

Smart grid

Document de connaissances de base, état: janvier 2018

1. Synthèse

Un smart grid (littéralement «réseau intelligent») est un réseau électrique coordonnant de manière autonome la production, la consommation et le stockage d'énergie électrique. Ce type de réseau permet par conséquent de passer d'un système de production dépendant de la demande à un système de consommation basé sur l'offre, qui devra à l'avenir s'adapter aux variations aléatoires de la production d'énergies éolienne et solaire. Associé à d'autres technologies telles que le pompage-turbinage ou encore les installations à gaz à cycle combiné, particulièrement flexibles, ce réseau doit contribuer à améliorer la sécurité d'approvisionnement, à réduire les coûts relatifs au réseau de distribution et à l'énergie de réglage, à intégrer les énergies renouvelables au réseau et à améliorer l'efficacité de l'ensemble du système.

Un smart grid associe le réseau électrique déjà existant à des applications issues des technologies de l'information et de la communication. Cependant, si plusieurs technologies actuelles peuvent d'ores et déjà être utilisées, elles doivent être tout d'abord testées sous la forme de composants individuels, car la réalisation technique dépend de la stabilité et de l'efficacité de leur interaction. En effet, à part dans certains projets de recherche, aucun smart grid garantissant un pilotage complètement automatisé des appareils consommateurs et des installations de production n'existe encore dans le monde: il ne s'agit pour l'heure que d'un concept.

Les tests effectués actuellement sur les smart meters, déjà déployés à large échelle dans certains pays, constituent une première étape dans la mise en œuvre de ces réseaux intelligents. Cette technologie doit inciter les consommateurs finaux à économiser l'électricité et encourager la maîtrise de l'injection décentralisée. Leur introduction en Suisse est toutefois freinée notamment par les questions relatives à la protection des données, par l'absence de normes dans ce domaine et par un manque de clarté dans la répartition des rôles et des coûts.

Le succès des smart grids dépendra en grande partie de l'intérêt économique ainsi que de l'atteinte au confort individuel des différentes parties prenantes. Une fois que cet intérêt se profilera et que les pertes de confort seront réduites au minimum, la probabilité d'une mutation de notre réseau électrique actuel en smart grid émergera également.

2. Généralités

Un smart grid est un réseau électrique coordonnant de manière centralisée et optimisant la production, la consommation et le stockage d'énergie électrique. Au sein de smart grids, la communication rapide et bidirectionnelle entre les différents composants des réseaux et les systèmes de production, de stockage et de consommation permet d'harmoniser la gestion. De ce fait, ces réseaux sont en mesure de garantir une exploitation plus efficace du système (à la fois en termes d'énergie et de coûts) en vue des exigences futures (voir illustration 1).

