An abstract, high-contrast black and white image showing a complex network of glowing white lines and nodes against a dark background. The lines are thin and wispy, resembling a web or a neural network, with several brighter, more concentrated nodes where multiple lines intersect.

L'énergie des sciences sociales

Ouvrage dirigé par
**Olivier Labussière
& Alain Nadaï**

Éditions A. Athéna

L'énergie des sciences sociales

Olivier Labussière et Alain Nadaï

DOI : 10.4000/books.allianceathena.203

Éditeur : Éditions A. Athéna

Lieu d'édition : Paris

Année d'édition : 2015

Date de mise en ligne : 29 juillet 2015

Collection : Collection ATHENA

EAN électronique : 9791093170138

OpenEdition
Books

<https://books.openedition.org>

Édition imprimée

EAN (Édition imprimée) : 9791093170015

Nombre de pages : 166

Référence électronique

LABUSSIÈRE, Olivier ; NADAÏ, Alain. *L'énergie des sciences sociales*. Nouvelle édition [en ligne]. Paris : Alliance Athena, 2015 (généré le 19 avril 2023). Disponible sur Internet : <<http://books.openedition.org/allianceathena/203>>. ISBN : 9791093170138. DOI : <https://doi.org/10.4000/books.allianceathena.203>.

Crédits de couverture

REPLIQUE, (Baphomètre), Installation multimédia, 2008 © Bertrand Lamarche, Collection FRAC Centre (Orléans), photographie par Eric Tabuchi

© Éditions A. Athéna, 2015

Licence OpenEdition Books

RÉSUMÉS

L'énergie constitue un enjeu vital pour l'avenir de nos sociétés, et il devient urgent, à présent, d'encourager le développement de recherches interdisciplinaires sur les choix qui s'offrent aux sociétés en matière d'énergie et de réponse à l'enjeu climatique.

Cet ouvrage aborde la technologie comme un ensemble socio-technique aux frontières mouvantes qui, pour être stabilisé, appelle des régulations de divers ordres, parfois contradictoires, souvent controversées. Cette approche holistique autorise la composition d'un premier agenda pluridisciplinaire, organisé et partagé, en sciences humaines et sociales.

Visions du futur et scénarios / gouvernance des politiques de l'énergie / marché, régulations et modes de consommation / territoires et recompositions sociales : l'agenda de recherche qui émerge de ces quatre thèmes appelle à instaurer des relations renouvelées entre communautés scientifiques sur les enjeux énergétiques.

OLIVIER LABUSSIÈRE

Maître de conférences, géographie et aménagement, Université Joseph Fourier,
Laboratoire PACTE

ALAIN NADAÏ

Directeur de recherche, CNRS, Centre international de recherche sur l'environnement
et le développement, CIRED

NOTE DE L'ÉDITEUR

Cet ouvrage a été rédigé avec les contributions de Pierre Charbonnier, Claude Gilbert,
Sandra Laugier et Sébastien Velut.

An abstract, high-contrast black and white image showing a complex network of glowing white lines and nodes against a dark background. The lines are thin and interconnected, forming a web-like structure that suggests a network or a system of relationships. The overall shape is somewhat organic and flowing, with several bright points of light where the lines intersect.

L'énergie des sciences sociales

Ouvrage dirigé par
**Olivier Labussière
& Alain Nadaï**

L'énergie des sciences sociales

Ouvrage dirigé par
Olivier Labussière & Alain Nadaï

Avec les contributions de :
Pierre Charbonnier
Claude Gilbert
Sandra Laugier
Sébastien Velut

Collection ATHENA

Collection ATHENA, imaginée et dirigée par Françoise Thibault

Disputatio autour de la politique scientifique pensée comme un art d'organiser et de développer la recherche au bénéfice de la connaissance et des citoyens.

