

2.3: BIG DATA AU SERVICE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

CONTRIBUTION DE MARIAM BARQUE, LUC DUFOUR, DAVID WANNIER
ET DOMINIQUE GENOUD





L'électricité solaire, considérée comme une révolution énergétique, a permis d'amorcer un changement de paradigme de notre système énergétique. En effet, ces installations commencent à se généraliser dans les années 1990 à 2000, car elles répondent à la fois au besoin d'autonomie du consommateur, à la prise de conscience de l'épuisement des ressources fossiles et à la dégradation de l'écosystème qui en résulte. Le cadre politique et réglementaire s'adapte à cette révolution en proposant des incitations économiques afin d'accélérer l'émergence du consommateur-producteur.

Cet engouement pour le renouvelable a pour effet de favoriser l'essor des productions décentralisées sur un réseau électrique historiquement centralisé. En plus des contraintes techniques, dues au fait que l'architecture du réseau n'est pas adaptée au transport de l'électricité du consommateur au distributeur, les énergies renouvelables telles que l'éolien, le photovoltaïque et l'hydraulique sont par définition des énergies dites de flux, par opposition aux énergies fossiles et nucléaires qui reposent sur des stocks. Leur disponibilité est ainsi soumise aux aléas météorologiques plus ou moins prévisibles.

On comprend que l'équation d'équilibre du réseau peut donner du fil à retordre aux gestionnaires de réseau. Notre façon de consommer, de produire, de transporter et plus généralement le système électrique doivent être repensés.

CHAPITRE 2

S'INSPIRER DES EXPÉRIENCES

2.1:

BIG DATA:
VERS UNE MÉDECINE
PRÉDICTIVE

2.2:

BIG DATA &
GÉOLOCALISATION

2.3:

BIG DATA AU SERVICE
DE LA TRANSITION
ÉNERGÉTIQUE

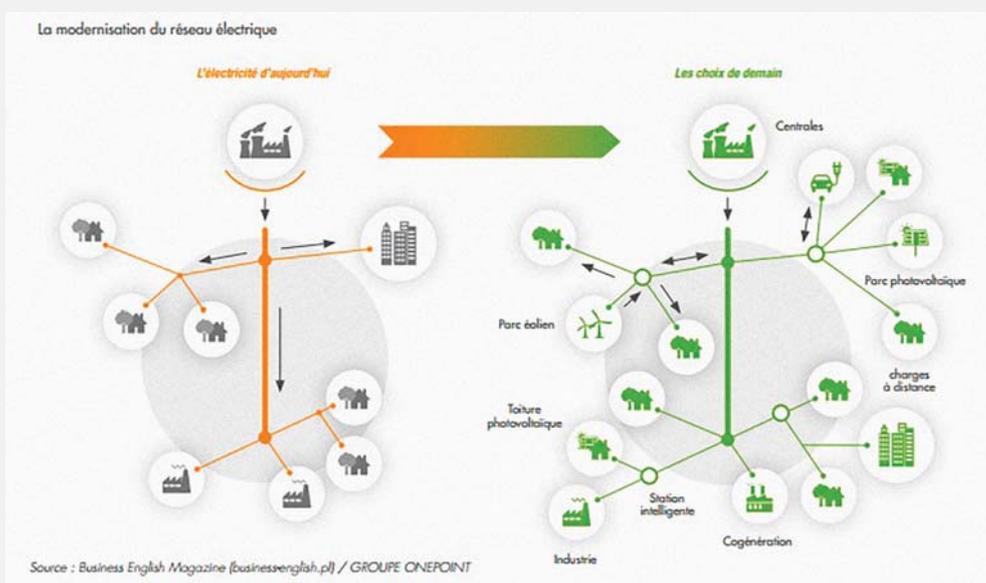


Figure1 :

BIG DATA AU SERVICE DE LA GESTION DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE

Figure 1 : Intégration des énergies renouvelables sur le réseau électrique (1)

La révolution attendue est celle des Smart Grids ou Réseaux Intelligents. Elle répond à plusieurs challenges: faciliter l'intégration des énergies renouvelables, maîtriser la demande énergétique en perpétuelle augmentation, limiter le vieillissement du réseau... (2).

