



HAL
open science

LES PRINCIPAUX RÉSULTATS SCIENTIFIQUES DU DÉMONSTRATEUR SMART ELECTRIC LYON

Nicolas Philibert, Alain Marti, Philippe Gouy, Sergei Agapoff, Christèle Assegond, Neïl Ayeb, Clément Baudot, Pascal Beguin, Nicolas Bouche, Laurent Bozzi, et al.

► **To cite this version:**

Nicolas Philibert, Alain Marti, Philippe Gouy, Sergei Agapoff, Christèle Assegond, et al.. LES PRINCIPAUX RÉSULTATS SCIENTIFIQUES DU DÉMONSTRATEUR SMART ELECTRIC LYON. ADEME. 2017. hal-04762862

HAL Id: hal-04762862

<https://hal.science/hal-04762862v1>

Submitted on 31 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/320106612>

LES PRINCIPAUX RÉSULTATS SCIENTIFIQUES DU DÉMONSTRATEUR SMART ELECTRIC LYON

Technical Report · June 2017

DOI: 10.13140/RG.2.2.15779.55845

CITATIONS

2

READS

660

60 authors, including:



Sergei Agapoff

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

4 PUBLICATIONS 19 CITATIONS

SEE PROFILE



Assegond Christèle

University of Tours

15 PUBLICATIONS 20 CITATIONS

SEE PROFILE



Neil Ayeb

Orange Labs

5 PUBLICATIONS 12 CITATIONS

SEE PROFILE



Pascal Béguin

Université Lumière Lyon 2

144 PUBLICATIONS 2,619 CITATIONS

SEE PROFILE



LES PRINCIPAUX RÉSULTATS SCIENTIFIQUES DU DÉMONSTRATEUR SMART ELECTRIC LYON

SMART ELECTRIC LYON

Pour vivre l'énergie simplement

- ↘ **Les auteurs : Nicolas PHILIBERT, Alain MARTI et Philippe GOUY**
- ↘ **Les co-auteurs : Sergei AGAPOFF, Christèle ASSEGOND, Neil AYEY, Clément BAUDOT, Pascal BEGUIN, Nicolas BOUCHE, Laurent BOZZI, Maximilien BROSSARD, Claire BROSSAUD, Florence BUI, Sonia CAPELLI, Sinziana CARLOGANU, Cécile CARON, Samuel CARRE, Philippe CHARPENTIER, Nicolas COUILLAUD, Denis COVALET, Delphine DESTRUEL, Bruno DUPLESSIS, Aurélie FERRAGE, Nicolas FIEULAINÉ, Nicolas FLACHET, Julien FLAIG, Jean-Philippe FOUQUET, Mariane GALBAT, Mélanie GAT, Chirine GHEDIRA-GUEGAN, Corinne GOTTELAND, Francis GRANNEC, Julien GUIBOURDENCHE, Thierry GUIOT, Yvon HARADJI, Mireille JANDON, Pascale LAMI, Alexandra LEBERT, Valérie LESGARDS, Frédéric MARTINEZ, Christophe MARTINSONS, Eric MATZNER-LOBER, Maya MILLIEZ, Florence MOTTE, Raphaël PARENT, Sylvie PERRIN, Mathilde PEYRAT, Germain POIZAT, Stéphanie PORCHY-SIMON, Céline PORET, Adélaïde PRIOU, Valérie PUEYO, Christophe REINERT, Peter RIEDERER, Stéphane ROBIN, Evie ROSSET, Pascal SALEMBIER, Pierre SOUBIROU, Christelle STIRER, Olivier TOURNAIRE.**

Les contributeurs du lot "Évaluation & Recherche"



Les travaux de recherche réalisés dans le cadre du projet Smart Electric Lyon ont été soutenus par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie) dans le cadre des Investissements d'Avenir.

PRÉAMBULE

Smart Electric Lyon, projet lancé en 2012, fédère une communauté de 21 partenaires, industriels et acteurs du monde universitaire. Son objectif est d'élaborer, aux côtés des citoyens, entreprises et communes de la Métropole de Lyon, les outils qui permettront à chacun de devenir acteur de sa consommation énergétique au quotidien.

Pilotée par EDF et soutenue par l'ADEME, cette expérimentation à grande échelle a consisté à faire tester, en avant-première, par 25 000 foyers et 40 sites tertiaires, de nouvelles solutions digitales et services innovants accessibles à tous conçus pour mieux gérer leur budget électricité et optimiser leur confort : équipements de gestion, services d'informations, applications web ou smart phone...

→ Maîtriser sa consommation d'électricité par l'appropriation d'une culture de l'énergie, Smart Electric Lyon fait le pari que l'évolution des comportements de chaque client utilisant l'électricité pour se chauffer, contribuera à sécuriser l'accès de tous à une énergie maîtrisée, disponible et sûre :

- en limitant les pics de consommation,
- en intégrant les nouveaux usages des consommateurs : multimédia, technologies de l'information et de la communication, équipements basse consommation...

→ S'adapter à la transition énergétique en utilisant les smart grids

Smart Electric Lyon contribuera ainsi à la construction de villes et territoires durables. Le projet a mobilisé pour une durée de 5 ans des partenaires industriels français, qui se sont engagés à conjuguer leurs expériences et savoir-faire respectifs. C'est pour eux une opportunité de se positionner sur le marché mondial des systèmes électriques intelligents, communément appelés smart grids. La pertinence des enseignements de ce projet d'expérimentation orientera les choix industriels, économiques et les services au client.

REMARQUE : si le volet "recherche et évaluation" du projet Smart Electric Lyon était essentiel, l'une des ambitions majeures du projet était de travailler à la co-conception d'un "Emetteur Radio Local" (ERL) permettant de lier le compteur communicant Linky et des objets connectés dans les foyers. Ce travail a effectivement abouti dans le cadre du projet avec la conception d'un ERL aujourd'hui opérationnel. Nous n'aborderons cependant pas ce point dans le cadre de ce document car la feuille de route scientifique initiale du projet ne prévoyait pas d'études sur ce sujet (bien que certaines disciplines comme l'ergonomie aient été associées ponctuellement à ce travail).



Le consortium de recherche est composé de 5 disciplines scientifiques complémentaires : l'ergonomie, la sociologie, l'économie, la statistique et la modélisation, en charge de l'évaluation. Les travaux de recherche réalisés dans Smart Electric Lyon sont sous la coordination scientifique conjointe de l'Université de Lyon et EDF R&D.

Nous sommes dans un contexte de recherche et d'innovation, certaines notions peu connues du public sont abordées et explicitées car elles sont essentielles pour présenter l'expérimentation.



L'EXPÉRIMENTATION SMART ELECTRIC LYON

Les résultats présentés dans ce document concernent les terrains sur lesquels le projet Smart Electric Lyon s'est déployé, à savoir, des bâtiments existants. Ces bâtiments appartiennent au secteur Résidentiel et à celui du Tertiaire et des Collectivités locales. Les participants à l'expérimentation (les clients) sont dans une démarche d'amélioration de leurs pratiques énergétiques.

→ Rappelons que la maîtrise de la demande en électricité (MDE) est associée à une diminution de consommation d'énergie alors que la flexibilité l'est à une variation de la puissance (active ou réactive) en réponse à une sollicitation ponctuelle et contractualisée.

Plus simplement, du point de vue du consommateur, la MDE a des conséquences immédiates et locales tandis que l'impact de la flexibilité ne se mesure qu'au niveau de l'ensemble du système électrique. **Ceci peut entraîner des logiques différentes de la part des clients en termes de motivations et d'actions.**

→ La feuille de route du projet Smart Electric Lyon s'articule bien autour de la question de la flexibilité¹. L'expérimentation imaginée pour traiter cette question consiste **à utiliser le compteur communicant Linky associé à des équipements connectés** de partenaires industriels - équipements d'affichage des consommations et de pilotage des appareils électriques - principalement sur le chauffage électrique, **pour réaliser des effacements²** pendant la pointe de demande journalière en électricité, sur les jours de l'année les plus critiques (22 jours froids par an, entre 18h et 20h).

