 24 à 48 heures).

En parallèle dans le cadre de l’OTE, le G2ELAB a développé un dispositif de type ERL en open-source et en open hardware, qui se connecte sur le compteur Linky (via la prise TIC du compteur Linky accessible à tout usager) ce qui permet d’augmenter la résolution et la réactivité temporelle des séries de mesures énergétiques réalisées (en permettant l’accès aux mesures en temps réels et en permettant une fréquence de mesure atteignant les 10 s). Ce dispositif est actuellement déployé dans une étude de terrain sous le format de science participative intitulé xKy dans laquelle nous recrutons actuellement près de 250 foyers ([OTE. 2023b](#)).

1.2. UN BESOIN DE TRANSPARENCE

Le compteur Linky ayant une place particulière dans notre société d’une part à cause de la méfiance suite aux controverses entourant ces compteurs intelligents ([Danieli. 2018](#)) mais aussi par la mise en place d’une législation stricte protégeant les données produites par ceux-ci, une question primordiale s’est alors imposée aux études présentes et futures de l’OTE utilisant des données issues du Linky. Cette question est la suivante : comment rendre accessible les données de consommation électrique au monde de la recherche de façon reproductible et transparente, tout en assurant le respect de la réglementation et de la vie privée ?

2. VERS UNE BOITE A OUTILS JURIDIQUE ET TECHNIQUE TRANSPARENTE

2.1. IDENTIFICATION DES DONNEES

En 2019, un travail amont d’identification des types de données sensibles et communes recueillies lors des futures expérimentations supportées par l’OTE a été effectué afin de permettre la réflexion sur une normalisation des procédures juridique et technique. Le tableau 1 synthétise les quatre grandes catégories identifiées lors de cette phase.

Etat civil	nom, prénom, année de naissance, profession
Données de contact	adresse mail, téléphone, adresse postale
Constitution de l’environnement du foyer	nombre de personnes, propriétaire/locataire, surface, année de construction, aide de l’état, type de chauffage principal, fournisseurs d’énergie, type de mobilité
Données de consommations	factures, données de consommation brutes

Tableau 1 : Identification des données

Nous pouvons préciser que la source des données de consommation peut changer en fonction de la résolution temporelle nécessaire aux études menées mais nécessite le même traitement juridique.

2.2. CREATION D’UNE BOITE A OUTILS JURIDIQUE ET TECHNIQUE

Suite à la phase d’identification, l’équipe a commencé à travailler sur la mise en place d’une boîte à outils incluant un support juridique ainsi que le déploiement des phases techniques de stockage, d’accès, d’anonymisation et de pérennisation des données issues des expérimentations.

2.2.1. La couverture juridique afin de protéger la vie privée

En ce qui concerne le support juridique, le groupe de travail de l’OTE en partenariat avec le délégué à la protection des données (DPO) de l’Université Grenoble Alpes a élaboré trois documents modèles donnant un cadre transparent réutilisable lors des expérimentations. Ces documents sont les suivants :

- **RGPD – Instruction de traitement administratif** : Ce document contient dans son intégralité le contexte de l’étude ainsi que la finalité de l’utilisation des données de celle-ci. Les types de

données sont décrits de façon exhaustive avec possibilité de nouveaux ajouts au travers d'une annexe. Le cycle de la donnée est quant à lui décrit dans le court et le long terme. Cette description schématisée de façon claire où sont stockées les données ainsi que le processus d'habilitation d'accès à celles-ci afin de garantir une sécurisation et une traçabilité lors de contrôle. ([CNIL. 2018](#))

- **Notice et consentement à l'accès aux données** : Du point de vue juridique la notice d'information et le consentement sont deux documents séparés, cependant dans la pratique ceux-ci sont fusionnés dans un document unique qui résume de façon claire et exhaustive au participant de l'étude le déroulement de l'expérimentation ainsi que la façon dont leurs données sont utilisées. Ce document rappelle au participant son droit d'accès, de rectification, de limitation du traitement, d'opposition ou d'effacement de ses données. Une fois lu, le document est daté et signé par le participant afin de valider leur consentement avisé et éclairé.

