

Deux projets de recherche explorent les nouvelles applications des compteurs électriques intelligents

Les compteurs intelligents nous espionnent, mais ...

On parle de compteur intelligent lorsqu'un compteur électrique est en mesure de transmettre la consommation d'électricité pratiquement en temps réel à son gestionnaire de réseau. Ces mouchards interactifs simplifient la facturation et ouvrent de nouvelles possibilités d'utilisation aux fournisseurs de courant et aux consommateurs. Deux projets de recherche soutenus financièrement par l'Office fédéral de l'énergie ont étudié leur potentiel. Ils voient des applications en particulier pour les gros consommateurs tels que les pompes à chaleur ou les stations de recharge.

Par Dr Benedikt Vogel,
sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN)

En mai 2017, les électeurs suisses ont approuvé la nouvelle loi sur l'énergie. Sur cette base, le Conseil fédéral a obligé les gestionnaires des réseaux de distribution d'électricité suisses à équiper les ménages de compteurs électriques intelligents. En règle générale, ces compteurs enregistrent les valeurs de consommation d'électricité toutes les 15 minutes et les communiquent partiellement ou entièrement le jour suivant au gestionnaire de réseau. Ce dernier utilise les données pour la facturation ou peut les rendre accessibles aux clients via un portail en ligne pour illustrer leur consommation. Les compteurs électriques sont également en mesure de recevoir des informations (par ex. des informations sur les tarifs) de la part des gestionnaires de réseaux. Aujourd'hui, le marché propose des lecteurs ou des applications qui permettent aux propriétaires d'appartements ou de bâtiments de consulter eux-mêmes en temps réel leur consommation d'électricité.

Surconsommation détectée

Les compteurs intelligents permettent ainsi une analyse précise de la consommation d'électricité. Ils fournissent aux consommateurs les bases d'une utilisation consciente et efficace, dans la mesure où ils peuvent, par exemple, identifier les appareils qui consomment trop et prendre les mesures d'économie appropriées. Les services publics peuvent notamment utiliser les données des compteurs intelligents pour surveiller le réseau de distribution ou développer de nouveaux services, bien que ces offres nécessitent toujours le consente-

ment des clients. Les fournisseurs d'énergie étudient depuis un certain temps déjà la manière dont « l'intelligence » des compteurs peut être utilisée de manière utile et rentable. Il s'agit d'ailleurs de l'objectif prioritaire de deux projets de recherche, dont l'un en collaboration avec la Central Schweizerische Kraftwerke AG (CKW).

Pompes à chaleur facilement détectées et identifiées

Depuis le printemps 2021, CKW a équipé un tiers de ses 180 000 consommateurs d'électricité avec des compteurs intelligents. La conversion de tous les foyers devrait être terminée en 2023. Dans le cadre du projet transfrontalier « SmartLoad », la CKW, en collaboration avec des informaticiens de gestion de l'Université de Bamberg et la BEN Energy AG (Zurich), a étudié la manière avec laquelle les données des clients de l'entreprise peuvent être utilisées pour le marketing et les services (en tenant toujours compte des exigences légales du « unbundling », c'est-à-dire la séparation de l'exploitation du réseau et des prestations).

Une évaluation partielle se base sur les données des compteurs intelligents de 397 ménages de la CKW. Les chercheurs voulaient savoir s'il serait possible de tirer des conclusions sur les appareils électriques utilisés dans les ménages à partir du relevé des compteurs intelligents. Ils ont étudié cette question en prenant l'exemple des pompes à chaleur. Grâce à leur étude, ils ont pu démontrer qu'il est effectivement possible de tirer des conclusions sur l'existence, le type (sondes aériennes ou ter-



Philipp Schmidli

restres comme source d'énergie) et l'ancienneté d'une pompe à chaleur à partir des seules données fournies en une semaine par un compteur intelligent. Pour ce faire, des algorithmes ont recherché des modèles dans les données d'une partie des ménages dont l'existence, le type et l'ancienneté des pompes à chaleur étaient connus. Une fois ces modèles identifiés, il était possible de les détecter parmi les données d'autres ménages et de tirer des conclusions sur l'existence, le type et l'ancienneté des pompes à chaleur.

