



**Marion MESNAGE**  
(X93)

*Responsable de  
recherche au sein  
d'Accenture  
Technology Labs*

## La maison : participant actif d'un réseau électrique intelligent ?

La relation entre fournisseurs et utilisateurs d'électricité est restée inchangée depuis des décennies. Nos systèmes électriques sont centralisés, ce qui veut dire que l'électricité est produite dans des usines de productions situées loin des utilisateurs. Et les usagers sont des consommateurs passifs - complètement détachés de la question du comment, quand et où l'électricité est produite.

Cette situation est héritée d'une époque où les conditions étaient bien différentes de celles que nous connaissons aujourd'hui : l'électricité était gérée par un monopole, et il y avait peu de possibilités de communication entre les fournisseurs et les utilisateurs finaux, donc peu de leviers pour influencer le comportement des utilisateurs.

### Un contexte socio-économique en pleine mutation

Aujourd'hui la donne est bien différente. La demande d'électricité ne cesse de croître. En outre notre dépendance à l'énergie électrique n'a jamais été aussi importante à l'heure de l'économie numérique. Les énergies fossiles atteignent des prix record, et nous prenons conscience que les émissions de gaz à effet de serre induites par notre consommation influencent le climat à l'échelle mondiale. La maîtrise de la demande apparaît aujourd'hui comme un des moyens les plus sûrs et économiques pour faire face rapidement à ces défis majeurs. Le secteur des bâtiments résidentiels et tertiaires, responsable de 40% de la consommation totale d'énergie et de 25% des émissions de GES<sup>1</sup>, est fortement concerné. Par ailleurs la libéralisation des mar-

chés de l'électricité pousse les acteurs à se différencier en proposant des services à valeur ajoutée à leurs clients.

### Un réseau de distribution "plein de ressources"

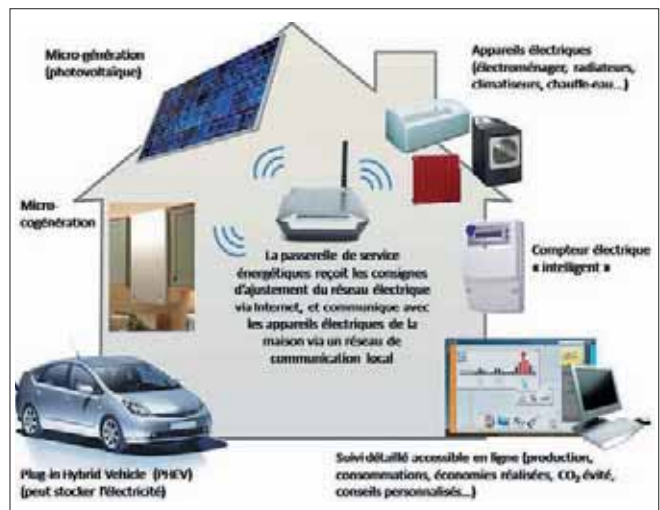
On observe un intérêt renouvelé pour la production répartie : c'est à dire la production d'électricité dans de petites unités près située près du consommateur final (voire chez lui). Ce mode de production apporte des réponses adaptées aux problématiques actuelles: une plus grande efficacité (moins de pertes en ligne, et la possibilité de combiner la production de chaleur et d'électricité avec un bon rendement via la cogénération), un impact environnemental moindre (les énergies renouvelables comme l'éolien ou le photovoltaïque étant, par nature, réparties), et un coût opérationnel qui est, somme toute compétitif (en effet, dans le cas d'une unité centrale, il faut prendre en compte les coûts liés à l'installation et la maintenance du réseau de transmission, qui n'entrent pas en jeu lorsque les moyens de production sont directement connectés au réseau de distribution?).

La reconnaissance des avantages de la production répartie se traduit, sous diverses formes suivant les pays et suivant le mode de production, par des mécanismes pour inciter les utilisateurs finaux à s'équiper et revendre leur production au réseau. Pour la production dans le contexte de la maison, on parle de "micro-génération", puisqu'il s'agit d'unités de faible capacité. Parmi les technologies de micro-génération, on trouve le solaire photovoltaïque qui est un secteur en pleine croissance. L'industrie photovoltaïque mondiale a observé pendant les quatre dernières années une croissance annuelle de 40%. Les analystes prédisent un marché de 40 milliards de dollars pour 2010<sup>3</sup>, ce qui devrait entraîner une nouvelle baisse du prix pour le consommateur final. La cogénération domestique se développe également : ces unités combinent la fonction de chaudière et de générateur, avec un rendement énergétique total plus important qu'une chaudière classique. Des produits commencent à apparaître sur le marché domestique<sup>4,5</sup>.

### Des nouveaux leviers technologiques

En outre, les avancées technologiques de ces dernières années donnent naissance à de nouveaux outils, et permettent d'envisager de nouvelles approches de gestion de l'énergie.