Dans la même collection

Des sciences dans la Science, ouvrage dirigé par Jacques Commaille & Françoise Thibault

Illustration de couverture :

REPLIQUE, (Baphomètre), Installation multimédia, 2008

© Bertrand Lamarche, Collection FRAC Centre (Orléans),
photographie par Eric Tabuchi

Responsable de publication : Chloé Lepart

© Alliance Athena, 2015

ISBN 979-10-93170-01-5

ISSN 2425-2379

www.allianceathena.fr
Tous droits réservés pour tous pays

L'énergie des sciences sociales

Ouvrage dirigé par
Olivier Labussière & Alain Nadaï

Avec les contributions de :
Pierre Charbonnier
Claude Gilbert
Sandra Laugier
Sébastien Velut

Collection ATHENA

Préambule

Cet ouvrage propose une « boussole » - un ensemble ordonné et articulé de questions de recherche - sur les enjeux contemporains de l'énergie pour les sciences humaines et sociales (SHS). Il est avant tout destiné aux chercheurs et aux opérateurs de recherche.

Il est le fruit d'une réflexion collective et interdisciplinaire, coordonnée par Sandra Laugier (Institut des sciences humaines et sociales et Mission pour l'interdisciplinarité du CNRS), dans le cadre de l'Alliance ATHENA et en concertation avec l'Alliance ANCRE.

Si certains enjeux (pétrole, gaz naturel, gaz non-conventionnels) restent insuffisamment traités en regard de leur importance et des questions qu'ils soulèvent, nous espérons que ce premier agenda scientifique contribuera au dynamisme de la communauté de recherche en sciences humaines et sociales et qu'il favorisera de futurs approfondissements.

Sommaire

Introduction	11
Réouvrir les enjeux contemporains de l'énergie	25
Visions du futur et scénarios	37
Gouvernance des politiques de l'énergie	67
Marchés, régulations et modes de consommation	91
Territoires et recompositions sociales	129
Conclusion	147
Table des matières	153

Introduction

L'émergence des politiques énergie-climat au cours des années 2000, leur couplage grandissant aux enjeux de croissance, soulignent la nécessité de passer de politiques sectorielles à des politiques plus intégrées. Il ne s'agit plus de raisonner par filières, ni à partir de la simple métrique des capacités productives installées, mais d'orienter les investissements vers des options technologiques qui auront des « effets systémiques » (emploi, compétitivité, soutenabilité...). Cette évolution bouscule l'agenda stratégique en matière de développement technologique, lequel devient plus incertain et plus discuté. Elle appelle une nouvelle implication des sciences humaines et sociales (SHS) car la dimension « normative » que revêt le traditionnel cadrage technico-économique de cet agenda ne suffit plus à affronter les enjeux actuels.

Dans cette voie, les SHS sont en prise avec un agenda scientifique des recherches sur l'énergie historiquement dominé par des préoccupations technologiques. Cet agenda place les SHS à la marge, à l'exception notable des études économiques, lesquelles sont adossées à une communauté plus ancienne et

structurée. En positionnant les SHS « en aval », du côté de la prise en charge des effets (impacts, acceptabilité) suscités par les technologies de l'énergie, cette structuration amoindrit leur capacité d'échange avec l'agenda dominant et limite leur contribution au pilotage stratégique de la recherche.

Donner à la communauté scientifique française émergente en SHS les moyens de sa structuration est une priorité pour les auteurs de cet ouvrage collectif. Trop souvent, la posture réflexive – *critique* – des SHS est synonyme de développements à la marge d'un agenda technologique dominant, si ce n'est d'une pratique scientifique dissidente, refusant le dialogue avec des disciplines à forte dimension normative ou technologique. La voie ici empruntée est celle d'une structuration d'un agenda de recherche sur l'énergie en SHS qui favorise le dialogue entre les sciences.

Il s'agit de contribuer à mettre en débat les implications éthiques, politiques et sociales de ces choix et d'établir une feuille de route scientifique sur l'énergie, spécifique aux SHS.

La réouverture contemporaine des enjeux de l'énergie

L'énergie constitue un enjeu vital pour l'avenir de nos sociétés. Pour décrire et explorer ces évolutions, il existe de nombreux scénarios dits de « transition énergétique ». Il s'agit de visions de futurs énergétiques qui tentent de décrire le chemin qui

nous conduira vers une société bas carbone, retenant pour cela des options technologiques précises. Ces options convergent le plus souvent vers des politiques de sobriété, d'efficacité et de développement des énergies renouvelables. Parmi les autres options technologiques qui les composent, certaines sont plus controversées (e.g. nucléaire, captage et stockage du CO₂). Cette diversité de visions de futurs énergétiques suggère que la transition contemporaine est négociable. Elle rend incontournable une discussion à la fois sur la conduite de la transition énergétique, le contenu technologique des scénarios et les mutations sociétales induites par l'éventualité de leur déploiement.