- **Formulaire d'habilitation d'accès aux données** : Ce document signé par tout personnel travaillant sur les données issues du serveur de l'OTE dans le cadre d'une expérimentation décrit de façon exhaustive les données utilisées ainsi que le cadre de leur utilisation. Un rappel des engagements moraux et juridiques vis-à-vis de la mauvaise utilisation ou du détournement des données est inclus dans ce formulaire. Techniquement ce document n'a pas de réelle valeur juridique mais rentre dans le cadre des « bonnes pratiques » permettant en interne la traçabilité de l'accès aux données personnelles.

2.2.2. La couverture juridique du point de vue des acteurs extérieurs

Un autre aspect en lien avec l'aspect juridique mais faisant le pont avec la technique de récupération des données a été construit en s'appuyant sur la plate-forme de service public Enedis basée sur l'infrastructure Linky, ce qui a été le cas pour les Etudes OTE Etudelec. Dans ce but, l'OTE a dû passer un contrat avec ENEDIS dit « Tiers de confiance » avec dans un premier temps le Laboratoire d'Economie Appliquée de Grenoble (GAEL) comme laboratoire support, ce qui permet à l'OTE d'accéder aux outils nécessaires, en utilisant les plateformes d'ENEDIS afin de pouvoir extraire ou recevoir les données de consommation depuis les serveurs d'Enedis. Ce document pose les règles d'accès et d'utilisation de la plateforme d'échanges d'Enedis stipulant les champs d'applications. Ces règles d'accès définissent pour une liste d'interlocuteurs les médias de transmission des flux (API, Envoi sur un serveur FTP, ...). Ce document pour finir, fournit un modèle de consentement permettant ENEDIS d'être le tiers de confiance chargé de fournir les données de consommation à un autre acteur, pour lequel le consommateur donne un consentement à l'accès à ces données. Par ce biais, nous pouvons disposer, dès lors que nous disposons du consentement éclairé du titulaire de contrat de fourniture d'énergie (autrement dit le consommateur derrière le compteur Linky) de la courbe de charge du consommateur : il s'agit d'une courbe avec un pas d'échantillonnage allant de 10 à 30 min que la plate-forme ENEDIS nous fournit avec un délai de 24 à 48h. Dans un futur proche, le G2Elab prendra le relais du GAEL en tant que laboratoire support pour ce contrat.

2.2.3. Les états de l'art des données énergétiques disponibles en accès ouvert

Nous nous proposons de réaliser ici un état de l'art des séries temporelles de mesures de consommation énergétiques disponibles à l'échelle française en « open-access » (ou accès ouvert). Dans cette perspective, les séries temporelles des consommations énergétiques à différentes échelles spatiales et temporelles disponibles sont :

- Le suivi national sur la consommation nationale fournit par RTE via les sites eco2-mix ou Enedis fournissant la consommation nationale avec un pas de temps pouvant osciller entre 1h, 30 min et 10 min ([RTE. 2023a](#))