Un réseau intelligent est un réseau capable de communiquer et de prendre des décisions de façon autonome. Ceci est possible grâce aux capteurs permettant de récolter les données appropriées, en temps réel, à plusieurs niveaux du réseau. Des systèmes SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) sont alors capables de récolter et d'analyser les données collectées à différents nœuds stratégiques du réseau de distribution afin de surveiller le comportement des composants électriques, et remonter des informations sur l'état du réseau plusieurs fois par minute. En cas d'anomalie détectée, le SCADA autorise le contrôle des installations électriques permettant de rétablir l'équilibre du réseau (3). Au niveau du consommateur, la consommation d'électricité est historiquement enregistrée à l'aide de compteurs électromécaniques à simple ou double tarif. La lecture des compteurs s'effectue chez le consommateur, une ou deux fois par année. Aujourd'hui, les compteurs numériques sont capables de relever la consommation, la production ainsi que tout paramètre lié à l'état du réseau, à chaque seconde près!

En France, 35'000 compteurs intelligents seront installés d'ici 2021. La Suisse s'appuie également sur ces technologies pour atteindre l'objectif 100% renouvelable d'ici 2050 (4). Sur le réseau de distribution, les installations solaires dépassant les 30 kW sont déjà télémétrées.

Le réseau électrique devient un générateur de données dont le nombre augmente constamment. Le challenge est alors de récolter, stocker, transporter et surtout exploiter ces données afin d'en faire un atout majeur pour la transition énergétique. Notons que les compteurs intelligents déployés aujourd'hui sont aussi capables de recevoir et transmettre des informations entre le consommateur et le fournisseur (alertes sur la puissance soutirée, prix en temps réel, conseils automatiques concernant le report de consommation). Une couche de communication bidirectionnelle vient alors se superposer au réseau électrique, d'où la notion de réseau intelligent (Smart Grid). Notons que cette intelligence était déjà présente sur le réseau de transport à haute tension. Le grand changement est d'étendre ces innovations à l'ensemble du réseau y compris la moyenne tension et la basse tension, ce qui fait participer le consommateur à la gestion du réseau.

CHAPITRE 2

S'INSPIRER DES
EXPÉRIENCES

2.1:

BIG DATA:
VERS UNE MÉDECINE
PRÉDICTIVE

2.2:

BIG DATA &
GÉOLOCALISATION

2.3:

BIG DATA AU SERVICE
DE LA TRANSITION
ÉNERGÉTIQUE



CRÉATION DE NOUVEAUX SERVICES POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Ce passage du physique au numérique permet l'apparition de nouveaux services liés au report de consommation. Ces nouveaux acteurs créent de la valeur autour des thèmes Smart (Grid, Cities, Building, Domatic, Home...) en s'appuyant le plus souvent sur une exploitation des informations de consommation (courbe de charge, équipement du foyer...) et la fourniture de services associés. Ce processus devrait se poursuivre en même temps que s'accroît la sensibilité collective à la facture énergétique. Il est également important de noter que les solutions apportées par ces services peuvent être personnalisées et adaptées au rythme de vie de chaque consommateur car les données sont prélevées en continu, directement chez le consommateur (5).

En Suisse romande, le projet Green E-Value (6) propose un portail accessible aux propriétaires des immeubles et aux locataires qui leur fournit les informations de consommation et propose des conseils d'économie d'énergie. Dans les locaux communs, des écrans indiquent les consommations moyennes des logements et permettent aux locataires de s'auto-évaluer et d'améliorer leur comportement. Il s'agit de vulgariser l'information pour qu'elle soit compréhensible par tous. Le projet Européen ENTROPY (7) mené à l'Institut d'Informatique et de Gestion (IIG) de la HES-SO propose une plateforme basée sur le principe du Serious Gaming. Celle-ci exploite les données issues de divers capteurs (lumi-

nosité, température, présence...) et permet de diminuer la consommation d'énergie de façon interactive dans les entreprises. L'avènement du Big Data sur le réseau électrique devient un réel vivier économique en faveur de l'économie d'énergie.

