

Vers une énergie intelligente pour la mobilité universitaire? Le cas de la recherche-action « Smart Campus »

Sophie Némoy

Volume 14, Number 3, December 2014

Transition énergétique : contexte, enjeux et possibilités

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1034932ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Némoy, S. (2014). Vers une énergie intelligente pour la mobilité universitaire? Le cas de la recherche-action « Smart Campus ». *VertigO*, 14(3).

Article abstract

During the World Symposium on Sustainable Development at Universities (WSSD-U-2012), the establishments of higher education have been required to accompany the environmental changes of society. The paper questions their role in the energy transition of territories by analyzing how universities participate in the projects of smart grids in connection to electric mobility. The aim is to look at the facts and to test the promises of a radical change by improving cognition thanks to these new information and communication technologies. From an international and local analysis, the "smart ontology" is revisited on the university ground. A state of international diffusion and a review of scientific literature open the discussions on the concept of "breakthrough innovation" such as it is associated with the introduction of smart technologies into the energy field. The case of action research "Smart Campus" puts into perspective the enchanted explanations of successful innovation.



Sophie Némoz

Vers une énergie intelligente pour la mobilité universitaire? Le cas de la recherche-action « Smart Campus »

Introduction

- 1 La formulation de la « transition énergétique » a été affirmée en réponse au double défi posé par les changements climatiques et par la pression sur les ressources. Au cours des dernières années, le terme a mis en exergue la nécessité d'une mutation des modes de gestion de l'énergie face aux enjeux soulevés par le système existant. Avec une part d'environ 80 % de ressources fossiles dans la production d'énergie mondiale (EIA, 2010b), la vulnérabilité du système énergétique est forte. Les réserves en la matière sont limitées (Shafiee et Topal, 2009) et la demande s'accroît avec une augmentation prévue de 49 % au niveau global entre 2007 et 2035 (EIA, 2010a). L'impact sur le réchauffement climatique s'annonce considérable avec 27 % d'émission des gaz à effet de serre dans le monde (EIA, 2010a). Vingt ans après la proclamation du « développement durable » (Sommet de la Terre, Rio : 1992), l'idée de « transition » a ainsi été exprimée à plusieurs reprises dans le texte à la base des négociations tenues au Sommet de Rio+20 en juin 2012¹. Si l'expression est mise sur le devant de la scène internationale, et de plus en plus usitée dans les littératures scientifiques et politiques, l'indétermination demeure cependant quant aux modalités à mettre en œuvre pour ce processus de transformation.
- 2 « Le recours à des technologies de rupture » est l'un des scénarios envisagés à l'horizon 2050 (ANCRE, 2013). La réduction des pollutions atmosphériques, la promotion des énergies renouvelables et l'incitation à l'efficacité feraient de la transition énergétique « la troisième révolution industrielle » selon les termes de J. Rifkin (2012). Dans une recrudescence qui s'accélère et s'amplifie depuis le début du XXI^e siècle, le développement d'innovations technologiques semble en plein apogée au travers de la médiatisation des « réseaux électriques intelligents ». Depuis cinq ans, les conférences et les publications se multiplient autour de ces dispositifs, nommés aussi : « smart grids ». Cela étant, ils ne se réfèrent pas à une même définition². Des différentes acceptions, l'intégration des nouvelles technologies de l'information et de la communication, des programmes informatiques et numériques aux réseaux constitue le socle commun de l'intelligence artificielle de ces dispositifs. La flexibilité recherchée dans ce pilotage des systèmes électriques est susceptible de mieux gérer l'intermittence des énergies renouvelables et d'intégrer de nouveaux usages tels que la mobilité électrique.
- 3 À géographies variables, les réseaux électriques intelligents sont plus spécifiquement appelés « microgrid » lorsqu'ils se déploient à une petite échelle territoriale. Cet échelon local pourrait faciliter la transition selon certains auteurs (Hargreaves *et al.*, 2011). Il permettrait d'articuler les innovations aux pratiques sociales et de transformer progressivement les « régimes sociotechniques » (Geels et Schot, 2007). Une « transition générale » au niveau global serait plus difficile à entreprendre (Rumpala, 2010). C'est en effet sur leurs territoires que les institutions universitaires ont été appelées à accompagner les changements environnementaux de la société, lors du Symposium mondial sur le développement durable dans les universités (SMDD-U-2012). De par leurs compétences de recherche et de formation, les établissements d'enseignement supérieur seraient à même de soutenir les citoyens dans leurs projets pour l'avenir, mais également de participer à la résolution concrète des problèmes économiques, sociaux et écologiques. La connaissance au cœur des missions universitaires est de plus en plus considérée comme un levier d'innovation dans une économie dite « du savoir » (Blanc, 2004), amenant les établissements à devenir des acteurs du développement territorial (Juppé, 2012 : 21).

- 4 En interrogeant le rôle des universités dans le déploiement des réseaux intelligents au service de la mobilité électrique, l'article propose de mettre à l'épreuve des faits ce qu'une approche critique en sciences sociales appelle de manière plus générale l'« ontologie de l'intelligence » (Strengers, 2013). Il s'agit de tester empiriquement cette hypothèse de changement radical, par l'amélioration technologique de la cognition, sur laquelle repose la diffusion de ces nouvelles technologies de l'information et de la communication dans une perspective de transition énergétique. En quoi ces processus d'innovation mobilisent-ils les compétences universitaires et les savoirs scientifiques? Dans quelle mesure les campus sont-ils des territoires privilégiés pour l'expérimentation de ces projets dits d'« intelligence énergétique »? Quels usages peut-on observer localement? Que nous apprennent-ils sur les interactions entre sciences-industries-technologies? Qu'en est-il des relations entre sciences, politiques et société? Se dirige-t-on vers un changement systémique?
- 5 Au cœur de ces questionnements, notre article ouvre les discussions sur le concept d'« innovation de rupture » qui est aujourd'hui associé à l'introduction de technologies intelligentes dans le champ énergétique (Rifkin, 2012). Si cet appareil conceptuel est stimulant, il peut être aussi quelque peu illusoire. La dimension disruptive d'une innovation est quasiment impossible à conclure avant sa diffusion dans le jeu social. C'est la thèse principale que nous défendons ici d'un point de vue international et local. La recherche-action « Smart Campus » à laquelle nous avons participé porte sur un projet de microgrid connecté à une flotte de véhicules électriques, gérée en auto-partage par l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines. En région parisienne, ce site pilote s'appuie sur une production d'énergie renouvelable à l'intérieur du territoire de l'établissement universitaire. En amont de l'enquête de terrain, notre étude des sciences et des techniques permet dans un premier temps d'observer un processus d'innovation encore très émergent à travers le monde où les campus sont rarement des terrains d'expérimentation et où, par contre, l'expertise académique est sollicitée de manière plus classique (Némoz, 2014a). La géographie sociale de cette dynamique de transition énergétique donnera à voir le renouvellement d'un régime sociotechnique déjà ancien. Une revue de la littérature scientifique veillera ensuite à partager les connaissances existantes sur la question des usages dans ce processus d'innovation. Partiellement couverte par différents cadrages disciplinaires, nous l'aborderons empiriquement dans un troisième temps. Sur le terrain d'expérimentation du projet « Smart Campus », notre recherche en sciences sociales montrera les aléas des processus d'innovation, le poids des contraintes socio-économiques au-delà de l'intention des acteurs. Cette analyse de cas empirique permettra finalement de relativiser les ruptures anticipées dans la diffusion des réseaux électriques intelligents et des véhicules connectés.

Les réseaux intelligents au service de la mobilité électrique ont-ils lieu à l'université?

- 6 Le marché du véhicule électrique est censé atteindre 10 % du marché mondial de l'automobile d'ici 2020 (IEA, 2013). L'expérimentation de l'électro-mobilité n'est aujourd'hui pas nouvelle, les premiers projets datant du début du XIXe siècle. Quant aux réseaux électriques intelligents, ils se sont développés au cours de cette dernière décennie. En 2013, plus de 200 smart grids ont été recensés à travers le monde (Vaasa ETT, 2013). Notre étude entreprend un état des lieux où ces deux systèmes techniques convergent. Les applications des technologies dites « intelligentes » sont aujourd'hui multiples, que ce soit dans les transports ou dans d'autres secteurs, comme en témoigne la déclinaison de plus de soixante sous-thèmes lors de la seconde conférence internationale Smartgreens³ (2013). Toutefois, à notre connaissance, il n'existe pas encore de veille internationale sur les réseaux intelligents au service de la mobilité électrique. Cette dynamique est émergente comme nous avons pu l'observer depuis 2012, à travers l'analyse des bases de données numériques, des publications scientifiques, de la littérature grise, des articles de presse, de la blogosphère... (Némoz, 2014a) L'exercice reste cependant délicat, car cet objet de recherche suscite des travaux dont les résultats sont pour partie confidentiels et non définitifs. Du processus de recensement des projets, il ressort une dynamique de transition énergétique très coûteuse, ayant pour moteur

l'innovation technologique et avec comme principaux vecteurs : de grands groupes industriels, soutenus par des États ou dans le cadre de quelques programmes politiques internationaux, notamment européens. Si la territorialisation des systèmes « véhicule – borne – réseau » apparaît multiforme au regard de leur localisation (territoires urbains, périurbains ou ruraux, insulaires comme continentaux) et de leur envergure spatiale, dans quelle mesure les campus universitaires participent-ils à ces dynamiques territoriales?

Des sites pilotes en incubation dans différentes aires géographiques et sous une même couvaison technopolitique

- 7 Les services d'auto-partage représentent la forme la plus courante des services de mobilité identifiés (Skinner *et al.*, 2004). Toutefois, à l'heure actuelle, ils sont encore peu intégrés dans les plateformes intelligentes qui rechargent des véhicules électriques à partir de sources locales d'énergies renouvelables. Si on peut faire le constat d'un déficit de visibilité sur ce type de projets expérimentaux, cette situation s'explique en partie par le fait que nombre d'entre eux sont en cours de montage, d'instruction ou de démarrage. En effet, rares sont les démonstrateurs aujourd'hui actifs à travers le monde. En dressant leur géographie, les facteurs de développement se dégagent et laissent entrevoir le poids du contexte économique et social dans les processus d'innovation. L'expérimentation des réseaux intelligents pour gérer la mobilité électrique procède d'un « régime technopolitique » au sens où ce concept décrit un « ensemble d'individus, de pratiques d'ingénierie et de pratiques industrielles, d'objets techniques et d'idéologies institutionnelles » (Hecht, 2004 : 21). Les débuts d'une telle configuration sociotechnique s'observent au-delà du secteur du nucléaire où la notion a été initialement proposée. Dans un autre champ énergétique, notre étude des sites pilotes en rend compte et montre l'industrialisme à l'œuvre des premiers smart grids au service de l'électro-mobilité. Tous s'inscrivent dans une doctrine économique qui promeut le secteur industriel comme pilier de développement et appellent de fortes politiques d'investissement. Des dynamiques territoriales observables, notre analyse internationale met aussi en évidence l'égide technoscientifique qui accompagne les projets de démonstrateurs. Ce patronage permet de comprendre comment les universités sont mobilisées à travers leurs compétences de recherche, en tant que partenaires plutôt que gestionnaires des sites d'expérimentation.

Le modèle des « Smart Communities » au Japon

- 8 C'est au Japon que le plus grand nombre de microgrids a été déployé. L'idée de villes et de collectivités électriques intelligentes se diffuse sous le nom de « Smart Communities ». Elles inspirent de plus en plus les projets japonais (Poh Ai Ling *et al.*, 2012 : 6). Ainsi, le ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie a annoncé le 8 avril 2010 quatre expérimentations de réseaux électriques intelligents dans l'archipel nippon pour un budget global de 100 milliards de yen, soit 786 millions d'euros⁴. Sur les quatre sites pilotes de la ville de Yokohama, du quartier Keihanna de Kyoto, de la ville de Toyota et dans le village de Rokkasho, la production d'énergie électrique et l'amélioration de l'efficacité énergétique s'appuient sur le principe « des maisons intelligentes » dans une interprétation large (Poh Ai Ling *et al.*, 2012 : 7-8). Le principe ne se limite pas à l'installation de compteurs intelligents (« smart meters ») dans les bâtiments. Ces derniers intègrent également des panneaux photovoltaïques, des batteries de stockage, des véhicules électriques et les nouvelles technologies de l'information et de la communication dans la gestion de l'énergie à domicile.
- 9 Dans ces projets visant à poser les bases d'une transition énergétique, la mobilité électrique est principalement conçue comme un service individualisé. Seul, le quartier Keihanna à Kyoto prévoit de mutualiser l'usage des véhicules électriques autour de la mise en commun de l'énergie produite par la communauté d'habitants (Poh Ai Ling *et al.*, 2012 : 7). Aux côtés d'un cartel d'entreprises et de la collectivité, l'université locale est impliquée dans la recherche de solutions techniques pour ce projet d'auto-partage en partenariat public-privé. La connaissance des usages est aussi recherchée dans l'expérimentation des « Smart Communities ». À travers la perspective d'une société bas carbone (Carson, 2011), il s'agit de comprendre les facteurs de changement des comportements, plutôt que de modifier les choix techniques conduits préalablement aux dispositifs de consultation et de participation. Dans

cette logique d'apprentissage technologique, plusieurs collaborations internationales exportent le savoir-faire japonais, notamment dans les pays du Pacifique.