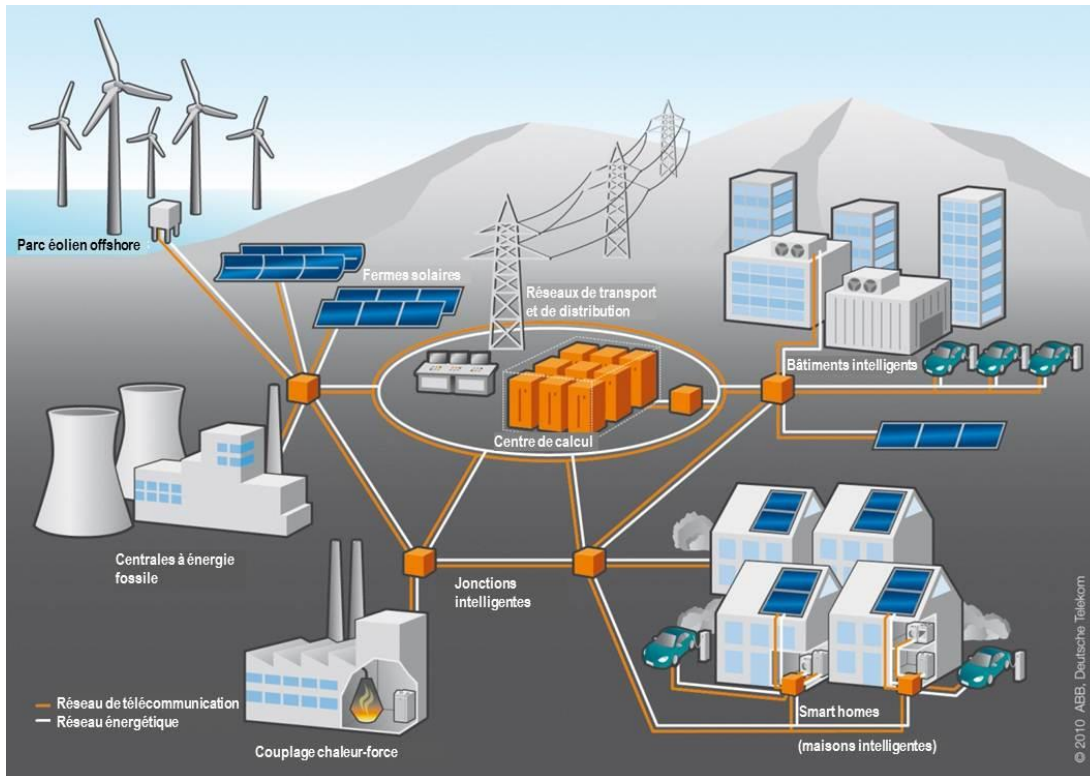


Illustration 1. Représentation schématique d'un smart grid. Source: ABB 2010.

L'électricité ne peut pas être stockée directement; pour ce faire, elle doit être transformée en une autre forme d'énergie, au prix de processus très complexes. Elle peut par exemple permettre de pomper l'eau d'un lac de retenue, où l'énergie électrique peut être stockée sous forme d'énergie potentielle.¹ On peut également accumuler l'énergie sous forme chimique dans une batterie et la reconvertir ensuite en électricité. Ce procédé ne permet cependant de stocker que d'infimes quantités par rapport au volume. De plus, il faut savoir que toutes les formes de stockage occasionnent des pertes.

La production d'électricité est constamment adaptée à la consommation afin de garantir que la quantité d'énergie disponible sur le réseau soit en permanence égale à celle qui est consommée. Si l'énergie produite diffère de l'énergie consommée, la fréquence se modifie et les appareils peuvent être endommagés. En cas de grosses divergences, il existe la menace d'un black-out car les centrales sont arrêtées afin de garantir leur propre sécurité. Les différences à court terme entre l'offre et la demande sont compensées via l'énergie de réglage.² Au sein des smart grids en revanche, un algorithme dans un centre de calcul optimise rapidement et de manière complètement automatisée l'offre et la demande en jouant activement sur la charge ou sur la production, ou en alimentant le système d'accumulation.

¹ L'énergie potentielle est l'énergie nécessaire pour soulever un objet à une certaine hauteur.

² L'énergie de réglage désigne la compensation des variations imprévues entre l'injection et le prélèvement d'électricité par le biais de l'augmentation ou de la diminution à court terme de la puissance des centrales.

Les smart grids servent non seulement à piloter des installations de production, mais également à connecter ou déconnecter les charges en fonction des besoins (p. ex. pompes à chaleur, chauffe-eau, grands entrepôts frigorifiques, etc.). Cette gestion de la demande (*demand side management*, DSM) permet d'adapter la demande à la production et ainsi de réduire les besoins de stockage en cas d'augmentation de l'injection d'énergies renouvelables non pilotables.