Pour les clients - les particuliers, les entreprises, les collectivités - Smart Electric Lyon permet d'améliorer la qualité des produits et services, qui peuvent leur être proposés **pour réduire leur consommation énergétique tout en maintenant leur niveau de confort et de productivité.**

SOMMAIRE

1	VERS UN CLIENT ACTEUR DE LA CONCEPTION DU SERVICE ÉNERGÉTIQUE	04
2	POTENTIEL ET IMPACT DE LA FLEXIBILITÉ DANS UNE DÉMARCHE MDE	13
3	CONSÉQUENCES ET PERSPECTIVES EN TERMES DE MODÈLES DE VALEUR	18
4	DES ENJEUX INÉDITS POUR LES ACTEURS DE LA FILIÈRE ET LEURS CLIENTS	21
5	QUELS SONT LES FACTEURS CLES DE SUCCES POUR UN DÉMONSTRATEUR ?	24

¹ La gestion active de la demande en électricité (ou flexibilité) repose sur l'aptitude des consommateurs à adapter temporairement et de façon non récurrente leur consommation en réponse à un signal externe (signal tarifaire, sollicitation d'un opérateur d'effacement, etc.) pour répondre à des besoins ponctuels du système électrique.

² L'effacement est activé grâce à une solution de pilotage qui, par une stimulation extérieure envoyée à l'écosystème, permet de déplacer la demande d'électricité. L'effacement permet de couper, par exemple, son chauffage électrique sur une courte période définie.



VERS UN CLIENT ACTEUR DE LA CONCEPTION DU SERVICE ÉNERGÉTIQUE

Secteur Résidentiel

Avec le déploiement du compteur communicant Linky et le développement des objets connectés dans l'habitat, il est indéniable que de nombreux nouveaux services de maîtrise des consommations électriques vont être en mesure d'émerger. Cependant, si les conditions techniques semblent réunies, le projet Smart Electric Lyon montre que ces évolutions technologiques doivent être accompagnées **d'un changement de paradigme dans la relation au client** notamment dans la prise en compte de ses besoins et aspirations.

COMPRENDRE LE PROJET ÉNERGÉTIQUE DES CLIENTS

→ Le projet Smart Electric Lyon développe **la notion de “projet énergétique des clients”**. Celle-ci traduit le fait que les clients sont, à un instant donné, dans des logiques d'action à l'intersection de trois dimensions essentielles :

1. **les préférences des ménages**, construites à partir de grands pôles d'opposition : sobriété/confort, moralité/efficacité, aspirations individuelles/finalités collectives, etc.
2. **les infrastructures (habitat-chauffage-isolation)**, déclinées en ressources ou contraintes spécifiques qui agissent de manière contraignante ou facilitante sur la consommation d'énergie et l'appropriation de la flexibilité : temps disponible, présence dans le logement, connaissances énergétiques.
3. **les habitudes et routines**, forgées à partir des préférences et des infrastructures disponibles : certains clients préfèrent des systèmes de programmation, d'autres restent sur des actions manuelles. De même, le suivi peut être mené par l'intermédiaire de dispositifs techniques ou être empirique.

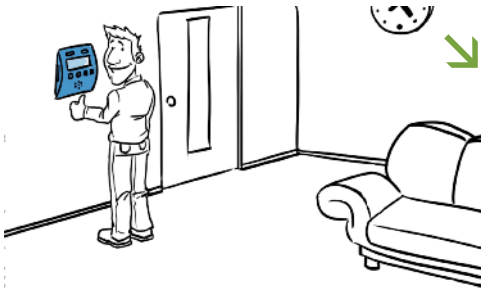
Cette approche, déterminante pour accompagner au mieux les clients, a notamment permis d'identifier cinq types de projets énergétiques dans Smart Electric Lyon.



1. **Projet “confort et participation” :**

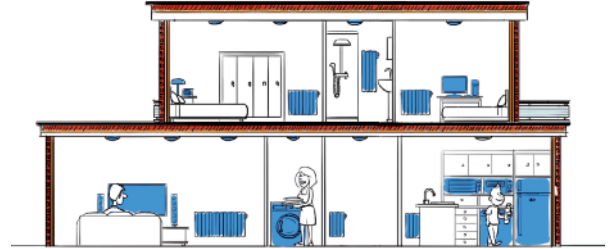
il est le fait de ménages aisés, disposant de solides connaissances énergétiques, occupant des logements de grande surface dont la qualité du bâti et des équipements est notable. Ils sont souvent à leur domicile. Ces ménages jouent à plein le jeu de la flexibilité dans leur recherche de confort.





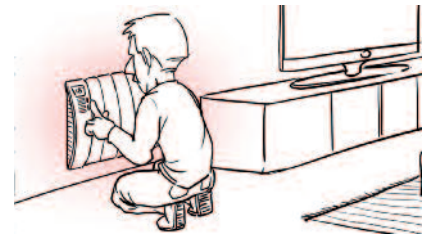
2. **Projet "innovation énergétique"** : il correspond à des foyers jeunes et actifs, qui consacrent une part importante de leurs revenus et de leur temps à chercher des innovations (systèmes énergétiques, panneaux photovoltaïques, etc.). Leur participation est motivée par cette dimension du projet.

3. **Projet de "gestion"** qui est le fait de foyers cherchant à gérer de façon dynamique leurs équipements. Avec des vastes logements mais des revenus limités, ils visent l'optimisation de leur usage de l'énergie.



4. **Projet de "maîtrise des risques"** : projets des ménages aux revenus moyens disposant de connaissances énergétiques. Leurs logements sont de surface moyenne et la qualité du bâti faible. Du fait d'un revenu modéré et d'un manque de temps, ces ménages sont très réceptifs aux dispositifs de pilotage automatisé.

5. **Projet de "modération contrainte"** : il concerne des foyers en précarité énergétique (plus de 10 % des revenus consacrés à l'énergie) avec des compétences limitées en énergie. Ils ont adopté des modes de consommation frugaux et optent pour des modes de gestion empirique centrés sur l'intervention manuelle.



UN SERVICE ADAPTÉ ET PERSONNALISÉ

→ Connaître le projet énergétique du client semble primordial car il ouvre la voie à un véritable changement de paradigme : passer d'une démarche de conception et de portage du service structurée par la technique, à une démarche structurée par l'activité quotidienne et le projet du client, au sens opérationnel du terme, avec ses attentes, ses pratiques, ses compétences et son appétence.

L'objectif de cette approche est de proposer au client un service adapté et personnalisé, qui sera donc réellement utilisé et approprié.



Attentes du client
Pratiques du client
Compétences du client
Appétence du client

Éligibilité technique ?



Choix d'une solution technique



ZOOM MÉTHODO'

Cette démarche doit se construire à partir d'une **analyse fine de l'activité individuelle tout en mobilisant des propositions d'innovation créées dans le cadre de Smart Electric Lyon** afin de :

1. **co-construire avec le client son projet de service**, par la compréhension de ses besoins et de ses attentes. Pour cela, un **guide d'entretien** a été conçu, permettant d'intervenir au moment de la pré-visite et d'accéder aux différentes dimensions de ce projet.
2. **structurer le processus de conception et de portage autour de ce projet de service**. Pour cela, une **synthèse de pré-visite** orientée "modes de vie, besoins" a été conçue, permettant le partage des éléments relatifs aux modes de vie et besoins du client avec l'ensemble des parties prenantes.

Vers de nouvelles perspectives...

Repenser l'approche expérimentale pour tester de nouvelles façons de conduire la relation de service, différentes propositions d'innovations faites à partir des usages réels, impliquer d'avantage des acteurs comme les installateurs, multiplier les temps d'observation et les rencontres exhaustives avec l'ensemble des acteurs, etc.

CONCEVOIR UN SERVICE CONSTRUIT PROGRESSIVEMENT AVEC LE CLIENT, TOUT AU LONG DU PROCESSUS

→ Autre enseignement structurant de Smart Electric Lyon, les projets des clients ne sont pas statiques, ils peuvent évoluer très fortement dans le temps. Il est ainsi nécessaire de se doter d'outils permettant de caractériser cette évolution pour garantir un couplage sur le temps long entre les écosystèmes (outils de gestion des usages électriques du foyer) et les projets des clients.



L'accompagnement dans le temps permettra une appropriation du service par les utilisateurs. Les besoins d'appropriation émergent en situation d'action quotidienne sur fond d'attentes et de préoccupations des clients, ces dernières pouvant être très variées :

- pilotage,
- service et accompagnement,
- configuration,
- exploration,
- programmation, etc.

Le modèle Smart Electric Lyon considère les différentes situations d'action que tout foyer peut rencontrer dans son histoire d'appropriation (service, pilotage, programmation etc.) en lien avec des phases types (définition/adoption, découverte, routine, désintérêt) ainsi qu'à des transformations des individus.