Les transports intelligents sur la feuille de route de la Corée du Sud

- 10 En Corée du Sud, de larges conglomérats d'électroniques rassemblent des industriels japonais et coréens comme Sharp, Panasonic, Samsung, LG, SK Telecom et KT autour de l'implantation d'un démonstrateur de réseau intelligent sur l'Île de Jeju (Fehrenbacher, 2010). Des instituts de recherche et deux universités dont celle de Jeju font également partie du consortium. Le gouvernement coréen aspire à devenir un acteur majeur de la croissance verte et le KSGI, l'institut national du smart grid fondé en août 2009, a pour objectif d'économiser 18 milliards d'importations énergétiques en vingt ans (UNEP, 2010). Les transports intelligents et les micro-réseaux de productions d'énergies renouvelables figurent dans cette feuille de route. À terme, il s'agit d'établir une infrastructure de charge nationale qui permettra aux véhicules électriques d'être chargés n'importe où, et de construire des maisons, des bâtiments et des villages, capables d'atteindre l'autosuffisance énergétique, grâce à l'installation de générateurs d'énergies renouvelables adaptés à leur échelle. L'Île de Jeju est le premier site pilote. Il intègre 89 stations de recharge, 72 véhicules électriques et 9 bâtiments de stockage de la production locale d'énergies éoliennes et solaires (GSGF, 2012 : 36-37).
- 11 Toutes ces technologies devaient être livrées d'ici la fin de l'année 2013, elles seraient sur le point d'être expérimentées par 600 ménages (op. cit., 2012 : 37). Aussi, il n'existe pas encore de retour d'expériences sur les modalités d'utilisation de ce service d'auto-partage électrique. La gestion des données pour les véhicules passe par un centre d'exploitation locale et, en appui, un équipement GPS est censé fournir les informations relatives au niveau de chargement des batteries. Au-delà de cette expérimentation en milieu rural, l'État coréen a lancé en 2011 des projets de microgrids, appelés : « K-MEG, Korean Micro Energy Grid »⁵. De taille plus réduite, ils seraient mieux adaptés aux quartiers urbains denses. L'état des lieux d'implantation des réseaux intelligents au service de la mobilité électrique en Corée du Sud sera très certainement étoffé dans les prochaines années. D'ores et déjà, un plan national de développement des véhicules propres et des infrastructures de charge sur le territoire a été défini (« Green Car Roadmap »). Il prévoit 1,35 million de bornes de rechargement électrique d'ici 2020, faisant du pays le futur leader mondial dans ce secteur⁶.

Le début d'une approche intégrée aux États-Unis

- 12 Le marché américain des réseaux électriques intelligents est très segmenté (GSGF, 2012 : 39). Rares sont les entreprises qui offrent d'intégrer des sources d'énergies renouvelables dans les smart grids. Ce type de projet mobilise des partenariats internationaux. Depuis 2009, l'État d'Hawaï collabore autant avec le NEDO, l'agence gouvernementale du Japon, qu'avec la compagnie d'électricité locale, l'université, le laboratoire national du nord-ouest Pacifique, ainsi qu'avec un groupe d'industries nippones et américaines⁷. Il s'agit d'installer sur l'Île Maui une infrastructure de recharge de véhicules électriques, en connexion avec un système des panneaux photovoltaïques. Les études de faisabilité étant terminées, la mise en œuvre du démonstrateur est attendue pour le début de l'année 2015⁸.
- 13 Si l'optimisation des énergies nouvelles dans des microgrids est encore peu expérimentée dans les services d'auto-partage aux États-Unis, le fonctionnement électrique de ces derniers s'est développé dès les années 2000 (Shaheen, 2001). De même, la connexion des véhicules au réseau est déjà bien maîtrisée. En effet, c'est la société américaine Nuvve qui a inventé la technologie V2G (« vehicle-to-grid »). Celle-ci permet d'utiliser les véhicules électriques comme des réserves tampons d'énergie. Grâce à cette nouvelle technologie, le réseau intelligent peut communiquer avec les voitures et leurs usagers pour mieux gérer l'utilisation de l'énergie présente sur le réseau et dans les véhicules. L'automobiliste avertit le serveur de ces trajets quotidiens afin que celui-ci puisse puiser dans les ressources énergétiques de la voiture lorsqu'elle est à l'arrêt, tout en assurant au conducteur d'emprunter un véhicule avec une autonomie suffisante pour effectuer le déplacement souhaité (Parsons *et al.*, 2014).

Les prémisses d'une propagation internationale

- 14 Les pratiques de mutualisation des véhicules électriques autour des réseaux intelligents sont encore peu répandues à travers le monde. Parmi les démonstrateurs technologiques, la tendance à l'individualisation de l'électro-mobilité est notable. Elle s'observe notamment en Australie, à travers la première esquisse d'un smart grid au service de la mobilité électrique sur la côte est. L'initiative lancée par le gouvernement australien repose sur le partenariat public-privé des municipalités du Lac Macquarie et de Newcastle, de l'université locale et de celle de Sydney avec les entreprises Landis et Gyr, GE, Gridnet et IBM⁹. Le budget total s'élève à 243 millions de dollars (GSGF, 2012 : 16). Ainsi, le projet Smart Grid Smart City raccorde les véhicules à des bornes de recharge dans chaque maison individuelle. Ce faisant, il est prévu d'équiper en 2013 le domicile d'un millier de consommateurs avec des capteurs intelligents et des nouveaux compteurs communicants. L'objectif est de faciliter le suivi et la maîtrise de leurs dépenses énergétiques. Il serait intéressant de poursuivre notre étude au cours des prochaines années. L'avènement des réseaux intelligents au service de l'électro-mobilité débute. Comment vont-ils se diffuser dans les autres pays du monde? Avec quels résultats? Sans présumer des développements futurs, cet état des lieux permet dès à présent de constater un essaimage dans les pays européens.

L'expertise des architectures techniques au nord de l'Europe

- 15 La plateforme technologique européenne pour les réseaux électriques du futur recensait 281 projets de smart grids en 2012, pour un investissement total de 1,8 milliard d'euros¹⁰. Le Paquet Énergie Climat (PEC) de l'Union européenne prévoit une réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2020, en produisant 20 % de l'énergie finale à partir de sources renouvelables et en améliorant l'efficacité énergétique de 20 %¹¹. De 2006 à 2010, le programme de recherche « More Microgrids » a été mené avec un financement de 8,5 millions d'euros¹². Il a soutenu l'implantation de 8 sites pilotes en Europe, ayant pour vocation principale de développer les architectures techniques et d'appréhender leur faisabilité (Hatzigiorgiou, 2010). Notre étude s'intéresse plus particulièrement à leur application autour de la mobilité électrique.
- 16 Dans ce domaine, le projet EDISON¹³ sur l'Île de Bornholm au Danemark se distingue. Il vise à utiliser les voitures électriques comme moyen de régulation du réseau afin de le rendre plus efficace dans la gestion de la production d'énergie éolienne. Il s'agit de stocker l'énergie dans les batteries des véhicules pendant les pics de production et de la réintroduire dans le réseau en cas de besoin. Sous l'impulsion d'Energinet.dk et de Dansk Energi, l'association danoise de l'énergie, le projet EDISON a développé un logiciel sophistiqué pour anticiper les niveaux et les temporalités de recharge des véhicules électriques dans les logements, les stations publiques et sur les stationnements des entreprises de l'Île de Bornholm. Le serveur de ce grand réseau intelligent a été conçu par un consortium R&D, réunissant le Centre des Technologies Électriques de l'Université de Copenhague et le laboratoire de recherche IBM à Zurich. Aujourd'hui terminée, la plateforme technologique fonctionne sur le principe d'une centrale électrique virtuelle à laquelle chaque véhicule est raccordé. Les outils de modélisation et de simulation sont au cœur d'une autre approche intégrée des véhicules électriques dans les réseaux européens. Le projet « Novel E-Mobility Grid Model » (NEMO) est actuellement mené par trois pays très engagés dans le développement des énergies renouvelables en Europe : le Danemark, l'Allemagne et les Pays-Bas¹⁴. Ceux-ci souhaitent compléter les outils existants, déjà élaborés par certains membres du consortium européen. Le perfectionnement des techniques de simulation a pour objectif de mieux prendre en charge l'incidence de la mobilité électrique sur le réseau et d'optimiser l'utilisation des générateurs disponibles.

La multiplication des terrains d'expérimentation aux Pays-Bas

- 17 Le démarrage de douze projets de réseaux intelligents a été annoncé en 2012 par le ministre néerlandais de l'Économie, de l'Agriculture et de l'Innovation¹⁵. Une attention particulière a été affirmée quant à l'information de l'utilisateur final, qu'il s'agisse de l'habitant ou de l'entreprise. En ce qui concerne l'électro-mobilité, le rechargement par énergie solaire de taxis électriques a été mentionné. À l'avenir, il sera possible d'observer comment ces intentions

se concrétisent, en particulier dans le cadre du projet « Amsterdam Smart City »¹⁶ où le quartier Nieuw West se situe à un stade plus avancé, tout comme le projet « PowerMatching City »¹⁷ qui, à une échelle plus petite, relie vingt-cinq habitations, équipées d'une borne de recharge pour véhicule électrique, à un microgrid. Les universités de Delft, Eindhoven et Groningen travaillent actuellement sur différentes tarifications expérimentées auprès des familles résidentes.

Le projet d'une opération phare dans les îles britanniques

- 18 Au Royaume-Uni, dans une démarche expérimentale assez similaire mais à une échelle plus importante, le projet « Low Carbon London » propose un service privatif de mobilité électrique raccordé aux domiciles des Londoniens¹⁸. Les consommations énergétiques vont être évaluées par le Collège Impérial de Londres notamment, en fonction de différents tarifs (GSGF, 2012 : 26). En Irlande, la programmation d'une infrastructure de recharge pour véhicules électriques prend une envergure nationale. Dans la première phase mise en œuvre, le projet « eCar Ireland » comptera 1 621 bornes publiques, 2 634 points de recharge à domicile et 127 stations professionnelles pour un coût total de 22 millions de livres (op. cit., 2012 : 29). Ce réseau mobilise plus d'une dizaine d'industriels du secteur, de nombreuses municipalités et de multiples distributeurs d'électricité parmi lesquels, les producteurs d'énergie éolienne qui interviennent à hauteur de 14 % dans le système électrique du pays.

Des démonstrateurs diversifiés en France

- 19 Depuis 2009, le développement de l'électro-mobilité est au centre d'un plan national sur le territoire français¹⁹. Si le déploiement des réseaux intelligents n'est pas encore planifié, c'est que la plupart des smart grids sont encore au stade de l'expérimentation. Les projets connectés à une flotte de véhicules électriques ont des périmètres variés. Des démonstrateurs se concentrent à l'échelle du quartier comme « NICE GRID »²⁰ dans les Alpes Maritimes, « Lyon Confluence »²¹ au croisement de la Saône et du Rhône, « Greenlys »²² sur deux sites lyonnais et grenoblois, ou encore « IssyGrid »²³ à Issy-les-Moulineaux. À la taille d'une agglomération, celle de Toulouse Métropole, le projet « SOGRID »²⁴ vise à construire un système global de communication qui permettra d'intégrer des sources d'énergies renouvelables décentralisées et de nouveaux usages de l'électricité, notamment de mobilité.
- 20 Sur des territoires plus vastes, le démonstrateur « Smart Grid Vendée »²⁵ offre d'installer un réseau départemental de plus d'une centaine de bornes de recharge pour véhicules électriques. En partenariat, le Centre national des Arts et Métiers (CNAM) a inauguré une formation d'ingénieur « Smart Grids » dans son antenne des Pays de la Loire²⁶. À l'échelle d'une autre région, le Poitou-Charentes, le projet « Véhicule énergétique et Énergies Renouvelables dans un Réseau de Distribution Intelligent » (VERDI)²⁷ cherche à mettre au point une méthode d'optimisation de l'insertion de la mobilité électrique sur le réseau. Le laboratoire d'électrotechnique et d'électronique de puissance L2EP à Lille et le laboratoire des sciences et technologies de l'information et de la communication XLIM-SIC de l'Université de Poitiers collaborent aux dispositifs techniques. L'offre de service de mobilité électrique en connexion avec des réseaux intelligents se développe également dans un environnement insulaire, que ce soit en Corse, dans le cadre de « DRIV'ECO »²⁸, ou encore à la Réunion à travers le projet « VERT »²⁹ (Véhicule électrique pour une réunion technologique).
- 21 Entre les services privatifs de mobilité électrique et ceux ouverts à tous publics, les flottes captives à usage du personnel d'entreprises sont plus particulièrement au cœur de l'expérimentation « Infini Drive »³⁰. L'objectif est de concevoir un système intelligent et communicant « véhicule-borne-réseau », en vue de créer un standard pour les véhicules électriques des sociétés et des collectivités. Mis en œuvre par un consortium de huit partenaires (entreprises industrielles et de service, laboratoires et universités), ce projet est expérimenté sur les flottes d'ERDF et du Groupe La Poste. Les sites pilotes regroupent quatre villes : Nice, Grenoble, Nantes et Paris. Le déploiement d'une centaine de véhicules électriques (voitures, vélos...) est associé à des bornes de recharge spécifiques. Au-delà des aspects techniques, les utilisateurs sont impliqués à travers les tests. Il s'agit de les accompagner dans

leur appropriation des véhicules électriques et des infrastructures de recharge, en identifiant mieux leurs besoins. Le bilan de cette expérimentation étayera la rédaction d'un livre vert des infrastructures de recharge propre aux flottes captives de véhicules électriques. Si ceux détenus par les universités relèvent de ce type de flotte, sa diffusion reste à explorer à l'intérieur des campus.