Le système actuel et les smart grids sont caractérisés par les différences suivantes:

- Système traditionnel:
 - Structure hiérarchisée, pilotage et surveillance centralisés
 - Centrales généralement de grande taille
 - Nombre peu élevé de grandes installations centrales de stockage de l'énergie (centrales de pompage-turbinage)
 - Utilisation non généralisée des technologies de l'information et de la communication (TIC)
- Smart grid:
 - Nombreux composants de différentes tailles
 - Intégration d'installations de production décentralisées (DEG: *distributed energy generation*)
 - Intégration de nombreuses petites installations de stockage décentralisées («batteries solaires» et véhicules électriques)
 - Composants «smart»
 - Utilisation constante des TIC jusqu'aux consommateurs finaux

Cette gestion «intelligente» (*smart*) du réseau doit au final permettre de préserver le haut niveau de sécurité d'approvisionnement, de réduire les coûts liés au réseau de distribution et à l'énergie de réglage, d'intégrer les énergies renouvelables au réseau et d'améliorer l'efficacité de l'ensemble du système.

Ces exigences sont prises en compte par les divers projets lancés dans différents pays intégrant des smart grids, les priorités et les principaux éléments variant cependant en fonction de la situation initiale locale. Aux États-Unis, le réseau étant en partie vétuste, c'est la sécurité d'approvisionnement qui prime; en Europe en revanche, la part croissante accordée aux énergies renouvelables dans la production conduit à intégrer des installations de production décentralisée et non pilotable au réseau électrique.³ Dans tous les cas, un centre de calcul doit gérer de manière autonome la production, la charge ainsi que le stockage, et optimiser l'ensemble du système.

La première étape du lancement d'un smart grid consiste à mesurer la production décentralisée et la consommation de manière très précise à l'aide de smart meters, les valeurs étant transmises au centre de calcul de manière automatisée. Pour les applications actuelles telles que la lecture à distance des compteurs ou des pronostics de production des sources d'énergie renouvelable, une mesure des données tous les quarts d'heure et un envoi quotidien aux exploitants du réseau de distribution suffisent. L'allocation future de l'offre et de la demande par un centre de calcul nécessite une résolution temporelle élevée et un échange de données très rapide.

³ Source: Forum de l'énergie 2011

Les smart meters sont donc indispensables à la mise en place d'un smart grid, mais ne suffisent pas. Pour la plupart des concepts, une communication bidirectionnelle avec l'unité de gestion centrale s'avère, tout comme la mesure de la consommation, essentielle. Les smart meters peuvent en effet non seulement envoyer des données de mesure, mais également recevoir des signaux de commande et piloter les appareils consommateurs lorsque ceux-ci disposent de l'équipement adéquat. Une communication fiable entre les appareils de mesure et le centre de calcul est donc primordiale. Elle est aujourd'hui déjà rendue en partie possible par les technologies d'information et de communication modernes. Mais il existe aussi des concepts décentralisés qui se passent de communication avec une centrale. Si la qualité du courant est mesurée, on peut déjà en savoir beaucoup sur l'état local du réseau de distribution. Avec des algorithmes «intelligents», les appareils pourraient se piloter eux-mêmes et représenter une moindre charge pour le réseau.

3. Réalité aujourd'hui

Hormis certains projets de recherche et projets pilotes, aucun smart grid garantissant un pilotage complètement automatisé des appareils consommateurs et des installations de production n'existe encore dans le monde: il ne s'agit pour l'heure que d'un concept.

3.1 Situation actuelle en Suisse

Seuls quelques gestionnaires de réseau ont installé des smart meters dans des proportions importantes. Avec les smart meters installés dans le cadre de projets pilotes, l'intérêt était la plupart du temps faible (voire nul) par rapport à l'ampleur des coûts. Très peu de consommateurs finaux s'intéressant à leur consommation d'énergie, une visualisation de la consommation n'apporte par conséquent aucun avantage. La Stratégie énergétique 2050 fournit pour la première fois des prescriptions sur l'installation à grande échelle de smart meters («déploiement»). D'ici à 2028, 80% des compteurs doivent être remplacés par des smart meters avec une étendue de fonctions minimale.

