

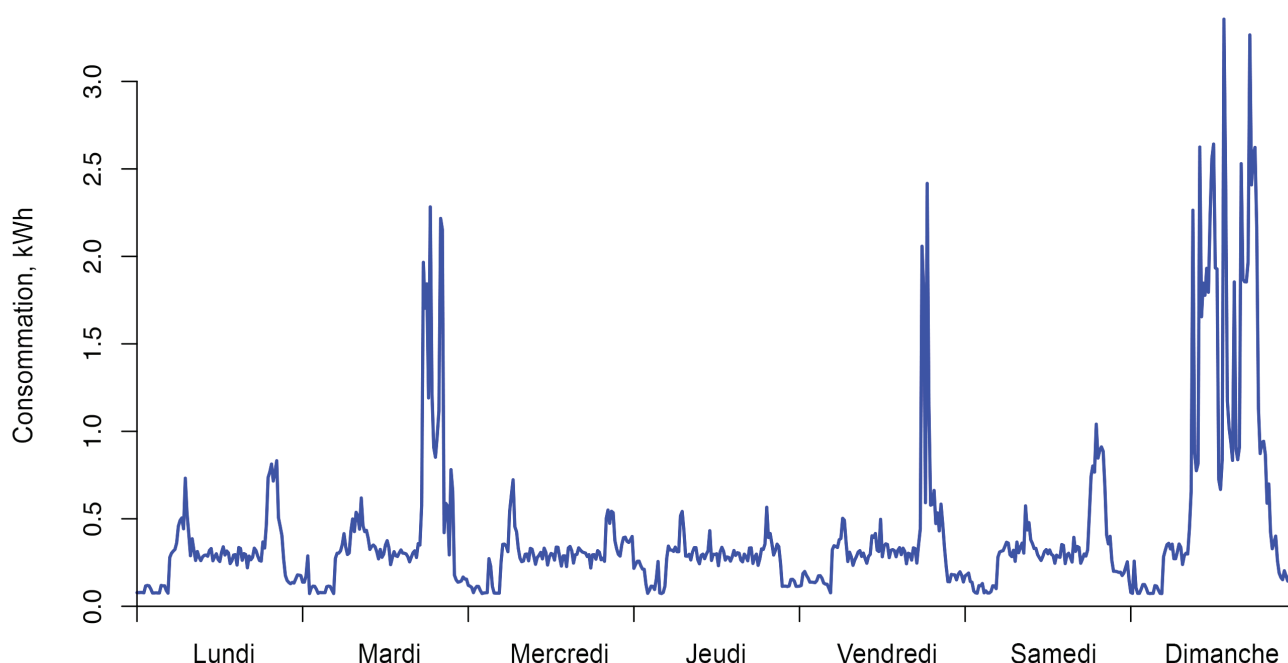
UN ALGORITHME CONSEILLER ENERGETIQUE

L'expérience a montré que quiconque a recours à un service de conseil en énergie peut souvent réduire considérablement sa consommation énergétique et ainsi, les frais correspondants. Mais comment les conseillers énergétiques parviennent-ils à identifier la consommation énergétique inutile dans les foyers ? Les chercheurs de l'EPF de Zurich et de l'Université de Bamberg (Bavière) appliquent un algorithme qui analyse les données des compteurs électriques. Cette méthode permet de prodiguer des conseils pertinents en termes d'économies d'énergie aux bonnes personnes.

Quiconque réduit sa consommation d'énergie fait des économies. Les personnes soucieuses de réduire leur consommation recourent volontiers aux conseils téléphoniques ou individuels de spécialistes. Les collaboratrices et collaborateurs du centre d'appel du fournisseur d'électricité zurichois ewz mènent chaque année environ 2600 entretiens de conseil sur le

thème de l'efficacité énergétique. À cela s'ajoutent plusieurs centaines d'entretiens individuels pour les clients privés et professionnels. Ces entretiens servent ensuite de base pour proposer un bref récapitulatif à différentes branches.