Des universités partenaires plutôt que gestionnaires des sites d'expérimentation

- 22 Les expérimentations en cours sont peu nombreuses au sein même des territoires universitaires. En dehors du projet « Smart Campus », seules l'Université technologique de Lappeenranta³¹ en Finlande et l'Université du Sud de la Californie³² (USC Viterbi School of Engineering) se mettent aujourd'hui en capacité de gérer leur propre production d'énergie renouvelable sur un réseau local pour l'usage partagé d'une flotte de véhicules électriques.
- 23 Depuis 2012, l'établissement finlandais propose de diminuer l'impact carbone de son campus grâce à l'installation d'un microgrid intégrant des éoliennes, des panneaux photovoltaïques, des batteries de stockage et la technologie américaine V2G destinés à la connexion des véhicules au réseau. La flotte partagée par les étudiants et le personnel administratif se compose de vingt vélos électriques et de deux voitures. L'ajout d'un bus est en projet. Les premiers retours d'expérience recensent quatre cents usagers de la flotte existante, une production d'énergie solaire de 160 MWh par an et 30 000 euros d'économie réalisée entre 2012 et 2013 sur la consommation d'électricité. Ces résultats ont valu à l'Université technologique de Lappeenranta le prix du campus d'excellence lors de la conférence annuelle du Réseau international des campus durables (International Sustainable Campus Network, ISCN)³³.
- 24 Quant au réseau intelligent développé par l'Université du Sud de la Californie, il a été également initié en 2012. Il contribue à la recharge de douze véhicules électriques (Mitsubishi i-MiEV). Différents scénarios opérationnels sont actuellement à l'étude. Localement, l'école d'ingénieur collabore principalement avec l'institut universitaire de l'énergie pour collecter et analyser les données. Ils bénéficient du soutien du programme américain de démonstrateurs régionaux des réseaux intelligents, ainsi que du département de l'eau et de l'énergie de Los Angeles.
- 25 Aux États-Unis, plusieurs campus ont été équipés de bornes de recharge pour véhicules électriques ces dernières années. Dès 1999, l'Université de Californie Riverside a expérimenté le prototype « UCR IntelliShare », un service d'auto-partage électrique sur son territoire (Barth et Todd, 2003). Si des technologies dites « intelligentes » ont pu être employées, il ne s'agit en aucun cas de smart grid. De même, parmi les divers projets de campus écologiques à travers le monde, il n'est pas encore possible d'observer l'installation de réseaux électriques de taille réelle, à même de fournir l'énergie pour la consommation locale. Ce constat vaut également pour la France où, dès 2010, conformément à l'article 55 de la loi Grenelle 1, l'adoption du « Plan vert des établissements d'enseignement supérieur » a appelé les universités à se positionner comme des acteurs moteurs du développement durable des territoires³⁴.
- 26 Notre état des lieux montre que c'est davantage à travers leurs missions de recherche que les établissements universitaires interviennent sur les réseaux électriques intelligents, en tant que partenaires des projets. Dans les consortiums, l'idée d'innovation ouverte, exprimée par Chesbrough (2003 ; Chesbrough et Appleyard, 2007), s'étend au-delà du management des entreprises. Elle se développe par la coopération et l'échange public – privé qui sollicitent le potentiel de recherche des établissements d'enseignement supérieur, que ce soit sur le plan des technologies ou des modèles socio-économiques. En parallèle, l'offre de formation débute telle que nous l'avons remarquée en France, dans le cadre du projet « Smart Grid Vendée ». L'enjeu est de développer les compétences sur le territoire en même temps que les nouvelles infrastructures. Ainsi, à Austin Community College au Texas, un nouveau programme d'études techniques est mis en place pour faciliter l'implantation des réseaux électriques intelligents et soutenir la relance économique, en complétant la formation des personnes en recherche d'emploi pour une meilleure adéquation avec les offres de recrutements³⁵. Dans cette

perspective, des prototypes commencent à être conçus comme des outils pédagogiques. C'est le cas au Dakota du Nord où le campus de l'État du Bismarck va héberger au sein du centre national d'énergie d'excellence (NECE) : le « Gridlab », un laboratoire de réseau intelligent en vraie grandeur³⁶. Il vise à assister les classes d'étudiants et les formations en ligne sur les technologies smart grid.

- 27 Dans leur position d'institution, les établissements d'enseignement supérieur qui abritent des réseaux intelligents au service de la mobilité électrique sur leurs territoires font donc figure d'exceptions. Le projet « Smart Campus » s'avère atypique au terme de cet état des lieux. Les services d'électro-mobilité constituent une application spécifique des smart grids, encore peu répandue à travers le monde. Parmi les rares projets expérimentaux, la plupart s'orientent vers une offre individualisée et privative, plutôt qu'en direction de l'auto-partage. Ce dernier s'observe plus particulièrement dans le cadre des flottes captives d'entreprises et des collectivités. Cela dit, peu d'entre elles maîtrisent toute la chaîne de valeur du réseau électrique, de la production jusqu'à la distribution de l'énergie, en passant par le stockage. Telle est l'originalité de notre cas d'étude sur le terrain de l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines. Le questionnement des usages de ce démonstrateur technologique va être à présent situé dans le paysage scientifique.

L'état de la question des usages : un paysage scientifique à la croisée de différents cadrages disciplinaires

- 28 Tandis que les réseaux intelligents au service de la mobilité électrique commencent à se déployer sur quelques sites pilotes, la nécessité d'intégrer les usagers est affirmée au sein de plusieurs projets. Si l'étude des comportements en interaction avec de nouveaux systèmes techniques est prévue dans le cadre de ces expérimentations, les résultats ne sont pas encore diffusés. Notre revue de la littérature permet d'observer que l'articulation des réseaux intelligents avec des services d'électro-mobilité est peu définie en tant qu'objet scientifique. Elle fait plus couramment l'objet de présentation technologique par les organisations impliquées dans l'innovation. Quant aux usages, ils sont approchés au sein d'une diversité de disciplines. La traversée du paysage scientifique a donc été volontairement large, partant de la question du management de la demande électrique au cœur des sciences techniques et économiques, en passant par l'impact des services d'auto-partage évalué par la pluridisciplinarité des sciences de l'environnement, l'exploration des transformations urbaines, jusqu'aux concepts sociologiques à revisiter sur ce terrain. Les apports cognitifs de ces différents « cadrages » des réseaux intelligents et de l'auto-partage électrique vont être ici examinés afin de mieux saisir ce que leur « débordement » peut apporter (Callon, 1999). En d'autres termes, il s'agit d'apercevoir les dimensions ignorées de ce domaine de connaissances qui nécessiteraient d'être approfondies pour la compréhension des usages liés aux services de mobilité électrique en connexion avec des réseaux intelligents. Auparavant, il importe de connaître l'état de la recherche existante.

Le management de la demande électrique via les réseaux intelligents : un cadrage technique et économique

- 29 Parmi les enjeux fondamentaux du développement des smart grids, le lissage de la consommation électrique et le stockage de la production intermittente des énergies de sources renouvelables sont très souvent soulignés par les travaux en sciences de l'ingénieur et en économie. Recharger la batterie d'un véhicule électrique pendant les pics de consommation amène les producteurs d'électricité à avoir recours aux centrales thermiques polluantes, un système productif qui permet de répondre en peu de temps à une augmentation inopinée de la demande électrique. À l'inverse, si la recharge des voitures électriques est opérée en dehors des pics de consommation énergétique, les producteurs peuvent employer des sources d'énergie plus écologiques. Le défi des réseaux intelligents consiste à préserver l'équilibre entre production et consommation électrique à tout moment.
- 30 Les nouvelles technologies et la généralisation de l'informatique et des télécommunications sur le réseau de distribution sont censées améliorer la réactivité et la flexibilité dans le pilotage

du réseau et dans la régulation des bornes de recharge afin de, toujours assurer l'adéquation entre l'offre et la demande d'électricité. Ainsi, la programmation et l'optimisation des réseaux électriques intelligents font aujourd'hui l'objet d'une littérature abondante de la part des sciences économiques et des techniques. Dans le récent ouvrage dirigé par Shawkat Ali, intitulé : « Smart Grids Opportunities, Developments, and Trends », le chapitre consacré aux méthodes d'anticipation et de management de la demande électrique cite plus de soixante-dix publications de référence sur le sujet (2013 : 135-150). Les modélisations orientées agent (Agent-Based Modelling) attribuent à chaque individu des capacités de décision sous incertitudes, d'adaptation à leurs environnements et d'interactions avec les autres agents, autant de paramètres qui interagissent sur la demande d'électricité et dont les effets sont à prévenir pour une gestion optimisée du réseau.

31 En ce qui concerne l'usage de véhicules électriques, les technosciences ont consacré de nombreuses études à l'efficacité énergétique des infrastructures communicantes de recharge. La plupart se concentrent sur le contrôle et le perfectionnement de l'information, ainsi que sur sa transmission entre les batteries et le réseau qui les régénère afin de maximiser les économies d'énergie (Di Giorgio *et al.*, 2014; Johnson *et al.*, 2013; Quan-Do *et al.*, 2012). Pour la maîtrise des coûts énergétiques, la densité et la localisation des infrastructures de recharge sont également considérées comme des facteurs majeurs par les recherches techniques et économiques (Bainée et Le Goff, 2012; Namdeo *et al.*, 2013; Xi *et al.*, 2013; Xu *et al.*, 2013). En économie, les analyses s'appuient principalement sur une approche coûts-avantages (Depoorter et Assimon, 2011; Freund *et al.*, 2012; Schroeder et Traber, 2012; Thibault *et al.*, 2013). Au regard du rôle directeur des prix, des comportements de recharges irrationnelles ont été pointés dans le contexte d'infrastructures denses où la capacité d'autonomie des batteries n'est pas efficacement exploitée. D'un point de vue psychologique, différentes formes d'angoisse ont été identifiées vis-à-vis de l'autonomie énergétique des véhicules, des inquiétudes qui seraient moins liées aux conditions d'accès aux stations de recharge qu'à des facteurs psychosociaux, les automobilistes cherchant à apaiser leurs anxiétés par la surcharge des batteries notamment (Hahnel *et al.*, 2013 ; Nguyen et Cahour, 2014).

32 Si ce type d'attitude invite à ne pas négliger l'usager dans les projets de mobilité électrique, son rôle dans les processus d'innovation de manière plus générale a pu être souligné par les sciences du management. Dans une perspective d'« innovation ouverte » (Chesbrough, 2003), il s'agit de placer les utilisateurs au début de la chaîne de création de valeur afin qu'il puisse mieux y participer. Leur retour d'expériences est particulièrement recherché lorsque celles-ci sont pionnières (Von Hippel, 1976, 1996; Scheid et Charue-Duboc, 2011). Pour certains spécialistes, il en va de l'innovation par l'usage (Lettl, 2007 ; Scheid, 2007). D'autres voient dans les collectifs d'utilisateurs de l'innovation communautaire (Franke et Shae, 2003; Hildreth et Kimble, 2004; Füller *et al.*, 2006; Stevens, 2009), ou encore la source de « l'innovation ascendante » (Cardon, 2006). En sciences économiques, les usages sont davantage repensés dans le cadre de nouvelles approches théoriques des systèmes de production et d'échanges où les services comme l'auto-partage électrique se substituent aux produits tels que la voiture personnelle. C'est en ce sens que l'économie de fonctionnalité invite à repenser les processus d'innovation (Stahel, 2006). En optimisant l'utilisation ou la fonction des biens et des services, il s'agit de créer une « valeur d'usage » la plus élevée possible et durant le plus long temps possible, tout en consommant un minimum de ressources matérielles et énergétiques (op. cit., 2006). Ces effets sont analysés par les diverses disciplines qui concourent aux sciences de l'environnement.

L'impact des services d'auto-partage au carrefour des sciences de l'environnement

33 La plupart des travaux de recherche sur les flottes de véhicules mutualisés entre plusieurs automobilistes se sont centrés sur la faisabilité de l'auto-partage comme mode de mobilité alternatif à la propriété individuelle de voitures et sur ses effets en termes de transport urbain (Khandker *et al.*, 2012 : 242). Dès la fin des années 1990, l'impact environnemental de ces services automobiles a fait l'objet d'évaluations pluridisciplinaires (Harms et Truffer, 1998;

Muheim, 1998; Meijkamp, 2000; Behrendt *et al.*, 2003). Elles reflètent les disciplines variées tant en sciences dures qu'en sciences humaines et sociales où les relations entre l'homme et l'environnement sont analysées, ainsi que leurs conséquences. Les implications observées autour des services d'auto-partage portent sur le besoin de voiture personnelle (Behrendt *et al.*, 2003), sur la baisse d'occupation des stationnements et des garages, le même véhicule étant utilisé par un plus grand nombre de personnes (Muheim, 1998; Meijkamp, 2000) et sur la réduction du nombre de kilomètres parcourus par les clients des services payants de mobilité partagée, le prix sensibilisant au coût global des trajets automobiles (Meijkamp, 2000; Behrendt *et al.*, 2003). Cela étant, il a pu être remarqué que l'usage des services d'auto-partage n'entraînait pas systématiquement une diminution du nombre de voitures possédées par les ménages, ces derniers pouvant l'utiliser comme une option supplémentaire pour les déplacements automobiles, limitant l'éco-efficience de cette modalité alternative (Wilke et Bongardt, 2005). Un tel bilan souligne l'intérêt environnemental des réseaux intelligents au service de l'électro-mobilité partagée où les nouvelles technologies visent à optimiser la gestion de l'énergie consommée par cette prestation automobile et à intégrer des sources d'origines renouvelables.

34 En ce qui concerne les utilisateurs et leurs comportements, ils sont encore très souvent ignorés par la littérature scientifique qui étudie les services d'auto-partage (Khandker *et al.*, 2012 : 242). Quelques auteurs ont néanmoins insisté sur le caractère primordial de ce domaine de connaissances pour améliorer le management et l'impact de ce moyen de transport (Wegner et Shaheen, 1998 ; Nobis, 2006). Burkhardt and Millard-Ball affirment que les facteurs d'adoption de l'auto-partage reposent sur les attitudes favorables des usagers envers le développement durable (2006). Lane rapporte de ses travaux en Amérique du Nord qu'au contraire, les usagers des services de mobilité partagée sont plus préoccupés par leur utilité personnelle que par le bénéfice social ou environnemental (2005). La thèse de Meijkamp peut éclairer ces observations divergentes (2000). D'après son enquête quantitative menée par questionnaire auprès des trois cent trente-sept clients de quatre entreprises d'auto-partage aux Pays-Bas et aux côtés de huit cent neuf non-utilisateurs, les motifs d'adoption diffèrent complètement selon les différents segments du marché, et en particulier entre les propriétaires de véhicules et ceux qui n'en possèdent pas (Meijkamp, 2000).