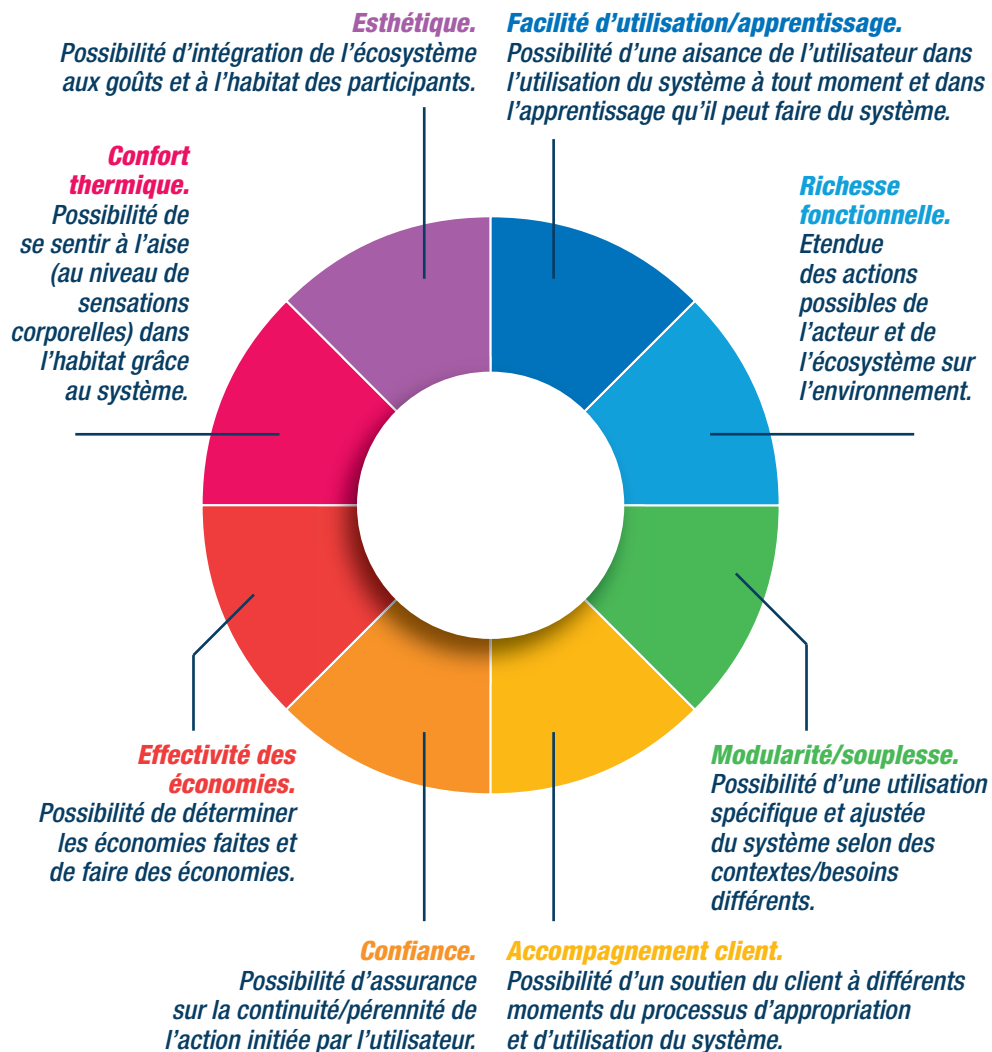
Selon ses propriétés fonctionnelles et d'interaction, l'écosystème est alors capable d'y répondre en situation et à travers le temps long : il y a toutes les chances pour que la phase d'appropriation située se caractérise par de l'adoption, de la découverte, de la routine ou de l'adaptation, phases aux vertus "positives" pour l'intégration du système dans l'activité quotidienne.

À l'inverse, des phases de découplage ou de désintérêt plus ou moins forts, voire d'abandon pourront survenir lorsque les besoins émergeant en situation ne sont pas satisfaits.

ZOOM MÉTHODO'

Cette approche, dans Smart Electric Lyon, développe une idée forte : la possibilité d'appropriation des écosystèmes repose sur la conjonction de dimensions clés : 8 vecteurs ont été distingués pour permettre de spécifier la qualité du couplage ouvrant sur des possibilités d'appropriation.

LES 8 VECTEURS D'APPROPRIATION CONSTRUITS DANS LE CADRE DE SMART ELECTRIC LYON



L'articulation de ces situations d'action et de ces phases ouvre sur une compréhension formelle des situations d'appropriation. Le projet Smart Electric Lyon a permis de développer un outil, le "radar de l'appropriation" pour rendre compte de la qualité du couplage et peut, lorsqu'il est établi à plusieurs reprises sur un temps long, rendre compte de l'évolution de ce couplage.

Vers de nouvelles perspectives...

Utiliser le radar de l'appropriation dans de futurs démonstrateurs pour valider cette nouvelle approche de l'évaluation des situations d'appropriation.

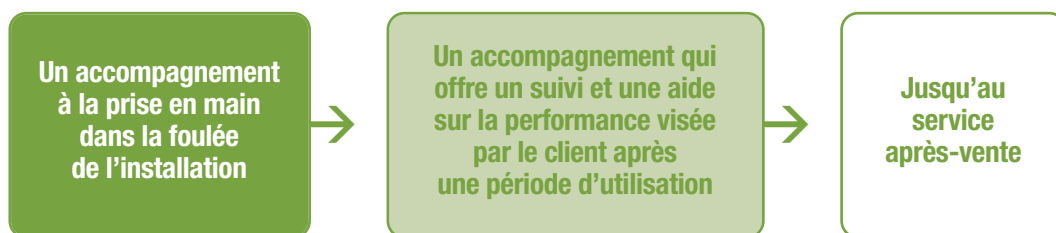


INNOVER SUR UNE OFFRE DE SERVICE DOUÉE DE PLASTICITÉ

Caractériser le couplage entre les écosystèmes et les projets des clients dans le temps long ouvre de nouveaux horizons en matière de service. Cette dimension temporelle implique que **l'accompagnement du client soit donc appréhendé dans la durée**, au fil des transformations de son habitat, du changement dans ses pratiques, de l'appropriation de la solution installée à son domicile et de l'identification de nouveaux usages possibles.

Cela implique de concevoir le service et la relation qui l'accompagne **selon un critère de plasticité** pour pouvoir intégrer l'évolution des besoins du client.

→ Smart Electric Lyon propose **un service innovant d'“accompagnement intégré” dans la durée à partir de l'étape d'installation.**



- > Donner au client la possibilité d'avoir une visibilité sur ce qui se passe au fil du temps relativement au portage de son service.
- > Donner aux acteurs impliqués dans le portage du service les moyens d'articuler leurs contributions respectives.



ZOOM MÉTHODO'

La “cartographie du parcours client”, outil innovant testé dans Smart Electric Lyon, destinée à la fois au client pour mieux visualiser le parcours qui l'attend et à l'ensemble des acteurs engagés dans le portage du service pour devenir un objet d'interaction et d'échange.



Vers de nouvelles perspectives...

Utiliser des “traces numériques” (heures de connexion aux interfaces, durée de connexion, fonctionnalités activées, rapport d'erreur, etc.) pour évaluer l'appropriation des écosystèmes.



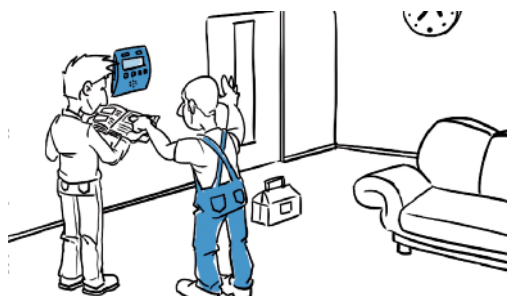
UN SERVICE AU CLIENT VÉRITABLEMENT “INTÉGRÉ”

Pour porter cette évolution du service au client, qui implique plusieurs acteurs de la filière - fournisseur et distributeur d'électricité, fabricants des écosystèmes, installateurs - il faut imaginer un service véritablement “intégré”. Le service ne peut pas être considéré comme l'agrégation des contributions de chacun mais comme le résultat de leur coopération.

Cela peut notamment impliquer :

D'imaginer des processus de conception et de portage de service, qui permettent à ces différents acteurs de coopérer malgré la spécificité de leurs contributions. **Le critère de continuité pour la conception technique et organisationnelle est ici crucial.**

D'outiller un acteur charnière pour réaliser cette articulation. **L'installateur semble être un candidat idéal à ce positionnement de “Tiers de Confiance”** (bien que d'autres acteurs puissent tenir ce rôle d'intégrateur apportant la cohérence nécessaire au service).