Le service conseil énergétique est également réalisable en lig-



Profil de charge d'un foyer sur une semaine : on reconnaît les pointes de consommation le matin et le soir avec des consommations maximales le mardi soir, le vendredi soir et le dimanche. La consommation est plus faible la nuit. Graphique : I. Kozlovskiy

ne : en 2014, 40 000 des 180 000 foyers ewz ont été invités par courrier postal à s'informer des offres relatives à l'efficacité sur un portail en ligne. 3000 clients ont répondu à l'invitation écrite. « Avec une invitation formulée personnellement, nous sommes parvenus à éveiller l'intérêt pour notre offre en ligne sur le thème de l'efficacité énergétique », affirme Marcel Wickart, directeur du ewz-Ressorts Conseil stratégique en énergie et développement. Lorsque des clients sont ouverts à un entretien sur l'énergie, ils peuvent souvent réaliser des économies considérables. Toutefois, amener les gens à s'y intéresser requiert beaucoup d'efforts. « Ils ne se bousculent pas devant notre porte », dit Marcel Wickart.

Analyse des données Smart Meter

Les expériences de la ville de Zurich divisent les conseillers dans tout le pays. De nouvelles voies doivent donc être frayées pour que les conseillers énergétiques puissent contacter, sans grandes pertes de diffusion, les personnes chez lesquelles les consultations portent leurs fruits. « Les conseils en énergie doivent être élaborés en fonction des différents foyers pour faire écho auprès des clients. Pour assurer ce contact individuel, les fournisseurs d'énergie ont besoin d'une meilleure connaissance des foyers de leurs clients », affirme le prof. Thorsten Staake. Staake a étudié l'électronique et soutenu une thèse de gestion des technologies. Il est aujourd'hui

UNE CARACTÉRISTIQUE DU FOYER À PARTIR DE LA CONSOMMATION ÉLECTRIQUE

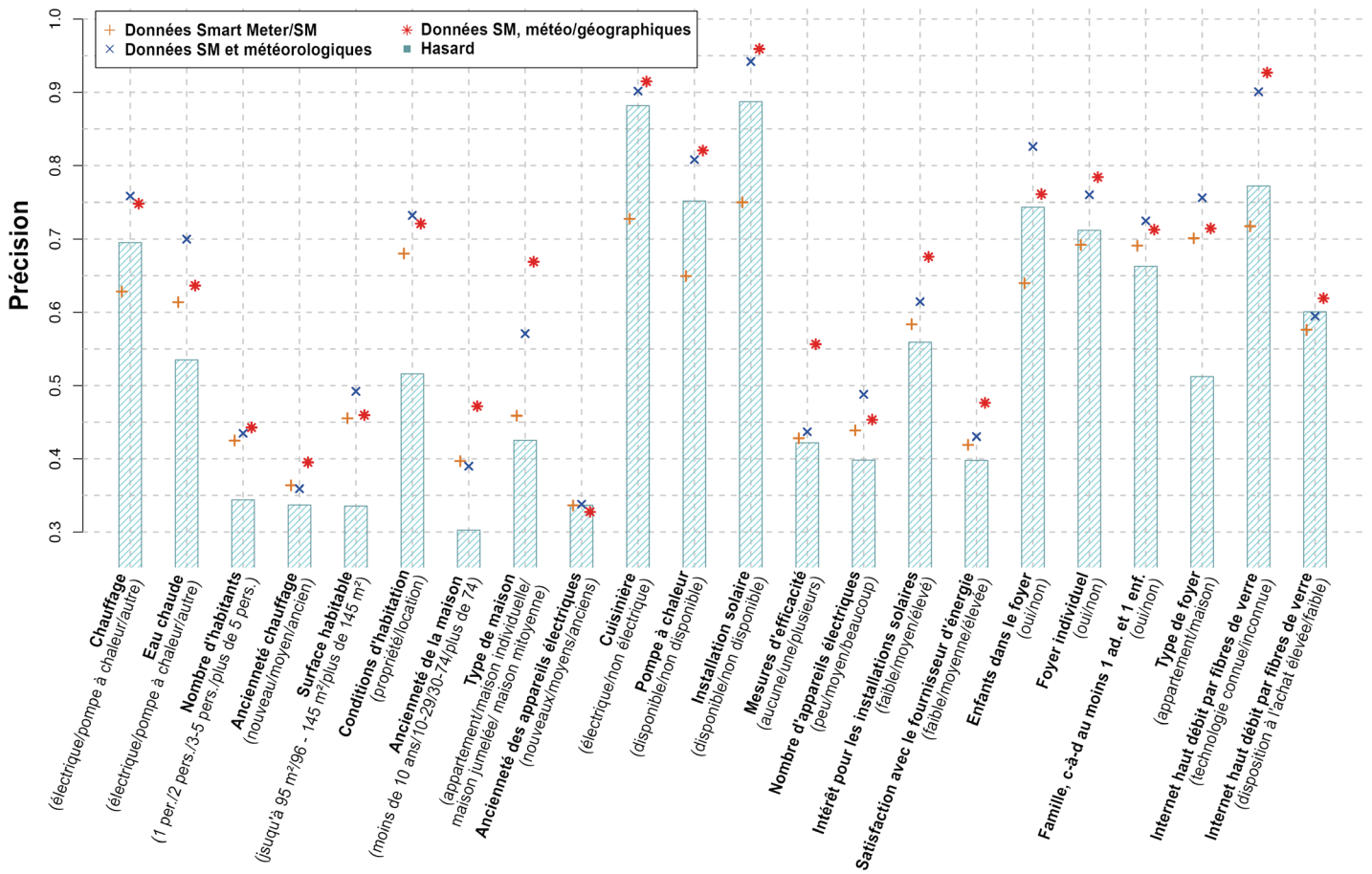
Si par exemple on sait qu'un foyer a consommé 4250 kWh d'électricité pendant une année, cette quantité laisse supposer que le foyer se compose de plusieurs personnes. Cette consommation annuelle ne permet pas de tirer d'autres conclusions. La situation est différente lorsqu'un foyer dispose d'un compteur moderne (« Smart Meter ») qui saisie la consommation électrique toutes les quinze minutes. Le Smart Meter documente la consommation électrique détaillée du foyer (672 données de mesure par semaine). Ce « profil de charge » peut permettre à un conseiller énergétique expérimenté de tirer de nombreuses conclusions sur le foyer - par exemple sur le nombre de personnes présentes, sur le nombre et l'efficacité des appareils électriques utilisés ou sur la consommation en mode veille.