35 D'un point de vue plus général, notre revue de la littérature scientifique sur les services d'auto-partage observe une tendance aux études de cas appliquées. Ces recherches localisées contribuent à rendre compte de la diversité des systèmes proposés (Barth et Shaheen, 2000). Si les réseaux intelligents sont encore très souvent absents des cas d'études publiés, l'utilisation de véhicules électriques est en revanche examinée. Cet état de l'art s'attache à restituer les méthodologies adoptées pour l'analyse des usages. Sur le campus de l'Université de Californie Riverside, les technologies intelligentes d'information et de communication intégrées au prototype « IntelliShare » ont permis aux chercheurs en sciences de l'ingénieur et en sciences physiques de relever systématiquement les données sur les distances parcourues par les étudiants et le personnel universitaire (Barth et Todd, 2003). De même, les temporalités d'usages ont pu être suivies, ainsi que la fréquence des utilisations en une journée (op. cit., 2003 : 55-56). Dans le cadre d'un autre système d'auto-partage électrique, appelé : « Praxitèle » et mis en service de 1997 à 1999 dans la commune de Saint-Quentin-en-Yvelines, ce sont des méthodes d'enquêtes en sciences sociales qui ont été employées pour analyser les comportements des clients (Massot, 2000). En complément du bilan technico-économique de l'expérimentation, une enquête qualitative a été conduite avant le début de l'expérimentation dans l'objectif de « cerner la réception/compréhension du concept auprès des populations et identifier des segments de clientèle » (op.cit., 2000 : 5). Sur la base d'entretiens en face à face, des clients, des ex-utilisateurs et des utilisateurs potentiels ont été rencontrés au cours de l'expérimentation afin de connaître les évolutions perçues du service, les pratiques et les attentes. En parallèle, une enquête quantitative a recueilli auprès de deux-cents clients les données sur les modalités d'usage de ce service urbain d'auto-partage électrique ouvert à tous (motifs, régularité, accès...) (op.cit., 2000 : 5). À l'issue de ce protocole de recherche, l'adhésion des résidents au service de voitures partagées à

Saint-Quentin en Yvelines s'est avérée renforcée par « sa parfaite adéquation en terme d'image avec celle d'une ville "moderne", "jeune", "en avance" qui sont autant d'attributs avec lesquels ils [les résidents] qualifient la ville nouvelle » (op. cit., 2000 : 15). Dans d'autres contextes urbains, en Allemagne, un scénario de « villes intelligentes », équipées de systèmes d'auto-partage, fonctionnant à l'électricité verte et de manière gratuite, a été soumis à l'avis des utilisateurs des premiers prototypes (Firnkorner et Müller, 2015). D'après les réponses recueillies, l'expérience de cette mobilité alternative incite à abandonner le projet d'achat automobile, elle pourrait inaugurer une nouvelle « ère » dans les « smart cities », celle de « la voiture post-privée » (op. cit., 2015 : 30).

Des transformations urbaines en exploration

- 36 Si le raccordement au réseau de nouvelles installations de charge pour les véhicules électriques implique la collaboration des collectivités locales, c'est davantage le déploiement des smart grids qui interpelle les sciences de l'aménagement de l'espace. Les usages de ces réseaux informationnels et communicants commencent à être explorés à travers la thématique de la « ville intelligente » (Charlot-Valdieu *et al.*, 2013). En septembre 2013, le Plan Urbanisme Construction et Architecture a initié en partenariat avec l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, un premier séminaire en France intitulé « Smart grids, Bepos, territoires et habitants » (PUCA - ADEME). Dans ce champ d'études, les pratiques de mobilité électrique n'ont pas encore été directement abordées. De même, les recherches en urbanisme et aménagement de l'espace menées sur « les chaînes énergétiques dans la transformation de la ville » portent davantage sur les acteurs intermédiaires qui façonnent les chaînes infra-urbaines de la chaleur (Debizet, 2014). De fait, l'observation des comportements des individus est rarement privilégiée dans l'étude des projets de territoires durables (Coutard et Levy, 2010).
- 37 S'agissant des « smart cities », des villes dites « intelligentes », les démarches expérimentales se propagent au-delà des projets phares comme Songdo ou Masdar. Situées aussi bien en Europe, en Asie, qu'en Amérique du Nord, ces initiatives ont de multiples ambitions, que ce soit une croissance économique soutenable, une meilleure qualité de vie, ou encore la résolution des problèmes environnementaux et la poursuite du développement durable (Caragliu *et al.*, 2009). En géographie, la recherche constate un élan pour les expérimentations à taille urbaine, en particulier dans le domaine de l'énergie où l'objectif est de transformer les systèmes sociotechniques pour atténuer les changements climatiques (Bulkeley et Castan Broto, 2013). La diffusion de l'intelligence artificielle dans les infrastructures, les réseaux notamment, et dans les technologies, est censée pouvoir réduire de manière significative les émissions de gaz à effet de serre (Meijer et Bolivar, 2013; Gurstein, 2014). À travers leurs modes de production décentralisée, les smart grids inviteraient les usagers à changer leur rapport à l'énergie et ceux-ci seraient donc de plus en plus appelés à prendre part au management énergétique, à devenir des consommateurs « proactifs » plutôt que de simples consommateurs (Honebein *et al.*, 2011). Dans une revue internationale spécialisée en urbanisme et dans l'aménagement durable, Khansari et ses collègues ajoutent même qu'au-delà de l'amélioration des infrastructures, « une ville intelligente encourage les citoyens à adopter des comportements soutenables à travers des changements dans leurs actes politiques, énergétiques, leurs habitudes de déplacement et de gestion des déchets » (Khansari *et al.*, 2013 : 55). De telles déclarations ne sont pas sans poser de question en sciences sociales (Némoz, 2014c). À l'agenda des recherches, une problématique se précise autour des conditions sous lesquelles les réseaux intelligents et les technologies associées sont susceptibles d'opérer des transitions sociotechniques durables (Strengers, 2013).

Des concepts sociaux à revisiter sur un terrain nouveau

- 38 À l'heure où la recherche sur les réseaux électriques intelligents s'avèrent fortement déléguées aux technosciences, où l'expertise de ces disciplines est sollicitée dans les premiers projets d'électro-mobilité, plusieurs spécialistes se disent face au « défi de comprendre les comportements humains » (Naphade *et al.*, 2013). Si l'amélioration de l'information au cœur de ces nouveaux réseaux est supposée inciter des gestes plus économes, le manque d'accompagnement serait à l'origine des déconvenues rencontrées à l'usage des dispositifs

techniques (Zélem *et al.*, 2013). Du point de vue des sciences sociales, Strengers critique une vision très étreinte des usagers dans les politiques et les approches technologiques des systèmes dits « intelligents » (Strengers, 2013). Les individus sont conçus comme « des consommateurs rationnels, à la recherche d'un maximum d'utilité et technologiquement compétents », si bien que le maintien des habitudes énergivores apparaît comme une aberration (op. cit., 2013 : 53). Face à l'incompréhension et aux malentendus, Strengers affirme le pouvoir explicatif des sciences humaines pour dépasser ce qu'elle appelle « l'ontologie de l'intelligence » et développer de nouvelles possibilités d'action de maîtrise de l'énergie (op. cit., 2013). Sur le terrain des réseaux communicants au sein des bâtiments, la sociologie de l'énergie entreprend d'approfondir empiriquement le nouveau rôle qui est attribué au consommateur en interaction avec les « smart meters » (Zélem et Beslay, à paraître). Les services d'auto-partage électrique élargissent ce champ d'enquête sociologique où l'automobiliste peut être également interrogé en tant qu'acteur du réseau intelligent.

39 Quelques études sociologiques ont été consacrées à l'analyse des usages des véhicules électriques (Pierre *et al.*, 2007; Pierre *et al.*, 2009). Elles mettent au jour que « dans une certaine mesure, l'utilisation journalière de voiture électrique introduit de nouvelles pratiques de conduite automobile et une restructuration de l'organisation de la vie quotidienne » (Pierre *et al.*, 2009 : 1443). Les effets sur les comportements sont cependant très variables selon les modalités d'accès aux véhicules (op. cit., 2009 : 1438). Dans son article intitulé : « Le véhicule électrique : cet objet extrême qui innove les sciences sociales » (2014), Maniak attire aussi l'attention sur les aspects disruptifs d'un tel moyen de transport. Ces travaux dénotent l'intérêt d'investir un terrain nouveau en sociologie, en étudiant la mobilité électrique telle qu'elle se conduit à partir des nouvelles infrastructures réticulaires de l'intelligence artificielle. Cela dit, une réflexion sur les concepts sociologiques reste à produire pour la compréhension des usages des services d'auto-partage électrique connectés à des smart grids.

40 En effet, leur déploiement ne peut se penser indépendamment de la société au sein de laquelle il se développe. Dans cette perspective, la sociologie de l'innovation peut être instructive, même si l'étude des processus innovants à dimension environnementale est encore récente dans cette discipline (Coulbaut-Lazzarini et Némoz, 2013). Une sociologie classique de l'innovation a pu analyser les usagers en tant qu'acteurs de l'innovation qui adaptent, étendent et détournent les technologies (Akrich, 1998). Cette approche permet aussi de restituer les points de vue et les problèmes concrets que se posent les principaux instigateurs du projet. De fait, la théorie de l'acteur-réseau propose de réintroduire les objets dans le champ d'analyse du sociologue et d'examiner les « collectifs hétérogènes », constitués d'humains et de non humains (Akrich, Callon, Latour, 2006). La fabrique institutionnelle et matérielle du véhicule électrique a ainsi déjà été étudiée (op. cit., 2006; Callon, 1979). Pour comprendre sa pratique en connexion avec des réseaux électriques intelligents, il s'agit de poursuivre les dynamiques à travers lesquelles se constituent les « agencements sociotechniques » (Callon, 2003). Le concept permet de se concentrer sur le rôle des acteurs et de leurs interactions dans le processus d'innovation, en formalisant le tissu relationnel par un réseau liant des entités distinctes (Akrich *et al.*, 1988). La discussion demeure ouverte avec l'anthropologie, et notamment avec l'anthropologie de la culture matérielle et des techniques qui étudie depuis longtemps les objets comme des éléments du système d'action au sein duquel se développe l'innovation (Leroi-Gourhan, 1973 [1945]). Aujourd'hui, le dialogue entre les deux disciplines, sociologique et anthropologique, s'enrichit autour des questions énergétiques (Wilhite, 2008; Shove *et al.*, 2014). Celles-ci donnent matière à un terrain fédérateur pour l'analyse des pratiques en transition (Némoz *et al.*, 2012a; Némoz et Wallenborn, 2012 b). Encore très peu abordée dans cette dimension sociale, la question de la mobilité électrique en connexion avec un réseau intelligent d'énergie renouvelable s'apprête à être ainsi explorée.

Interroger l'intelligence énergétique en actes : rendre intelligible les impensés du projet Smart Campus

41 L'étude préliminaire à la recherche menée dans le cadre du projet « Smart Campus » permet de saisir l'originalité et l'intérêt de sa démarche. Les usages des services d'auto-partage

électrique en connexion avec des réseaux intelligents sont encore largement méconnus. Notre revue de la littérature existante montre qu'ils constituent un terrain quasi vierge dans le paysage scientifique. Les différents cadrages disciplinaires autour des smart grids et des services d'auto-partage ne recouvrent que très partiellement la connaissance des usagers et de leurs modes d'action. La nécessité de leur analyse est en revanche affirmée pour des enjeux techniques, économiques, sociaux et environnementaux. Une des explications à cet état de l'art se trouve du côté de l'état des lieux. Celui-ci rend compte du nombre restreint des sites pilotes où l'implantation de réseaux intelligents converge vers la mise en service d'une flotte mutualisée de véhicules électriques. Une tendance à l'individualisation s'observe dans les quelques expérimentations lancées à travers le monde. Le caractère novateur du projet « Smart Campus » est d'autant plus marqué qu'il prend place sur le territoire d'une université. Les établissements d'enseignement supérieur sont plus fréquemment partenaires des consortiums que les laboratoires vivants de l'innovation. L'article entreprend ici un retour réflexif sur cette expérience de recherche-action. À travers la restitution d'une approche scientifique singulière, adressée à une demande sociale de connaissances sur les usages d'un micro-réseau dit « intelligent » pour gérer la mobilité électrique, l'objectif est de mieux comprendre les processus sociotechniques engagés dans la mise en pratique de cette transition énergétique des campus universitaires. À l'ombre d'un projet de démonstrateur, plusieurs impensés vont être éclairés au regard des interactions entre sciences-industries-technologies d'une part, et des relations entre sciences, politiques et société d'autre part.

De la demande sociale jusqu'à la construction d'une problématique scientifique

42 Le projet « Smart Campus » a été lancé en 2012 par un consortium réunissant des groupes industriels tels qu'INEO GDF-SUEZ, Alstom Grid FR et BE, Renault et Embix, des PME comme FBY, Solaredge, DBT; l'association Fondaterra, deux laboratoires de recherche : Laborelec en sciences de l'ingénieur et REEDS en sciences économiques et sociales, ainsi que l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines. L'expérimentation porte sur deux campus : l'un est universitaire à l'ouest de la région parisienne, et l'autre est un campus d'entreprise près de Bruxelles, au sein du centre de recherche et de compétences dans les technologies de l'électricité du Groupe GDF Suez. Les ressources économiques mises à disposition proviennent d'une part des fonds d'investissement des firmes partenaires, d'autre part, d'investissements publics relevant de l'Université et de procédures administratives sélectives. Ce projet européen a reçu le label EUROGIA+ qui soutient les démonstrateurs énergétiques sobres en carbone. Les micro-réseaux électriques « intelligents » constituent un nouvel objet sociotechnique qui favoriserait l'usage local des énergies renouvelables, en mettant en synergie leur production variable avec la demande au cours du temps. C'est cet imaginaire « techno-messianique » qui a inspiré le projet « Smart Campus » (Némoz, 2014e). Pour l'Université, l'expérimentation consiste en une gestion plus territorialisée de la chaîne énergétique et à accroître la connectivité entre les sites dispersés de cette faculté francilienne. Le projet prévoit l'installation d'un réseau « intelligent » d'énergie photovoltaïque, produite sur les bâtiments universitaires et au service d'une offre d'auto-partage électrique. Ce dispositif est saisi comme une opportunité de développement économique par les entreprises partenaires de l'innovation. Quant à l'association universitaire, cet acteur membre du projet vise à accompagner les changements de comportements automobiles à travers différentes campagnes de sensibilisation des publics de l'établissement d'enseignement supérieur. Si un mode d'emploi définit le protocole d'utilisation, depuis la réservation des véhicules en ligne, via l'intranet de l'Université, jusqu'à la restitution auprès des bornes de recharge électrique et la reconnexion au réseau; l'incertitude est forte quant aux perceptions et aux gestes induits chez les futurs usagers. L'état d'avancement des expérimentations de ce type se situe pour la plupart au niveau de la mise en œuvre des technologies. Or, cette offre alternative de mobilité locale doit pouvoir être considérée comme un mode de transport pratique, utile et adapté pour concurrencer les véhicules thermiques possédés à titre privé et rendre la conduite automobile

moins polluante. C'est dans cette perspective que la demande d'une analyse des usages a été exprimée par les membres du consortium.

