Système avancée de gestion de la charge

Autor(en): **Marcuard, J.-D. / Kronig, H. / Vaccari, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **102 (2011)**

Heft 5

PDF erstellt am: **30.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-856813

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Système avancé de gestion de la charge

Développement et réalisation d'un démonstrateur

La plupart des systèmes opérationnels de gestion de la charge sont simplement des télécommandes heures pleines/heures creuses améliorées. Leurs performances sont limitées et ils n'offrent aucune fonctionnalité nouvelle aux abonnés. Ce constat a amené la HES-SO à développer un système plus avancé et à réaliser un démonstrateur à partir de matériel industriel et grand public largement disponible.

J.-D. Marcuard, H. Kronig, A. Vaccari, Ch. Truffer, J. El Hayek

Les systèmes de pilotage de la charge concernent en premier lieu les exploitants de réseaux de distribution. Ils peuvent être interconnectés et hiérarchisés de façon à opérer à travers des réseaux très étendus. A une plus petite échelle, ces systèmes présentent également un intérêt pour les sites industriels désireux de réduire leurs pics d'appel de puissance.

La plupart des systèmes existants sont construits en réutilisant des télécommandes de conception ancienne et à partir de cahiers des charges établis uniquement dans l'intérêt de l'exploitant du réseau. L'utilisation de matériel plus récent permet d'initier un véritable partenariat gagnant-gagnant avec les abonnés concernés. Outre des avantages tarifaires, ces derniers peuvent bénéficier du choix d'une méthode de pilotage adaptée à leur mode de vie, d'informations sur leur consommation en temps réel, de conseils personnalisés, d'une surveillance et d'une commande à distance des appareils qu'ils mettent à disposition, etc. Ceci les amène à mieux gérer leur consommation d'énergie et facilite l'acceptation du système. De son côté, l'exploitant dispose d'un système plus efficace et surtout beaucoup plus souple.

La HES-SO a développé cette approche dans le cadre du projet de recherche Atenet, au cours duquel un système plus avancé de pilotage de la charge ainsi qu'un démonstrateur ont été réalisés pour démontrer la faisabilité du concept proposé. Déjà présenté lors de diverses conférences et expositions, le démonstrateur permet à toute personne intéressée de se familiariser avec le fonctionnement des réseaux intelligents (smart grids), ainsi qu'avec les nouvelles perspectives qu'ils offrent en termes d'optimisation de la gestion de la charge du réseau.

Le principe du système Atenet

Atenet est un système avancé de gestion de la charge, dont le contrôle est centralisé dans un ou plusieurs serveurs. Il agit sur le réseau en pilotant à distance et en temps réel un certain nombre de charges, de systèmes de stockage d'énergie, voire des installations de production, répartis dans un réseau électrique.

Tous ces dispositifs sont mis à disposition par leurs propriétaires contre des avantages tarifaires. Chaque appareil peut être enclenché et déclenché individuellement par l'intermédiaire de relais intelligents installés chez les utilisateurs, ces derniers gardant néanmoins en tout temps la possibilité de forcer l'état des relais.

Les relais ont également pour fonction d'acquérir des informations qui seront transmises au serveur. Ils mesurent la consommation effective de l'appareil, l'état de la commande de forçage et détectent des défauts éventuels. Finalement, en cas de panne de transmission, une alarme est générée, tant du côté serveur que du côté utilisateur. Chaque relais applique alors une loi de commande horaire. Cette loi est calculée par le serveur et réactualisée à intervalles de temps réguliers.

Structure générale d'un tel système

Un système de gestion de la charge d'un réseau doit satisfaire à la fois les abonnés, l'exploitant du réseau et le propriétaire de l'infrastructure. Il atteint ces objectifs en réduisant le coût d'achat de l'énergie, en améliorant la sûreté d'approvisionnement, en optimisant l'utilisation de l'infrastructure, en procurant des services aux abonnés et en contribuant à mieux respecter l'environnement.

Pour mener ces tâches à bien, le système doit collecter et traiter des informations d'origines diverses. Il doit donc nécessairement comporter un certain nombre d'interfaces **(figure 1)**. Au cœur du dispositif, un algorithme d'optimisa-

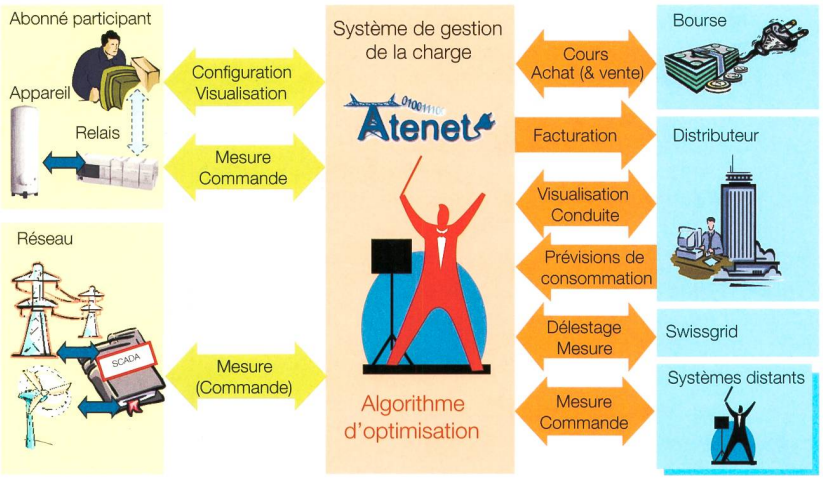


Figure 1 Les interfaces nécessaires au fonctionnement d'un système de gestion de la charge idéal.