3.1.1 Avantages et inconvénients des smart meters et des smart grids

Outre la mesure, la communication en temps réel de la consommation au client sur des écrans et des sites Internet permet à ce dernier de l'analyser et de la surveiller, et ainsi de gérer la charge et d'économiser de l'électricité. Ces informations immédiates doivent l'inciter à mieux gérer sa consommation, et partant, à la réduire. Malheureusement, la plupart des projets pilotes ont toutefois eu des résultats décevants. Très peu de consommateurs finaux s'intéressent à leur consommation d'électricité, et ne font plus attention aux visualisations au bout de quelques semaines.

Des tarifs en fonction des heures de la journée existent déjà en Suisse depuis fort longtemps: la plupart des fournisseurs d'électricité proposent en effet un haut tarif et un bas tarif. Avec l'introduction de smart meters, des tarifs évolutifs basés davantage sur le prix de gros ou sur la situation du réseau pourraient même être proposés. Cette incitation financière pourrait encourager le consommateur à adapter rapidement ses besoins à la charge du réseau. Il faut en effet que la consommation soit reportée dans le temps, mais aussi réduite pour réaliser réellement des économies d'énergie.

Les smart meters peuvent également permettre de maîtriser l'injection décentralisée, en assurant une communication bidirectionnelle: les données envoyées mais aussi les signaux de commande reçus peuvent être utilisés pour piloter des installations de production réparties et des appareils consommateurs. En cas de charge élevée du réseau, les installations pourraient être freinées à court terme afin d'éviter une surcharge.

Si ces systèmes offrent des avantages, ils présentent également un certain nombre de risques et d'inconvénients. C'est pourquoi leur diffusion est assez lente, du moins en Suisse. Avec le système de régulation actuel, le gestionnaire du réseau de distribution n'a pas la possibilité de répercuter les coûts liés au smart meter, bien que ce soit surtout le client final qui en tire avantage, selon des études des autorités. Selon la Commission fédérale de l'électricité (ElCom), les coûts ne pouvaient jusqu'à présent être répercutés sur le client final que lorsqu'ils contribuaient à améliorer l'efficacité ou la sécurité du réseau. Sans la mise en place d'un smart grid, les smart meters ne sont rien d'autre que des appareils de mesure n'obtenant pas automatiquement les effets mentionnés. Cependant, avec la Stratégie énergétique 2050, les gestionnaires de réseau sont désormais obligés de remplacer 80% des compteurs installés par des smart meters d'ici à 2028.

Toutefois, actuellement, des normes techniques garantissant que les différents composants nécessaires à l'exploitation du système, tels que les compteurs et les logiciels de lecture à distance, ne seront pas associés les uns aux autres de façon aléatoire, font défaut. Les gestionnaires de réseau de distribution courent alors le risque d'être tributaires de fournisseurs de systèmes. Cette dépendance revêt une importance stratégique lorsque la technique n'est pas au point et que l'investissement nécessaire est de taille. Le besoin de standardisation a toutefois été reconnu dans le secteur des compteurs et de l'électricité. C'est pourquoi l'association Smart Grid Suisse s'est fixé comme priorité de garantir l'interopérabilité et la compatibilité des appareils et des systèmes smart grid via une norme de branche suisse ouverte, indépendante des fabricants⁴.

Le degré élevé d'automatisation et la communication nécessaire (en fonction de la forme d'un smart grid) offrent de nouvelles surfaces d'attaque pour les cyberattaques et des points faibles qui pourraient entraîner des défaillances. La multitude d'interfaces nécessaires à l'intégration d'appareils domestiques impliquent un changement de paradigme car, aujourd'hui, encore beaucoup de systèmes n'ont par exemple pas accès à Internet pour des raisons de sécurité. De même, les coûts élevés (au moins lors de l'installation) doivent être acceptés par les consommateurs finaux.

Grâce à la télécommande centralisée, les gestionnaires de réseau de distribution suisses disposent déjà d'un moyen éprouvé et efficace de gérer la charge en pilotant les appareils consommateurs tels que le chauffage électrique, les chauffe-eau électriques et les pompes à chaleur. Les pointes de charge sont ainsi lissées et la charge du réseau équilibrée. La plupart des fournisseurs d'électricité proposent d'ores et déjà une incitation financière visant à assouplir la charge avec le haut tarif/bas tarif. Les avantages d'un smart grid sont déjà en partie exploités aujourd'hui.