Les processus contemporains de transition ne se restreignent pas à l'exercice des scénarios : ils dévoilent des logiques multiples et complexes au sein desquelles les énergies fossiles continuent à jouer un rôle. Au plan global, le spectre de la rareté énergétique semble s'être temporairement éloigné, avec la découverte de nouvelles ressources de pétrole et de gaz, mais surtout avec le développement massif du charbon dans les pays émergents et les débuts d'exploitation des hydrocarbures non-conventionnels (gaz de schiste et gaz de houille). Cependant, face à cette abondance retrouvée pour les énergies fossiles, la contrainte climatique apparaît toujours aussi forte. Les travaux du GIEC confirment qu'il faudra que les émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) plafonnent entre 2020 et 2030 et qu'elles soient réduites de moitié en 2050, si nous souhaitons atteindre l'objectif de limitation du réchauffement global à moins de 2°C. Pour

compléter ce tour d'horizon, le repositionnement du rôle des Etats, la financiarisation de l'économie et la libéralisation des marchés dont ceux des énergies (gaz, électricité), constituent un ensemble de facteurs qui renouvellent profondément la donne énergétique. Cet ensemble soulève des questions décisives : Quelles seront les énergies de demain ? Quels usages soutiendront-elles, à quels coûts, à quels risques pour notre environnement et nos sociétés ? Quels seront les modes et les technologies de production, de transport et de consommation qui concrétiseront ces changements ? Quels sont les collectifs qui les portent, ou ceux qui devraient les porter, et selon quels principes ? Quels sont les jeux de forces tendant à reformuler, déplacer ou refermer les choix énergétiques futurs ? Quelles redistributions des richesses, des pouvoirs et des risques accompagneront ces redéfinitions ?

Enjeux systémiques et contributions des SHS au pilotage stratégique

Cette nouvelle donne énergétique ne renvoie pas uniquement à des choix techniques et scientifiques. Elle engage profondément nos manières d'être ensemble et de nous articuler à notre environnement. Elle politise les différentes sphères du social, de l'intime aux politiques publiques, et déplacent les représentations que nous nous donnons de notre histoire et de notre rapport à la biosphère. Elle appelle des arbitrages de plus en plus entremêlés, démultipliant les controverses au fil des dossiers et des enjeux.

Cette dimension systémique est au cœur des défis contemporains de l'énergie. Elle s'accompagne de nouvelles perspectives stratégiques (cf. le récent bilan de l'Atelier « une énergie propre, sûre et efficace » pour la Stratégie Nationale pour la Recherche, dans le cas français), qui, sans nier l'importance d'un soutien à des technologies spécifiques proposent délibérément de concentrer les efforts de recherche sur les « innovations de système » susceptibles de favoriser la diffusion de clusters de nouvelles technologies pour la transition énergétique. Ceci ouvre la voie à de nouvelles façons d'aborder les enjeux énergétiques.

Prenons par exemple deux ensembles de questions :

1. Comment les pays européens orientent-ils leur politique des énergies marines renouvelables ? Qu'apprend-on des premiers développements de l'éolien offshore quant à la façon dont ils modifient notre rapport à l'espace marin ? Comment se distribuent ces développements industriels dans l'espace, à grande échelle (sites de fabrication, de stockage, de montage, d'exploitation) ? Quelles réglementations se dessinent dans différentes aires nationales et quel apport représente l'approche issue des politiques environnementales par planification marine stratégique ? Quelle géopolitique porte le projet d'un « super réseau » électrique européen présenté comme décisif pour le développement et la connexion au réseau des énergies marines renouvelables ?

