

La maison "intelligente" au cœur de la maîtrise du coût de la consommation d'énergie électrique

Avec plus de 35% de la consommation finale du secteur tertiaire et résidentiel, l'électricité représente à ce jour la première forme d'énergie utilisée. Toutefois, dans un contexte de transition énergétique, les économies d'électricité s'avèrent primordiales.



La maîtrise du coût de la consommation d'électricité doit être l'affaire de tous !

En France, la consommation énergétique du bâtiment, qu'il soit résidentiel ou tertiaire, ne cesse d'augmenter depuis les années 1990. En 2018, la consommation du bâtiment représente plus de 45% de la consommation finale d'énergie. Paradoxalement, le bâtiment est l'un des secteurs les moins émetteurs de gaz à effet de serre (20%).

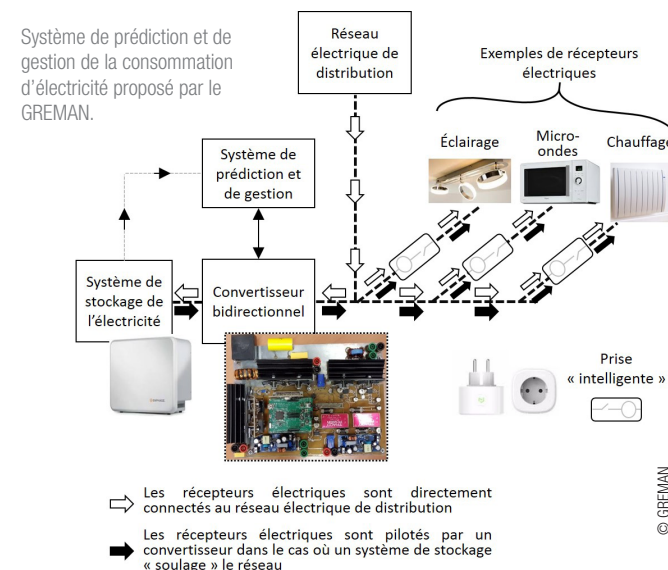
Les enjeux sont nombreux :

- réduire les émissions de gaz à effet de serre pour lutter contre le réchauffement climatique.
- réduire la facture des ménages, entreprises et collectivités compte tenu de l'augmentation continue du prix de l'électricité.
- diminuer les coûts liés à la consommation énergétique.

Quels sont les moyens pour y parvenir ? La recherche et le développement doivent permettre d'apporter des réponses à ces questions en développant des logements "intelligents".

MAÎTRISER SA FACTURE QUASIMENT SANS CONTRAINTE

Des systèmes de gestion de l'énergie électrique offrent déjà la possibilité de maîtriser "de manière intelligente" aussi bien la consommation d'un bâtiment que le coût de cette dernière. Leurs rôles sont à la fois d'économiser l'électricité et d'optimiser le confort des usagers en adaptant le fonctionnement des équipements. Par exemple, lorsque le bâtiment est inoccupé, le système peut arrêter le chauffage de manière automatique ou le ralentir durant la nuit. Ces actions "intelligentes" peuvent intervenir en toute transparence pour les usagers afin de donner de la priorité de fonctionnement à certains équipements. Cette priorisation du fonctionnement des appareils permet de diminuer la puissance appelée



par l'installation électrique et ainsi, "soulager" le réseau de distribution lors d'une pointe de consommation.

UN EXEMPLE NOVATEUR : LE PROJET DE RECHERCHE "ECCO"

Le système de prédiction et de gestion de la consommation d'électricité proposé par le GREMAN est novateur. Il est réalisé à l'aide d'un système de stockage (par exemple, des batteries), un convertisseur d'énergie, des capteurs (par exemple, de température, de présence,...), un système



Démonstrateur d'une maison connectée et "intelligente" récemment présenté au public sous la forme de jeux lors de la 27^e édition de la Fête de la Science.

de prédiction et de gestion de l'électricité à partir d'un algorithme informatique et des prises "intelligentes" pour piloter tous les équipements présents dans la maison. Le GREMAN travaille actuellement sur tous les éléments de ce système. Deux objectifs sont visés : "effacer" la consommation électrique ou la reporter via un système de stockage. Durant les périodes "creuses", les équipements électriques sont directement connectés au réseau de distribution. Durant les périodes de pointe de consommation, le système de stockage "soulage" le réseau de distribution. Ce système permet ainsi de garantir à tout instant un équilibre entre la production d'électricité et sa consommation. Le dialogue entre le système de stockage et le réseau de distribution est réalisé dans ce cas par l'intermédiaire d'un convertisseur statique d'énergie. Ce dernier est nécessairement bidirectionnel car l'électricité doit pouvoir transiter dans les deux sens, c'est-à-dire du système de stockage vers le réseau de distribution d'une part, et du réseau de distribution vers le système de stockage d'autre part.