Les technologies de l'information se sont développées de façon exceptionnelle durant ces 10 dernières années, en particulier dans la maison. Aujourd'hui près d'un ménage européen sur deux est connecté à l'Internet (80% aux Pays-Bas)<sup>6</sup>. Les standards de communication courte distance sans fils (le wifi, le zigbee ou le CPL) permettent à un nombre croissant d'objets - ordinateurs, téléviseurs, radiateurs électriques, compteurs, capteurs de températures ou d'humidité, etc. - d'échanger de l'information les uns avec les autres et avec des fournisseurs de services d'information via l'Internet. Les compteurs électriques "intelligents" permettent ainsi, non seulement d'envoyer les données relatives à la consommation du foyer vers une base de



données centralisée, mais peuvent aussi être pilotés à distance et recevoir des informations dynamiques comme par exemple un tarif de l'électricité mis à jour en temps réel. Leur déploiement est en marche dans la plupart des pays occidentaux - en France la couverture devrait être totale d'ici à 2015<sup>7</sup>.

### Une flexibilité à valeur ajoutée

Grâce à ces technologies, il devient également possible de piloter des appareils électriques à distance, ce qui permet notamment d'ajuster la demande en temps réel, selon les besoins d'équilibrage du réseau. Ce type de mécanismes, appelé "ajustement" (demand-response en anglais) n'est pas nouveau : il est déjà pratiqué par de très gros consommateurs d'électricité du secteur industriel<sup>8</sup>, qui acceptent de réduire leur consommation, en réponse à un signal venant de leur fournisseur d'électricité ou bien du gestionnaire de réseaux, et en échange de contreparties financières. L'alternative qui consisterait pour le fournisseur centralisé d'électricité à démarrer un générateur - souvent à carburant fossile - serait plus coûteuse et génératrice de gaz à effet de serre.

Ce qui est nouveau en revanche, c'est que les technologies de l'information permettent d'automatiser ce processus et de l'étendre à un très grand nombre de petits consommateurs, y compris dans le secteur résidentiel. En effet, des appareils électriques communicants peuvent réagir en temps réel et de façon autonome à un signal d'effacement ou bien à un prix de l'électricité dynamique, via l'Internet ou le compteur Intelligent, et ceci sans nécessairement que le confort s'en ressente : un radiateur, un chauffe-eau, une climatisation, un lave-linge, un lave-vaisselle ou une pompe de piscine pourront s'arrêter pendant quelques dizaines de minutes sans que les habitants de la maison ne s'en aperçoivent. Grâce à Internet et aux technologies de l'information, c'est plusieurs millions d'appareils qui pourraient être ainsi actionnés à distance et simultanément, et fournir ensemble l'équivalent de plusieurs générateurs à carburant fossile.

Aux États-Unis, le fournisseur Xcel Energy a été pionnier dans ce domaine : dès 1999, il proposait de mettre en

réseau les climatiseurs de ses clients, ce qui lui permettait de réduire leur consommation pendant les moments où l'électricité lui coûtait le plus cher sur le marché de gros<sup>9</sup>. Une partie des économies réalisées est redistribuée aux clients participants, avec peu ou pas d'effets perceptibles sur le confort. En France, la société Voltalis<sup>10</sup> propose d'installer chez des petits consommateurs - y compris des maisons - un boîtier communicant qui lui permet de piloter leurs installations (radiateurs, chauffe-eaux, climatiseurs, etc.). Voltalis produit ainsi des "Negawatts", cumulés auprès de son portefeuille de clients, et génère des revenus en les injectant dans les mécanismes d'équilibrage du réseau.

Le potentiel de ce type de mécanismes va aller croissant, à mesure que d'autres innovations vont venir équiper nos logements. Ainsi, à l'heure où plusieurs constructeurs ont annoncé la mise sur le marché d'ici à cinq ans de véhicules électriques hybrides à rechargement (Plug-in Hybrid Electric Vehicle ou PHEV), on imagine le potentiel que ces voitures pourrait offrir lorsqu'elles seraient à l'arrêt et branchées sur le réseau électrique, en servant de moyen de stockage flexible de l'électricité, pouvant contribuer à l'équilibrage du réseau électrique selon les mécanismes décrits plus haut, et avec une capacité gigantesque à l'échelle du parc automobile. Ce concept émerge sous l'appellation anglaise Vehicle to Grid (V2G)<sup>11</sup>.

### Vers un réseau interactif de "consommateurs-producteurs"

Ainsi, se dessine la vision de nos maisons de demain : équipées de micro-génération, d'appareils électriques réagissant en temps réel et de façon autonome aux conditions du réseau via des signaux échangés par l'Internet, elles passeront d'un statut de consommateurs d'électricité passifs, à celui de "producteur-consommateur" (pro-sommateur ?), participants actifs à l'équilibre d'un réseau électrique qui pourra disposer efficacement de leur production de Watts ou de Negawatts.