L'équipe de recherche de l'EPF de Zurich et de l'Université de Bamberg a également analysé les profils de charge au cours d'un projet de recherche terminé depuis peu mais de manière automatisée avec les méthodes d'apprentissage automatiques. L'objectif consiste à se faire une image aussi précise que possible du foyer à partir du seul profil de charge et sans consulter le foyer. Pour réaliser cette tâche de détective, la première étape fut de déduire 94 valeurs numériques à partir de chaque profil de charge hebdomadaire. Concernant les valeurs numériques, il s'agit de valeurs de consommation (par ex. la consommation hebdomadaire moyenne, la valeur hebdomadaire supérieure, la valeur hebdomadaire inférieure), du rapport entre les valeurs de consommation (par ex. la consommation moyenne le matin par rapport à celle de l'après-midi), des relations statistiques entre les valeurs de consommation (par ex. la différence jour-nuit, la variation selon les jours de la semaines) ou de valeurs temporelles (par ex. moments présentant les plus hautes valeurs de consommation).

En soi, ces 94 valeurs numériques ne révèlent rien sur le foyer concerné. Pour cela, une seconde étape est nécessaire : les scientifiques ont dû concevoir un programme informatique (algorithme) qui « interprète » les valeurs numérique et en déduit des caractéristiques. Dans la première phase du projet de l'OFEN, les scientifiques ont utilisé les données Smart Meter de 3500 foyers irlandais dont les caractéristiques étaient connues suite à une enquête. L'algorithme a été programmé et testé sur la base de ces données réelles afin de pouvoir déduire des rapports entre les valeurs des profils de charge et les caractéristiques. Il en ressort un algorithme en mesure de déduire si un foyer présente certaines caractéristiques ou non à partir d'un profil de charge. L'algorithme permet cette classification avec une précision plus ou moins élevée selon les caractéristiques.

Le but de l'opération : une fois un tel algorithme disponible, il peut – il s'agit de la troisième étape – être utilisé pour l'évaluation des profils de charge dont les caractéristiques n'ont pas pu être déterminées sur la base des sondages. Grâce à l'algorithme, le fournisseur d'énergie en apprend beaucoup sur ses clients équipés de compteurs communicants, sans devoir réaliser de coûteux sondages. BV