tion calcule l'état à assigner à chacun des relais en se basant sur les informations suivantes :

- Une prévision de la consommation des abonnés.
- Les objectifs assignés par l'exploitant du réseau (distributeur) et/ou par Swissgrid.
- Les mesures collectées dans le réseau et sur les appareils pilotés par les relais.
- Les contraintes configurées par les propriétaires des appareils.
- Les limites techniques de l'infrastructure.
- Les cours de l'énergie à la bourse.
- Des données provenant d'autres systèmes similaires.

Les objectifs à atteindre et les contraintes à respecter varient de cas en cas.

Le rôle de l'algorithme d'optimisation

Comme le montre la **figure 2**, pour pouvoir satisfaire un maximum d'exigences, l'optimisation doit être décomposée en deux phases successives :

- Une optimisation prévisionnelle, effectuée au moins un jour à l'avance.
- Une optimisation en temps réel.

Ces deux phases sont complémentaires : il est parfaitement possible de renoncer à l'une d'entre elles, mais au détriment des performances du système.

Optimisation prévisionnelle

L'optimisation « prévisionnelle » ou « a priori » consiste à déformer la courbe de charge prédite par un modèle du réseau[1)] en planifiant une anticipation ou un retard de la consommation des appareils à disposition du système. Cette planification doit évidemment respecter les contraintes fixées par les abonnés et par l'exploitant, ainsi que les limitations techniques de l'infrastructure. Elle sera plus ou moins détaillée, selon que les relais peuvent être pilotés individuellement ou par groupes, et selon la mise en œuvre ou non d'une optimisation en temps réel.

Cette première phase d'optimisation permet d'atténuer les pics de consommation et de générer un profit financier en exploitant les différences de prix de l'énergie en fonction de son heure de livraison. Elle aboutit à l'achat sur le marché des tranches d'énergie correspondant à la courbe de charge planifiée. Cette courbe doit être transmise au moins 24 h à l'avance au responsable du groupe bilan (RGB) auquel l'exploitant du réseau est rattaché.

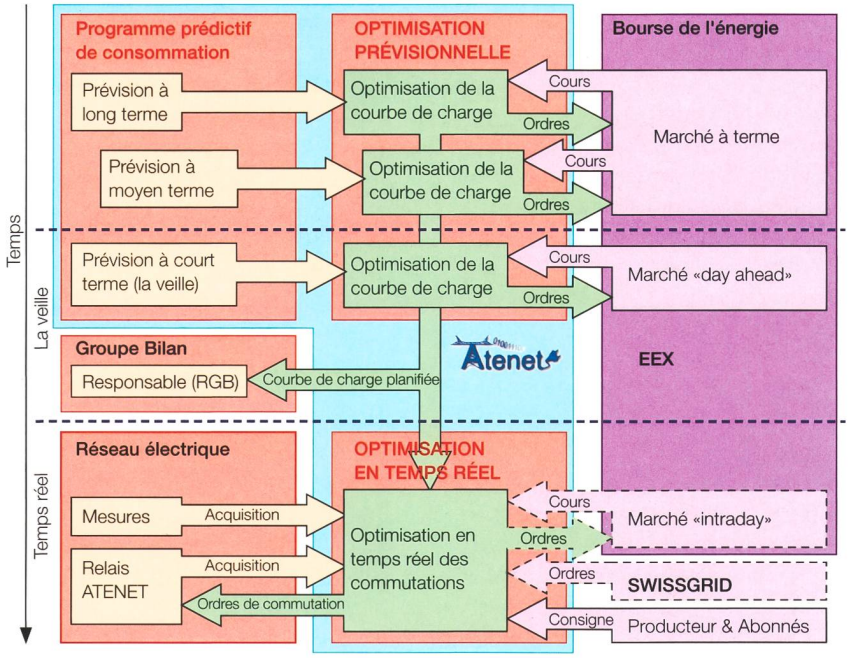


Figure 2 Illustration des deux étapes d'optimisation.

Optimisation en temps réel

L'optimisation en temps réel peut intégrer plusieurs fonctions. L'une d'entre elles consiste à modifier la courbe de charge planifiée en cours d'exploitation. Ce cas de figure apparaît lorsque l'exploitant souhaite utiliser une partie de la souplesse du système pour vendre de l'énergie de réglage à son régulateur de zone (Swissgrid).