Cette réorganisation et l'émergence de ce type d'acteur ne seront pas suffisantes : **une hybridation des compétences** - conséquence directe de la dimension numérique dans les métiers chargés de l'installation et de la maintenance - ainsi que l'émergence de **nouveaux métiers** - liés à la donnée : “data analyst”, “data scientists”, etc. - sont indispensables.

ACCOMPAGNER LES CHANGEMENTS DE PRATIQUES ÉNERGÉTIQUES

La notion de « projet énergétique » est intéressante car elle permet de changer de paradigme dans la conception des écosystèmes et des services. Cependant, il ne faut pas oublier que les clients n'ont pas forcément le même niveau de réflexivité par rapport aux enjeux posés. Si bon nombre d'entre eux sont déjà dans une attitude plutôt proactive, propice à l'émergence d'un projet énergétique, certains sont très loin de ces considérations.

Les équipes de recherche de Smart Electric Lyon ont développé le concept de « situation énergétique », caractérisant la « distance » en termes psychologiques de chaque client à l'objectif fixé : la flexibilité des usages électriques.

La notion de “situation énergétique” est fondamentale car elle permet de penser la dynamique d'évolution vers le projet énergétique. Elle reflète le sens donné par les individus à l'énergie et sa maîtrise.



Deux axes principaux la caractérisent

La distance au changement :
cette distance, qui est avant tout une distance psychologique, va de pair avec des “stades” de changement engageant des motivations, des intentions et des enjeux de maintien du comportement eux-mêmes différents.

Le niveau d'identification / de représentation :
ces niveaux renvoient aux degrés d'abstraction variables auxquels la question énergétique est perçue et traitée, depuis les valeurs, jusqu'aux ajustements spécifiques liés aux contextes.

Le travail mené dans Smart Electric Lyon a permis de repérer comment les représentations de l'énergie et de sa maîtrise tournent autour du triptyque

Savoir

Connaissances et objectivations liées à l'objet énergie

Pouvoir

Capacités réflexives et d'autorégulation liées au changement

Faire

Actes et pratiques quotidiens dans des environnements contraints

Écouter, voire connaître ces situations énergétiques permet d'ajuster les approches, les recommandations et les incitations aux perspectives des individus et des familles.

Pour cela, Smart Electric Lyon s'appuie sur les trois leviers suivants :

1

Des motivations à atteindre des gains ou éviter des pertes (systèmes motivationnels distincts : promotion ou prévention).

2

Des motivations à satisfaire des besoins collectifs (motivations pro-sociales) ou à satisfaire des besoins individuels (motivations pro-self).

3

Le choix, le contrôle et/ou l'autonomie. Le sentiment (ou la perception) du contrôle effectif sur les situations intervient lui aussi dans l'initiation et le maintien des comportements.

Les “situations énergétiques”, par leur double ancrage dans des questions globales et dans les tracas de la vie quotidienne, **posent principalement l'enjeu de l'agilité cognitive**, c'est à dire de la navigation dans des distances mentales variables de l'ici et maintenant à l'ailleurs et dans le futur.

Vers de nouvelles perspectives...

Mettre en place des enquêtes en amont des phases opérationnelles des futurs démonstrateurs afin de mieux appréhender les profils psychosociaux des participants et d'ajuster, en fonction, l'expérimentation.

Secteur Tertiaire

PEUT-ON TRANSPOSER CETTE LOGIQUE AU SECTEUR TERTIAIRE ?

→ Cette question trouve son origine dans un constat simple : alors que dans le Résidentiel le client et l'utilisateur ne font qu'un, dans le Tertiaire les choses sont très différentes. Dans bien des cas, le client est plutôt un décideur (responsable de site) et n'est pas l'utilisateur final (salarié / employé / agent).

Les occupants dans un bâtiment à usage professionnel sont à la fois consommateurs d'énergie et acteurs potentiels en termes de capacités d'action même si ces dernières peuvent être très limitées (nature du bâtiment, isolation du bâtiment, choix des équipements, logiques organisationnelles, culture d'entreprise favorisant ou non l'implication...). Ils sont, pour une partie importante d'entre eux, des salariés qui ne maîtrisent pas les usages de l'énergie, les choix d'équipements électriques et de conception, a fortiori lorsque s'impose une délégation numérique de type GTB³, etc.

Concernant les consommations électriques liées à leurs activités, **les occupants du Tertiaire peuvent être des éco-citoyens**, des individus dotés d'une culture de l'énergie. Celle-ci peut s'exprimer au travers de différentes actions, comme par exemple, l'extinction des lumières des bureaux ou des parties communes en cas d'absence, l'extinction de la climatisation si les fenêtres sont ouvertes, etc.

L'enjeu principal reste le confort. Parfois les attentes des occupants peuvent être mises en tension quand la maîtrise énergétique devient un objectif essentiel voire la finalité des services techniques de certaines entreprises.

Globalement, il s'agit de faire coïncider deux perceptions distinctes de l'énergie :

Pour les uns, l'énergie est une finalité : satisfaire / atteindre les objectifs de performance énergétique (coût), se conformer aux injonctions réglementaires, etc.

Pour les autres, l'énergie est un moyen : disposer de conditions de travail satisfaisantes, s'assurer d'un "confort énergétique" véritable composante des conditions de travail.

Au final, si on vise une réelle implication des salariés, **il est impératif de veiller à ce que la notion d'énergie s'harmonise parfaitement avec celle du travail.** Cette dynamique ne peut être mise en œuvre que dans le cadre d'un consensus au sein du collectif de travail. En priorité, il ne faut ni dégrader les relations au sein de ce collectif, ni arriver à ce que le sujet de l'énergie constitue un sujet de désaccord. Il faut au contraire **penser une réelle articulation entre organisation du travail et performance énergétique** autour de deux thématiques structurantes :

- De la contrainte à l'association, où placer le curseur ?
- Des rationalités plurielles à prendre en considération

³ Gestion Technique du Bâtiment : système informatique permettant l'exploitation et le pilotage des équipements d'un bâtiment (chauffage/climatisation, éclairage, ventilation, ...).



Dans ce cadre, l'information et la communication restent des leviers de changement essentiels. Sur le fond, il s'agit de véritablement prendre en compte les spécificités organisationnelles, l'échelle et le registre de communication (sérieux / ludique / challenge).

Sur la forme, le choix des données partagées, le support utilisé, l'objectif précis visé sont tout aussi importants. Enfin, il est impératif de déterminer avec précision de qui relève de la responsabilité de cette communication et si, le cas échéant, il faut imaginer une délégation de ce service.

Vers de nouvelles perspectives...

Impliquer d'avantage les équipes de sociologues dans la sélection des sites et varier au maximum les contextes d'expérimentation.

En Tertiaire, la question de l'énergie est traitée de manière prioritaire sous l'angle de l'économie financière, donc de la MDE. Pour y répondre, l'offre proposée doit être spécifiée selon trois dimensions :

- La spécificité du bâti (niveau d'isolation, labels types HQE).
- Les systèmes (types d'équipements électriques et techniques, état de fonctionnement).
- Les acteurs impliqués (interlocuteur locataire, propriétaire, exploitant...).

Pour aller dans cette direction,

2 conditions favorables ont été identifiées

Une information préalable sur les potentiels gains financiers liés à la démarche MDE (à partir des analyses des consommations énergétiques via l'outil de télé-relève).

Une bonne gestion de la collaboration entre les acteurs portant la démarche (valeur ajoutée de la collaboration, apprentissages nécessaires, fonction de coordination, etc.).

... ainsi que 2 freins principaux

Des difficultés rencontrées par les clients des sites pour comprendre le fonctionnement des systèmes techniques.

La coordination des différents experts (énergéticien, intégrateur, exploitant) autour de ces systèmes, durant leur cycle de vie.

Une fois ce contexte bien cerné, le projet Smart Electric Lyon a permis d'établir comment devrait être structurée une démarche MDE en quatre étapes, nécessitant de nouvelles expertises et modalités de coopération :

1 →

Un audit énergétique visant à repérer les caractéristiques techniques des bâtiments et des équipements en place.

2 →

Une instrumentation du site (poste de l'outil de télé-relève) et diagnostic énergétique réalisé par l'énergéticien.

3 →

La définition des actions MDE les plus pertinentes à porter en fonction de la configuration de chaque site, ainsi que leur mise en place et leur validation.

4 →

La définition des actions MDE les plus pertinentes à porter en fonction de la configuration de chaque site, ainsi que leur mise en place et leur validation.