PILOTAGE DES RÉCEPTEURS ÉLECTRIQUES DU LOGEMENT À L'AIDE DE PRISES "INTELLIGENTES"

Dans le système décrit précédemment, le pilotage des appareils électriques d'un logement peut être réalisé à l'aide d'une "prise intelligente" ou "smart plug". Cet appareil est disponible sur le marché depuis déjà de nombreuses années. Il a rapidement évolué au fil du temps pour devenir aujourd'hui un "véritable espion" de notre consommation d'électricité. Concrètement, un "smart plug" se branche directement sur une prise électrique "classique". Son utilisation ne nécessite aucune modification de l'installation électrique de la maison.

" La maîtrise du stockage de l'électricité constitue un verrou à lever. "

L'ordre de commande de cette prise "intelligente" provient du système de prédiction et de gestion de l'électricité. Deux cas sont à distinguer :

- l'utilisateur donne lui-même l'ordre de pilotage à partir d'une application installée sur son téléphone mobile ou sa tablette numérique. Par exemple, il pourra créer une ambiance sonore, baisser ou remonter les volets roulants ou encore simuler une présence en allumant et en éteignant une lumière à des intervalles de temps réguliers.
- l'utilisateur n'intervient pas dans la gestion du coût de la consommation d'électricité. Par exemple, lors des périodes de pointe, notamment entre 19h et 22h, le réfrigérateur pourra s'éteindre quelques minutes, sans que son utilisateur ne s'en aperçoive, pour diminuer la puissance appelée à ce moment-là par l'installation électrique.

* Dans le cadre du projet d'intérêt régional "ECCO", financé par la Région Centre Val-de-Loire, le Groupe de Recherche en Matériaux, microélectronique, Acoustique et Nanotechnologies (GREMAN, UMR 7347- Université de Tours, CNRS, INSA Centre Val-de-Loire) travaille sur l'optimisation du coût de la consommation d'électricité dans l'habitat individuel. Cette activité de recherche est menée en collaboration avec le laboratoire PRISME (laboratoire Pluridisciplinaire de Recherche Ingénierie des Systèmes, Mécanique, Énergétique) de l'Université d'Orléans et de l'INSA Centre Val-de-Loire, ainsi que la société AEG Power Solutions de Chambray-lès-Tours.

LES DÉFIS DE LA MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre des systèmes "intelligents" de gestion de l'électricité ne repose pas uniquement sur les prises "intelligentes". Si l'on souhaite déployer ce type de système tout en limitant les coûts associés, il est primordial de :

- développer un convertisseur bidirectionnel à haut rendement pour garantir l'efficacité énergétique du système "intelligent" de gestion de l'électricité.
- maîtriser le stockage de l'électricité à des coûts d'installation raisonnables pour l'utilisateur.

Dans le cadre du projet "ECCO", le GREMAN a illustré l'intérêt d'un système "intelligent" pour minimiser le coût de la consommation d'électricité. Une maquette à échelle réduite d'une maison, pilotable par une tablette ou un "smart phone", a ainsi été fabriquée.

Ce système utilise une nouvelle architecture d'un convertisseur bidirectionnel. Le convertisseur est constitué d'une nouvelle génération de semi-conducteurs dits "à grand gap", et en particulier le carbure de silicium (SiC). L'utilisation de ces composants électroniques permet à la fois d'atteindre un rendement supérieur à 95% et de rendre le convertisseur plus compact. Pour le moment, le système de conversion a été testé à basses puissances (i.e., inférieures à 1 500 W). Il faudra par la suite évaluer ses performances à des puissances représentatives des applications de l'habitat (i.e., supérieures à 3 000 W).

La maîtrise du stockage de l'électricité constitue un verrou à lever. Dans le cadre du projet ECCO, aux puissances visées, le GREMAN a montré qu'un système "intelligent" utilisant des batteries est à ce jour difficilement viable sur le plan économique en France. Dans notre pays, tout comme dans la grande majorité des pays européens, le prix moyen de l'électricité payé par les ménages se situe entre 10 et 20 centimes d'euro par kilowattheure. De plus, l'écart entre les tarifs en heures pleines et en heures creuses est faible, c'est-à-dire de l'ordre de 4 centimes d'euro. La durée de l'amortissement du système "intelligent" serait dans ce cas de l'ordre de quarante ans ! *A contrario*, le même système installé en Australie serait amorti en moins de dix ans du fait de l'écart plus important entre les tarifs en heures pleines et en heures creuses (de l'ordre de 25 centimes d'euro).

Toutefois, la facture électrique des ménages pourrait augmenter de 50% d'ici à 2020 et de 100% d'ici à 2023. Le système "intelligent" proposé devrait dans ce cas tenir toutes ses promesses...

Sébastien JACQUES < GREMAN
sebastien.jacques@univ-tours.fr

Sébastien BISSEY < GREMAN
sebastien.bissey@univ-tours.fr

Jean-Charles LE BUNETEL < GREMAN
lebunetel@univ-tours.fr

<https://greman.univ-tours.fr/>