« Le meilleur algorithme que nous utilisons parvient à déterminer l'existence d'une pompe à chaleur dans un ménage avec une fiabilité de 82 % », explique le Dr Konstantin Hopf, de l'Université de Bamberg. Selon André Rast, responsable du déploiement des compteurs intelligents chez CKW, ces informations peuvent être très utiles pour sécuriser le fonctionnement du réseau : « Nous pouvons, par exemple, conseiller aux propriétaires de pompes à

chaleur de vérifier la courbe de chauffe ou de contrôler la pompe à chaleur de manière à servir le réseau. » Des chercheurs de l'Université de Bamberg avaient déjà réalisé un projet similaire avec le fournisseur d'énergie de Thurgovie Arbon Energie AG.

La consommation trahit le type d'appareil

Un compteur intelligent enregistre toujours la consommation totale d'électricité d'un ménage, c'est-à-dire la somme de tous les appareils électriques allumés. Sur une telle courbe de charge, il est parfois possible d'identifier les gros consommateurs individuels (comme une pompe à chaleur). Il serait encore plus intéressant de pouvoir identifier tous les appareils branchés dans un ménage. C'est exactement ce que promet la technologie NIALM (non-intrusive appliance load monitoring). Il y a quelques années, l'iHomeLab de la Haute école spécialisée de Lucerne a mis au point un appareil qui, dans des conditions de labo-

Un technicien de la CKW installe un compteur intelligent dans une ferme à Schüpfheim (dans le canton de Lucerne).



Philipp Schmidt

CKW équiper les foyers et les bâtiments commerciaux de ses 180 000 clients avec des compteurs intelligents d'ici 2023.

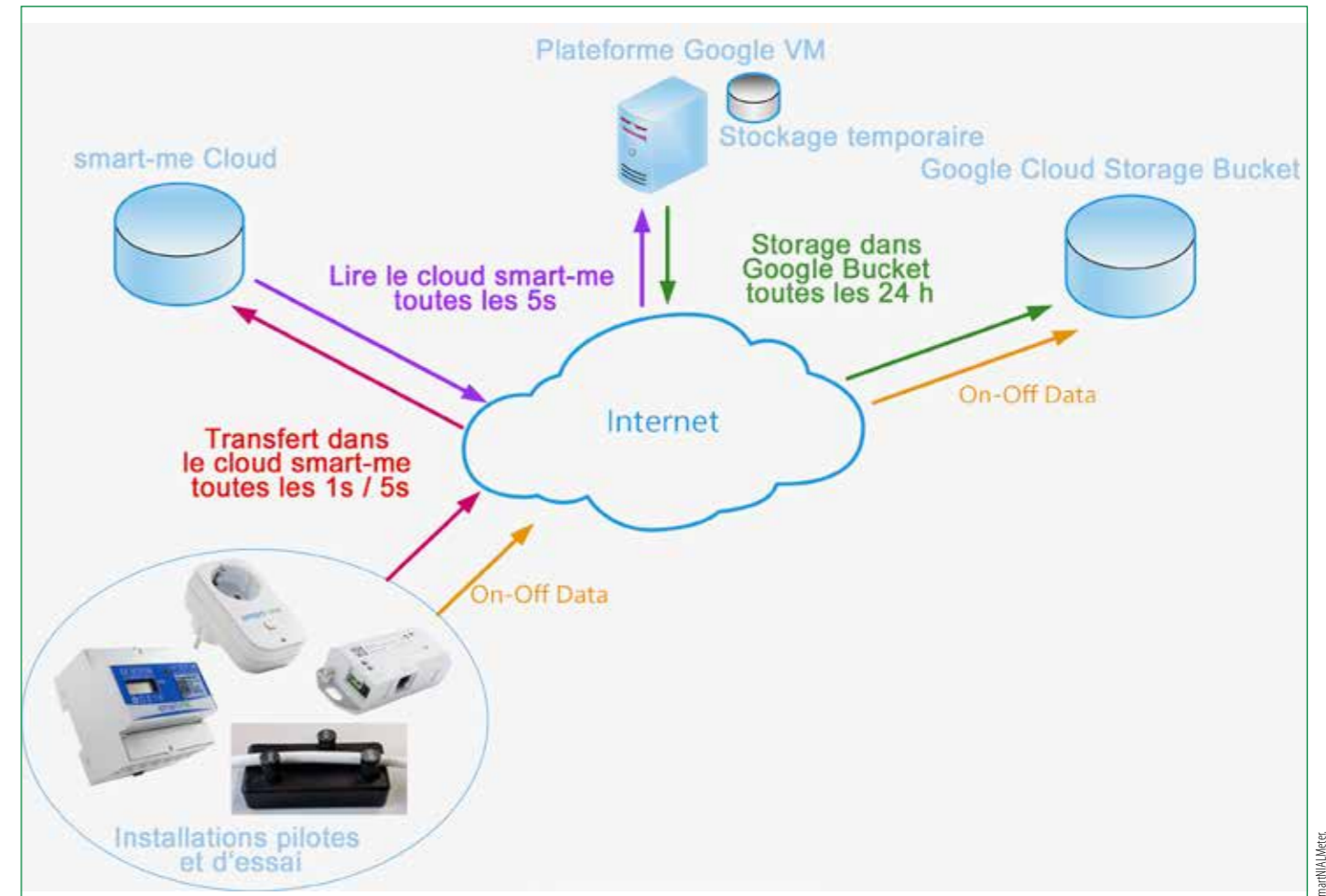
ratoire simplifiées, était capable d'identifier avec fiabilité des appareils électriques individuels à partir d'une courbe de charge globale. La condition sine qua non pour y parvenir était que les algorithmes d'apprentissage automatique aient été entraînés au préalable à reconnaître les appareils à détecter.