2. Quel sera le réseau électrique du futur ? Quels en seront les acteurs ? Quels consommateurs, constitutifs d'une demande électrique dite « active », construisent les projets de réseaux intelligents au travail au sein des nombreux « démonstrateurs » actuels ? Comment s'opère cette construction ? Quelles en seront les implications quant à nos pouvoirs de choix, à nos environnements et à nos modes de vie quotidiens ? Sur quel mode s'opérera le partage des données de consommation entre gestionnaires et consommateurs ? Qui financera ces réseaux, selon quelle création et quel partage de valeur ? Quelle peut être la compatibilité des réseaux électriques intelligents avec des politiques de sobriété ?

Ces deux ensembles de questions soulignent l'importance de la dimension socio-technique des enjeux énergétiques. Le regard (nécessairement large) sur les options technologiques doit prendre en compte les options orphelines, aujourd'hui jugées non prioritaires, s'intéresser aux processus, aux communautés et aux débats qui les accompagnent. Il doit être empiriquement très informé et ouvert à l'international afin de pouvoir questionner notre trajectoire nationale.

Les SHS ne peuvent se borner à opérationnaliser une voie de transition et doivent « garder les futurs ouverts ».

Une feuille de route pour les sciences humaines et sociales

Les sciences sociales ont développé depuis plusieurs décennies une capacité d'analyse et de contribution aux processus politiques et aux débats publics. Ces analyses sont aujourd'hui très présentes sur les enjeux de l'énergie dans le monde anglophone où les sciences sociales de l'énergie y sont très structurées. Leur production s'est intensifiée dans ce domaine depuis le début des années 1990, notamment au Royaume-Uni. Au-delà de l'agenda des sciences économiques, elles nourrissent les débats sur les politiques climat-énergie, les politiques des énergies renouvelables, les processus sociaux de déploiement de ces énergies (incluant les mouvements d'opposition), le rôle des communautés locales, des villes « post-carbone » et des autorités locales, les processus de mise en marché de nouvelles énergies ou de nouveaux usages de l'énergie, etc.

En France, ces développements sont restés encore limités et sont le fait d'équipes de recherche encore trop peu nombreuses. Les cadres d'analyse sont trop souvent technologiques et économiques. Les perspectives d'analyse sont trop souvent les mêmes (« acceptabilité-faisabilité sociale », « limitation des impacts », « comportement des consommateurs », etc.) et situent l'intervention des SHS en aval des processus d'innovation technologiques, perçus comme étant seuls les véritables moteurs du changement. Les SHS s'en trouvent réduites à la question des effets (sociaux, environnementaux)

des choix énergétiques et technologiques et non associées à la réflexion sur les choix mêmes. Il apparaît donc nécessaire de repositionner les SHS. S'il peut y avoir un langage commun et des passages (modélisation, méthodes quantitatives) entre, par exemple, la physique et l'économie, les approches qualitatives propres à d'autres sciences sociales doivent aussi trouver leur place. Le dépassement d'une approche sectorielle, technologie par technologie, doit se concrétiser au travers d'une réflexion nouvelle sur les interactions entre des dispositifs complexes, relevant de processus, de temporalités et d'échelles différents.

Un autre grand défi de ce repositionnement des SHS est de contribuer à l'ouverture des questions de l'énergie aux citoyens. Il s'agit de mettre en évidence, voire d'engager, la capacité de décision et de critique de la société civile et, tout particulièrement, celle des citoyens sur : les enjeux éthiques par rapport aux générations futures ou plus simplement aux générations actuelles portant sur le devenir de la planète ; la prise en compte des risques (pas seulement les hypothèses et calculs des scénarios abstraits, mais en intégrant la réalité des catastrophes passées et présentes) ; la prise en compte de la réalité internationale et de la globalisation des enjeux tout autant que celle de la recomposition des territoires en termes qui ne se limitent pas à la nation ; la prise en compte des enjeux de long terme au-delà des questions quotidiennes et immédiates (les prix, la précarité, les nuisances environnementales).