POTENTIEL ET IMPACT DE LA FLEXIBILITÉ DANS UNE DÉMARCHÉ MDE

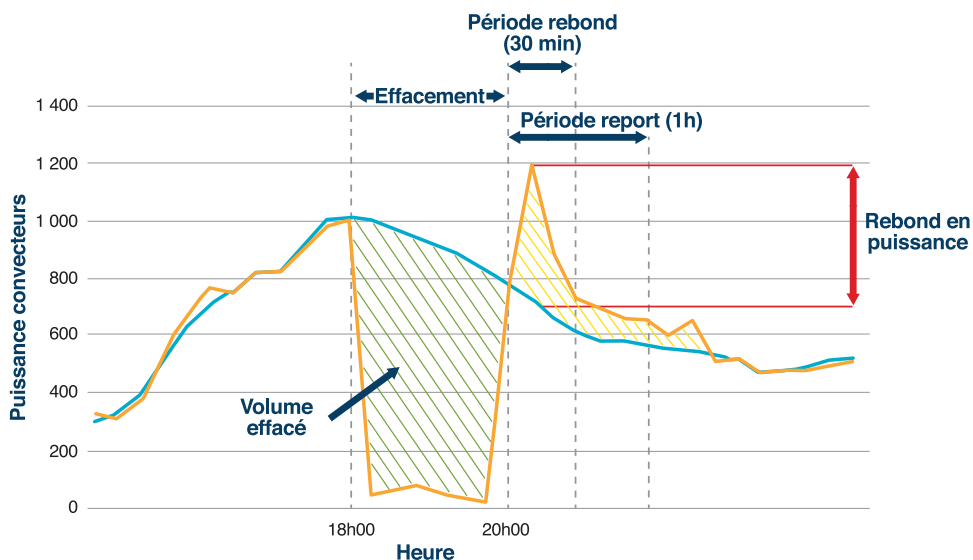
LA FLEXIBILITÉ : QUEL POTENTIEL, COMMENT L'ÉVALUER ?

→ Par définition, lors d'effacements, une partie des consommations n'est pas réalisée. L'enjeu est donc d'estimer des courbes de consommation de référence - sans effacement - suffisamment fiables pour permettre la valorisation des consommations et des puissances effacées.

ZOOM MÉTHODO'

1/ Une première méthode développée en Statistiques dans le projet consiste à estimer le potentiel de flexibilité, à partir des courbes de charge réelles et du calcul d'une courbe de référence appelée "baseline". Le moyen le plus performant de l'estimer consiste à mettre en place une expérimentation aléatoire contrôlée. N'étant pas dans les conditions d'une telle expérimentation, Smart Electric Lyon a développé une méthode innovante permettant de contourner ces manques et de dépasser malgré tout les limites inhérentes au démonstrateur. Elle utilise un panel de clients ayant des caractéristiques proches des expérimentateurs du projet.

Sur l'hiver Novembre 2014 - Mars 2015, cette méthode a permis d'estimer un effacement moyen de l'ordre de 1kW (panel d'ENEDIS) soit 2kWh effacés sur deux heures.



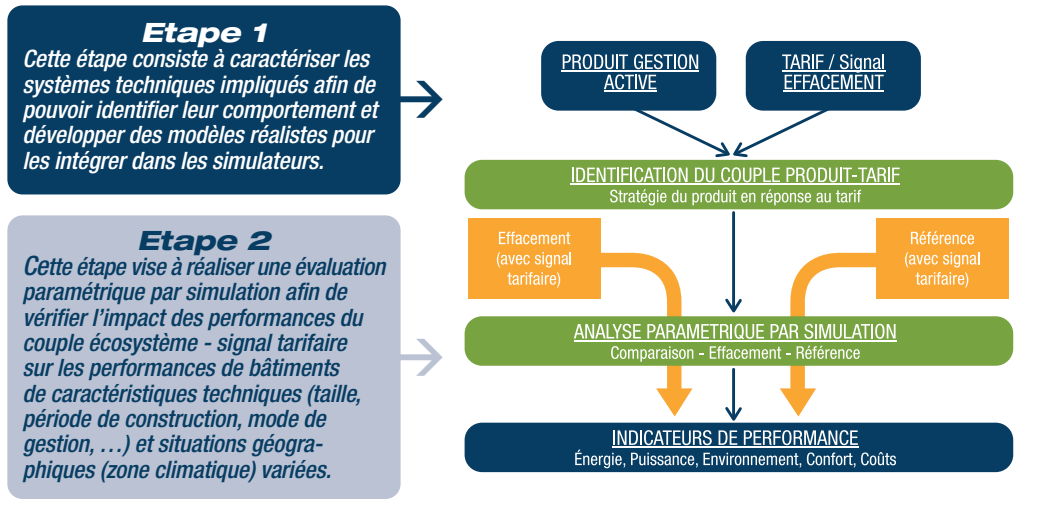
— Courbe de référence	— Courbe réelle
$\text{Taux de report (\%)} = \frac{\text{Aire (hachurée)}}{\text{Aire (référence)}}$	$\text{Taux de rebond (\%)} = \frac{\text{Pmax après eff} - \text{Pref au moment du max}}{\text{Pref au moment du max}}$



ZOOM MÉTHODO'

2/ Une deuxième méthode, la modélisation physique, anticipe, grâce à un modèle paramétrique, les différents impacts de la flexibilité (les mêmes principes ont été utilisés sur différents marchés - résidentiel et tertiaire - et à différentes échelles - celle du bâtiment et celle du parc de logements). Dans ce projet, deux types de chauffage ont été considérés : convecteurs et pompes à chaleur de type air/eau.

Le processus d'évaluation comporte 2 étapes méthodologiques illustrées ainsi :



L'évaluation des performances est déterminée par **différence entre une situation de référence sans signal tarifaire et la situation avec signal tarifaire.**

Le signal tarifaire est représenté à partir de modèles délivrés par EDF (2h/jour sur 22 jours d'hiver). Ce signal est associé à un programme d'effacement, qui définit les actions à mener en fonction des architectures de systèmes installés (avec ou sans écosystème, coupure, abaissement de consigne, ...).

Cette méthode a permis de déterminer que d'un point de vue énergétique, le rendement de l'effacement varie entre 3 % et 20 % (le taux de report est entre 80 % et 97 %) avec une consommation effacée moyenne sur l'année qui représente typiquement 1 % à 2 % de la consommation totale. Les résultats montrent, au maximum, une puissance effacée de l'ordre de 110W/m².

Sur le plan de la puissance, **l'intérêt de l'effacement** réside dans la limitation, au moins localement et pendant sa durée, de **l'appel de puissance sur le réseau électrique.** Cependant la puissance appelée pendant la relance qui suit l'effacement peut être importante. Ceci peut générer des nuisances sur le réseau électrique local, voire au niveau national si des effets similaires se combinent. C'est un phénomène bien connu des gestionnaires de réseaux électriques lors des opérations de délestage. Les opérateurs d'effacement peuvent cependant limiter cet effet de rebond⁴ via différents leviers, par exemple, le recours à des effacements cascado-cycliques ou la limitation de la puissance appelée après effacement.

⁴ L'effet rebond exprime l'idée qu'un système visant l'utilisation plus efficace d'une ressource, dans le but d'en réduire la consommation, entraîne habituellement une augmentation plus ou moins importante de la consommation globale de cette ressource.

Vers de nouvelles perspectives...

Élargir les typologies (tertiaire, "vol de chaleur"...), intégrer à l'effacement la MDE, l'autoconsommation et le stockage, intégrer de nouveaux usages (type véhicule électrique), étudier la résilience des écosystèmes à l'effacement. De plus, il serait intéressant d'approfondir l'aptitude à prédire le comportement en puissance des bâtiments vis-à-vis du système électrique.

QUEL EST L'INTÉRÊT DE CE POTENTIEL ?

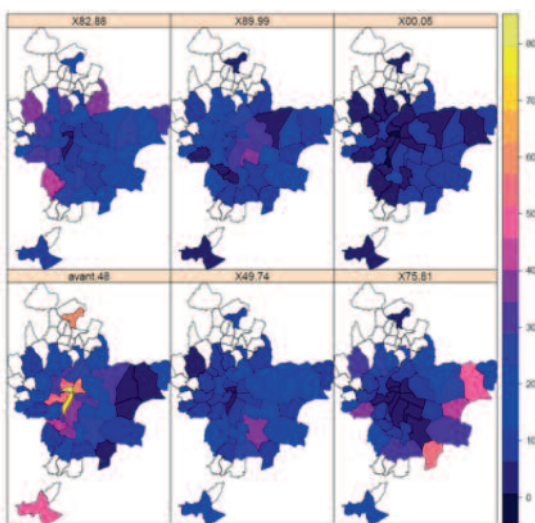
➔ **Le principal intérêt de la flexibilité réside dans son potentiel de puissance effacée. En quoi ce potentiel peut-il avoir un impact conséquent sur le réseau lorsqu'on raisonne à une échelle plus grande, celle du parc de logements ?**

À cette échelle, la demande en électricité est caractérisée par un phénomène de foisonnement des appels de puissance, qui trouve son origine "naturelle" dans une origine technique (variétés des constructions et des équipements) et dans une origine comportementale (occupation et usages). La représentation de cette diversité est l'enjeu principal en matière de modélisation physique.