43 En tant qu'enseignant-chercheur de l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, spécialiste en sciences sociales des éco-innovations territoriales au sein du centre international REEDS, la responsabilité de cette analyse des usages m'a été confiée. En ce qu'elle réinterroge la séparation entre connaissance, action et formation, cette mission relève de ce que Callon, Lascoumes et Barthes appellent la « recherche de plein air » par opposition à la « recherche confinée » (2001). Il ne s'agit pas pour autant de négliger « la nécessité de penser, de formuler et d'étudier des objets sociologiques trouvant leur raison d'être dans une enquête de terrain » (Grisoni et Némot, 2013 : 2). Face à une dynamique de transition énergétique structurée autour de l'intelligence artificielle, la rationalisation technique des usages n'était guère questionnée en interaction avec les conduites sociales des utilisateurs. Il a été proposé de décroiser les approches des technologies d'un côté, et des comportements de l'autre, pour mieux identifier les leviers et les difficultés du changement de pratiques engagé dans le cadre du projet « Smart Campus » (Némot, 2014d). Autrement dit, la problématique consiste à éclairer le système de déterminants matériels, spatio-temporels mais aussi organisationnels, cognitifs, symboliques et relationnels qui se noue dans l'appropriation sociale de ce service d'électro-mobilité partagée et connectée localement à un microgrid. De façon réciproque, il importe de saisir les logiques de résistance, les contraintes à l'usage et les points de vue sur l'adaptabilité de ce nouveau dispositif aux conditions d'utilisation dans un établissement d'enseignement supérieur.

44 Tout en se confrontant directement aux savoirs d'action, le travail scientifique a préservé son autonomie dans la manière de découper l'objet d'étude, d'élaborer la problématique et les analyses. Après avoir pris la mesure des différents cadrages académiques du sujet, la notion de « pratiques sociales » a été préférée à celle des « comportements ». Cette dernière renvoie historiquement à l'école de pensée behavioriste qui considère le comportement comme une réponse automatique à la présence d'un événement survenant dans l'environnement d'un individu (Ferréol *et al.*, 2011 : 7). Au-delà de cette approche assez réductrice où l'action humaine est envisagée de manière quasi mécanique, l'utilisateur est pensé ici comme un « praticien », un agent capable de s'approprier un ensemble d'éléments pour un objectif précis, qui possède des outils et dont la conduite nécessite un certain degré d'attention. En ce sens, « une pratique est un type routinier de comportement qui consiste en plusieurs éléments interconnectés : formes d'activités corporelles, formes d'activités mentales, « choses » et leur usage, une connaissance de base ou compréhension, savoir-faire, états d'émotion et connaissance motivationnelle » (Reckwitz, 2002 : 249). Dans la mesure où, en dehors de l'énergie humaine, les individus ne consomment pas d'énergie à proprement parler, mais utilisent une série d'appareils et de ressources qui procurent différents services (Wilhite *et al.*, 1996), prendre les pratiques quotidiennes comme unité d'analyse permet d'établir une base de sens commun avec les usagers du projet d'auto-partage électrique sur le campus universitaire.

Un trousseau de clés méthodologiques pour l'intelligibilité des pratiques sociales

45 Pour comprendre une réalité sociale évolutive et fondée sur la mobilité, le protocole d'enquête que nous proposons est dynamique (Némot, 2014b). Il conjugue des méthodes qualitatives et quantitatives afin de suivre les usages aux différentes phases de l'expérimentation et sur l'ensemble des sites d'accès aux véhicules électriques. Le croisement de plusieurs méthodologies complémentaires a été conçu pour prendre en compte la complexité des rapports que les divers publics de l'université ont de ce système de mobilité électrique. Il diffère en effet des autres prototypes testés localement, qu'il s'agisse de l'auto-partage électrique nommé « Praxitèle » en service payant sur la commune de Saint-Quentin dans les années 1990, ou du projet « Eco2charge » en cours dans des sièges d'entreprise et de collectivité territoriale à proximité³⁷. En l'occurrence, aucun réseau intelligent n'a été connecté à ces démonstrateurs et ceux-ci n'ont pas été précisément destinés aux populations des campus universitaires.

- 46 Sur ce terrain, une première enquête quantitative par questionnaire a été menée en associant les étudiants de deux masters professionnels sur l'énergie et la mobilité en milieu urbain, ainsi qu'en management des éco-innovations. Au cœur de ces domaines de formation, le projet « Smart Campus » a été présenté comme un cas d'étude en vraie grandeur auprès des responsables pédagogiques. La création d'un enseignement méthodologique en sciences sociales a été approuvée dans la mesure où cet apprentissage était non seulement appliqué aux techniques inculquées, mais requis en situation expérimentale. Il a ainsi été jugé pertinent pour la professionnalisation des étudiants. Dès lors, ces derniers ont pu être formés aux principes, aux apports et aux limites des techniques statistiques dans la compréhension des pratiques sociales. Au cours de l'année universitaire 2012-2013, les étudiants ont participé aux différentes étapes de l'enquête quantitative portant sur la mobilité des membres de l'université, leurs moyens de transport, ainsi que sur leurs représentations et leurs perceptions à l'égard des services d'auto-partage, des véhicules électriques et des smart grids. En amont de l'expérimentation, l'objectif de cette démarche exploratoire est de mieux connaître les populations cibles, leurs besoins en matière de déplacement local et leurs systèmes d'interprétation concernant de nouveaux dispositifs. Pour ce faire, un échantillon représentatif de 173 personnes a été interrogé parmi les étudiants, les enseignants-chercheurs et le personnel administratif de l'Université³⁸.
- 47 Au commencement de l'expérimentation, des entretiens semi-directifs sont par ailleurs prévus auprès des différents professionnels qui interviennent dans la mise en œuvre du projet « Smart Campus ». Cette première méthode d'enquête qualitative a l'intérêt de mettre en exergue la diversité des « points de vue (pensées construites) et des pratiques (faits expérimentés) » adoptés à l'égard d'un même objet (Blanchet et Gotman, 2006 : 25). Ces entretiens avec les entrepreneurs, les concepteurs, les techniciens et les gestionnaires de la flotte de véhicules électriques partagés, et connectés localement à un réseau intelligent, visent à (re)connaître la diversité des systèmes de convictions en présence quant aux utilisations supposées. Il s'agit de bien identifier ces représentations pour les entendre et les comprendre tout d'abord, et par la suite, les confronter aux pratiques effectives des utilisateurs. Cela permettra d'analyser l'adéquation ou les décalages éventuels entre les usages attendus et les usages vécus.
- 48 Une autre méthode d'enquête quantitative est également adoptée pour l'analyse longitudinale des usages. Cette technique de recueil de données repose sur la captation et le traitement de traces informatiques au niveau du site internet de réservation des véhicules et des systèmes de reporting embarqué. Au fur et à mesure de l'expérimentation, ces données brutes sont l'objet d'un encodage dans le logiciel Modalisa, un outil conçu pour l'analyse statistique en sciences sociales. Cette méthode a pour principe d'« approcher les comportements par l'extérieur en évitant les jugements introspectifs » (de Singly, 2003 : 28). Dans cette perspective, des indicateurs empiriques ont été définis autour des pratiques de mobilité universitaire. Notre grille d'analyse comprend deux types d'indicateurs : ceux portant sur les comportements proprement dits³⁹ et ceux permettant d'en approcher les déterminants sociaux⁴⁰. L'enjeu est d'évaluer l'action de ces facteurs, habituellement invisible, et ici repérable grâce aux croisements entre les indicateurs des facteurs sociaux (les variables indépendantes) et ceux de la conduite étudiée (les variables dépendantes). Il s'agit également d'identifier la courbe d'usages dans son ensemble, les profils des utilisateurs et de dresser une typologie des pratiques de mobilité.
- 49 Pour appréhender les usagers dans et à travers leur mobilité, la technique qualitative des parcours commentés a été aussi retenue. En mettant le chercheur lui-même dans le mouvement, cette méthode relève de l'observation ethnographique des itinéraires (Desjeux, 2006 : 89-111). Elle consiste à suivre les acteurs au fil de leurs pratiques. Ils sont ainsi accompagnés dans leurs trajets depuis la réservation numérique du véhicule, puis dans la station de départ où l'emprunt de la voiture électrique est observé à travers le débranchement du câble de la borne de recharge et le passage de badge notamment, jusqu'à la restitution de la voiture, en passant par la conduite automobile. L'avantage de cette méthode est de saisir les comportements sur le vif et de recueillir les impressions et les expériences vécues tout au long du parcours, en invitant l'usager à les commenter. Le recueil des données s'opère par la prise de notes

et de photographies. Comme dans toute méthode sociologique, l'anonymat des personnes et leur image sont respectés. L'échantillon est construit selon le principe de diversité, au fondement des méthodologies qualitatives. L'important n'est pas de disposer d'un panel nombreux, représentatif mais de sélectionner des cas d'usage variés, à savoir : des utilisateurs réguliers, occasionnels et novices, des étudiants, des membres du personnel administratif et des enseignants-chercheurs appartenant à différents services de l'université, des jeunes adultes et des personnes plus âgées, des hommes et des femmes, etc.

50 Les dynamiques de groupe permettent enfin d'explorer et de stimuler différents points de vue par la discussion entre un petit nombre de personnes (Duchesne et Haegel, 2005). L'objectif est de mieux comprendre les opinions, les motivations, ainsi que les contraintes et les difficultés ressenties à l'usage du projet « Smart Campus ». L'entretien collectif, appelé aussi : « focus group », fait partie des méthodes qualitatives diversifiées dans cette enquête. L'animation de groupes de discussion a l'avantage d'approfondir les représentations et d'évaluer les besoins et les attentes sur un sujet précis. En ce qui concerne le service d'auto-partage électrique connecté au réseau intelligent de l'université, cette méthode est appliquée à différentes phases de l'expérimentation et plusieurs panels d'utilisateurs sont conviés. Au cours des six premiers mois d'utilisation, un groupe est formé parmi les individus qui ont déjà testé la flotte de véhicules électriques. Il a pour but de recueillir leurs perceptions autour de ce mode alternatif de mobilité locale, les valeurs et les images qu'il véhicule, les facteurs de son adoption, les commodités et les inconvénients éprouvés, ainsi que leurs appréciations de la campagne d'information. Après un an d'expérimentation, deux autres groupes sont composés respectivement d'ex-utilisateurs et de non utilisateurs pour mieux connaître les facteurs critiques, les freins à l'usage et les motifs de résistance, voire de rejet de l'électro-mobilité partagée. Le premier groupe d'utilisateurs est à réunir une nouvelle fois afin de partager leurs expériences prolongées du service et d'identifier les besoins rencontrés, ainsi que leurs attentes en termes d'adaptabilité du système d'action.

Un report de l'action, mais des enseignements de la recherche en situation de projet

51 À la fin de l'année 2013, les travaux techniques du projet « Smart Campus » ont été ajournés pour des raisons économiques et de réorganisation. Face à la suspension des actions prévues sur le réseau électrique de l'université, la recherche « embarquée » dans l'expérimentation du service connecté de mobilité électrique peut sembler loin d'avancer. Pourtant, son approche clinique des situations problématiques renouvelle profondément les perspectives de connaissance, en créant de nouveaux objets de réflexion et en appelant à prolonger les méthodologies. En effet, si toutes les méthodes précédemment présentées n'ont pu être mises en œuvre faute d'usages effectifs du dispositif, un corpus de données ethnographiques et quantitatives a néanmoins pu être recueilli au cours de notre enquête sur le terrain. Au-delà de la « réceptivité sociale » du « démonstrateur technologique », l'investigation a débuté par l'observation participante tout au long des réunions du consortium et par la passation d'un questionnaire auprès des futurs utilisateurs. Les résultats empiriques de cette triangulation nous permettent de développer une compréhension plus fine des processus d'innovation (Hammersley, 2008 ; Jick, 1979). Il s'agit de prendre acte du poids du contexte social et économique sur l'issue de ce projet universitaire d'intelligence énergétique, en identifiant l'imbrication des enjeux qu'il soulève et les dynamiques technopolitiques auquel il renvoie. En analysant le réseau d'acteurs institutionnels et les vécus critiques des destinataires du projet « Smart Campus », l'article invite finalement à repenser les contraintes des jeux d'acteurs et les formes d'engagement du chercheur en sciences sociales afin de relativiser les explications enchantées de la réussite d'une transition promise par des prouesses technologiques.