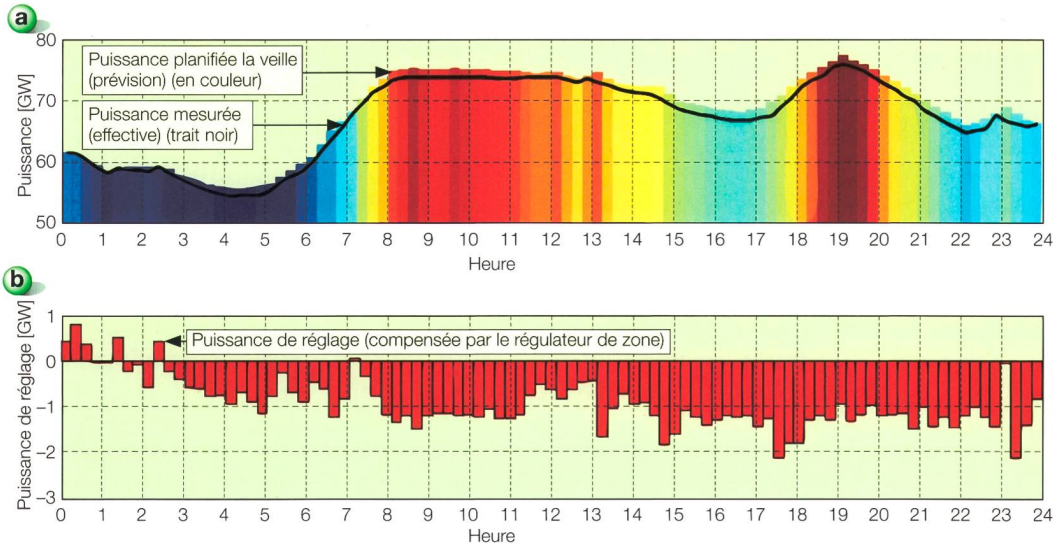


Figure 3 Bilans de puissance globaux en France sur 24 h (sources des données : RTE France [2]). (a) Comparaison de la puissance planifiée la veille et de la puissance mesurée le 17 janvier 2011. Les couleurs symbolisent le prix de l'énergie (bleu = bas, rouge = élevé). (b) Puissance de réglage, compensée par le régulateur de zone.

Les systèmes classiques se contentent de commuter les appareils selon la planification préétablie (commande en boucle ouverte). Le système Atenet propose quant à lui de mettre en œuvre une véritable régulation (commande en boucle fermée). En fonction des signaux de mesures disponibles, plusieurs niveaux de régulation sont envisageables.

Régulation de la charge globale du réseau

Il est généralement possible d'estimer le bilan de puissance effectif du réseau à partir de la mesure des courants à ses points de connexion.

Une réduction des échanges d'énergie d'ajustement équivaut, pour l'exploitant, à une diminution des pénalités financières facturées a posteriori par le régulateur de zone (Swissgrid), notamment pour la fourniture d'énergie de réglage **(figure 3)**. La régulation doit donc piloter les relais de façon à ce que le bilan de puissance effectif du réseau (mesure) coïncide avec la courbe de charge planifiée (consigne).

Ce premier étage de régulation permet de contrer, au moins partiellement, les aléas de puissance provenant essentiellement des conditions météorologiques.

Pilotage des échanges de puissance à l'intérieur du réseau

Si l'on dispose d'un réseau d'appareils de mesure suffisamment dense, il devient possible de régler les flux de puissance échangés à l'intérieur du réseau. On peut ainsi réduire le risque de surcharge des installations critiques et tenter de limiter les pertes dans les lignes en coordonnant des producteurs et des consommateurs proches les uns des autres. A l'avenir, cette fonction sera utile pour limiter les conséquences d'une arrivée massive et soudaine de véhicules électriques à recharger dans une zone du réseau mal desservie (capacité des lignes limitée).

Pilotage individuel des appareils mis à disposition des abonnés

Un retour d'information provenant de chaque appareil n'est pas indispensable pour les piloter individuellement. Toutefois, une acquisition de mesures intégrée à chaque relais de commande présente plusieurs avantages :

- L'algorithme d'optimisation en temps réel est en mesure d'estimer en permanence et avec précision la puissance qu'il peut commuter, ce qui permet d'augmenter son efficacité.

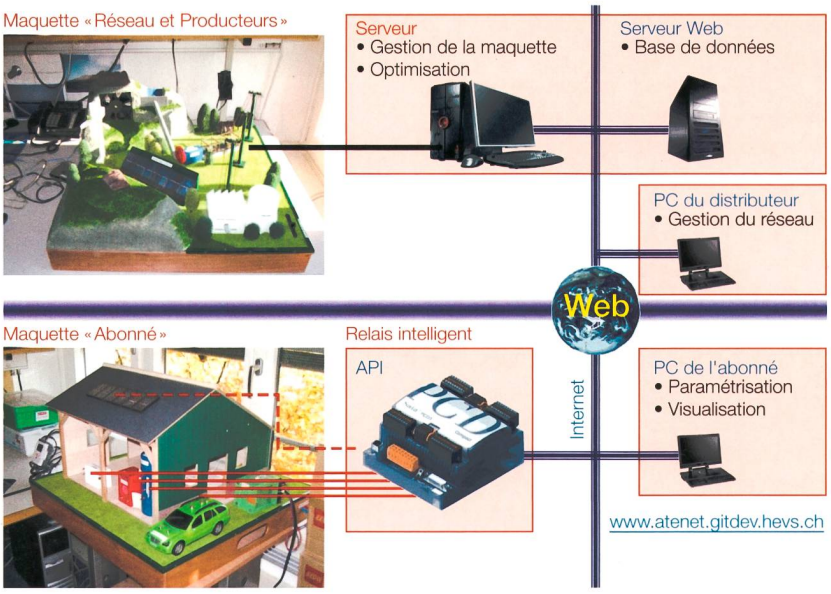


Figure 4 Structure du démonstrateur Atenet.