### Des bénéfiques pour tous les acteurs ?

Dans sa globalité, un tel système gagnerait en efficacité, et serait à la fois plus économique et plus propre. Ces bénéfiques devraient pouvoir se répercuter sur tous les acteurs de la chaîne. Pour le consommateur final, il y a là de nouvelles opportunités pour réduire la facture énergétique et l'empreinte carbone. Pour le fournisseur d'électricité, ce sont de nouvelles opportunités pour se différencier sur le marché en proposant des services autour de la gestion de la demande ou de la micro-génération, mais aussi pour améliorer un positionnement sur les marchés de gros de l'électricité, en amenant ses clients à déplacer leur demande vers les moments de la journée où les prix sont les plus avantageux. Pour les gestionnaires de réseaux, les "producteur-consommateur" actifs sont autant de leviers qui peuvent être utilisés pour équilibrer efficacement les réseaux, et faire face aux congestions dans des zones géographiques spécifiques. Il y a également de la place pour de nouveaux entrants : aux États-Unis un nouveau métier

émerge, celui d'"agrégateur" d'effacement<sup>12</sup>, intermédiaire entre le réseau et les utilisateurs finaux dans le processus d'effacement (cf. Voltalis en France).

### Quel programme pour la R&D ?

Les technologies permettant de réaliser la vision décrite précédemment sont encore à un stade précoce de leur développement. C'est une infrastructure complète qu'il s'agit de mettre en place, pour permettre une communication à double sens entre les appareils de la maison et les systèmes d'information des acteurs de la distribution d'électricité. Le déploiement des compteurs communicants n'est que le premier pas. Il faut envisager une nouvelle génération d'appareils électriques communicants, de micro-générateurs, de passerelles de services énergétiques, de standards qui permettront à ces appareils de "parler" un langage commun, et d'algorithmes qui permettront d'orchestrer le fonctionnement de ces appareils à des échelles massives. En outre, il faut trouver le moyen de moderniser graduellement l'infrastructure physique du réseau, qui n'a pas été conçu pour accueillir une forte proportion d'unités réparties. Les développements autour des micro-réseaux<sup>13</sup> constituent des pistes prometteuses. Il faut également développer des nouveaux modèles de revenus, qui permettront de répartir entre tous les acteurs les bénéfices de tels réseaux intelligents, tout en étant compatibles avec les processus et les réglementations existantes. Ces réglementations devront elles-mêmes évoluer, pour s'adapter aux possibilités offertes par les nouvelles technologies. Enfin, il s'agira pour le consommateur final d'adopter des usages et une interaction avec son fournisseur d'électricité radicalement différents de ce qu'il a connu ces soixante dernières années. ●

<sup>1</sup> CITEPA (2006) Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France - séries sectorielles et analyses étendues SECTEN, février 2006 (pp.157-159) : [www.citepa.org/publications/Inventaires.htm](http://www.citepa.org/publications/Inventaires.htm)

<sup>2</sup> Small Is Profitable, by Amory B. Lovins et al., Rocky Mountain Institute 2002

<sup>3</sup> PV Status Report 2007 [http://sunbird.jrc.it/refsys/pdf/PV\\_StatusReport\\_2007.pdf](http://sunbird.jrc.it/refsys/pdf/PV_StatusReport_2007.pdf)

<sup>4</sup> Whispergen, by whispertech <http://www.whispergen.com/>

<sup>5</sup> Micro-CHP Fact Sheet Germany [http://www.cogeneurope.eu/Downloadables/Publications/FactSheet\\_MicroCHP\\_Germany.pdf](http://www.cogeneurope.eu/Downloadables/Publications/FactSheet_MicroCHP_Germany.pdf)

<sup>6</sup> Tous les chiffres-clés d'Internet et des nouvelles technologies en France et dans le monde, Le Journal du Net, <http://www.journaldunet.com/chiffres-cles.shtml>

<sup>7</sup> Le compteur Intelligent, un puissant moteur de la transformation des marchés en Europe, livre blanc, ATOS Origine [http://www.atosconsulting.com/actualites/publications/AC\\_Compteur\\_Intelligent.pdf](http://www.atosconsulting.com/actualites/publications/AC_Compteur_Intelligent.pdf)

<sup>8</sup> Benefits of DR in electricity markets and recommendations for achieving them, US Department of Energy - Feb 2006 <http://eetd.lbl.gov/ea/EMS/reports/congress-1252d.pdf>

<sup>9</sup> Xcel's saver's switch program [http://tdworld.com/mag/power\\_xcel\\_energys\\_savers/](http://tdworld.com/mag/power_xcel_energys_savers/)

<sup>10</sup> [www.voltalis.com](http://www.voltalis.com)

<sup>11</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/V2g>

<sup>12</sup> A megawatt saved is a 'negawatt' earned <http://www.thestar.com/columnists/article/243454>

<sup>13</sup> Microgrids project <http://www.microgrids.eu/index.php>