- Ces mesures sont à présent complétées à ce niveau institutionnel par des études relevant de l'enquête sociale de type sondage déclaratif sur des panels institutionnels à l'échelle nationale à l'instar de l'étude IPSOS-RTE. ([RTE. 2023b](#))
- Des mesures et séries temporelles avec des pas de 30 min à 1h sont disponibles à des échelles spatiales plus régionales à l'instar des open-data fournis par Enedis. ([ENEDIS. 2022c](#))
- Des mesures des évolutions globales de sobriété faites par Enedis et RTE sont disponibles aux échelles nationales et régionales avec des pas de mesure de 1 semaine, agrégées par catégories d'utilisateurs (particuliers, entreprises, industrie, ...) et corrigées des variations saisonnières de températures. ([ENEDIS. 2022b](#)) et ([RTE. 2023c](#))
- Jusqu'à des mesures locales, avec Enedis qui fournit des données qui vont à des échelles spatiales très fines de l'ordre de l'adresse postale, mais dans ce dernier cas la donnée disponible agrège nécessairement un nombre significatif d'utilisateurs (au moins une dizaine) et la résolution temporelle se dégrade pour se ramener à des grandeurs annuelles. ([ENEDIS. 2022a](#))
- A côté des données précédentes, disponibles en accès ouvert, on peut rappeler qu'il existe la possibilité d'accès moins ouvert car accessible seulement aux entités gérant et ayant signé avec ENEDIS un contrat de type « tiers de confiance », et apte à recueillir le consentement d'un particulier (lorsqu'il s'agit de données personnelles afin de pouvoir récupérer les données historiques de consommation par pas de 30 min avec un décalage de 24 à 48h, à l'instar de ce que l'OTE a déployé dans les études

2.2.4. Nécessité de l'évolution des outils

L'état de l'art précédent nous montre que les données disponibles en accès ouvert (OpenData), ne combinent jamais simultanément **ET** une précision spatiale **ET** une précision temporelle **ET** une précision d'identification des usages et des utilisateurs (typiquement si on affine la précision spatiale, la précision temporelle est dégradée, et la précision d'usage est nécessairement masquée par des effets d'agrégation empêchant l'accès aux utilisateurs « producteurs » des données). Cette non accessibilité ouverte des données à des échelles qui soient simultanément fines dans les dimensions spatiales **ET** temporelles **ET** d'usages implique « un angle mort » pour une recherche ouverte apte à étudier les questions sociales et techniques de la transition énergétique et ayant pour ambition une approche capable d'aller des échelles globales aux échelles locales et individuelles liées particulièrement aux usages et aux utilisateurs.

La possibilité d'utiliser l'approche tiers de confiance permet en partie de combler cet angle mort, en déployant les efforts nécessaires pour gérer un contrat de type tiers de confiance, et en recueillant les consentements des sujets par des campagnes de recrutement, ce que nous pratiquons dans l'OTE via les études Etudelec. Si cette dernière approche nous permet ainsi de remonter jusqu'à la finesse spatiale du logement, et jusqu'aux données d'usage et de consommation des foyers, elle reste cependant limitée par les capacités du système tiers de confiance tel que déployé par ENEDIS dans le cadre de sa délégation de service public à savoir : être limité dans la réactivité temporelle puisque les données ne sont disponibles que 24 à 48h après la consommation effective, et de plus la résolution temporelle de la consommation est limitée de façon standard à des pas allant de 10 à 30 min.

Pour pallier à cet « angle mort » des données ouvertes, et augmenter à la fois la réactivité et le pas de mesure temporel, l'ajout d'un (Emetteur Radio Local) ERL permettant de se connecter sur la prise TéléInfoClient (TIC) du Linky et de remonter en temps réel a été étudié. Un premier état de l'art a été publié sur le site [miniprojets.net](#) ([Miniprojet. 2022](#)) montrant que les solutions existantes possédaient des limites (besoin d'une passerelle en plus pour communiquer, besoin d'une alimentation externe, prix excessif, passerelles propriétaires, non accès aux données direct).

C'est à la suite de cette étude que le G2Elab a développé un ERL capable de remonter par pas de 10 secondes les données issues de celui-ci (index, puissance apparente, option tarifaire, ...) et de façon autoalimentée par la prise TIC. Cet ERL ainsi que la chaîne de traitement des données ont été développés avec une vision « open-source » et « open-hardware », dans une étude de l'OTE intitulée xKy afin d'apporter une transparence autant au niveau juridique que technique. Le but de cette démarche est de permettre aux participants des futures expérimentations de savoir où et comment sont traités leurs données mais aussi de pouvoir piloter en temps réel leur installation domotique en fonction du tarif en cours si celle-ci est déjà existante.