- Le système peut exploiter des systèmes de stockage d'énergie.
- Des prestations supplémentaires (suivi de consommation, télécommande, etc.) et des contrats de collaboration personnalisés peuvent être proposés aux abonnés.
- Les modèles mathématiques du comportement des appareils et du réseau peuvent être affinés au cours du temps. Ceci permet d'améliorer la précision des algorithmes de prédiction.

En pratique, le choix du matériel utilisé pour réaliser les relais conditionne les fonctionnalités qui peuvent effectivement être implémentées. Le développement d'un relais spécifique produit en grande série permettrait de proposer l'ensemble des prestations listées ci-dessus pour un coût de l'ordre d'une centaine de francs par appareil équipé.

Fonction de délestage

Dans tous les cas, le système de gestion de la charge peut être subordonné à un ordre de délestage prioritaire donné par Swissgrid. Cette fonction présente le double avantage de ne pas occasionner de blackout et de permettre un retour progressif à la situation normale.

Un algorithme d'optimisation en temps réel issu d'Atenet

Vu la diversité des applications possibles, le développement d'un algorithme d'optimisation universel est illusoire. C'est pourquoi divers algorithmes d'optimisation adaptés à différents cas de figures ont été développés dans le cadre du projet Atenet et de ses suites.

Dans cet article, seul un de ces algorithmes est décrit dans ses grandes lignes. Il est basé sur les hypothèses suivantes :

- La mesure du bilan de puissance du réseau est possible.
- La courbe de charge planifiée est connue.
- Les appareils peuvent être pilotés individuellement.
- La consommation effective de chaque appareil est mesurée par les relais.
- Le propriétaire de chaque appareil a la possibilité de sélectionner l'une des trois « lois de commande » suivantes :
  - L1 : Loi privilégiant l'utilisation des énergies vertes.
  - L2 : Loi horaire (choix pour chaque tranche horaire : marche, arrêt, choisi par Atenet).
  - L3 : Loi économique (marche/arrêt en fonction du prix proposé par Atenet).

Pour chacune des trois lois proposées, l'utilisateur peut imposer des limites au système. Elles permettent de lui garantir un confort d'utilisation suffisant. Les paramètres à introduire diffèrent légèrement selon le type d'appareil concerné. Des exemples sont présentés plus loin.

Description de l'algorithme

L'algorithme d'optimisation est exécuté en boucle, en principe à période d'échantillonnage fixe de l'ordre de quelques minutes. Il débute par une boucle qui passe en revue tous les appareils enregistrés dans le système et effectue toutes les