Une équipe de chercheurs du iHomeLab a désormais soumis ce système à un essai pratique dans le cadre du projet «Smart-NIALMeter». L'essai de deux ans sur le terrain portait sur 23 appartements équipés de compteurs intelligents qui transmettent leurs données de mesure à une fréquence élevée (toutes les 5 secondes au lieu de toutes les 15 minutes). Au total, 125 appareils électriques ont été inclus dans l'étude, notamment des équipements de cuisine, des chauffe-eau, des bornes de recharge pour voitures électriques, des pompes à chaleur, des machines à laver et des sèche-linge. Pour vérifier si l'algorithme détecte correctement les appareils électriques, ces derniers ont été équipés de leur propre compteur, lequel a enregistré

la consommation des appareils pour faire office de référence pour la validation.

Les machines à laver piègent les compteurs

Les conclusions du rapport donnent à réfléchir et son pour le moins décevantes : « Les algorithmes de répartition de charge testés n'ont pas pu atteindre la précision nécessaire à une utilisation commercialement viable. » Le responsable du projet Guido Kniesel en explique la raison en prenant l'exemple des machines à laver : « Une machine à laver est extrêmement variable en termes de courbe de charge et de cycle de fonctionnement. En raison de ces fortes variations, il est difficile de l'identifier, car pendant un cycle de lavage, la consommation d'énergie varie en fonction, par exemple, du modèle du fabricant, du programme sélectionné, de la température de lavage ou de la vitesse d'essorage. Dans le cas des appareils à faible consommation d'énergie, comme les réfrigérateurs, il y a aussi le fait que leurs courbes de charge se perdent souvent dans le signal global, ce



SmartNIALMeter

L'illustration montre comment ont été stockées les données obtenues à partir de 125 appareils électriques provenant de 23 ménages dans le cadre du projet de recherche SmartNIALMeter.

qui explique qu'elles ne peuvent pas être détectées de manière fiable. » Et si la reconnaissance avec des données de 5 secondes n'est pas satisfaisante, elle l'est encore moins avec des données collectées toutes les 15 minutes.

Applications possibles

Malgré ces lacunes, l'équipe de chercheurs de l'Université des sciences appliquées et des arts de Lucerne et du Bits-to-Energy Lab de l'EPF de Zurich voit un champ d'application pour la technologie NIALM, à savoir les gros consommateurs tels que les pompes à chaleur, les bornes de recharge de voitures électriques ou les chauffe-eau électriques. Si la méthode NIALM peut les détecter, leur comportement opérationnel peut être analysé. Sur cette base, il est possible, par exemple, de lisser les pics de charge (peak-shaving) en éteignant les pompes à chaleur ou en les utilisant comme accumulateurs d'énergie, en fonction de la charge du réseau, sans que les habitants ne ressentent de perte de confort. ■

Des algorithmes qui apprennent tout seuls

Les deux projets sur les compteurs intelligents se basent sur des algorithmes de l'apprentissage automatique. Ces algorithmes, c'est-à-dire des programmes informatiques d'autoapprentissage, existent en grand nombre. Ils doivent être entraînés avant de pouvoir être utilisés : ce faisant, le programme informatique déduit un chemin de solution à partir de tâches types, qu'il peut ensuite utiliser pour résoudre de nouvelles tâches. Certes, l'algorithme ainsi entraîné ne résout pas correctement les nouvelles tâches sans exception, mais souvent, les solutions atteignent une fiabilité suffisante pour certaines applications commerciales.