La période récente a connu une évolution du concept même de « public », conçu non plus comme masse ignorante dont il

faudrait endiguer les peurs irraisonnées, mais comme intelligence collective et communauté, capable d'apprécier et de discuter les apports et les risques des technologies. L'existence de ce public passe par de nouvelles formes de débat et d'accès à l'information, voire par l'invention de nouvelles procédures de suivi et de contrôle. Il s'agit, au-delà des discours convenus sur l'éducation du public, de se demander comment mettre en œuvre un véritable choix collectif et comment, au-delà du débat public, prendre en compte la contre-expertise, les données et l'action citoyennes.

La question du choix du « public » s'accompagne d'un ensemble de questions éthiques sur les manières de vivre ensemble dans un monde commun que la notion de soutenabilité n'épuise pas. Par exemple, la priorité affichée à l'efficacité implique-t-elle toujours la réduction de la consommation d'énergie ? Ne doit-elle pas être articulée à la question de la sobriété ? Inversement, l'impératif de sobriété, moralement inattaquable et séduisant, ne risque-t-il pas de justifier quelque baisse du niveau de vie chez ceux qui n'ont pas le choix ? La croissance, y compris la « croissance verte », est-elle soutenable si elle renforce ou maintient les inégalités sans augmentation des capacités (possibilités réelles d'action) pour tous ? Quelle justification morale y a-t-il à attendre des pays en développement, longtemps dominés et exploités pour leurs ressources et limités dans leur accès à l'énergie, la réduction de la production de GES ? Jusqu'où porte notre responsabilité dans l'espace et dans le temps ? Comment prendre le risque de diminuer les connaissances et les capacités des générations et des

humanités à venir, à très long terme, par la production voire par le stockage géologique des déchets nucléaires ? Ces enjeux éthiques ne sont plus optionnels, ils font partie des données à prendre en compte.

Il s'agit donc de partir des pratiques et des enjeux énergétiques actuels comme des questionnements sur leurs devenir, pour contribuer à une pensée sociale, politique et pragmatique de la question de l'énergie.

Présentation des chapitres

Le chapitre 1 propose un cadre pour la problématisation des enjeux énergétiques qui permet de rendre compte de ces derniers comme réalités sociales, économiques et écologiques. Nous nous inscrivons dans le prolongement de courants des sciences humaines et sociales qui se sont attachés, depuis une trentaine d'années, à éclairer les processus et analyser les liens indissociablement sociotechniques qui portent la technologie à existence et la constituent. En insistant sur le caractère systémique des technologies, ces courants ont permis de les envisager comme des entrelacs de dispositifs matériels, scientifiques, économiques et politiques. Appliquée aux questions d'énergie, cette perspective permet d'appréhender les enjeux de recherche à propos de nos choix énergétiques sans les dissocier des modes de gouvernance, de mise en marché, de consommation ou d'appropriation territoriale qui les accompagnent.

Le chapitre 2, « Visions du futur et scénarios », s'intéresse à la production de scénarios et de visions d'avenir ainsi qu'à la manière dont ils sont mobilisés dans la mise en débat et la construction de futurs énergétiques. En effet, si la nécessité d'une « transition énergétique » peut apparaître aujourd'hui comme une exigence partagée, sa mise en œuvre et les directions qu'elle doit prendre font l'objet de nombreux désaccords. La production et le rôle des scénarios et des visions d'avenir s'en trouvent interrogés sur plusieurs plans, qui comprennent l'agenda de recherche développé par la communauté scientifique des modélisateurs, mais vont aussi au-delà en interrogeant : les pratiques de scénarisation qui constituent la chaîne des savoirs, savoir-faire, mises en réseaux, etc., qui font exister un scénario de futur énergétique ; les représentations et les valeurs (par exemple choix politiques, représentations de l'espace, des modes de consommation, de la technologie...) qui sous-tendent ces scénarisations, au-delà des opérations logiques de quantification ; les mises à l'épreuve sociales et politiques de ces scénarisations (par exemple comment les scénarios sont reçus, diffusés, quel a été leur rôle dans les grands processus nationaux ou internationaux, etc.) ; l'histoire des différentes formes de vision du futur, c'est-à-dire la manière dont les sociétés ont envisagé leur propre avenir, selon les contextes historiques et sociaux qui étaient les leurs. Il s'agit donc d'un axe appelant une perspective interdisciplinaire attentive à la fabrique et à la vie sociale de ces objets singuliers que sont les scénarios et les visions d'avenir.