Résultats de classification pour 22 caractéristiques de foyers



Le graphique montre avec quelle fiabilité les scientifiques ont pu déterminer les 22 caractéristiques de foyer sur la base des données Smart Meter. Avec leur méthode, les chercheurs ont pu déterminer correctement la présence d'une installation solaire dans 75% des foyers et l'âge des appareils électriques avec une précision de tout juste 35%. Lorsque les chercheurs ont inclus les données météorologiques en plus des données Smart Meter, ils ont pu atteindre une précision encore plus fiable pour la plupart des caractéristiques (x bleu). La plus haute précision a souvent pu être atteinte avec l'utilisation des données géographiques (étoile rouge). Toutefois, les meilleurs résultats ne sont pas toujours ceux qui incluent le plus de données, comme la caractéristique « enfants dans le foyer » l'indique (les données géographiques altèrent le résultat). À une exception près (cf. caractéristique « Anciens appareils électriques »), les scientifiques parviennent toujours à mieux déterminer les caractéristiques d'un foyer que le hasard (colonnes bleues). Par hasard, on entend le Biased Random Guess qui consiste en l'attribution aléatoire d'une catégorie à chaque foyer sachant que chaque catégorie est sélectionnée à la même fréquence que son apparition dans les données. Graphique : K. Hopf et I. Kozlovski/adaptation B. Vogel

professeur d'informatique économique à l'Université de Bamberg et dirige le «Bits to Energy Lab» à l'EPF de Zurich, qui analyse comment favoriser la consommation énergétique durable par l'intégration de la technologie de l'information et des sciences du comportement, en collaboration avec les Universités de Saint-Gall et de Bamberg.

Au cours d'un projet de recherche de deux ans mandaté par l'OFEN, l'équipe de Staake a découvert une nouvelle voie pour améliorer l'effet du service de conseil énergétique par l'utilisation des données Smart-Meter. Pour cela, les scientifiques ont collaboré avec la société Arbon Energie AG ; le

fournisseur d'énergie de Thurgovie a équipé les 9 000 foyers qu'il alimente de compteurs électriques communicants. Ces Smart Meter mesurent la consommation électrique des foyers toutes les quinze minutes et transmettent les données au fournisseur d'électricité. Les données Smart Meter fournissent une base de calcul et devraient permettre de nouvelles prestations à l'avenir.

22 caractéristiques déterminées dans les foyers

Les Smart Meter, ou compteurs intelligents, enregistrent le profil de charge dans les détails, c'est-à-dire la consommation électrique sur la durée. Les chercheurs autour de Staake se

sont fixé pour objectif d'obtenir le plus d'informations possible sur le foyer associé à l'aide des profils de charge. Ces informations comprenaient, par exemple, des questions comme le nombre de personnes vivant dans un foyer, si la cuisinière est électrique et si les appareils électriques utilisés sont anciens, moyens ou neufs. Pour obtenir les réponses correspondantes à partir des profils de charge, les scientifiques ont appliqué un algorithme autodidactique qui a été formé et testé sur la base des données réelles des foyers sélectionnés.

Grâce à cette méthode, les scientifiques peuvent déterminer 22 caractéristiques à partir du seul profil de charge, sachant que la pertinence varie en fonction des caractéristiques (cf. graphique p. 3). Un exemple pour l'illustration : les chercheurs ont réussi à déterminer le type de maison avec une précision de 46% ; ils peuvent donc affirmer correctement pour 46 sur 100 logements s'il s'agit a) d'un appartement, b) d'une maison individuelle, c) d'une maison jumelée ou d) d'une maison mitoyenne. L'algorithme ne permet donc pas une classification sûre mais une estimation qui s'avère généralement nettement plus fiable que le pur hasard (Biased Random Guess ; exprimé par les colonnes bleues sur le graphique p. 3). Avec leur algorithme, les chercheurs ont réussi à atteindre une précision supérieure à 70% pour de nombreuses caractéristiques : « cuisinière », « installation photovoltaïque », « type de foyer », « internet haut débit par fibre optique » (notoriété de la technologie). La précision se situe entre 40 et 70% pour 16 autres caractéristiques.

Les données supplémentaires améliorent la précision

Avec pour objectif d'augmenter encore la précision, les chercheurs ont alimenté leur algorithme, en plus des profils de charge, avec d'autres données disponibles publiquement comme les données météorologiques (par ex. la température, les valeurs relatives au vent et aux précipitations) et des informations géographiques (par ex. OpenStreetMap, GeoNames). Ces informations supplémentaires ont permis d'améliorer clairement la précision dans la plupart des cas (de 46 à 67% pour la caractéristique « type de maison »). Il est désormais possible de déterminer 11 des 22 caractéristiques avec une précision supérieure à 70%. L'analyse indique également : la précision peut être plus élevée pour certaines caractéristiques du foyer lorsque toutes les données ne sont pas prises en considération. Il est ainsi possible de prédire avec fiabilité comment un foyer génère l'eau chaude (caractéristique « eau chaude ») lorsqu'on se concentre uniquement sur

les données météorologiques et celle du Smart Meter en laissant les données géographiques de côté.