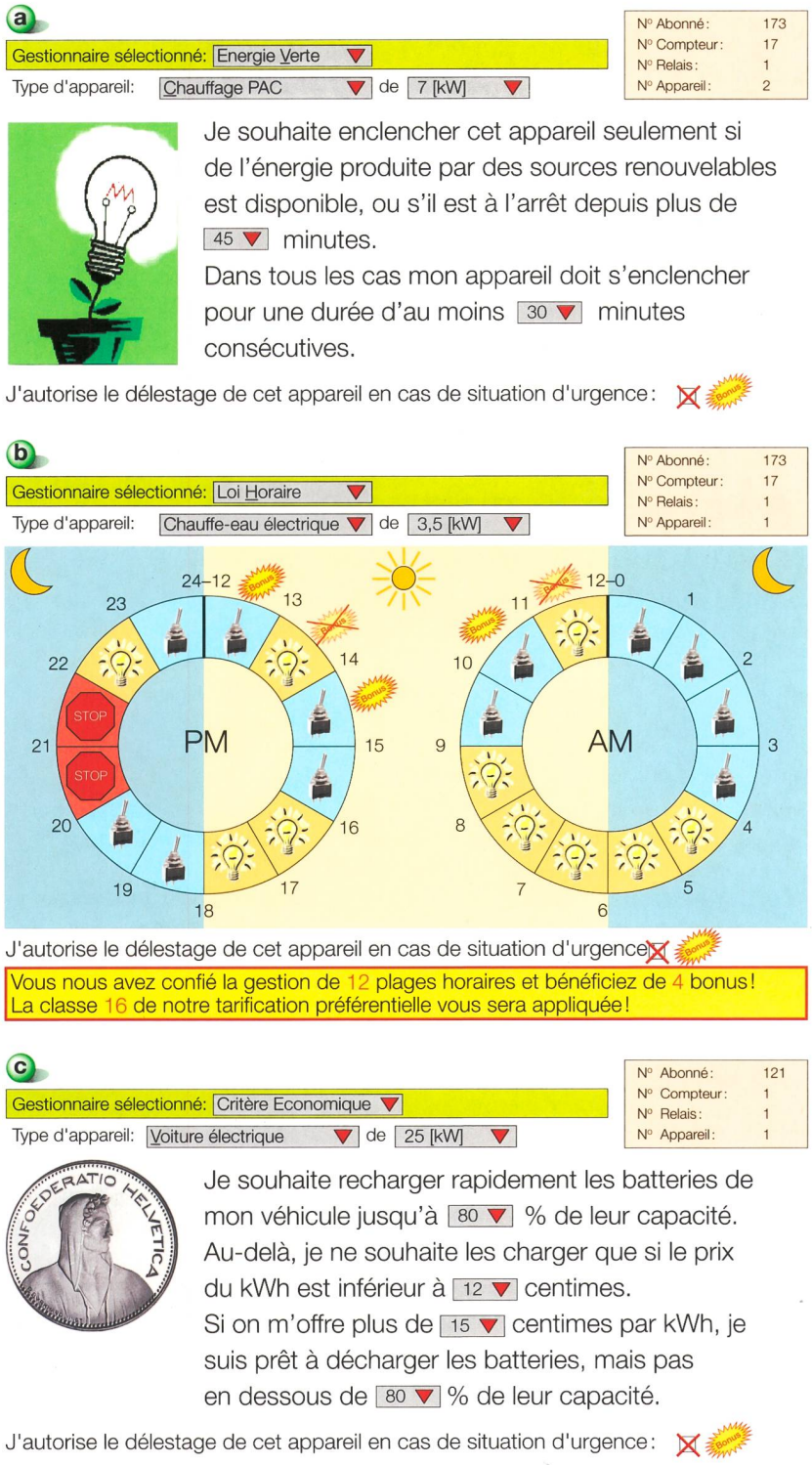


Figure 5 (a) Loi « énergie verte » pour une pompe à chaleur (PAC). (b) Loi « horaire » pour un chauffe-eau. (c) Loi « économique » pour un véhicule à chargeur réversible.

commutations « obligatoires », c'est-à-dire toutes celles qui sont imposées par les contraintes fixées par les abonnés et l'exploitant. Par exemple, si la durée d'arrêt maximum configurée pour un chauffage est atteinte, ce dernier est réenclenché. Une éventuelle demande de délestage est également prise en compte à ce niveau.

Dans le même temps, la boucle identifie les appareils qui peuvent être commutés librement. Pour chacune des lois L1 à L3, deux listes sont établies pour identifier les appareils qui peuvent être enclenchés ou respectivement déclenchés. Sur ces listes, les appareils sont classés par ordre décroissant du temps écoulé depuis leur dernière commutation. La boucle sert aussi à comptabiliser les puissances « vertes » consommées et injectées par les appareils configurés selon L1 et, accessoirement, à évaluer les puissances totales d'enclenchement et de déclenchement disponibles pour la régulation.

Après avoir passé en revue tous les appareils, l'algorithme évalue l'erreur sur le bilan de puissance global du réseau et la puissance totale injectée dans le réseau à partir de sources d'énergie verte. Ensuite, trois procédures sont appliquées successivement pour traiter les commutations configurées selon les lois L1 à L3.

Les procédures d'optimisation

La première procédure cherche à équilibrer le bilan des énergies vertes (L1). Si de la puissance « verte » est à disposition, les appareils en attente depuis le plus longtemps sont enclenchés. En cas de surconsommation, les appareils dont l'enclenchement est le plus ancien sont arrêtés. Le risque de voir un appareil rester toujours déclenché ou enclenché est évité par le biais des contraintes fixées par l'utilisateur sur la durée maximale d'un arrêt et la durée minimale d'une mise en marche. A noter que cette loi de commande est très utile à l'exploitant du réseau car elle contribue à réduire les effets de la production aléatoire des énergies solaires et éoliennes.

La deuxième procédure commute les appareils gérés selon la loi horaire (L2) de façon à diminuer l'énergie d'ajustement. Si une réserve de puissance est disponible, elle sera complètement utilisée de façon à ce qu'elle contribue à ramener le prix par kWh proposé au dernier groupe d'appareils vers une valeur moyenne.

La dernière procédure modifie le prix proposé aux propriétaires des appareils enregistrés selon le critère économique (L3) de façon à éliminer, ou au moins à réduire l'erreur sur le bilan de puissance. Si le prix proposé augmente, des appareils consommateurs se déclenchent et des appareils producteurs s'enclenchent. S'il baisse, l'inverse se produit. Le prix offert varie dans une fourchette limitée entre un minimum et un maximum.

Structure du démonstrateur Atenet

Le démonstrateur Atenet est composé du système de gestion de la charge proprement dit et de deux maquettes (figure 4).