Le chapitre 3, « Gouvernance des politiques de l'énergie », s'intéresse aux conditions de mise en œuvre de nouvelles politiques publiques et modalités de gouvernance dans le secteur de l'énergie. Ce secteur est caractérisé par l'importance des investissements, le poids des technologies, le caractère stratégique de la fourniture d'énergie, la territorialisation croissante des décisions et de fortes convergences entre les secteurs public et privé. Il est aussi marqué par l'existence d'importants conglomérats jouant un rôle mondial ainsi que par le rôle structurant des grands réseaux. Enfin, il s'agit d'un secteur pour lequel le caractère multi-niveaux des politiques publiques rend la gouvernance complexe. Les interrogations portent sur les transformations du rôle de l'Etat et sur la façon dont les Etats peuvent aujourd'hui piloter les politiques de l'énergie compte tenu : des héritages liés à la construction de leur souveraineté, du jeu des négociations internationales sur le climat, de la libéralisation des marchés de l'énergie et de la multiplication des parties prenantes dans l'élaboration des politiques publiques. Elles portent ensuite sur les défis soulevés par des formes émergentes de gouvernance relatives à l'impact des politiques technologiques, aux controverses suscitées par un cadrage essentiellement technique et économique, et enfin à l'émergence de réseaux d'autorités locales et de dynamiques décentralisées.

Le chapitre 4, « Marchés, régulations et modes de consommation », s'intéresse à l'articulation de ces trois éléments dans un contexte marqué par une économie mondiale en développement, une perspective de raréfaction des ressources

épuisables à l'échelle du siècle, une contrainte environnementale induite par l'accumulation croissante de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, dont le secteur énergétique mondial est le principal responsable, et une nécessité croissante de réduire les coûts des importations énergétiques pour les pays non producteurs. Ce chapitre rassemble les enjeux de marché et de régulation ainsi que ceux liés aux modes de consommation sous quatre thèmes. Le premier porte sur les transformations de ces marchés associés à la libéralisation des secteurs du gaz et de l'électricité qui suscitent de nouveaux entrants, de nouvelles technologies de production d'énergie, et remettent en question les modes traditionnels de gestion et de coordination. Le deuxième concerne l'émergence d'un agenda libéral de marché au niveau international et tout particulièrement dans l'UE. Le troisième s'intéresse au renouvellement de la géopolitique de l'énergie induit par la diversification des ressources énergétiques (exploitation des énergies solaires, éoliennes, marines, des hydrocarbures non-conventionnels) et l'émergence de nouveaux acteurs (arrivée des grands pays émergents). Le quatrième porte sur la nécessaire évolution des styles de vie et des modes de consommation de l'énergie incluant les enjeux d'accès à l'énergie et les nouvelles formes de vulnérabilité énergétique (précarité énergétique).

Enfin, le chapitre 5, « Territoires et recompositions sociales », montre l'importance des territoires pour appréhender les potentiels de sobriété, d'efficacité et de développement des énergies renouvelables de façon complémentaire à leur étude au travers de l'exercice des scénarios. Ces enjeux incitent

à reposer la question du territoire autrement que sous des formes préconstituées et simples (l'espace du gisement, le territoire de consommation, l'échelle locale, la gouvernance courante) pour saisir les mutations sociales et territoriales que le déploiement de ces potentiels suscite. Les modifications des ressources énergétiques et des usages de l'énergie mobilisent de façon différenciée et parfois conflictuelle les ressources des territoires. L'évolution des pays et des régions hors de l'Europe peut peser de façon déterminante sur les futurs énergétiques mondiaux, et donne lieu à de nouvelles tensions géopolitiques rejaillissant sur les politiques de l'énergie en Europe.

La conclusion ouvre sur deux ensembles de propositions. Le premier concerne les suites à donner au présent texte, le second des scénarios de structuration de la recherche française dans les sciences sociales de l'énergie et de création de formations universitaires. Il n'y aura pas de profondes transformations dans ce secteur sans ces nouvelles forces vives.