L'analyse de bases de données publiques a permis d'améliorer significativement le paramétrage de modèles physiques à l'échelle de parcs de bâtiments.

Représentant le comportement des différents bâtis et des systèmes et intégrant des modèles dynamiques détaillés de comportement des occupants des logements (paramétrés à l'aide de l'enquête Emploi du temps de l'INSEE), ce développement a permis une modélisation sur un périmètre correspondant au territoire du Grand Lyon.

Travail de réconciliation des données ici époques constructives (INSEE) et données topographiques



Exploitation de la base de donnée topographique « BDTPO » par caractérisation des emprises de bâtis (exemple de la ville de Bron)



➔ **Distribution des résidences principales
équipées de chauffage électrique selon
la période de construction**



- Ce travail établit que la diffusion des écosystèmes dans 10 % des logements du Grand Lyon permettrait ainsi d'effacer globalement entre 25 et 45 MW d'appel de puissance. Cependant, sans contrôle particulier des équipements, les stratégies d'effacement généreraient des rebonds post-effacement de l'ordre de 2 à 5 % de la courbe de charge de référence.

Vers de nouvelles perspectives...

De manière générale, la validation des outils de simulation à l'échelle d'une population représente un enjeu scientifique de première importance.

- Un autre intérêt de la flexibilité pourrait aussi résider dans son impact environnemental. Les émissions de CO₂ au prorata des consommations énergétiques uniquement, et dans le contexte français où le mix est faiblement carboné, traduit une faible quantité d'énergie économisée : cela signifie aussi peu de réduction d'émission de GES, l'impact environnemental ainsi calculé est donc faible.



ZOOM MÉTHODO'

Le projet Smart Electric Lyon a permis d'ouvrir une piste de réflexion sur ce sujet en partant de l'idée que l'impact environnemental lié à la flexibilité devrait prendre les besoins énergétiques en volume (énergie consommée, part variable) et puissance (abonnement, part fixe) en :

- *Séparant les impacts entre exploitation et infrastructure.*
- *Allouant les impacts liés à l'exploitation sur la base des consommations énergétiques.*
- *Allouant les impacts liés à l'infrastructure sur la base d'une estimation de la contribution du bâtiment à la pointe nationale.*

Cette méthode "allocation pointe" reste exploratoire. Elle laisse entrevoir, même si les hypothèses sont à consolider, un impact environnemental plus important que dans le cas de l'évaluation par la méthode classique.

Vers de nouvelles perspectives...

L'objectif serait de modéliser le système électrique de façon dynamique afin d'intégrer la notion de boucle de rétroaction pour tenter d'évaluer plus finement en quoi la MDE et la flexibilité modifient le mix énergétique.



LA FLEXIBILITÉ : UN POTENTIEL AVÉRÉ AVEC DES LIMITES À PRENDRE EN COMPTE

Le potentiel de flexibilité ne pourra pas être mobilisé sans tenir compte d'un certain nombre de conditions :

- la nature du bâti,
- le rebond,
- la résilience des écosystèmes aux cycles d'effacement,
- et l'impact sur le confort.

→ Sur ce dernier point, les recherches dans Smart Electric Lyon ont montré qu'il était possible de développer un **indicateur confort de nouvelle génération** visant à améliorer la perception de l'impact de scénarios d'effacement du chauffage non seulement sur la température opérative observée dans le local mais également sur le ressenti de l'occupant à ces variations de température. Cet indicateur prend en compte le fait que les sensations thermiques de l'homme sont liées principalement à l'équilibre thermique du corps dans son ensemble. Cet équilibre physique est influencé par son activité physique et par sa vêtue ainsi que par les paramètres de son environnement : température moyenne de rayonnement, température d'air, humidité de l'air et vitesse d'air.

Il s'agit ici de formuler une première approche pour qualifier prioritairement l'impact de la gestion active du chauffage sur le confort, à l'échelle de la journée.

INTÉRÊTS ET LIMITES DE LA FLEXIBILITÉ DANS LE TERTIAIRE

→ Pour le Moyen tertiaire, d'une manière générale, l'énergie économisée augmente avec la profondeur de l'effacement. Cependant, le report dû à ces effacements augmente plus vite que l'énergie économisée, ce qui implique une efficacité de l'effacement de plus en plus faible. Le gisement en puissance effacée est modéré et augmente avec la profondeur de l'effacement. La puissance de rebond augmente aussi avec la profondeur de l'effacement mais reste plus faible que la puissance effacée pour les simulations avec horaires variables.

→ Pour le Grand tertiaire, la consommation économisée augmente avec la profondeur de l'effacement, mais l'efficacité de l'effacement évolue en sens inverse : plus le bâtiment est sollicité durant l'effacement, plus le report sera important. Sur le plan de la puissance, les effacements permettent de limiter la puissance appelée sur le réseau électrique. Cependant la puissance de rebond est assez élevée et peut parfois dépasser la puissance effacée.

→ Pour l'éclairage public, il a été montré que l'effacement permet en premier lieu de limiter de façon temporaire l'appel de puissance sur le réseau électrique. Entre 18h et 20h, nous avons montré qu'il est possible d'effacer 75 % de la puissance installée en éclairage sous réserve que l'éclairage en période pointe soit suffisant pour être acceptable par les usagers. À noter qu'à la différence des bâtiments, il n'y a, pour l'éclairage public, par nature, aucun phénomène de report. La seule limite de l'exercice se situe bien sur le sujet de la conformité aux exigences de performance de l'éclairage.

Vers de nouvelles perspectives...

Le travail sur ce type d'indicateur pour évaluer l'impact sur le confort pourrait être prolongé dans le cadre de futurs démonstrateurs.



CONSÉQUENCES ET PERSPECTIVES EN TERMES DE MODÈLES DE VALEUR

La relation des clients à l'énergie évolue avec une sensibilité accrue envers les économies de ressources naturelles, financières et énergétiques.

C'est dans ce cadre qu'il faut considérer les modèles de valeur autour des innovations smart grid aval compteur.

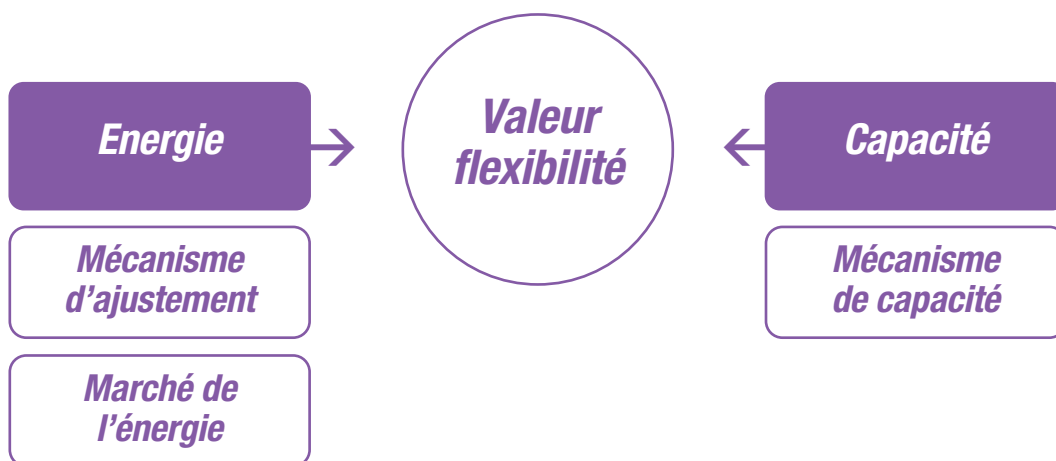
Au regard du potentiel d'effacement évalué, la flexibilité semble aujourd'hui représenter une faible valeur sur les marchés de l'électricité.

Il existe plusieurs sources de valorisation explicite possibles pour la flexibilité.