Afin de tester et d'améliorer cet ERL ainsi que son écosystème en tant que support aux futures recherches, une expérimentation sous le format science participative a débuté début octobre 2023 avec 250 participants. Le but de cette étude est de déterminer les verrous sociaux et technologiques impliquant un tel dispositif (accessibilité, acceptabilité, fiabilité ...). Actuellement, grâce aux premiers retours, le dispositif possède maintenant 3 versions de moyens de communication (LoRa ([Ferrari et al. 2021](#)), Wifi ([Ferrari. 2022](#)) et Ethernet ([Ferrari. 2023](#))) une série d'une vingtaine de scripts permettant de rendre automatique le déploiement du dispositif en allant de la configuration automatique de l'ERL jusqu'à la création et à la configuration automatique d'une interface de visualisation des données personnelle pour chaque participant. Une supervision des ERL déployés a aussi été créée permettant aux équipes de recherche de pouvoir suivre et connaître la qualité des données remontées. Cette expérience utilise l'architecture de test suivante (Figure 1)

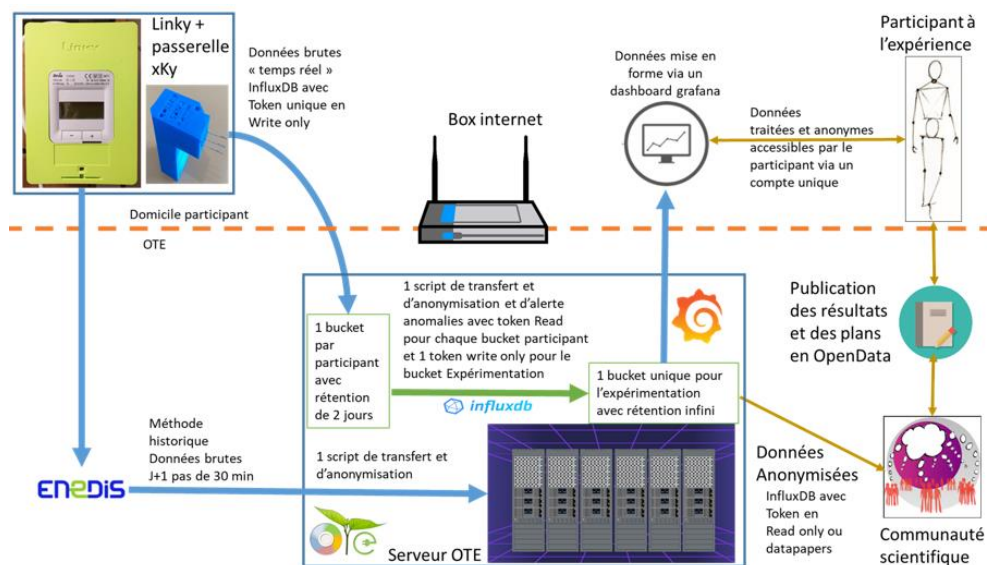


Figure 1 : Architecture technique du projet xKy

Par analogie avec les grands instruments de la recherche spatiale nous pourrions assimiler l'ensemble des outils utilisés par l'OTE à un télescope « socio-technique » qui permet de zoomer des grandes échelles (les OpenData) aux plus petits détails (projet xKy).

2.2.5. Vers un écosystème ouvert et complet pour les équipes de recherches

L'OTE dans un esprit de science ouverte met à disposition l'architecture juridico-technique illustrée par le schéma (Figure 2) suivant afin de permettre aux équipes de recherche travaillant sur des questions impliquant l'utilisation de données issues du compteur Linky de pouvoir se concentrer sur leur cœur de métier sans devoir essayer tous les écueils administratifs et technique. Nous pouvons rajouter que cette architecture est aussi accompagnée d'un volet social grâce à un ensemble d'environ 3000 personnes ayant déjà adhéré au panel de l'OTE et partantes pour des expérimentations autour des sujets de la

transition (voir le lien <https://ote.univ-grenoble-alpes.fr/adherez/> pour participer au panel de l'OTE).