Olivier Labussière
Alain Nadaï

1

Réouvrir les enjeux contemporains de l'énergie

Voilà près de cinquante ans, avec une vitalité accrue ces vingt dernières années, que les sciences humaines et sociales s'attachent à « déplier » la technologie et à cartographier ses réseaux pour éclairer les processus et les liens indissociablement sociotechniques qui la portent à existence et la constituent.

Cet abord de la technologie, propre aux sciences sociales, peut être porteur de problématisations renouvelées dans la façon d'interroger les enjeux énergétiques.

Ouvrir la technologie, déployer le social

Les SHS se sont dotées d'outils conceptuels et méthodologiques destinés à décrire la vie sociale des sciences et des techniques (*Science and Technology Studies*). Loin de la représentation dominante d'une rationalité purement instrumentale, niant l'ancrage de l'homme dans le monde, les sciences et les techniques sont apparues comme des dimensions constitutives des sociétés modernes : irréductibles à leurs simples fonctions opératoires, elles supposent des formes essentielles de vérité, d'accès au monde naturel et de rapports sociaux (y compris de critique de ces rapports). Les dynamiques sociales et politiques fondamentales qui définissent la modernité ont ainsi pu être liées à l'intervention des sciences et des techniques dans les processus démocratiques, et à la façon dont ceux-ci en sont affectés.

Il faut ajouter à cela l'éclairage là encore original que ces enjeux peuvent projeter sur les questions environnementales. Les ressources énergétiques sont en effet des réalités économiques et écologiques. Au travers d'elles se joue la façon dont nos sociétés s'installent dans leurs milieux pour y constituer les conditions matérielles de la production. L'accès aux énergies carbonées, mais aussi aux énergies issues de la fission de l'atome et aujourd'hui aux énergies renouvelables, sont autant de modalités sociales d'articulation aux milieux. Rares sont les travaux qui ont bien décrit ces modalités. A l'heure où la gestion de l'environnement s'impose comme un enjeu politique global de premier plan, des approches réflexives

procédant à partir des pratiques et enjeux énergétiques sont souhaitables.

Les sciences humaines et sociales ont donc travaillé à la transformation du statut des technologies en insistant sur le caractère systémique de ces dernières afin de les resituer comme des entrelacs de dispositifs matériels, scientifiques, économiques et politiques. Le statut de la technologie ne peut donc être réduit à celui d'un artefact, d'une entité autonome imposant sa détermination au social. Ainsi, il semble difficile d'envisager l'éolien, le solaire photovoltaïque, le nucléaire ou le réseau bois-énergie en dehors des modes de gouvernance, de mise en marché ou d'appropriation territoriale qui les amènent à existence.

Quelques exemples illustrent ce que peut et doit être une approche renouvelée des technologies de l'énergie par les sciences humaines et sociales :

- Les politiques de l'éolien terrestre : à la différence de l'Allemagne où la politique éolienne s'est développée de façon précoce, sur la base d'une technologie de petite taille et portée par des groupes locaux incluant de nombreux agriculteurs, la politique éolienne française s'est d'emblée déployée avec des turbines de taille industrielle, selon des objectifs définis par l'Etat et mis en œuvre au travers d'incitations adressées à des développeurs privés. Mises en regard d'autres facteurs, tels que les traditions allemande et française de gestion du paysage, ces configurations ont

abouti à doter l'éolien de capacités fort différentes – la configuration française étant notamment porteuse d'un potentiel de division sociale élevé.

- Les politiques du solaire photovoltaïque : le caractère modulaire du solaire photovoltaïque est un élément qui peut placer cette technologie au sein de configurations très différentes. Au-delà du constat sur la variété de ses développements technologiques (silicium cristallin, polycristallin, couches minces, etc.) et de ses modes de déploiement (centrale solaire au sol, intégré au bâti, etc.), un même module photovoltaïque pourra être doté de capacités de contribution bien différentes selon qu'il est porté par un particulier, un groupement d'agriculteurs ou des habitants organisés en coopérative, voire en entreprise.
- Le cas du nucléaire : l'énergie nucléaire est en France une arène de controverses majeures en raison de son importance quantitative et du lien étroit qu'elle entretient avec l'autorité de l'Etat. Que ce soit à propos de l'exposition aux radiations, de la sécurisation et la durée de vie des centrales, ou encore du traitement des déchets, les choix à faire provoquent toujours une mise à l'épreuve radicale de nos représentations de l'avenir et des acteurs censés les définir. Le monde nucléaire ne peut aujourd'hui remplir sa fonction première de fournisseur d'énergie qu'en satisfaisant une large gamme d'exigences (de contrôle et de sûreté), devenues essentielles après les grands accidents. Ce paradoxe fait du nucléaire une technologie où le rapport