Une partie de cette valorisation porte sur **la capacité d'effacement**, l'autre partie porte sur **l'énergie d'effacement**.

C'est sur cette seconde partie qu'a porté une étude économique prospective conduite au sein de Smart Electric Lyon sur la base des travaux de la modélisation physique.

Les sources de valorisation de la flexibilité



- La valorisation de l'effacement sur le marché de l'énergie a été réalisée sur la base des prix du marché sur le réseau français (EPEX SPOT Day-ahead fixing). **La valeur des effacements tient compte du prix de l'énergie pendant l'effacement et du prix de l'énergie pendant l'éventuel report de consommation.** Sur la base de ces prix, sont identifiés les créneaux horaires les plus intéressants à effacer du point de vue économique. C'est aussi sur la base de ces prix que sont calculés les indicateurs de valeurs des effacements.
- Les effacements sélectionnés se répartissent sur des créneaux qui diffèrent de ceux positionnés à partir de la courbe de charge anticipée. Globalement, la valeur de l'effacement sur les marchés est faible compte tenu des conditions économiques actuelles. Avec par exemple un effacement de 1 kWh sur chacune des 350 heures effacées sur une année, avec un report de consommation de 80 %, la valeur de l'effacement évaluée s'élève à 7,07 €.

⁵ L'étude ne prend pas en compte les autres sources de valorisations qui pourraient s'ajouter à cette valorisation (participation au mécanisme d'ajustement et au marché de capacité).

Les changements dans la production (croissance de la part des EnR, production décentralisée), dans le transport de l'énergie et dans les modes de consommation (nouveaux usages, pilotage des installations électriques, équipements flexibles, autoconsommation) peuvent accroître à terme la valeur des effacements sur les marchés de l'énergie.

Vers de nouvelles perspectives...

- *À court terme : évaluer la viabilité de modèles économiques locaux (valorisation des circuits courts, possibilités d'échanges producteurs consommateurs),*
- *À long terme : évaluer l'impact des nouveaux usages (véhicule électrique, autoconsommation, etc.), des évolutions de comportements de consommation, des évolutions de la production et du stockage sur les équilibres globaux et les prix de marché.*

LES BÉNÉFICES DE LA FLEXIBILITÉ DU POINT DE VUE DU CLIENT

Les incitations par l'innovation tarifaire, les évolutions des normes sociales ainsi que l'appétence pour de nouveaux services de gestion de l'énergie sont à la base de la valorisation de la flexibilité du point de vue du client.

La valeur repose ainsi sur trois principaux types de bénéfices.

- Le 1^{er} est lié à **la réduction des factures énergétiques**. Le bénéfice du point de vue du consommateur ne résulte pas d'un simple calcul économique et rationnel : ses perceptions, en matière de tarifs avantageux ou préférables, sont à prendre en compte dans l'estimation de son bénéfice et de son adhésion à de nouveaux tarifs. Les résultats montrent qu'une part minoritaire des ménages (10 à 15 %) fait son choix à partir du calcul explicite de l'impact de chaque tarif proposé sur sa facture.
- La 2^e résulte des **avantages perçus pour la société** : émissions de polluants, économies de ressources... Ils sont liés à la norme sociale qui prévaut en matière de consommation d'énergie et qui s'oriente vers moins de consommations et plus d'économies de ressources. L'évaluation (par la méthode d'évaluation contingente) des consentements à payer pour de nouveaux services indique, par exemple, que 46 % des ménages affichent des consentements à payer positifs pour consommer de l'électricité d'origine renouvelable.
- La 3^e provient des services associés à la **caractéristique smart des équipements** : meilleure programmation du chauffage, confort, image sociale... Plus difficiles à mesurer, ils sont liés à la perception des nouvelles technologies et à leur insertion dans les habitudes de consommations. Si jusqu'à 24 % des ménages interrogés dans le cadre de Smart Electric Lyon présentent un consentement à payer positif, la moitié d'entre eux sont disposés à payer moins de 2,80 € par mois pour le service proposé.

En l'absence d'incitations tarifaire ou non-tarifaire (nudges), il semble que **les solutions smart représentent un marché de niche**, avec seulement 4 % des ménages affichant une disposition à payer plus de 6 € par mois en supplément sur la facture d'électricité.



LE MODÈLE DE VALEUR DES ÉQUIPEMENTS SMART GRID POUR LA FILIÈRE INDUSTRIELLE

Estimons le rythme de diffusion de ces technologies au niveau national. Ce travail prospectif a été réalisé dans le cadre de Smart Electric Lyon, au travers d'un modèle normatif reposant sur des choix d'investissement microéconomique au niveau du ménage.

Le choix modélisé porte sur des investissements de chauffage et en équipement smart.

L'intérêt de cet équipement smart est de deux ordres

*La réduction de la facture
énergétique*

*L'apport de nouveaux services
pour l'utilisateur traduit par un
bénéfice*

Le choix d'investissement prend en compte les coûts et bénéfices de chaque solution de chauffage envisageable pour différentes catégories de ménages.

Dans un scénario correspondant à une évolution des prix de l'énergie sans changement majeur en matière de politiques environnementales et une solution smart apportant une réduction de 5 % de consommation énergétique et des bénéfices mensuels (1,5 € pour les ménages modestes à 12 € pour un ménage de retraités à haut niveau de revenus), les simulations obtenues indiquent que 50 % du parc des logements seraient équipés d'ici 2030. La diffusion des solutions smart échapperait aux ménages à bas revenus.

Le rythme de la diffusion serait significativement amplifié dans une évolution des prix de l'énergie répondant à la mise en œuvre des politiques environnementales du scénario "2°C" de la COP 21. De même, des services apportant une plus grande valeur aux consommateurs renforceraient fortement l'adoption des solutions smart grid. En revanche, le rythme de diffusion est moins sensible au montant de l'investissement initial.

Les simulations sont conduites avec un taux d'actualisation de 4 % qui traduit une bonne prise en compte par les consommateurs des coûts et bénéfices futurs de chaque solution et leur capacité à financer leurs investissements. Ces conditions sont déterminantes. L'augmentation d'un point du taux d'actualisation augmente de 8 ans les délais nécessaires pour observer 20 % du parc de logements équipés de solution smart.

Vers de nouvelles perspectives...

- *À court terme, intégrer de nouvelles classes de ménages, de nouvelles solutions, réviser les hypothèses sur la répartition des solutions et réviser le paramétrage de la valeur des investissements (achat et installation).*
- *Prendre en compte les contraintes budgétaires, les politiques énergétiques (réglementaires, incitatives), le cycle de vie des consommateurs et l'évolution du coût d'investissement et de la performance énergétique des solutions à long terme.*

DES ENJEUX INÉDITS POUR LES ACTEURS DE LA FILIÈRE ET LEURS CLIENTS

Ce n'est pas une réalité propre au domaine de l'énergie : les données représentent aujourd'hui un atout majeur pour nos sociétés et leur exploitation pourrait grandement améliorer la qualité des services offerts dans les transports, la santé, etc.

Dans le domaine de l'énergie, l'exploitation des données de consommation d'électricité des ménages devrait permettre de mieux coordonner production, distribution, stockage et consommation.

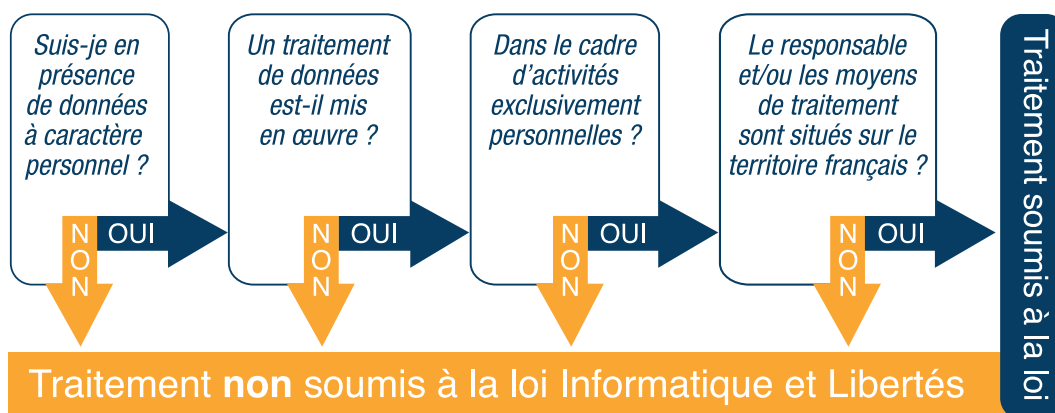
Cette promesse doit être repositionnée dans le cadre de la "Loi Informatique et Liberté" (I&L) : toute opération, quelle qu'elle soit, même la simple collecte de données, constitue un traitement de la donnée et bénéficie à ce titre de la protection relative aux données personnelles (Art.2 Loi I&L). Une partie des données utilisées dans le projet Smart Electric Lyon s'inscrit ainsi dans le cadre de cette loi⁶.