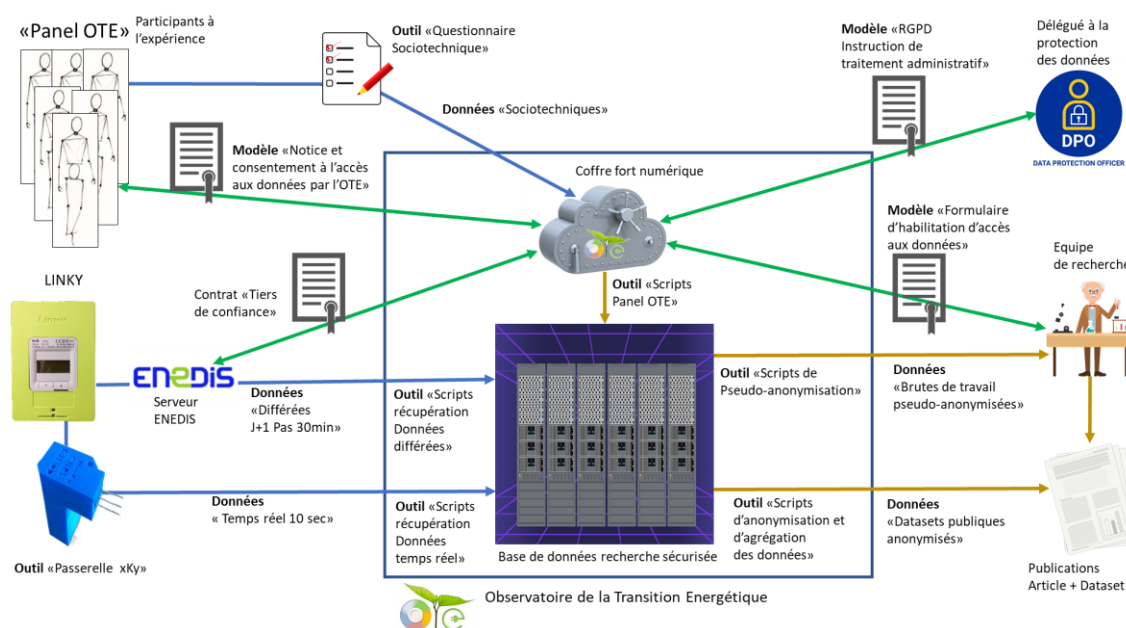


Figure 2 : Architecture juridico-technique de l'OTE

2.3. OUVRIR LA SCIENCE AU CITOYEN

2.3.1. Nécessité de créer un pont entre le citoyen et le monde de la recherche

A l'instar du projet « Derrière le blob, la recherche » d'Audrey Dussoutor (CNRS, 2022), le projet xKy cherche à créer un couple chercheurs/participants au travers du prisme de la science participative pour faire progresser les connaissances. Le projet xKy s'inspire de cette première expérience sur la démarche d'apporter une solution à objectif double qui servent à la fois les chercheurs et les participants. Pour l'expérience sur le Blob, il s'agissait pour les chercheurs de pouvoir reproduire à très grande échelle différents protocoles expérimentaux alors que pour les volontaires, il s'agissait de réaliser une expérience tout en apprenant la démarche scientifique, de la conception d'un protocole jusqu'à la publication des résultats. Pour le projet xKy, l'objectif pour les participants est de comprendre et de réduire leur dépense énergétique alors que pour les chercheurs, l'objectif est de trouver une méthode ou un dispositif pour rendre accessible les données de consommations fines.

2.3.2. Rendre le dispositif ouvert et transparent pour tous

Afin de rendre l'écosystème xKy accessible à toutes les personnes inscrites dans l'expérimentation (chercheurs, participants) mais aussi permettre aux personnes extérieures de pouvoir le reproduire, l'approche Open-Source a été retenue. Le choix d'une diffusion Open-Source (du dispositif jusqu'au traitement des données à l'exception des données à caractère personnel) apporte une transparence dans la mécanique utilisée permettant à tout moment aux participants de comprendre chaque partie du processus et de savoir où et comment sont utilisées leurs données. Le média de diffusion des plans, codes et algorithmes est le gitlab du Gricad de l'UGA (<https://gricad-gitlab.univ-grenoble-alpes.fr>).