52 Un premier contre-exemple se dégage de l'enquête quantitative que nous avons réalisée auprès des membres de la communauté universitaire de Versailles Saint-Quentin. Elle rappelle que l'enjeu principal pour eux reste l'amélioration de leurs conditions de travail à travers la réduction du temps de transport depuis leur domicile. 74,4 % des personnes interrogées parmi les professionnels et les étudiants de l'Université déclarent y consacrer plus de 30 minutes

par jour (aller/retour), et jusqu'à plus d'une heure pour 44,8 % d'entre eux. Leur intérêt pour un nouveau service universitaire de mobilité est très dépendant de la perception des marges de manœuvre disponibles pour les déplacements entre le lieu d'habitation et les campus. En ce qui concerne ces trajets quotidiens, 69,2 % des individus consultés se disent « très intéressés par un moyen de transport alternatif » alors que seulement 16,6 % des enquêtés partagent cette même attitude vis-à-vis des déplacements entre les sites universitaires. Tandis que 62,4 % des populations étudiées *in situ* utilisent les transports en commun (train, bus) pour leur mobilité vers les locaux de la faculté, 17,9 % d'entre elles déclarent avoir recours à un véhicule personnel motorisé (voiture, moto), à la marche à pied pour 13,3 % ou le vélo adopté par 6,4 %. Les membres professionnels comme les étudiants de l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines apparaissent peu familiers des stations de voitures partagées. Ces dernières ont été empruntées par moins de 12 % de l'échantillon des personnes questionnées, et ce, dans des cas très occasionnels, inférieurs à dix utilisations selon 76,2 % des individus ayant déjà expérimenté un service d'auto-partage. S'agissant de la conduite de véhicules électriques, l'expérience s'avère très minoritaire, sinon exceptionnelle telle que l'ont mentionnée 2,1 % des membres de la communauté universitaire. Chez 59,5 % d'entre eux, des appréhensions par rapport à l'autonomie énergétique des batteries automobiles ont été indiquées. Notre revue de la littérature scientifique a relevé de manière plus générale ce type d'angoisse chez les usagers (Hahnel *et al.*, 2013 ; Nguyen et Cahour, 2014). Ce qui est davantage inédit, c'est la position pour le moins perplexe que les étudiants, les enseignants-chercheurs et le personnel administratif interrogés ont exprimée quant aux bénéfices à attendre d'un réseau dit « intelligent » pour gérer la mobilité électrique depuis les campus. Près de la moitié de notre échantillon représentatif dit ne pas savoir répondre à cette question et 18,3 % affirment ne pas voir les commodités que ce système de transport pourrait apporter à leur quotidien. Ces premières données dénotent un écart entre les nombreuses potentialités prêtées aux smart grids par les spécialistes (Honebein *et al.*, 2011; Khansari *et al.*, 2013) et le peu de qualités anticipées par ce public destinataire des technologies.

53 Cela étant, bien des questions ont été posées par ces futurs usagers, et ce, alors même que la passation du questionnaire était terminée. Recueillies en parallèle, ces interrogations témoignent d'un désir d'information sur le projet « Smart Campus » et sur les modalités de mise à disposition des véhicules universitaires, de leur attribution partagée. D'autres questions portent sur le monitoring des pratiques de mobilité électrique et le stockage des données personnelles. La dimension panoptique des réseaux « intelligents » est redoutée. Certains chercheurs annoncent « une société de la surveillance » à leur propos (Alusi *et al.*, 2011) et, d'ores et déjà, une forme de « gouvernementalité algorithmique » à travers le déploiement des algorithmes de corrélations statistiques et des dispositifs prédictifs qui seraient susceptibles de régenter les actions ordinaires des individus (Rouvroy et Berns, 2013). Sans manifester une position d'objection ou d'hostilité, des professionnels et des étudiants de l'Université de Versailles Saint-Quentin nous ont confié leur souhait d'ouvrir le débat sur la nature des choix technologiques à mettre en œuvre dans le cadre du projet « Smart Campus ». Leur demande d'une dynamique de participation élargie aux futurs utilisateurs n'apparaît pas seulement motivée par la recherche d'informations. Elle a été aussi argumentée par les savoirs basés sur l'expérience des sites universitaires, la connaissance intime des besoins, des contraintes de mobilité sur leur territoire, et la légitimité de cette expertise pour peser sur le devenir des infrastructures locales. Sur le terrain, notre enquête permet d'observer comment la question politique est soulevée au cours du processus d'innovation.

54 Fondée sur des données ethnographiques, notre analyse institutionnelle du projet « Smart Campus » montre également que cet enjeu démocratique est largement impensé dans l'implantation du micro-réseau « intelligent » au service de la mobilité électrique. Si, d'après notre revue de la littérature scientifique, la décentralisation de la production d'énergie augurée par les smart grids comporte un renouveau des actes politiques (Khansari *et al.*, 2013 : 55), voire « une démocratisation de l'énergie » (de Rosnay, 2012), notre étude de cas éclaire une tout autre réalité. En ce qui concerne nos observations de terrain, nous avons compilé les notes prises au fur et à mesure des échanges entre les différents partenaires du projet depuis

le début de notre implication au sein du consortium en 2012. Il est apparu très rapidement que les futurs usagers n'avaient guère de possibilité d'intervenir sur le cours du processus d'innovation. Avant même d'être interrogé par la recherche-action, chaque geste d'utilisation avait été prédéfini dans un mode d'emploi. Celui-ci s'est avéré dicté par les conditions de fonctionnement de la nouvelle infrastructure énergétique. Elles ont ainsi été déterminantes dans la sélection d'un scénario dit « de la boucle fermée » pour le service d'auto-partage électrique, imposant que chaque véhicule emprunté soit restitué à la station de recharge initiale plutôt que de le connecter à une borne plus proche. Ce script d'usage étant assez éloigné des préoccupations et des pratiques de mobilité recensées auprès des membres de la communauté universitaire, nous avons fait état de leurs expériences, relayant leurs attentes et suggestions lors des réunions du consortium. Au sein des interactions entre les parties prenantes, nos observations participantes rendent compte d'un acteur-réseau très centralisé autour de cette alliance juridique. En mobilisant les apports conceptuels de la sociologie de l'innovation, nous pouvons aussi faire la remarque réflexive que le chercheur en sciences sociales agit en tant que « porte-parole » des usagers (Callon *et al.*, 1999). Tenues au silence par l'architecture organisationnelle du projet, les populations ciblées et interrogées sur les campus font figure d'entités à la marge des relations sociotechniques, sans accès direct au centre décisif que représente le consortium. Bien que présenté comme un « laboratoire vivant » par les entités fondatrices, un fronton créatif et collaboratif selon les spécialistes du management (Pallot *et al.*, 2010), le projet « Smart Campus » ne confère pas aux futurs utilisateurs le statut d'acteur de l'innovation. Loin d'être ouverts ou communautaires, les processus observés s'inscrivent dans une logique descendante de gouvernement des usages. De fait, des « ateliers de formation » auprès des futurs usagers sont planifiés à la fin des travaux d'aménagement et, en préparation, le chercheur en sciences sociales est sollicité pour prévenir à un éventuel « problème d'acceptabilité ». Nos efforts de déconstruction de cette notion courante chez les partenaires du projet ont abouti non pas à des technologies de consentement, mais à l'analyse d'un mode asymétrique de transformation du social par l'innovation technologique (Némoz, à paraître).

- 55 La notion de « régime technopolitique » (Hecht, 2004) prend sens dans le cas particulier de ce projet universitaire de réseau « intelligent » pour gérer la mobilité électrique. Après l'avoir identifié par la géographie sociale des expérimentations en cours à travers le monde, cet agencement sociotechnique se découvre de l'intérieur. Il permet de comprendre les jeux d'acteurs observés entre entités publiques, privées et les futurs usagers sur le terrain des campus. Les interactions relèvent d'un patronage industrialiste et technoscientifique. Ce dernier explique aussi comment l'ajournement du projet « Smart Campus », puis l'arrêt des travaux ont été conclus en juillet 2014. Dans un premier temps, le constructeur automobile Renault a souhaité recentrer sa politique d'innovation sur les infrastructures communicantes de charge des véhicules électriques. Le déploiement universitaire de toute la chaîne de valeur d'un réseau local, de la production jusqu'à la distribution de l'énergie, qui plus est pour un service d'auto-partage, dépasse ce champ d'action. Ensuite, le groupe industriel Alstom a connu d'importantes difficultés économiques dans cette période de crise en Europe et de désaffection mondiale envers le gaz naturel au profit du gaz de schiste. Son avenir étant alors très incertain, l'entreprise a décidé de se retirer du consortium. Il y a là les effets d'un « capitalisme vert » qui, selon Combes (2010), veut maintenir la production de la plus-value ou de l'aubaine, la recherche du profit et la généralisation de la marchandise, tout en saisissant l'opportunité de développer de nouveaux marchés par les biens environnementaux. Les apports d'une analyse au plus près des acteurs de l'innovation consistent à montrer qu'au-delà de leurs intentions, les contraintes du contexte économique et social s'exercent fortement sur les processus innovants. En l'occurrence, celles-ci ont atteint à la fin de l'année 2013 le point critique d'un important déficit financier de l'Université de Versailles Saint-Quentin. Les priorités en matière de transition énergétique du territoire ont été revues, en privilégiant pour l'heure la renégociation du montant du partenariat de performance énergétique contracté avec le secteur privé.

Conclusion

- 56 Le récit de cette étude de cas nuance les discours qui présentent actuellement les smart grids comme des « technologies de rupture » (Rifkin, 2012). La recherche-action « Smart Campus » montre en effet que le concept d'« innovation de rupture » ne saurait s'appliquer *a priori*. Sur ce terrain d'expérimentation universitaire, notre approche ethnographique n'a observé aucun changement radical, que ce soit dans les interactions entre sciences-industries-technologies ou dans les relations entre sciences, politiques et société. La recherche « embarquée » dans un projet de microgrid au service de la mobilité électrique permet de découvrir qu'en se focalisant sur des ajustements comportementaux minimaux, l'amélioration de la cognition au moyen des nouvelles technologies de l'information et de la communication exclut aujourd'hui de repenser plus largement les pratiques de transport et l'aménagement du territoire. Si les « démarches participatives » sont souvent invoquées comme une source de mobilisation des connaissances en matière de choix technologiques (Barber, 1984; Callon *et al.*, 2001), cette intelligence partagée n'a pas lieu dans ce projet de réseau dit « intelligent » pour gérer un service d'auto-partage électrique sur les territoires académiques. Tel est le paradoxe que notre recherche en sciences sociales rend intelligible, autant qu'elle en pointe les limites pour la transition énergétique. Les résultats de l'enquête quantitative auprès des futurs utilisateurs du projet « Smart Campus » ne sont pas sans poser des questions sur la pertinence d'une nouvelle infrastructure électrique dédiée à la conduite automobile depuis les sites universitaires.
- 57 Si la mise en service partagé de véhicules électriques connectés à un réseau intelligent dans les universités est encore rare, le rôle des établissements de recherche et d'enseignement supérieur a pu être identifié par notre état des lieux et du paysage scientifique à travers le monde. Leurs missions consistent moins à abriter les terrains d'expérimentation, qu'à apporter une expertise académique en tant que partenaires des consortiums. En dressant leur géographie sociale et en mobilisant les apports de la théorie de l'acteur-réseau en sociologie de l'innovation (Callon *et al.*, 1999), l'article rend compte d'une dynamique de transition énergétique très coûteuse, ayant pour moteur l'innovation technologique et avec comme principaux vecteurs : de grands groupes industriels, soutenus par des États ou dans le cadre de quelques programmes politiques internationaux, notamment européens. Dans le prolongement de la nouvelle anthropologie des sciences (Latour, 1992), notre analyse suit « un principe de symétrie » entre les innovations réussies ou manquées, ce qui fait apparaître les contraintes des jeux d'acteurs et de logistique dans les processus innovants de mobilité électrique.

Remerciements

- 58 L'auteure remercie tous les participants au projet « Smart Campus », ainsi que le centre international REEDS qui lui a confié la responsabilité de la recherche en sciences sociales. Il lui importe aussi de saluer les étudiants des masters professionnels sur l'énergie et la mobilité en milieu urbain, ainsi qu'en management des éco-innovations (master international ECO-INNOV et master EMMU, promotion 2012/2013, UVSQ), pour leur contribution à l'enquête quantitative menée auprès des membres de l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines. L'auteure souhaite enfin remercier les relecteurs anonymes de *VertigO* de leurs commentaires et suggestions.

Bibliographie

- Akrich, M., M. Callon et B. Latour, 1988, À quoi tient le succès des innovations? 1 : L'art de l'intéressement; 2 : Le choix des porte-parole, *Gérer et comprendre, Les Annales des Mines*, pp. 4-17 et pp.14-29.
- Akrich, M., 1998, Les utilisateurs, acteurs de l'innovation, *Éducation permanente*, n°134, pp.79-89.
- Akrich, M., M. Callon et B. Latour, 2006, *Sociologie de la traduction: textes fondateurs*, Paris, Presses de l'École des Mines, 303 p.
- Alusi, A., R. Eccles, A. Edmondson et T. Zuzul, 2011, Sustainable cities: oxymoron or the shape of the future?, *Harvard Business School Organizational Behavior Unit Working Paper*, (11-062), pp.11-62.

- Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie (ANCRE), 2013, *Scénarios de l'ANCRE pour la transition énergétique*, Rapport 2013, [en ligne] URL : http://www.allianceenergie.fr/imageProvider.asp?private_resource=984fn=Doc+complet+ANCRE+version+finale+15+Janv_0.pdf
- Bainée, J. et R. Le Goff, 2012, Territoire, industrie et « bien système »: le cas de l'émergence d'une industrie du Véhicule Électrique en Californie, *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n°3, pp. 303-326.
- Barber, B. R., 1984, *Strong Democracy: Participatory Politics for a New Age*, Berkeley, University of California Press, 320 p.
- Barth, M. et S. Shaheen, 2000, Shared-use Vehicle Systems: A Framework for Classifying Carsharing, Station Cars, and Combined Approaches, *Transportation Research Record*, n°1791, pp.105-112.
- Barth, M. J. et M.Todd, 2003, UCR INTELLISHARE - An Intelligent Shared Electric Vehicle Testbed at the University of California, Riverside, *IATSS RESEARCH*, vol. 27, n°1, pp. 48-57.
- Behrendt, S., C. Jasch, J. Kortman, G. Hrauda, R. Pfitzner et D. Velte, 2003, *Eco-Service Development Reinventing Supply and Demand in the European Union*, UK, Sheffield, Greenleaf Publishing.
- Blanc, C., 2004, *Pour un écosystème de la croissance*, Paris, La Documentation française, 81 p.
- Blanchet, A. et A. Gotman, 2006 [1992], *L'enquête et ses méthodes : l'entretien*, Paris, Armand Colin, 127 p.
- Bulkeley, H. et V. Castan Broto, 2013, Government by experiment? Global cities and the governing of climate change, *Transactions of the Institute of British Geographers*, 38, pp. 361-375.
- Burkhardt, J. E. et A. Millard-Ball, 2006, Who's Attracted to Carsharing, *Transportation Research Record*, n°1986, pp. 98-105.
- Callon, M., 1979, L'État face à l'innovation technique : le cas du véhicule électrique, *Revue française de science politique*, vol. 29, pp. 426-447.
- Callon, M., 1999, La sociologie peut-elle enrichir l'analyse économique des externalités? Essai sur la notion de cadrage-débordement, dans FORAY D., MAIRESSE J. (dir.), *Innovations et performances*, Paris, Ed. EHESS, pp. 199-431.
- Callon, M., P. Lascoumes et Y. Barthe, 2001, *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*, Paris, Le Seuil, 358 p.
- Callon, M., J. Law et J. Hassard, 1999, Actor-Network Theory – The Market Test, dans Law, J. et J. Hassard, (dir.), *Actor Network Theory and After*, Oxford – Keele, Blackwell, Sociological Review.
- Callon, M., 2003, Les marchés économiques comme dispositifs collectifs de calcul, *Réseaux*, 21 (122), pp.189-233.
- Caragliu, A., C. Del Bo et P. Nijkamp, 2009, *Smart cities in Europe*, VU University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics.
- Cardon, D., 2006, *La trajectoire des innovations ascendantes : inventivité, coproduction et collectifs sur Internet*, [en ligne] URL : <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00134904>
- Carson, P., 2011, Smart Grid More Attractive, Post-Japan?, *Intelligent Utility*, [en ligne] URL : <http://www.intelligentutility.com/article/11/03/smart-grid-moreattractive-post-japan>
- Charlot-Valdieu, C., A. Da Cunha, G. Debizet et P. Outrequin, 2013, Mutations écologiques et transition énergétique. Vers la ville intelligente ?, *URBIA Les cahiers du Développement Urbain Durable*, n°15, pp. 13-25.
- Chesbrough, H., 2003, Open Innovation: How Companies Actually Do It, *Harvard Business Review*, vol.81, 7, pp. 12-14.
- Chesbrough, H. et M. M. Appleyard, 2007, Open Innovation and Strategy, *California Management Review*, vol.50, n°1, pp. 57-76.
- Combes, M., 2010, Réflexions sur le “capitalisme vert”, *Mouvements*, n°63, pp. 99-110.
- Commission Européenne (CE), 2006, *European smart grids technology platform: vision and strategy for Europe's electricity*, [en ligne] URL : <http://www.ec.europa.eu/>
- Coulbaut-Lazzarini, A. et S. Némot (dir.), 2013, *L'éco-innovation au prisme du développement durable. Regards et contributions des sciences sociales*, Paris, L'Harmattan, coll. Questions contemporaines, série : Questions Urbaines, 128 p.
- Coutard, O. et J.-P. Levy (dir.), 2010, *Écologies urbaines*, Paris, Economica-Anthropos, 371 p.

- Debizet, G., 2014, Les chaînes énergétiques dans la transformation de la ville, *Séminaire du GRETS*, Paris.
- Department of Energy, U.S., 2009, *Smart grid system report*, [en ligne] URL: <http://www.doe.energy.gov/>
- Department of Energy and Climate Change, UK, 2009, *Smarter grids: the opportunity*, [en ligne] URL: <http://www.decc.gov.uk/>
- Depoorter, S. et P.-M. Assimon, 2011, Les véhicules électriques en perspective : analyse coûts-avantages et demande potentielle, *Etudes et Documents*, n°41, Paris, Commissariat général au développement durable, 60 p.
- De Rosnay, J., 2012, *Surfer la vie : comment sur-vivre dans la société fluide*, Paris, Éditions qui Libèrent, 240 p.
- Desjeux, D., 2006, La méthode des itinéraires : une approche microsociale, *La consommation*, Paris, PUF, coll. « Que sais-je? », pp. 89-111.
- Di Giorgio, A., F. Liberati et S. Canale, 2014, Electric vehicles charging control in a smart grid : A model predictive control approach, *Control Engineering Practice*, n°22, pp. 147-162.
- Duchesne, S. et F.Haegel, 2005, *L'entretien collectif : L'enquête et ses méthodes*, Paris, Armand Colin, 126 p.
- Energy Information Administration (The U.S.) (EIA), 2010a, *Annual Energy Review 2009*, [en ligne] URL: <http://www.eia.doe.gov/aer/pdf/aer.pdf>
- Energy Information Administration (The U.S.) (EIA), 2010 b, *International Energy Outlook 2010*, [en ligne] URL: [http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484\(2010\).pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484(2010).pdf)
- Fehrenbacher, K., 2010, The New Smart Grid Players: Korea, Japan, Chine, Oh My!, *GigaOM*, WorldPress.
- Ferréol, G., P. Cauche, J.-M. Duprez, N. Gadrey et M.Simon, 2011, *Dictionnaire de sociologie*, Paris, Armand Colin (4^e édition), 332 p.
- Firnkorina, J. et M. Müllerb, 2015, Free-floating electric carsharing-fleets in smart cities: The dawning of a post-private car era in urban environments?, *Environmental Science & Policy*, vol.45, pp. 30-40.
- Franke, N. et S. Shah, 2003, How communities support innovative activities: an exploration of assistance and sharing among end-users, *Research Policy*, vol.32, 1, pp. 157-178.
- Freund, D., M. Lützenberger et S. Albayrak, 2012, Costs and Gains of Smart Charging Electric Vehicles to Provide Regulation Service, *Procedia Computer Science*, 10, pp. 846-853.
- Füller, J., M. Bartl, H. Ernst et H. Mühlbacher, 2006, Community based innovation: How to integrate members of virtual communities into new product development, *Electronic Commerce Research*, vol.6, 1, pp. 57-73.
- Geels, F. W. et J. Schot, , 2007, Typology of sociotechnical transition pathways, *Research Policy*, vol.36, pp. 399-417.
- Grisoni, A. et S. Némaz, , 2013, La sociologie, discipline experte des controverses environnementales ?, *VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement*, vol. 13, n°2, dossier Controverses environnementales : expertise et expertise de l'expertise, [en ligne] URL : <http://vertigo.revues.org/14157>
- Global Smart Grid Federation (GSGF), 2012, *The Global Smart Grid Federation 2012 Report*, 44 p, [en ligne] URL : https://www.smartgrid.gov_sites_default_files_doc_files_Global_Smart_Grid_Federation_Report
- Gurstein, M., 2014, *What is community informatics (and Why Does It Matter)?*, Milan, Polymetrica, 109 p.
- Hahnel, U.J.J., S. Gözl et H.Spada, 2013, How accurate are drivers' predictions of their own mobility? Accounting for psychological factors in the development of intelligent charging technology for electric vehicles, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 48, pp. 123-131.
- Hammersley, M., 2008, Troubles with triangulation, dans Manfred, M. (dir.), *Advances in mixed methods research*, Londres, Sage Publication, pp. 22-36.
- Hargreaves, T., A. Haxeltine, N. Longhurst et G. Seyfang, 2011, *Sustainability transitions from the bottom-up: civil society, the multi-level perspective and practice theory*, CSERGE, [en ligne] URL : <http://www.cserge.ac.uk/sites/default/files/2011-01.pdf>

- Harms, S. et B. Truffer, 1998, *The Emergence of a Nation-wide car sharing Co-operative in Switzerland EAWAGE*, Suisse, Kastanienbaum.
- Hatziargyriou, N., 2010, *Advanced Architectures and Control Concepts for More Microgrids. Executive Summary Report. Final Results*, 11 p., [en ligne] URL : http://www.smartgrids.eu_documents_projects_ESR
- Hecht, G., 2004, *Le rayonnement de la France. Énergie nucléaire et identité nationale après la Seconde Guerre mondiale*, Paris, La Découverte, 386 p.
- Hildreth, P.M. et C. Kimble, 2004, *Knowledge Networks: Innovation through communities of practice*, Idea Group Inc (IGI), 330 p.
- Honebein, P. C., R. F. Cammarano et C. Boice, 2011, Building a social roadmap for the smart grid, *Electricity Journal*, 24, pp.78-85.
- International Energy Agency (IEA), 2013, *Global EV Outlook. Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020*, 41 p, [en ligne] URL : http://www.iea.org_publications_globalevoutlook_2013.pdf
- Jick, T. D., 1979, Mixing Qualitative and Quantitative Methods: Triangulation in action, *Administrative Science Quarterly*, vol.24, 4, pp. 602-611.
- Johnson, J., M. Chowdhury, Y. He et J. Taiber, 2013, Utilizing real-time information transferring potentials to vehicles to improve the fast-charging process in electric vehicles, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, n°26, pp. 352-366.
- Juppé, A., 2012, La ville, l'université et le tissu économique forment un écosystème d'innovation, *Urbanisme*, Hors Série, n°43, p. 21.
- Khandker, M. N. H., C. Morency, M. Tazul Islam et V. Grasset, 2012, Modelling users' behaviour of a carsharing program: Application of a joint hazard and zero inflated dynamic ordered probability model, *Transportation Research Part A* 46, pp. 241-254.
- Khansari, N., A. Mostashari et M. Mansouri, 2013, Impacting Sustainable Behaviour and Planning in Smart City, *International Journal of Sustainable Land Use and Urban Planning*, vol.1, n°2, pp. 46-61.
- Lane, C., 2005, PhillyCarShare: First-year Social and Mobility Impact of Carsharing in Philadelphia, *Transportation Research Record*, n°1927, pp. 158-166.
- Latour, B., 1992, *Aramis ou l'amour des techniques*, Paris, La Découverte, coll. « Textes à l'appui », 241 p.
- Leroi-Gourhan, A., 1973 [1945], *Milieu et technique – Évolution et techniques*, vol.2, Paris, Albin Michel, 475 p.
- Lévy, P., 1994, *L'intelligence collective. Pour une anthropologie du cyberspace*, Paris, La Découverte, 245 p.
- Liu, J., 2012, Electric vehicle charging infrastructure assignment and power grid impacts assessment in Beijing, *Energy Policy*, n°51, pp. 544-557.
- Maniak, R., 2014, Le véhicule électrique : cet objet extrême qui innove les sciences sociales, *Annales Mines. Gérer et comprendre*, n°116, pp. 64-65
- Massot, M.-H., 2000, Praxitèle, un concept, un service, une expérimentation, bilan d'un prototype, *Revue française TEC*, n°159, 17 p.
- Muheim, P., 1998, *CarSharing: Der Schlüssel zu kombinierten Mobilität Eidgenössische Dricksachen- und Materialzentral*, Bern.
- Meijer, A. Et M. P. R. Bolivar, 2013, Governing the Smart City: Scaling-Up the Search for Socio-Techno Synergy, *EGPA*, Edinburgh, 13 p.
- Meijkamp, R., 2000, *Changing consumer behaviour through Eco-efficient Services: An empirical study on car sharing in the Netherlands*, Netherlands, PhD Thesis, Delft University of Technology.
- Naphade, M., G. Banaver, C. Harrison, J. Paraszczak et R. Morris, 2011, Smarter cities and their innovation challenges, *Computer*, vol.44, 6, pp. 32-39
- Namdeo, A., A. Tiwary et R. Dziurla, 2013, Spatial planning of public charging points using multi-dimensional analysis of early adopters of electric vehicles for a city region, *Technological Forecasting and Social Change*, pp. 188-200.
- Némoz, S., G. Wallenborn, P.-M., Boulanger, J. Couder, Y. Marenne, J. Vanhaverbeke et A. Verbruggen, 2012a, *HECoRE : Household Energy Consumption and Rebound Effect*, Rapport final, Bruxelles, Politique scientifique fédérale de la Belgique, 101 p.

- Némoz, S. et G. Wallenborn, 2012 b, Comment comprendre les effets rebonds dans la consommation domestique d'énergie? Pour une socio-anthropologie des pratiques en transition, dans Poirot-Delpech, S., Raineau, L., *Pour une socio-anthropologie de l'environnement*, Paris, L'Harmattan, coll. « Socio-anthropologiques », pp. 165-181.
- Némoz, S., 2014a, *Les réseaux intelligents au service de l'électro-mobilité partagée : un état des lieux et du paysage scientifique*, Guyancourt, Rapport de Recherche REEDS, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, 36 p.
- Némoz, S., 2014 b, *Smart Campus : méthodologie d'analyse des usages*, Guyancourt, Rapport de Recherche REEDS, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, 18 p.
- Némoz, S., 2014c, Addressing the topic of 'Smart Cities' at University: new challenges for sociology?, XVIII ISA World Congress of Sociology "Facing an Unequal World: Challenges for Global Sociology", Research Committee 04 "Sociology of Education" & RT 23 "Sociology of Science and Technology", Yokohama (13-19 juillet 2014).
- Némoz S., 2014d, Smart Campus: recent advances and future challenges for action research on territorial sustainability, dans Leal, W. (ed), *Implementing Campus Greening Initiatives: Approaches, Methods and Perspectives*, Frankfurt, Peter Lang Scientific Publishers, World Sustainable Series, pp. 313-323.
- Némoz, S., 2014e, Les réseaux intelligents à l'université : comprendre et dépasser l'approche technomessianique de la transition énergétique, dans Scarwell, H.-J., D. Leducq et A. Groux (dir.), *Réussir la transition énergétique : quelles dynamiques de changement*, Edition du Septentrion, pp. 47-56.
- Némoz, S., (à paraître), Au-delà de l'acceptabilité sociale, la sociologie de l'énergie en prise avec les défis systémiques d'une transition des pratiques sociales, dans Zélem, M.-C. et D. Beslay (dir.), *Sociologie de l'énergie. Tome 1 : Approches conceptuelles et modes de gouvernance*, Paris, Éditions du CNRS, Collection Alpha
- Nguyen, C. et B. Cahour, 2014, Véhicule électrique et gestion de son autonomie : une approche prospective ancrée dans l'expérience vécue, *Le travail humain*, vol.77, 1, pp. 63-89.
- Nobis, C., 2006, Car Sharing as a Key Contribution to Multimodal and Sustainable Mobility Behaviour – The Situation of Carsharing in Germany, *Transportation Research Record*, n°1986, pp. 89-97.
- Pallot, M., B. Trousse, S. Senach et D. Scapin, 2010, Living lab research landscape: From user centred design and user experience towards user cocreation, *First European Summer School "Living Labs"*, [en ligne] URL : <https://hal.inria.fr/inria00612632/>
- Parsons, G. R., M. K. Hidrue, W. Kempton et M. P. Gardner, 2014, Willingness to pay for vehicle-to-grid (V2G) electric vehicles and their contract terms, *Energy Economics*, vol. 42, pp. 313-324.
- Pierre, M., C. Jemelin et N. Louvet, 2007, *Quel public et quels usages pour la voiture électrique? Enseignements issus des retours d'expérience conduits à EDF R&D*, Note EDF R&D.
- Pierre, M., C. Jemelin et N. Louvet, 2009, Driving an electric vehicle. A sociological analysis on pioneer users, *ECEEE 2009 Summer Study – Act! Innovate! Deliver! Reducing Energy Demand Sustainably*, pp. 1437-1444.
- Poh Ai Ling, A., S. Kokiohi et M. Masao, 2012, The Japanese Smart Grid Initiatives, Investments and Collaborations, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 3, n°7, 11 p., [en ligne] URL : <http://www.ijcsa.thesai.org>
- Quan-Do, V., B. Jeong-Hyo, L. Jae-Duck et L. Seong-Joon, 2012, Monitoring of Power Allocation in Centralized Electric Vehicle Charging Spot System, *Energy Procedia*, n°17, pp. 1542-1549.
- Reckwitz, A., 2002, Towards a Theory of Social Practices: A Development in Culturalist Theorizing, *European Journal of Social Theory*, 5, pp. 243-263.
- Rifkin, J., 2012, *La troisième révolution industrielle. Comment le pouvoir latéral va transformer l'énergie, l'économie et le monde*, Paris, Les liens qui libèrent.
- Rouvroy, A. et T. Berns, 2013, Gouvernamentalité algorithmique et perspectives d'émancipation. Le disparate comme condition d'individuation par la relation, *Réseaux*, vol.1, n°177, pp. 163-196.
- Rumpala Y., 2010, Recherche de voies de passage au « développement durable » et réflexivité institutionnelle. Retour sur les prétentions à la gestion d'une transition générale, *Revue Française de Socio-Economie*, 2010/2- n°6, pp. 47-63.
- Scheid, F. et F.Charue-Duboc, 2011, Le rôle des lead users dans le processus d'innovation logicielle, *Revue française de gestion*, n°1, pp. 133-147.
- Schroeder, A. et T. Traber, 2012, The economics of fast charging infrastructure for electric vehicles, *Energy Policy*, 43, pp. 136-144.