Un smart grid pourrait par ailleurs générer un avantage supplémentaire puisque les smart meters et les techniques de communication modernes donnent la possibilité de commander individuellement les différents appareils, ce qui affine ainsi la gestion de la charge. L'intégration de petites installations de production décentralisée serait ainsi facilitée pour le gestionnaire de réseau, ce qui pourrait le convaincre d'introduire un smart grid. Par rapport à la télécommande décentralisée, ce dernier va toutefois de pair avec des coûts plus élevés et une grande complexité.

3.1.2 Premières expériences menées dans le cadre de projets pilotes

Bien que l'avenir du smart metering en Suisse soit encore incertain, la branche de l'électricité s'intéresse beaucoup à la question, comme en témoigne le nombre de conférences, d'articles et de projets pilotes ad

⁴ Source: VSGS

hoc. En la matière, peu importe la taille de l'EAE, c'est le besoin d'action qui s'avère déterminant.⁵ Dans la perspective d'un lancement ultérieur, les entreprises souhaitent être parfaitement parées en termes de processus car le sujet est souvent complexe et il semble que rien ne puisse remplacer l'expérience.⁶ Une préparation anticipée pourrait se révéler, sur le marché futur, un atout apportant des avantages compétitifs décisifs. Autres raisons de mener des essais sur le terrain: l'introduction de la lecture à distance, qui entraîne une réduction des coûts grâce à l'optimisation des processus, ainsi que le remplacement des installations de télécommande centralisée.

Actuellement, quelques entreprises se forgent une première expérience dans le domaine du smart metering. Des premiers résultats issus d'un projet pilote de l'Entreprise d'électricité du canton de Zurich (EKZ) sont disponibles. Ils sont toutefois décevants si on les compare aux économies escomptées des ménages que l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a chiffrées à 5 à 6% sur la base d'une étude d'Econcept et d'expériences issues de l'étranger.⁷ À l'instar de l'OFEN, EKZ a constaté que les économies réalisées atteignaient leur niveau maximal lorsque le consommateur pouvait consulter le niveau de sa consommation,⁸ directement affiché à l'écran sous forme de graphiques. Par rapport à un groupe de contrôle, seules des économies de 3% ont toutefois pu être constatées. La représentation de la consommation sur un site Internet a donné des résultats similaires, tandis que seules des économies minimales de 0,4% ont pu être constatées chez les clients finaux découvrant leur consommation dans leur facture mensuelle.

Dans le cadre de son projet pilote, la société Centralschweizerische Kraftwerke (CKW) teste des tarifs évolutifs et leur influence sur le comportement des consommateurs. Les résultats confirment les conclusions des analyses d'EKZ et de chercheurs de l'Université d'Oxford⁹ selon lesquelles le potentiel d'économie est faible. Dans les ménages en possession d'un smart meter, un recul de la consommation d'environ 3% a été observé par rapport à un groupe témoin possédant des compteurs traditionnels, et les économies sur la consommation étaient proportionnellement plus faibles en hiver qu'en été.

3.2 Situation en Europe

Au sein de l'UE, aucun smart grid au sens d'un réseau électrique commandé n'a encore vu le jour non plus. En revanche, l'introduction du smart metering constitue dans de nombreux pays une première étape vers l'instauration de ce type de réseau.

La directive 2006/32/CE a fixé un objectif de déploiement des smart meters dans 80% des ménages privés d'ici à 2020 et dans 100% d'ici à 2022. Cette directive joue donc aussi un rôle important dans la large diffusion des appareils de mesure.¹⁰ En 2011, le Joint Research Centre (JRC) de la Commission européenne a publié le premier catalogue européen de projets smart grid. Celui-ci chiffre notamment les dépenses réalisées jusqu'à présent par les États-membres de l'UE et les répartit en catégories, telles que le «smart network management», la gestion de la demande (*demand side management*), l'intégration de la production décentralisée et des dispositifs de stockage, l'e-mobilité ainsi que l'intégration des grandes installations de production d'énergies renouvelables.