En parallèle, la mise en place d'un outil de supervision collaboratif accessible à la fois par les équipes de recherche et les participants permet de vérifier le bon fonctionnement de l'expérimentation (OTE, 2023c) (Figure 3) ainsi qu'une interface de démonstration pour les futurs participants (Figure 4)

Depuis le début de l'expérimentation, 34 améliorations ont été apportées au dispositif via cette démarche collaborative (allant de l'auto-détection du type de contrat à l'intégration dans des systèmes domotiques préexistants). Ce travail collaboratif a aussi permis grâce aux différents niveaux de

compétences de chaque participant dans leur domaine de créer plusieurs tutoriels simplifiant la mise en place ou la mise en route du dispositif chez des participants novices. Cependant, un biais statique a été relevé sur l'étude xKy car 48% des participants sont issus de la catégorie socioprofessionnelle « Cadres et professions intellectuelles supérieures », ce qui est 3,5 fois plus important que le panel INSEE 2020.



Figure 3 : Partie simplifiée de la supervision de l'étude xKy

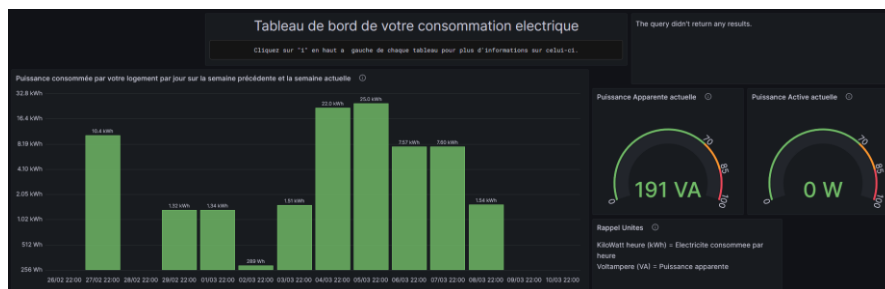


Figure 4 : Interface démonstration pour participants l'étude xKy

Pour finir, dans la future phase de l'expérimentation, le travail va s'orienter vers deux thématiques. La première consistera à la création d'une interface modulaire et auto-générée pour que chaque participant puisse personnaliser sa surveillance et comprendre sa consommation électrique de façon autonome et la seconde sera le montage d'un forum avec une mise en avant de la méthode de réunion TupperWatt afin de permettre aux personnes novices dans le domaine de la réduction d'énergie de pouvoir être accompagnées dans leurs démarches.

3. CONCLUSIONS

Dans cet article, nous montrons que la construction d'un écosystème complet permettant de récupérer les données des compteurs Linky avec une résolution multi-temporelle peut être reproductible et totalement transparente afin de servir dans diverses expérimentations. L'accent mis sur la simplification des méthodologies ainsi que dans la mise en place technique et automatique de la récupération des données permet à des entités de recherche non expertes dans le domaine de l'électricité de pouvoir mener à bien des expérimentations diverses et variées utilisant les données issues de celle-ci.

Pour l'avenir de ce dispositif, nous pouvons imaginer que des équipes issues des Sciences Humaines et Sociales puissent aller sur de nouvelles voies exploratoires liées au domaine de l'électricité de façon autonome. Couvrir la gamme complète de résolution temporelle de permet d'envisager une aide à la transition énergétique au travers d'intelligences artificielles entraînées avec une grande variété de données fines pour in fine être utilisées avec un flux de données moins consommatrice de ressources.

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'Etat gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme « Investissements d'avenir » portant la référence ANR-15-IDEX-02 dans le cadre des projets eco-SESA et Observatoire de la Transition Énergétique.