Pour réaliser le système de gestion de la charge, un PC standard a été utilisé pour la partie serveur (parfois deux PC séparés), ainsi qu'un automate program-

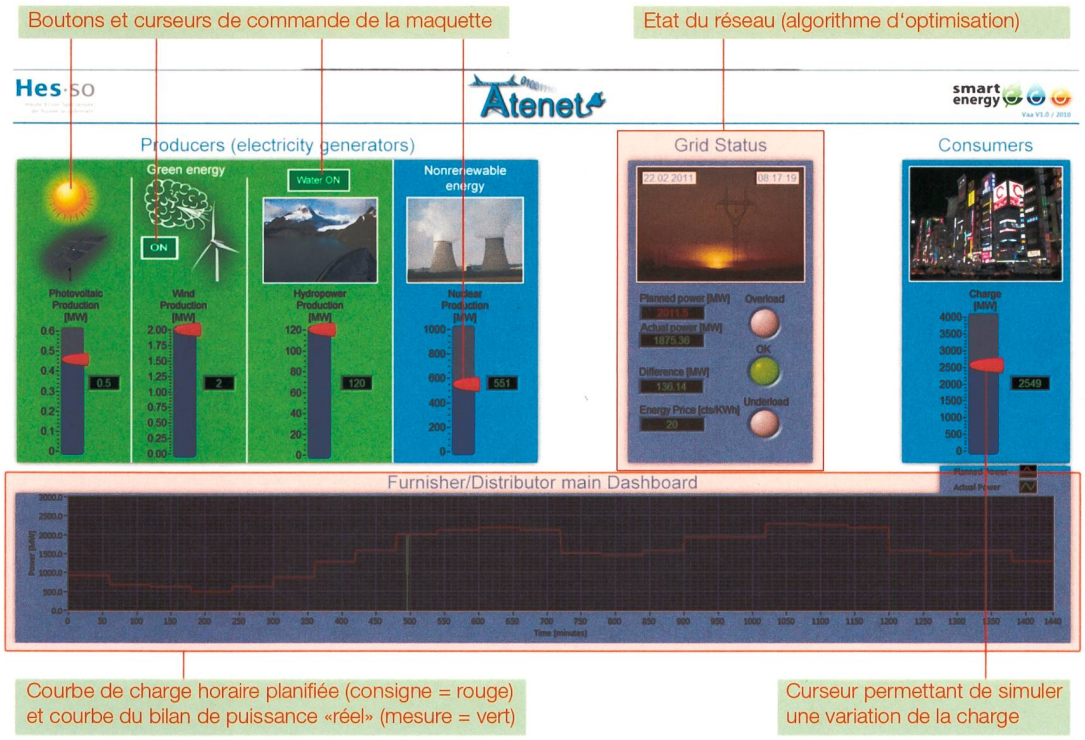


Figure 6 Ecran de synthèse de l'état du réseau et de pilotage de la maquette producteur.

mable SAIA PCD-3 pour les relais intelligents[2]. Le logiciel du serveur est constitué d'une base de données centrale à laquelle accèdent différents modules. Cette structure facilite la mise au point et les adaptations des programmes. Il est à noter que toutes les transmissions se font par le biais d'Internet.

La première maquette représente un ensemble de producteurs et le réseau. Il y a une centrale photovoltaïque, une éolienne, une centrale hydroélectrique et une centrale thermique. Une lampe, un ventilateur, un moteur électrique et un potentiomètre permettent d'activer chacun des producteurs. Le tout est raccordé à un PC par l'intermédiaire d'une carte d'acquisition; une interface graphique permet de piloter l'ensemble.

La seconde maquette figure le domicile d'un abonné participant au système. Elle intègre l'automate programmable qui assure la fonction de relais intelligents pour quatre appareils électriques: un chauffe-eau, un chauffage électrique, une machine à laver et un véhicule électrique dont le chargeur est supposé être réversible. Des diodes indiquent l'état des appareils (alimentation, alarme, etc.). Des interrupteurs permettent d'imposer manuellement l'état du relais (forçage), de simuler un défaut et, le cas échéant, de simuler l'état du thermostat. L'automate mesure également la production des capteurs solaires installés sur le toit de la maison, ce système comptabilisant toute l'électricité « verte » produite dans le réseau.

Configuration et visualisation (côté abonné)

Atenet comprend un serveur Web destiné aux abonnés partenaires du système. Il leur permet notamment d'enregistrer les appareils qu'ils mettent à disposition.

Les trois « lois de commande » L1 à L3 décrites précédemment sont proposées pour chaque type d'appareil (des exemples d'écrans de configuration sont présentés dans la **figure 5**). L'utilisateur peut sélectionner celle qui lui convient le mieux et fixer des contraintes propres à éviter une altération de son confort.

Par l'intermédiaire du même serveur, chaque utilisateur a accès aux statistiques relatives à l'utilisation de ses appareils. Ce site lui donne également des informations détaillées lorsqu'il est informé d'une défaillance par le voyant d'alarme installé sur chaque relais.

Visualisation et conduite (côté distributeur)

Le démonstrateur intègre deux interfaces graphiques destinées à l'exploitant du réseau. Le premier écran **(figure 6)** synthétise toutes les données relatives à l'état du réseau et à l'optimisation. Il permet également de commander la maquette figurant les producteurs et de simuler des changements de charge. Le second écran **(figure 7)** permet de visualiser une partie des informations enregistrées dans la base de données et d'observer les changements d'état des appareils au cours du temps. Il est aussi possible de prendre le contrôle du démonstrateur à distance. On accède alors à ces deux interfaces avec un navigateur internet standard.