⁵ Source: Imholz 2011

⁶ Source: Hüsler 2010

⁷ Source: OFEN 2009

⁸ Source: Mäder 2011

⁹ Source: Darby 2010

¹⁰ Source: Rüede 2010

Les investissements dans le domaine de la recherche et du développement des smart grids ainsi que des installations pilotes ont fortement augmenté ces dernières années. Dans le premier rapport JRC 2011, la priorité dans l'UE était donnée à l'installation de smart meters, à laquelle étaient consacrés près de 75% des dépenses. Dans certains pays comme la Suède ou l'Italie, ces appareils sont déjà déployés sur tout le territoire. Les raisons de ce lancement sont cependant très différentes: la Suède souhaitait une lecture à distance mensuelle, tandis que l'Italie entendait principalement lutter contre le vol d'électricité. En Allemagne, cependant, le déploiement de smart meters prend du retard car les spécifications pour les appareils complexes ne sont pas encore claires et que, de ce fait, aucun producteur ne peut fournir les produits correspondants.¹¹

Comme le montrent l'illustration 2 et l'illustration 3, la majeure partie des investissements est réalisée dans le «smart network management», avec 34% des investissements, suivi de la gestion de la demande (25%) et de l'intégration de la production décentralisée et des dispositifs de stockage (22%). La plupart des projets se concentrent toutefois sur plus d'une application.¹²

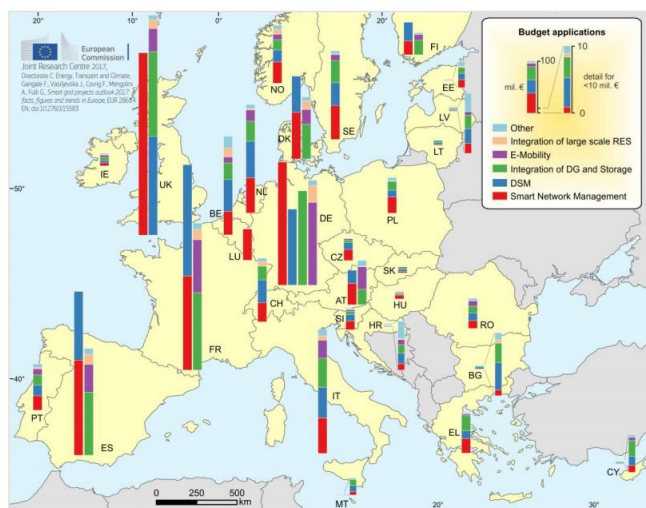


Illustration 2. Investissements dans les applications smart grid en Europe. Source: JRC 2017.

¹¹ Source: Wetzel 2017

¹² Source: JRC 2017

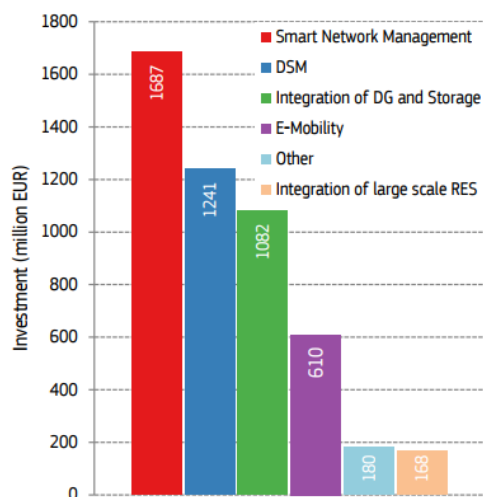


Illustration 3. Investissements par application smart grid. Source: JRC 2017.