« De notre point de vue, notre algorithme permet de très bien classer les foyers », affirme le Dr Mariya Sodenkamp



Le fournisseur d'énergie de Thurgovie Arbon Energie AG exploite un réseau de fibres optiques en plus du réseau électrique. Photo : Arbon Energie AG

de l'Université de Bamberg, responsable du domaine de recherche Data Analytics au laboratoire Energy Lab, qui a dirigé le projet de recherche. « Nous ne pouvons pas reconnaître toutes les caractéristiques avec la même précision mais nous reconnaissons celles qui sont importantes pour un service de conseil spécifique au client. À cela s'ajoute que nous pouvons souvent déterminer particulièrement précisément certaines classes d'une caractéristique. » La question du chauffage dans un foyer (caractéristique « chauffage »), caractéristique importante pour le conseil en énergie, est détectable avec

une précision de 76% avec l'algorithme. La question si un logement est occupé par un locataire ou un propriétaire (caractéristique «conditions d'habitation» fiable à 73 %) est également importante pour le service de conseil. Il en est de même pour la question de la présence ou non d'une installation solaire (caractéristique «installation solaire» fiable à 96%).

Outil innovant pour les fournisseurs d'énergie

Le grand avantage : l'algorithme «formé» sur la base de 530 foyers énergétiques Arbon est en mesure de prédire les caractéristiques des environ 8500 foyers énergétiques Arbon restants avec une précision considérable et ce, uniquement sur la base des profils de charge établis à partir des compteurs communicants et des données météorologiques et géographiques accessibles au public. Les fournisseurs d'énergie sont ainsi en mesure de contacter les foyers individuellement par e-mail ou par courrier postal. « Nous contrôlons les nouvelles technologies afin de savoir si nous pourrions les utiliser l'année prochaine en vue de soumettre des offres sur mesure à nos clients par courrier en vue d'améliorer l'efficacité énergétique », affirme Silvan Kieber, directeur de la société Arbon Energie AG. Nous pouvons par exemple, conseiller aux foyers de remplacer leurs appareils électriques si l'algorithme indique que ces derniers sont trop anciens. Les scientifiques de l'EPF et de l'Université de Bamberg souhaitent déterminer l'efficacité du concept de conseil innovant avec un projet de recherche complémentaire. En cas de succès, nous disposerions d'un outil également utilisable par d'autres fournisseurs d'énergie en vue d'augmenter l'efficacité des mesures de conseil et d'efficacité énergétiques. Dans la mesure où les données personnelles des clients sont en jeu, seules les applications conformes aux exigences relatives à la protection des données entrent en ligne de compte.

La nouvelle méthode devrait déjà démontrer son efficacité au cours de cette année. Arbon Energie souhaite en effet appliquer l'algorithme pour le marketing de l'Internet haut débit basé sur la technologie de la fibre optique («Fiber-to-the-home/FTTH»). L'algorithme permet de déterminer si les habitants d'un foyer connaissent FTTH (fiabilité de 93%) mais aussi de déterminer leur prédisposition à l'achat (fiabilité de 62%). « Nous avons soutenu le projet des chercheurs de Zurich et de Bamberg par des efforts considérables et nous sommes heureux de pouvoir, aujourd'hui, utiliser les résultats pour contacter de manière ciblée les clients ouverts à l'Internet haut débit par fibre optique », affirme Silvan Kieber.

- Vous trouverez le **rapport final** du projet sur : <https://www.aramis.admin.ch/Grunddaten/?ProjektID=36318>
- Roland Brüniger (roland.brueeniger[at]r-brueniger-ag.ch), directeur du programme de recherche sur les technologies de l'électricité de l'OFEN, communique des **informations supplémentaires**.
- Vous trouverez d'autres **articles spécialisés** concernant les projets phares et de recherche, les projets pilotes et les démonstrations dans le domaine de l'électricité sur : www.bfe.admin.ch/CT/electricite.