Zusammenfassung **Fortgeschrittenes Lastmanagementsystem**

Entwicklung und Realisierung eines Vorführgeräts

Die meisten Lastmanagementsysteme, die sich im Einsatz befinden, sind einfach nur verbesserte Fernsteuerungen für Hauptlast- und Schwachlastzeiten. Ihre Leistungen sind sehr begrenzt und sie bieten dem Kunden keinerlei weitere Funktionen an.

Diese Feststellung hat die Hochschule HES-SO dazu bewogen, ein fortgeschritteneres System zu entwickeln und ein Vorführgerät aus Industriebauteilen und allgemein verfügbaren Materialien zu realisieren. Mit diesem Vorführgerät kann die Funktionsweise eines Lastmanagementsystems erklärt und veranschaulicht werden. Es richtet sich an Privat- und Geschäftskunden, die sich für die neuen Möglichkeiten interessieren, die «Smart Grids» bieten. CHe

Figures : HES-SO

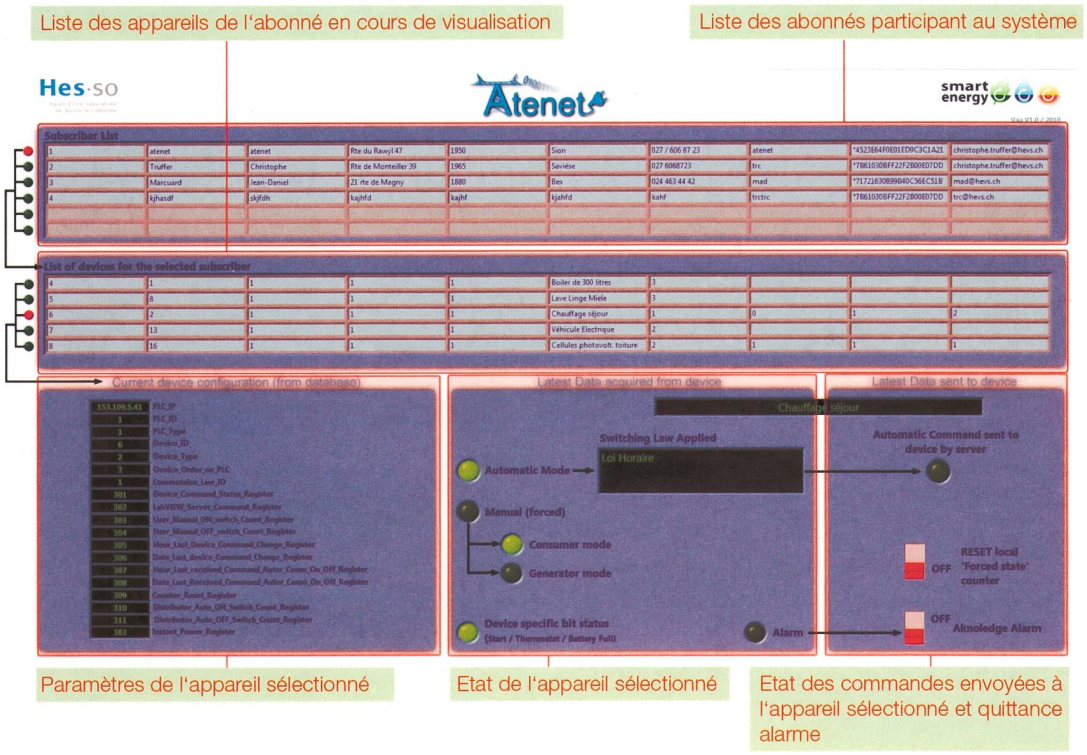


Figure 7 Ecran présentant la base de données et les détails de l'optimisation.

Utilisation du démonstrateur

Le démonstrateur permet d'expliquer les principes appliqués pour gérer la charge d'un réseau. Toutes les étapes du processus peuvent être visualisées, de l'enregistrement sur le Web d'un nouvel abonné, jusqu'à la visualisation des données destinées à la facturation.

A partir de l'écran de gestion principal, on peut simuler une variation de la charge du réseau ou modifier l'état d'un producteur sur la maquette. Sur le même écran, les spectateurs voient alors évoluer les mesures et les décisions prises par l'algorithme d'optimisation. Ils peuvent ensuite constater les commutations des appareils sur la maquette du domicile de l'abonné. Le public peut modifier la loi de commande affectée à chaque appareil et observer les différences de comportement qui en résultent. Il peut aussi tester la détection du forçage des relais, la transmission d'une alarme et simuler l'effet des thermostats sur les appareils qui en sont équipés.

Comme mentionné plus haut, l'algorithme d'optimisation en temps réel fonctionne en boucle. Pour le démonstrateur, la période d'échantillonnage a volontairement été fixée à plusieurs dizaines de secondes, de façon à ce que les spectateurs puissent mieux se rendre compte du fonctionnement du système.

Quant au second écran de contrôle, il permet de visualiser le fonctionnement de l'algorithme. Il s'adresse en principe à un public plus averti.

Conclusions

Le projet Atenet a permis de développer de nouvelles méthodes de gestion de la charge et d'induire des collaborations avec plusieurs distributeurs pour mettre en place des systèmes opérationnels.