Quant à l'UE, sa principale raison d'introduire le smart metering est l'économie d'énergie. Bien que de premières analyses montrent que l'effet escompté, en intégrant le client final, ne répond souvent pas aux attentes, la plupart des États de l'UE prévoient un déploiement sur tout le territoire. L'intérêt économique escompté devrait profiter au client final tandis que les coûts incomberont au gestionnaire de réseau. Dans certains pays comme l'Allemagne ou les Pays-Bas, la mesure et la lecture des valeurs ont été libéralisées afin de renforcer la concurrence et de baisser les prix. Les fournisseurs n'ont toutefois pu obtenir d'avantages en termes de volumes et les coûts ont augmenté au lieu de chuter. La libéralisation a finalement entraîné de faibles taux d'installation, ce qui explique les discussions menées actuellement en Allemagne visant à déterminer si la responsabilité doit à nouveau être transférée au gestionnaire de réseau. C'est chose faite aux Pays-Bas.

4. Évolutions futures

Le smart grid existe dans le monde entier en tant que concept théorique de gestion du réseau électrique, devant répondre aux exigences de sécurité de l'approvisionnement, d'efficacité et d'intégration d'énergies renouvelables. Bien que de nombreuses parties concernées attendent un déploiement de ce type de réseau, aucun smart grid avec pilotage automatique des appareils consommateurs et des installations de production n'a été réalisé pour l'heure. En général, les coûts élevés et la grande complexité d'une introduction constituent des obstacles. Il est donc difficile d'évaluer l'évolution dans ce domaine. Certains composants existent d'ores et déjà; la mise en place d'un smart grid dépendra de leur avancement technologique.

4.1 Évolution du smart metering

L'Ordonnance sur l'énergie de la Stratégie énergétique 2050 prescrit que 80% de toutes les installations de mesure doivent être remplacées par des compteurs intelligents d'ici à 2028. Elle contient des directives sur la technologie et les fonctionnalités qui doivent être mises en œuvre au préalable par les fabricants de compteurs. Les 20% de compteurs restants peuvent continuer d'être utilisés jusqu'à ce qu'ils ne fonctionnent plus.

4.2 Évolution d'autres technologies

Un smart grid relie et combine le réseau électrique existant à des applications et des appareils liés aux techniques d'information et de communication. L'évolution future du smart grid dépend par conséquent également des progrès réalisés en matière de composants individuels.¹³ V2G (Vehicle to Grid): ce concept repose sur l'exploitation des batteries de véhicules électriques pour stocker ou prélever du courant. Pour être efficace, l'application nécessite cependant un nombre suffisant de véhicules et un nombre encore plus important de bornes publiques disponibles. En outre, une succession trop rapide de chargements et de déchargements peut avoir un impact négatif sur la durée de vie des batteries, ce qui oblige les fabricants à limiter leurs prestations de garantie. Toutefois, au vu des coûts actuels pour les batteries de véhicule, leur utilisation pour l'approvisionnement en énergie est probablement encore beaucoup trop chère en raison de ces effets de vieillissement.

4.3 Autres facteurs de pérennité

Contrairement au réseau électrique actuel, les smart grids intègrent la commande d'appareils différents, ce qui ne peut fonctionner que si la technologie sous-jacente est standardisée. Pour des raisons de coûts, les appareils de commande devraient en outre être directement intégrés dans le processus de production. Équiper après coup les ménages n'est pas financable en raison des prix bas de l'énergie. L'association Smart Grid Suisse, fondée en 2011, a donc pour principal objectif de garantir la compatibilité des appareils et systèmes smart grid via une norme de branche suisse ouverte et indépendante des fabricants.¹⁴

Le stockage de l'énergie jouera un rôle capital dans les futurs smart grids. La production d'installations non pilotables exige une vraie flexibilité sur le front des appareils consommateurs, qui peut être obtenue grâce à un nombre suffisant de stockages de taille adéquate. Les accumulateurs thermiques, tels que les congélateurs, sont à cet égard particulièrement appropriés: ils peuvent être chargés sans aucune perte de confort pour le consommateur final.¹⁵ Les futures conditions-cadre réglementaires définiront le potentiel de gestion de la charge en fonction de la grandeur des stockages et, de ce fait, influenceront de manière décisive sur les possibilités qu'offrent les smart grids.