Le projet xKy est financé par Grenoble-INP SA et soutenu par l'UGA et le CNRS. Ce projet a obtenu le soutien financier du CNRS à travers les programmes interdisciplinaires de la MITI.

4. BIBLIOGRAPHIE

- CNIL. 2018. “Règlement Général de Protection des Données” <https://www.cnil.fr/fr/rgpd-de-quoi-parle-t-on>
- CNRS. 2022. “Le Blob et la démarche scientifique” <https://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/le-blob-et-la-demarche-scientifique>
- Danieli. 2018. Aude Danieli. “La « mise en société » du compteur communicant : innovations, usages et controverses dans les mondes sociaux du compteur d’électricité Linky en France”. Sociologie. Université Paris-Est, 2018. Français. (NNT : 2018PESC0003). (tel-02614235)
- ENEDIS. 2022a. Consommation annuelle résidentielle par adresse <https://data.enedis.fr/explore/dataset/consommation-annuelle-residentielle-par-adresse/information/>
- ENEDIS. 2022b. Agrégats segmentés de consommation électrique <https://data.enedis.fr/explore/dataset/conso-sup36-region/information/>
- ENEDIS. 2022c. Bilan <https://data.enedis.fr/explore/dataset/bilan-electrique-demi-heure/information/>
- Ferrari. 2022. Winky <https://predis.g2elab.grenoble-inp.fr/smartbuilding/index.php/2022/02/04/winky-version-2-open-source-projet-pour-linky-avec-wifi/>
- Ferrari. 2023. Eky <https://predis.g2elab.grenoble-inp.fr/smartbuilding/index.php/2023/07/20/eky-projet-open-source-pour-linky-avec-ethernet/>
- Ferrari et al. 2021. Loky <https://predis.g2elab.grenoble-inp.fr/smartbuilding/index.php/2021/07/28/loky-open-source-projet-pour-linky/>
- Miniprojet. 2022. <https://miniprojets.net/index.php/2022/05/20/etat-de-l-art-les-solutions-de-recuperation-des-teleinformations-sur-la-prise-tic-dun-linky/>
- OTE. 2023a. “Etudelec I, Etudelec II & Etudelec III: Etudes déployées par l’Observatoire de la Transition Energétique permettant la collecte des données Linky (pas de 30min avec délai de recueil de 24h à 48h)” https://ote.univ-grenoble-alpes.fr/wp-content/uploads/2024/02/PUB-etude_2024.pdf
- OTE. 2023b. “xKy: Etude déployée par l’Observatoire de la Transition portant sur les enjeux de l’OpenSource dans le domaine” <http://ote.univ-grenoble-alpes.fr/wp-content/uploads/2022/08/plaquette-4.pdf>
- OTE. 2023c. “xKy: Supervision expérimentation” <https://ote.univ-grenoble-alpes.fr/temps-reel-xky/>
- Osonuga et al. 2024. Seun Osonuga, Frederic Wurtz, Benoit Delinchant. Electric Vehicle Enquiry (EVE) Pilot: 3-year operational data from a single electric car. 2024. (hal-04488108)
- Révolution Energétique. 2023. Lara.H <https://www.revolution-energetique.com/cet-appareil-gratuit-a-brancher-sur-votre-compteur-linky-va-aider-la-science/>
- RTE. 2023a. “RTE eco2mix” <https://www.rte-france.com/eco2mix>
- RTE. 2023b. <https://assets.rte-france.com/prod/public/2023-06/2023-06-07-rapport-ipsos-changement-transition-energetique.pdf>
- RTE. 2023c. <https://www.rte-france.com/synthese-hebdomadaire-consommation-electrique-francaise>
- Shahid et al. 2020. Muhammad Salman Shahid, Benoit Delinchant, Wurtz Frederic, Daniel Llerena, Béatrice Roussillon. Designing and Experimenting Nudge Signals to Act on the Energy Signature of Households and Optimizing Building Network Interaction. IBPSA France 2020, Nov 2020, Reims, France. (hal-03352474)