Le démonstrateur réalisé dans le cadre de ce projet a été conçu de façon à pouvoir être utilisé comme système pilote en grandeur nature. Il permet d'expliquer et d'illustrer le fonctionnement d'un système de gestion de la charge. Il s'adresse autant au grand public qu'aux professionnels intéressés par les nouvelles possibilités offertes par les « smart grids ». Ce démonstrateur est entièrement transportable et il peut fonctionner de façon autonome. Il a déjà été présenté à plusieurs reprises et avec succès dans le cadre de conférences et d'expositions, et peut être mis à disposition selon entente pour de futurs événements.

Références

[1] J. El Hayek : Prédiction de la charge électrique à court et moyen terme. Rapport final d'Atenet, Annexe I, N° AGP 19727, Fribourg, 2009.

[2] http://www.rte-france.com/fr/developpement-durable/maitriser-sa-consommation-electrique/eco2mix-consommation-production-et-contenu-co2-de-l-electricite-francaise#plus1.

Informations sur les auteurs

Prof. **Jean-Daniel Marcuard** est ingénieur EPFL en génie mécanique. Rattaché à l'Institut des Systèmes Industriels de la HES-SO Valais, il enseigne notamment l'automatisation et la régulation. Ses activités de recherche et développement sont pluridisciplinaires, mais le plus souvent orientées dans les domaines de l'énergie ou de la robotique.
HES-SO Valais, 1950 Sion, jdaniel.marcuard@hevs.ch

Prof. Dr **Heinz Kronig** est chargé de cours à l'HES-SO dans le domaine des réseaux électriques.
HES-SO Valais, 1950 Sion, heinz.kronig@hevs.ch

Aldo Vaccari est ingénieur ETS en électrotechnique. En tant que collaborateur scientifique permanent du laboratoire d'automatisation et de régulation de l'Institut des Systèmes Industriels de la HES-SO Valais, sa spécialité est le développement d'applications d'automatisation et d'interfaces homme-machine en langage graphique LabVIEW.
HES-SO Valais, 1950 Sion, aldo.vaccari@hevs.ch

Christophe Truffer est ingénieur ETS en électrotechnique. Collaborateur scientifique permanent du laboratoire d'automatisation et de régulation de l'Institut des Systèmes Industriels de la HES-SO Valais, il est spécialisé dans le développement d'applications d'automatisation sur automates programmables.
HES-SO Valais, 1950 Sion, christophe.truffer@hevs.ch

Prof. Dr **Joseph El Hayek** est ingénieur EPFL en électricité et Dr ès Sc. techniques en génie électrique. Rattaché à l'Institut des Technologies Industrielles de la HES-SO, il enseigne les machines électriques à l'EIA-FR. Ses activités de recherche et développement s'articulent autour de la modélisation et du dimensionnement des machines et transformateurs électriques.
HES-SO, Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg, 1705 Fribourg, joseph.elhayek@hefr.ch

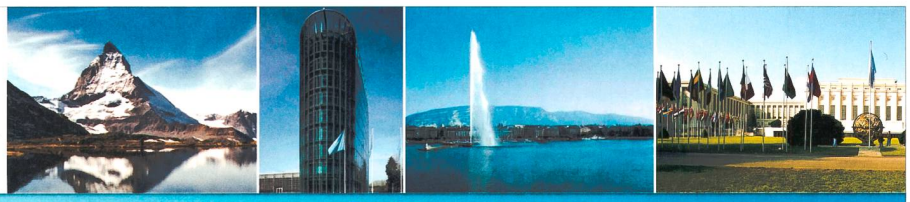
1) Le projet Atenet a également permis de mettre au point un programme de modélisation et de prédiction de la charge d'un réseau de distribution [1].
2) Le système peut être complété par autant d'automates que souhaité.

Bauen Sie auf Netzdienstleistungen aus einer Hand.

Die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich beraten Sie in allen Fragen zu einer sicheren Energieversorgung. Von der Netz- und Schutzstudie über die Beurteilung nach NISV bis zur Investitions- und Unterhaltsplanung von Hoch- und Mittelspannungsanlagen oder sämtliche Dienstleistungen rund um Ihren Trafo und Schalter – EKZ Service Center, Ihr kompetenter und zuverlässiger Partner. Telefon 0800 99 88 99, netzdienstleistungen@ekz.ch.
www.ekz.ch

Wir bringen Energie EKZ

ECOC 2011
GENEVA



37th European Conference and Exhibition on Optical Communication

37. Europäische Konferenz und Ausstellung Palexpo, Genf:

State of the Art in optischer Kommunikation

18. – 22. September – Konferenz
19. – 21. September – Ausstellung

Dienstag, 20. September: Spezielle Tageskarte für den «Industrial-Day»

«The Swiss way of fibres to the home (FTTH)»

Selten liegt Fachkompetenz näher!
Profitieren Sie von direkten Austausch unter Experten.
Weitere Informationen zu den Themen und Anmeldung
www.ecoc2011.org

Organisiert durch:
Electrosuisse
Luppmenstrasse 1
8320 Fehraltorf
ecoc2011@electrosuisse.ch

electrosuisse