BIG DATA AU SERVICE DE LA PRÉDICTION D'ÉNERGIE SOLAIRE

La prévision des énergies durable n'est donc pas une nouveauté dans la gestion du système électrique. En effet, la production d'électricité sur le réseau doit exactement correspondre à la demande, or la part du renouvelable dépend directement de la disponibilité de ces ressources, à fortiori de la météo...

L'évolution récente dans le domaine de la prédiction est le recours à l'exploitation des données générées par l'ère du Big Data sur les réseaux de distribution. Celui-ci permet de prédire les informations cruciales pour la gestion du réseau que sont la production d'énergie renouvelable et la consommation. L'apport des autres types d'énergies comme le thermique ou la grande hydraulique peut être contrôlé afin d'ajuster l'équilibre du réseau.

En termes de prédiction énergétique, on peut distinguer deux approches principales: les modèles physiques et les modèles par apprentissage. La majorité des phénomènes que nous observons sont régis par des lois physiques qui permettent de les expliquer, de les comprendre et de les exploiter afin

CHAPITRE 2

S'INSPIRER DES EXPÉRIENCES

2.1:

BIG DATA: VERS UNE MÉDECINE PRÉDICTIVE

2.2:

BIG DATA & GÉOLOCALISATION

2.3:

BIG DATA AU SERVICE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

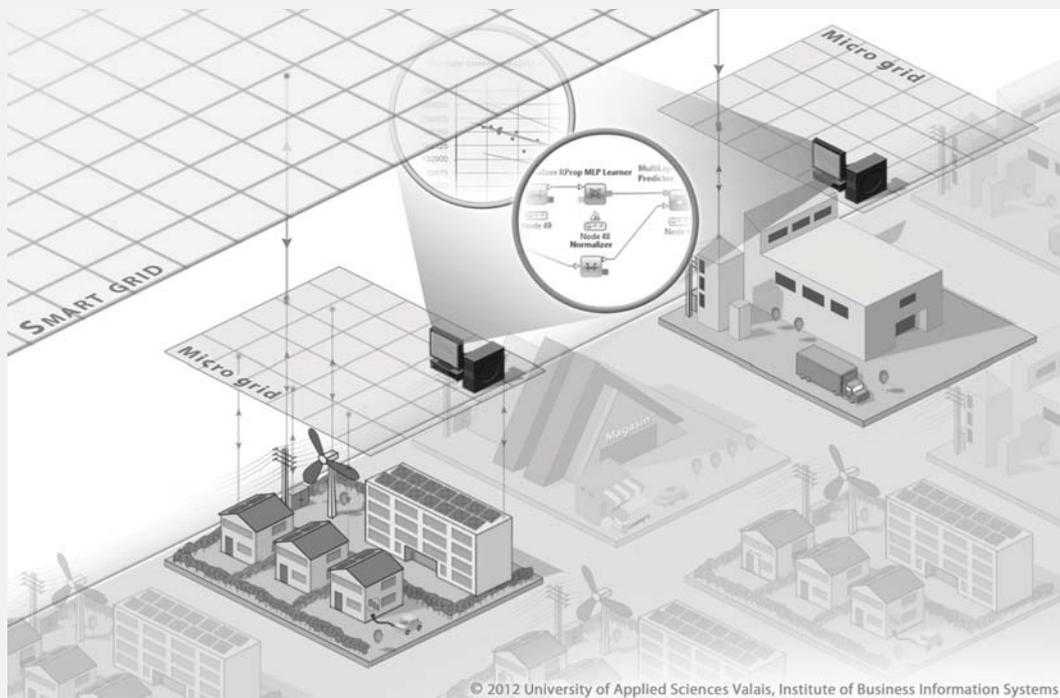


Figure2:

de créer les technologies adaptées à nos besoins. En prenant le cas de l'électricité solaire, les panneaux photovoltaïques vont simplement convertir l'énergie des rayons du soleil en électricité. En connaissant les performances du panneau et l'irradiation à un instant donné, fournies par les services météo, on peut calculer la production solaire via des équations de la physique du rayonnement solaire. Cependant, les équations adaptées et la complexité des paramètres nécessaires pour les résoudre sont complexes à mettre en place. Les méthodes par apprentissage, par opposition, ignorent la présence de ces équations et utilisent l'historique des données de production collectées par les capteurs présents sur les panneaux. Les modèles statistiques sont communément employés à cet effet, le but étant de trouver le modèle mathématique permettant d'expliquer les données historiques et construire ainsi la courbe d'évolution de la production. Force est de constater que les modèles statistiques peuvent trouver leurs limites lorsque la quantité de données à traiter se rapproche du Big Data. À ce stade, le traitement des données est plus complexe et nécessite l'intervention du data mining (analyse de données). Il s'agit de méthodes et d'algorithmes qui rassemblent l'informatique, l'intelligence artificielle et les statistiques afin d'en extraire un maximum de connaissance, de compréhension et d'établir une prédiction adaptée. Tout ceci est possible grâce à la richesse de l'historique des données collectées par les smart meters (compteurs intelligents). Les travaux de l'Institut Informatique de Ges-

tion de la HES-SO Valais Wallis (IIG) dans le domaine de la prédiction d'énergie renouvelable ont montré l'efficacité et la robustesse du Machine Learning notamment pour la prédiction de l'énergie solaire. Une plateforme prédictive de la production du parc solaire de l'ESR (Energie Sion Région), distributeur régional d'électricité, a été mise en place en 2015. Avec les nombreux Best Papers remportés dans les domaines de la prédiction de l'énergie solaire (8) et de la consommation d'électricité dans les ménages et les industries (9), les travaux se poursuivent avec la prévision de l'énergie éolienne et de la mini-hydraulique.

LES PRÉDICTIONS DE CONSOMMATION DANS UN MICROGRID

Du côté des gestionnaires du réseau, la logique verticale et descendante du réseau centralisé cadre mal avec le développement des énergies renouvelables, majoritairement de faibles puissances. Il nous faut privilégier une logique transversale et multidirectionnelle. Le développement des réseaux intelligents au sein des villes se fera par la mise en place d'une multitude de quartiers intelligents appelés microgrids en anglais. Cela impose une gestion plus précise et réactive à la minute. Les principales études publiées sur la question du modèle économique du stockage montrent que, pour être rentable, il doit assurer un bouquet de services comme les arbitrages de prix, l'effacement, la demande d'énergie de qualité ou le contrôle du voltage.

Figure2: Microgrids

CHAPITRE 2

**S'INSPIRER DES
EXPÉRIENCES**

2.1:

**BIG DATA:
VERS UNE MÉDECINE
PRÉDICTIVE**

2.2:

**BIG DATA &
GÉOLOCALISATION**

2.3:

**BIG DATA AU SERVICE
DE LA TRANSITION
ÉNERGÉTIQUE**

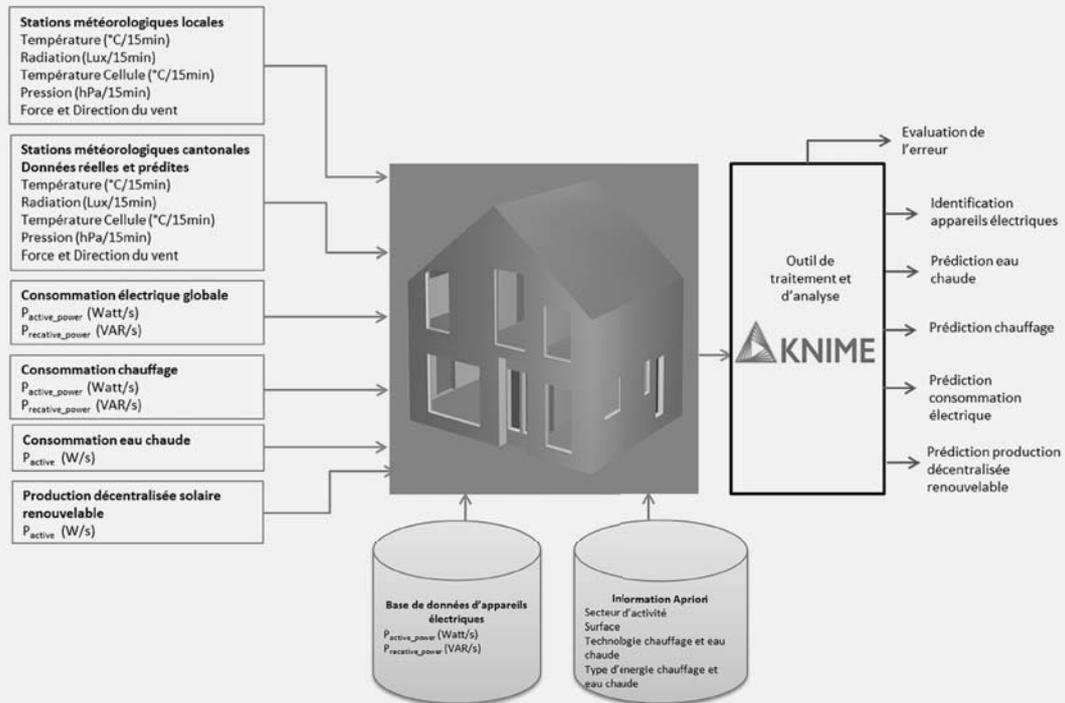


Figure3 :

Ainsi, la prédiction de production décentralisée doit être couplée avec une prédiction fine des consommations pour permettre une flexibilité locale de la demande en énergie. Ce stockage peut être électrique à partir de batteries ou thermique à partir du stockage de l'énergie dans les murs (Chauffage/climatisation) et de l'eau (eau chaude sanitaire). L'Institut Information de Gestion de la HES-SO Valais Wallis s'est attaché à travailler sur la prédiction en eau chaude, en chauffage et en électricité des différents cas d'étude étudiés. Les travaux ont porté sur le secteur industriel (une industrie pharmaceutique), tertiaire (50 entreprises) et résidentiel (une maison). Les premières études pour comprendre le comportement du bâtiment dans un environnement donné datent des années 1970. À cette période, la communauté scientifique et les énergéticiens ont été confrontés à un manque d'informations détaillées sur la constitution des bâtiments, une incertitude sur les usages et le comportement des occupants et des capacités de calcul limitées. Cependant, il demeure encore une grande incertitude qui porte sur les usages, le comportement des occupants et le besoin en données locales.

La première étape a été la création d'un système d'information permettant la collecte des données de consommation (chauffage, eau chaude, électricité), de productions décentralisées renouvelables et de données météorologiques réelles et prédites. Forts de 4 ans de collecte d'informations, nous avons ensuite comparé les différentes méthodes de

prédictions et les différents modèles à l'intérieur de ces méthodes. L'objectif est de montrer l'intérêt des méthodes par apprentissage par rapport aux méthodes conventionnelles qui ont du mal à appréhender et à prédire des changements rapides au niveau de la consommation ou de la production. Ces prédictions permettront une flexibilité de la consommation en fonction des différentes prédictions sur des horizons prédéfinis (quart d'heure, heure, la journée, la semaine).

Sur le secteur résidentiel, l'ensemble des flux énergétiques (chauffage, eau chaude, électrique, production décentralisée renouvelable) a été caractérisé et prédit. Le taux d'exactitude des prédictions a atteint, grâce à ces technologies de machine learning, environ 98.1% +/- 1.3%.

Figure 3 : Prédiction dans le secteur résidentiel

Enfin, sur le secteur tertiaire au niveau du technopôle de Sierre, une prédiction électrique est réalisée chaque quart d'heure par secteur d'activité (Bureaux, Restauration, Studio de télévision). Les résultats de classification peuvent atteindre 98.4% +/- 0.6 dans le secteur d'activité bureaux avec un an de données d'entraînement.