UN ENJEU JURIDIQUE CENTRAL

La qualification de la donnée "personnelle" (ou non) conditionne son traitement. Si la donnée relève bien de la catégorie personnelle, tout l'enjeu est de déterminer qui est le responsable de son traitement.

Les données ne sont considérées "personnelles" que si elles possèdent certaines caractéristiques et n'entrent dans le périmètre de la loi I&L que dans ce cadre. Dans le cas contraire, les données pourront être partagées/transférées librement à des entités autres que celle qui a réalisé la collecte.

Figure 10. Données personnelles - Caractéristiques clés.



⁶ De nombreux dispositifs légaux sont prévus par la loi pour offrir des garanties aux clients : information et consentement de l'intéressé (Art.7 Loi I&L), obligation d'information auprès des clients (Art.32 Loi I&L), droit d'opposition des clients (Art.38 Loi I&L), garantie de sécurité des fichiers (imposée par la CNIL), garantie de confidentialité des données (délibération de la CNIL n°2012-404 du 15 novembre 2012), limitation de la durée de conservation des données (Art.6 de la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978), restriction de la finalité des traitements (Art.6 Loi I&L).



Le G29 (groupe des "CNIL" européennes) a rendu un avis le 16 février 2010 (avis n° 1/2010) dans lequel il donne les grandes lignes d'une méthodologie d'identification du responsable du traitement des données à caractère personnel.

Il existe trois étapes :

- Déterminer l'aspect personnel de l'entité désignée. Cette première étape a pour principal objet de **déterminer le responsable du traitement de manière globale**, c'est-à-dire que le responsable soit de préférence une personne morale.
- Définir la ou les personnes qui déterminent les finalités et les moyens des traitements. Il faut dès lors comprendre que la notion de responsable de traitement est une notion purement fonctionnelle, car elle vise à désigner **la personne qui**, exceptionnellement dans la loi, mais essentiellement dans les faits, **exerce une influence sur le traitement de la donnée**. Dans le cas de Smart Electric Lyon, cela signifie qu'il a été nécessaire de faire un examen des différents contrats (entre ENEDIS et les usagers et entre ENEDIS et ses différents partenaires et sous-traitants) pour déterminer qui prend les décisions concernant les traitements des données.
- Déterminer le mode d'action : vérifier si le **responsable identifié agit seul ou conjointement**. Dans le cas de Smart Electric Lyon, si ENEDIS collecte les données à caractère personnel mais que c'est EDF qui détermine que ces données seront utilisées afin d'adapter le service au besoin des usagers et précise les modalités de traitement de ces données, alors seul EDF est responsable. En revanche, si ENEDIS traite les données aux fins de permettre de proposer un service adapté aux usagers et que EDF les traite dans un but de prospection commerciale, alors l'un et l'autre sont responsables.

Les travaux menés dans Smart Electric Lyon nécessitent de bien préciser le cadre juridique. Il semble aussi essentiel d'analyser les implications technologiques et notamment numériques de ce type de nouveaux services.

Dans le tertiaire, la confidentialité des données énergétiques n'a pas la même portée, celles-ci étant plutôt révélatrices de process industriels plutôt que d'informations privées.

Vers de nouvelles perspectives...

Étudier une approche « self-data » dans le domaine de l'énergie. L'idée derrière cela est de donner à l'individu le contrôle sur les possibilités de partage de ses données (lien avec des initiatives déjà existantes comme le programme "Mes Infos" de la FING : <http://mesinfos.fing.org/>).

VERS UNE ARCHITECTURE SMART GRID

Lorsqu'on parle d'architecture smart grid impliquant plusieurs acteurs, comme c'est le cas dans le projet Smart Electric Lyon, **il est nécessaire d'envisager plusieurs dimensions...**

- Quelle architecture de gestion de données faut-il privilégier ?
- Quel algorithme faut-il utiliser pour rendre les données anonymes ?
- Quels risques sont liés au croisement des données ?



... qui convergent vers le même objectif => la protection de la vie privée :

- Anonymat : utilisation d'une ressource sans divulgation de l'identité de l'individu.
- Non chaînabilité : impossibilité d'établir un lien.
- Non observabilité : impossibilité de savoir qu'une ressource est en cours d'utilisation.

Smart Electric Lyon révèle les forces et les faiblesses des différentes architectures envisageables pour finalement proposer une architecture hybride voire tierce partie incluant des mécanismes assurant la sécurité à plusieurs niveaux : collecte, transfert et traitement. Les données sont centralisées puis communiquées à un prestataire externe, qui gère le business process et le cycle de vie des données.

L'avantage de cette architecture réside dans le fait que :

- Le réseau n'est pas dépendant d'un composant principal et ses fonctions essentielles peuvent s'exécuter de manière semi-autonome.
- Le fournisseur de service cloud est réputé équipé pour résister aux attaques informatiques, pannes matérielles, sinistres naturels et autres incidents.
- L'architecture est élastique et la gestion est externalisée pour le fournisseur d'électricité (transfert de responsabilité au fournisseur du service cloud pour les questions de confidentialité, de traitement, etc.).

Les points de vigilance sont la conformité avec la CNIL et la confidentialité des données, qui dépend principalement de la tierce partie.

Vers de nouvelles perspectives...

Évaluer la pertinence de la mise en œuvre d'une architecture adoptant la logique de la « blockchain » pour permettre à la fois la protection des utilisateurs et de la filière sur tout le cycle de vie des données.



QUELS SONT LES FACTEURS CLES DE SUCCES POUR UN DEMONSTRATEUR ?

Un des résultats probants du projet Smart Electric Lyon est l'identification des facteurs clés de succès (classés en 3 catégories Avant/Pendant/Après), qui pourront servir à de futurs démonstrateurs.

AVANT

- **S'entourer de disciplines scientifiques diversifiées et complémentaires.** Un modèle qui permet une autre forme de recherche par la constitution d'une communauté scientifique pluridisciplinaire travaillant et échangeant sur un objet commun.
- **Prévoir une phase d'études scientifiques en amont de la phase expérimentale pour cadrage** permettant d'identifier les axes de travail qui portent un réel potentiel pour le consortium et les modalités de mise en œuvre les plus pertinentes pour l'expérimentation.
- **Construire un consortium d'acteurs cohérent en fonction des objectifs scientifiques retenus.** Il est notamment impératif de prendre en compte un certain nombre de limites, contractuelles, d'accès à des ressources industrielles.
- **Redresser les biais de recrutement.** L'expérimentation aléatoire contrôlée n'est pas toujours possible pour diverses raisons (opérationnelles, de recrutement, d'éligibilité technique, etc.). Il est donc important d'intégrer en amont du recrutement les spécialistes dans les problématiques d'expérimentation pour maximiser le domaine de validité des résultats produits.
- **Penser des feuilles de route scientifiques agiles.** Plus un démonstrateur touche à des sujets prospectifs, plus il est probable que les hypothèses initiales soient remises en cause (évolutions techniques, réglementaires, etc.). Il est indispensable de prendre en compte cette réalité et de construire des feuilles de route scientifiques dans des temporalités plus courtes (phasage annuel) reconductibles.

PENDANT

- **Avoir accès à des terrains de recherche sur un temps long.** La recherche peut alors véritablement évaluer l'adéquation aux besoins et attentes réelles du client et en mesurer toutes les évolutions.
- **Bénéficier d'une animation scientifique de qualité.** L'appui aux équipes, l'interface avec le consortium et la mise en œuvre de la pluralité scientifique permettent de faire converger les feuilles de route sur des thématiques transverses et valoriser un travail commun.
- **Réaliser une recherche véritablement collaborative** avec une complémentarité entre R&D industrielle et recherche académique : les résultats scientifiques obtenus alimentant directement, à la fois l'expérimentation, mais aussi les membres industriels du consortium.
- **Donner la priorité à la production scientifique.** Imaginer un suivi décentralisé des démonstrateurs, permettant notamment aux équipes scientifiques de privilégier le travail de terrain et de production y compris de publication, en laissant le soin à l'équipe en charge de la gestion de projet d'interagir avec le financeur.

APRES

- **Valoriser les résultats.** Réaliser un travail de synthèse à partir des publications et des livrables.