- Shafiee, S. et E. Topal, 2009, When will fossil fuel reserves be diminished?, *Energy Policy*, 37(1), pp. 181-189.
- Shaheen, S., 2001, Carsharing in the United States: Examining Market Potential, *ITS World Congress*, Sydney, Australie (octobre).
- Shawkat Ali, A. B. M., 2013, *Smart Grids Opportunities, Developments, and Trends*, Australie, Ed. Green Energy and Technology, 233 p.
- Shove, E., G. Walker et S. Brown, 2014, Material Culture, Room Temperature and Social Organisation of Thermal Energy, *Journal of Material Culture*, vol.19, 2, pp. 113-124.
- Singly (de), F., 2003 [1992], *L'enquête et ses méthodes : le questionnaire*, Paris, Nathan, coll. 128, 126 p.
- Skinner, I., D. Haines, L. Senft, C. Bowyer et M. Fergusson, 2004, *Mobility Services: Setting the policy framework. First Year Project Report. A Review of Experience*, London, Institute for European Environmental Policy, 74 p.
- Stahel, W. R., 2006, *The Performance Economy*, New York, Palgrave Macmillan.
- Stevens, E., 2009, Co-création de valeur et communautés d'utilisateurs: Vers un renouvellement des modèles de ch  aine de valeur et d'innovation, *Management & Avenir*, n  8, pp. 230-244.
- Strengers, Y., 2013, *Smart Energy Technologies in Everyday Life. Smart Utopia ?*, Londres, Palgrave Macmillan, Social Sciences Collection, Consumption and Public Life, 224 p.
- Thibault, M.-L., L. Fauchaux, M. Glachant et R. Maniak, 2013, *Recharger les véhicules électriques et hybrides*, Paris, Presses de l'  cole des Mines, 92 p.
- United Nations Environment Programme (UNEP), 2010, *Overview of the Republic of Korea's National Strategy for Green Growth*, [en ligne] URL : http://www.unep.org/PDF/PressReleases/201004_unep_national_strategy.pdf
- Vaasa ETT, 2013, *Smart Grid 2013 Global Impact Report*, 37 p., [en ligne] URL : http://www.smartgridimpact.com/impact_report_2013.pdf
- Von Hippel, E., 1976, The dominant role of users in the scientific instrument innovation process, *Research Policy*, vol.5, 3, pp. 212-239.
- Von Hippel, E., 1986, Lead users: a source of novel product concepts, *Management Science*, vol.32, 7, pp. 791-805.
- Wegner, C. Et S. Shaheen 1998, Carsharing and mobility management: facing new challenges with technology and innovative business planning, *World Transport Policy and Practice*, 4(2), pp. 39-43.
- Wilhite, H., H. Nagakami, T. Masuda, Y. Yamaga et H. Haneda, 1996, A cross-cultural analysis of household energy use behaviour in Japan and Norway, *Energy Policy*, n  24, pp.795-803.
- Wilhite, H., 2008, New Thinking on the Agentive Relationship Between End-Use Technologies and Energy Using Practices, *Journal of Energy Efficiency*, vol.1, 2, pp. 121-130.
- Wilke, G. et D. Bongardt, 2005, Eco-efficiency of car-sharing at risk?, *ECEEE 2005 Summer study – What works & Who delivers?*, pp. 659-669.
- Xi, X., R. Sioshansi et V. Marano, 2013, Simulation-optimization model for location of a public electric vehicle charging infrastructure, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 22, pp. 60-69.
- Xu, H., S. Miao, C.Zhang et D. Shi, 2013, Optimal placement of charging infrastructures for large-scale integration of pure electric vehicles into grid, *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 53, pp. 159-165.
- Zélem, M.-C., C. Beslay et R. Gournet, 2013, Pas de smart-cities sans smart-habitants , *Urbia*, n  15, pp. 45-60.
- Zélem, M.-C. et C. Beslay (dir.), 2014, *Sociologie de l'énergie*, Paris,   ditions du CNRS, à paraître.

Notes

1 Source : <http://www.uncsd2012.org>

2 Selon la Plateforme Technologique Européenne, « un Smart Grid est un réseau électrique qui peut intégrer intelligemment les actions de tous les utilisateurs qui lui sont connectés (producteurs, consommateurs et ceux qui, à la fois, produisent et consomment) afin de fournir un approvisionnement électrique durable, économique et sécurisé » (CE, 2006). D'après le ministère britannique de l'énergie et du Changement climatique, « un smart grid utilise la télédétection, des systèmes de traitement embarqués

et la communication numérique pour rendre le réseau électrique observable (capable d'être mesuré et visualisé), contrôlable (capable d'être manipulé et optimisé), automatisé (capable de s'adapter et de se réparer) et entièrement intégré (totalement interopérable avec les systèmes existants et avec la capacité d'incorporer un ensemble divers de sources énergétiques). » (Department of Energy and Climate Change, UK, 2009). Pour le Ministère américain de l'Énergie, « un smart grid utilise les technologies numériques pour améliorer la fiabilité, la sécurité et l'efficacité (à la fois énergétique et économique) du système électrique à partir d'une large production, passant par les systèmes de transmission de l'électricité aux consommateurs et un nombre croissant de production décentralisée et de ressources de stockage. » (Department of Energy, U.S., 2009).

3 Source : <http://www.smartgreens.org>

4 Source : <http://www.cleantechrepublic.com/2010/04/19/projets-smart-grid-japon/>

5 Source : <http://www.latribune.fr/green-business/l-actualite/20110407trib000612891/la-corée-du-sud-mise-sur-le-smart-grid.html>

6 Source : <http://www.avem.fr/actualite-vehicules-electriques-le-groupe-la-%3Cb%3Eposte%3C/b%3E-retient-micro-vett-%3Cb%3Enewteon%3C/b%3E-et-%3Cb%3Eeventuri%3C/actualite-la-corée-du-sud-veut-devenir-un-leader-mondial-de-la-mobilite-electrique-2019.html>

7 Source : "US and Japan Work on Maui Smart Grid for Electric Vehicles", *Sustainable Transport News, Brighter Energy News*, mai 2011.

8 Source : " US and Japan Collaborating on Smart Grid Project in Hawaii; EV Operation and Charging, Including Grid-Balancing Services", *Green Car Congress, Energy, Technologies, Issues and Policies for Sustainable Mobility*, mai 2011, <http://www.greencarcongress.com/2011/05hitachi-20110518.html>

9 Source : <http://www.smartgridsmartcity.com.au/>

10 Source : <http://www.smartgrid.eu/>

11 Source : http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm

12 Source : <http://www.microgrids.eu/default.php>

13 Source : <http://www.edison-net.dk/>

14 Source : <http://www.nemo-project.eu/>

15 Source : <http://www.government.nl/issues/energy-and-the-economy>

16 Source : <http://amsterdamsmartcity.com>

17 Source : <http://www.dnvkema.com/>

18 Source : <http://www.lowcarbonlondonproject.co.uk/>

19 Source : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-plan-national-d-action-pour.html>

20 Source : <http://www.nicegrid.fr>

21 Source : <http://www.smartgrids-cre.fr>

22 Source : <http://www.greenlys.fr>

23 Source : <http://issygrid.com>

24 Source : <http://so-grid.com/>

25 Source : <http://smartgridvendée.fr>

26 Source : <http://www.cnam-paysdelaloire.fr/>

27 Source : <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=vehicules-electriques-experimentations>

28 Source : <http://www2.ademe.fr/servlet/doc?id=84980&view=standard>

29 Source : <http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name....tomcatlocal1359540434544.pdf>

30 Source : <http://www2.ademe.fr/servlet/doc?id=84940>

31 Source : <http://www.greencampus.fi>

32 Source : <http://viterbi.usc.edu/>

33 Source : <http://www.international-sustainable-campus-network.org/>

34 Source : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-plan-vert,25261.html>

35 Source : https://www.smartgrid.gov/project/austin_community_college

36 Source : <https://www.smartgrid.gov/.../bismarck-state-college->

37 Source : www2.ademe.fr/servlet/getBin?name....tomcatlocal1409661613506.pdf

38 L'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines compte 20 000 étudiants, 1 110 enseignants-chercheurs, enseignants et chercheurs et 744 membres du personnel administratif. Ces différentes populations représentent respectivement 92 %, 5 % et 3 % de notre échantillon d'enquêtés.

39 Il s'agit de l'objet de la prise du véhicule, de la station de départ de l'automobile empruntée, de la date et de l'heure du début de l'emprunt ainsi que de la restitution, du nombre de kilomètres estimés par

l'automobiliste et de ceux parcourus, de la destination du déplacement, de la durée prévisionnelle et du temps réellement écoulé, de la durée de prévenance (entre le moment où la réservation du véhicule a été effectuée et le début prévisionnel), du nombre de passagers, du matériel prévu à transporter, de l'heure de reprise du véhicule pour le retour à la station d'auto-partage et de l'utilisation d'autre(s) moyen(s) de transport en complément du véhicule électrique.

40 Cette seconde série d'indicateurs porte sur l'âge des utilisateurs, le sexe, le lieu d'habitation, la date du permis de conduire, le statut universitaire, le nom du service d'appartenance, son site géographique, le moyen de transport utilisé entre le domicile et le lieu de travail ou d'étude, le ou les véhicule(s) possédé(s) à titre privé et le nombre de personnes vivant au sein du foyer de l'utilisateur.

Pour citer cet article

Référence électronique

Sophie Némot, « Vers une énergie intelligente pour la mobilité universitaire? Le cas de la recherche-action « Smart Campus » », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 14 Numéro 3 | Décembre 2014, mis en ligne le 05 mai 2015, consulté le 14 mai 2015. URL : <http://vertigo.revues.org/15845> ; DOI : 10.4000/vertigo.15845

À propos de l'auteur

Sophie Némot

Enseignant-chercheur, Pôle « Innovation – Environnement – Territoires », Centre international de recherches en économie écologique, éco-innovation et ingénierie du développement soutenable (REEDS, EA 4456), Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, France, 5/7 boulevard d'Alembert 78280 Guyancourt, France, courriel : sophie.nemot@uvsq.fr

Droits d'auteur

© Tous droits réservés

Résumés

Lors du Symposium mondial sur le développement durable dans les universités (SMDD-U-2012), les établissements de recherche et d'enseignement supérieur ont été appelés à accompagner les changements environnementaux de la société. L'article interroge leur rôle dans la transition énergétique des territoires, en analysant comment les universités vont, en pratique, participer aux projets de réseaux intelligents au service de la mobilité électrique. L'objectif est de mettre à l'épreuve des faits les promesses d'un changement radical par l'amélioration de la cognition au moyen des nouvelles technologies de l'information et de la communication. D'un point de vue international et local, cette « ontologie de l'intelligence » est revisitée sur le terrain universitaire. Un état des lieux et du paysage scientifique à travers le monde ouvre les discussions sur le concept d'« innovation de rupture » tel qu'il est aujourd'hui associé à l'introduction de technologies intelligentes dans le champ énergétique. Le cas de la recherche-action « Smart Campus » permet de relativiser les explications enchantées de la réussite des innovations.

During the World Symposium on Sustainable Development at Universities (WSSD-U-2012), the establishments of higher education have been required to accompany the environmental changes of society. The paper questions their role in the energy transition of territories by analyzing how universities participate in the projects of smart grids in connection to electric mobility. The aim is to look at the facts and to test the promises of a radical change by improving cognition thanks to these new information and communication technologies. From an international and local analysis, the "smart ontology" is revisited on the university ground. A state of international diffusion and a review of scientific literature open the discussions

on the concept of “breakthrough innovation” such as it is associated with the introduction of smart technologies into the energy field. The case of action research “Smart Campus” puts into perspective the enchanted explanations of successful innovation.

Entrées d'index

Mots-clés : smart grid, véhicules électriques, universités, recherche, enseignement, développement des territoires, enjeux sociaux, énergie, transition

Keywords : smart grid, electric vehicles, universities, research, education, development of territories, social issues, energy, transition

Lieux d'étude : Europe