Une batterie composée de nouvelle technologie Lithium-Titanate permettant 15'000 cycles complets durant au minimum 20 ans a été ajoutée à ce laboratoire grandeur nature. Les prédictions actuelles permettent déjà d'anticiper le passage de nuages et donc

CHAPITRE 2

S'INSPIRER DES EXPÉRIENCES

2.1:

BIG DATA:
VERS UNE MÉDECINE
PRÉDICTIVE

2.2:

BIG DATA &
GÉOLOCALISATION

2.3:

BIG DATA AU SERVICE
DE LA TRANSITION
ÉNERGÉTIQUE

8 | LA VALEUR DES DONNÉES

Dans une entreprise dirigée à la lumière des données, quiconque pouvant améliorer ses décisions stratégiques avec la donnée a accès à cette dernière au moment le plus critique et dans sa forme la plus intelligible. Pour procurer cet avantage analytique, il en va de travailler la donnée de façon harmonisée, automatique et ceci faisant abstraction de sa source et de sa nature. Il en va aussi aux entreprises d'être conscientes de la valeur de cette donnée, leur permettant d'influencer fortement leurs avantages concurrentiels compétitifs.

Dominique Duay
Trivadis SA

la baisse de production photovoltaïque ainsi que le pilotage de la charge et la décharge de la batterie en fonction des activités des résidents et de la restauration.

Enfin, nos études ont porté sur le secteur industriel, dont l'entreprise pharmaceutique Debiopharm, avec la prédiction des HVAC (gestion de la température, humidité et pression) à partir de la température extérieure et du planning de production. Les résultats de la prédiction sont de 98.5 % +/- 1.6 %.

La même méthodologie a été appliquée au domaine de la maintenance prédictive sur le distillateur de l'entreprise pharmaceutique. L'objectif était dans un premier temps de comprendre le fonctionnement du procédé afin de créer un modèle de référence. La variable caractéristique qui permet de déterminer les tests de référence a été le rendement. L'objectif était de définir quels étaient les paramètres qui avaient le plus d'impact sur le rendement. Le résultat a montré qu'un suivi et une prédiction de la pression sur un élément particulier dans le procédé était une des solutions à industrialiser.

-----encarté-----

BIBLIOGRAPHIE

1. **Groupe OnePoint.** *Pas de transition énergétique sans changement de paradigme pour les réseaux électriques.* 2015.
2. **ParisTech, Mines.** *Smart Grids : Au-delà du concept, comment rendre les réseaux plus intelligents.* 2013.

3. **AES.** Différentes approches pour le monitoring du réseau de distribution. Bulletin 5/2016, 2016.

4. **Office Fédéral de l'énergie.** *Les compteurs intelligents seraient rentables en Suisse.* [En ligne] 2016. <http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/?lang=fr&msgid=44806>.

5. **Onepoint, Groupe.** *Pas de transition énergétique sans changement de paradigme pour les réseaux électriques.* 2014.

6. Le smart metering pour maîtriser sa consommation énergétique. [En ligne] 2014. <https://www.bluewin.ch/fr/infos/suisse/2014/8/21/le-smart-metering-pour-maitriser-sa-consommation-d-energie.html>.

7. **HES-SO Valais Wallis.** *Projet européen dans le domaine de l'énergie.* [En ligne] 2016. <http://www.hevs.ch/fr/rad-instituts/institut-informatique-de-gestion/actualites/projet-europeen-dans-le-domaine-de-l-energie-10848>.

8. *Solar production prediction based on non linear meteo source adaptation.* **Mariam Barque, Luc Dufour, Dominique Genoud, Arnaud Zufferey, Bruno Ladevie, Jean-Jacques Bézien. s.l. :** IEEE, 2015.

9. *Heating and hot water industrial prediction system.* **Luc Dufour, Dominique Genoud, Bruno Ladevie, Jean-Jacques Bézien. Crans-Montana :** IEEE, 2016.

10. **AES.** Améliorer la gestion des réseaux actifs de distribution. Bulletin 5/2016, 2016.

11. **SIEMENS.** *Report on the technical, social, economic, and environmental.* 2009.

CHAPITRE 2

S'INSPIRER DES
EXPÉRIENCES

2.1:

BIG DATA:
VERS UNE MÉDECINE
PRÉDICTIVE

2.2:

BIG DATA &
GÉOLOCALISATION

2.3:

BIG DATA AU SERVICE
DE LA TRANSITION
ÉNERGÉTIQUE