Les EAE suisses disposent en outre déjà, avec la télécommande centralisée et le système de haut/bas tarif, largement répandu, de moyens fiables et efficaces pour assurer la gestion de la charge. Le smart grid devra donc présenter des atouts de taille pour s'imposer en tant que technologie, par exemple en intégrant le client final à la gestion de charge via l'affichage de smart meters, via le pilotage individuel de différents appareils ou des incitations financières basées sur des tarifs évolutifs.

À l'heure actuelle, le smart grid en est au stade de la recherche. La réalisation technique constitue un défi, qu'il est toutefois parfaitement possible de relever avec les moyens disponibles. Son lancement est quasiment certain mais il est difficile pour l'heure d'en prévoir la date. Le groupe cible à qui le smart grid offrira un avantage économique réel n'a en effet pas encore été clairement déterminé. S'agit-il des gestionnaires de réseau, qui économisent des coûts grâce à la gestion automatisée de la charge? Du client final qui, en tant que «prosumer» (*producer and consumer*), souhaite participer activement au marché de l'énergie? Ou bien

¹³ Source: Santacana 2010

¹⁴ Source: VSGS

¹⁵ Voir également le document de connaissances de base «Flexibilisation de la demande»

la politique va-t-elle finir par imposer l'intérêt social d'une gestion respectueuse des ressources énergétiques par le biais de smart grids?

L'intérêt économique des smart grids pour les parties concernées jouera un rôle décisif dans leur percée. Dès lors que cet intérêt se sera profilé clairement, la transformation de notre réseau électrique en smart grid sera possible.

Un transfert de charge significatif ou une meilleure réduction de la consommation peut être attendu en cas de diffusion d'appareils de consommation finale intelligents et leur pilotage pour smart grid et smart metering. Cette étape est prévue à moyen ou long terme, soit d'ici à 2050. Les smart meters feront alors partie intégrante de tout réseau d'approvisionnement.

5. Sources

ABB 2010	www.abb.com, consulté en janvier 2012
Darby 2010	S. Darby, Smart metering: what potential for householder engagement? Building Research & Information, Vol 38/5 (p. 442-457), 2010
Forum de l'énergie 2011	«Smart Grids: une vision d'avenir avec de nombreux points d'interrogation», Nouvelles Energie 3/2011, Forum suisse de l'énergie, Berne, 2011
Hüsser 2010	P. Hüsser, R. Mittelholzer, Le Smart Grid a besoin de projets pilotes, Bulletin SEV/AES 12s/2010, Fehraltorf/Aarau, 2010
Imholz 2011	U. Imholz, R. Zurbruegg, Smart Metering : pour et contre pour les petites entreprises d'approvisionnement locales, Bulletin SEV/AES 7/2011, Fehraltorf/Aarau, 2011
JRC 2017	Smart grid projects outlook 2017
Mäder 2011	N. Mäder, EKZ-Projekt: Smart Meter sparen weniger als erwartet, Bulletin SEV/AES9/2011, Fehraltorf/Aarau, 2011
OFEN 2009	Smart Metering für die Schweiz – Potenziale, Erfolgsfaktoren und Massnahmen für die Steigerung der Energieeffizienz, Office fédéral de l'énergie (OFEN), Berne 2009
Rüede 2010	C. Rüede, M. Rauh, Les expériences internationales avec le smart metering: un enseignement pour la Suisse, Bulletin SEV/AES 4/2010, Fehraltorf/Aarau, 2010
Santacana 2010	E. Santacana et al., La prochaine évolution du réseau électrique, Bulletin SEV/AES 9/2010
VSGS	Association Smart Grid Suisse, http://www.smartgrid-schweiz.ch , consulté en janvier 2012
Wetzel 2017	D. Wetzel, Nächster schwerer Rückschlag für die Energiewende, Welt, 22.11.17