entre science, société, politique et environnement se noue de façon singulière et dont nous n'avons pas beaucoup de descriptions. Le désastre de Fukushima a été l'occasion d'interroger à nouveaux frais la sûreté des installations nucléaires. Il invite à repenser radicalement la dépendance énergétique au nucléaire, les relations entre nucléaire et société, les conséquences du nucléaire civil pour le public et les générations futures, bref la soutenabilité d'un système ancré dans l'énergie nucléaire. Une telle prise de conscience, quel qu'en soit le degré suivant les pays, interroge le rapprochement rhétorique entre promotion des énergies « décarbonées », lutte contre le changement climatique et soutien au nucléaire. Elle appelle à une prise en compte plus réaliste des coûts de cette énergie.

- Les politiques du bois-énergie : elles ont émergé en France en réponse à des problématiques locales assez hétérogènes allant de politique de filières (soutien à la diversification des débouchés de la biomasse forestière) à des politiques sociales (fourniture de chaleur à bas prix pour des populations à faibles revenus). Ces expériences de chaufferies de petite taille alimentant des réseaux de chaleur souvent publics sont bousculées depuis une décennie par l'émergence d'une politique nationale. Cette dernière, davantage pilotée par la demande et portée par des opérateurs privés, est fondée sur le soutien à de grosses chaufferies. Elle intègre tardivement les enjeux d'approvisionnement en biomasse, ce qui rend plus difficile son articulation aux territoires et se traduit parfois par une compétition pour

des ressources locales avec des projets de plus petite taille. Cet exemple illustre à son tour combien le dimensionnement d'une technologie, ses formes de portage et de synergie avec les territoires, lui donnent des modes d'existence très différents, pouvant interroger sa soutenabilité (recours à l'importation, depuis l'étranger, de bois, déchets de chantiers...).

Ces quelques exemples illustrent l'idée qu'une technologie concrétise ses capacités selon une diversité de configurations qui la dote d'un potentiel de synergie et/ou de division. L'énergie elle-même entre dans ce champ de considérations. Historiquement, les transformations qui font de l'énergie un bien marchand sont liées à des situations et des époques bien spécifiques (e.g. le charbon et l'électricité à la révolution industrielle...). On peut supposer que les transformations actuelles et à venir du système productif vont affecter à la fois la nature de l'énergie comme réalité économique et ses modes de consommation. Les sciences peuvent ainsi revenir sur l'idée même de l'énergie comme bien marchand, élément constitutif de notre histoire récente. Cette idée peut-être déconstruite par l'analyse, en montrant les procédés par lesquels l'énergie est constituée comme un bien marchand. Elle peut tout aussi bien être soumise à de nouvelles observations empiriques, par exemple à l'occasion de l'émergence des productions décentralisées (la mise en marché du kWh renouvelable) ou de systèmes énergétiques locaux semi-autonomes ou autonomes (kWh non-marchand). Ceci resitue les marchés de l'énergie au sein d'un espace d'analyse où leurs logiques

économiques intrinsèques peuvent être examinées à l'aune de leurs histoires, de leurs spécificités et de leurs contradictions. C'est une fois ces clarifications opérées qu'il devient permis d'aller au-devant du social, de l'environnement, sans les appréhender comme des barrières au déploiement technologique, d'élargir le champ des acteurs de l'énergie à des portages innovants (communautaires, associatifs...).

L'enjeu est de trouver une structuration de la recherche qui mette au travail la technologie et l'énergie, abordées comme des entrelacs sociotechniques spatialement et historiquement spécifiques, afin de mieux saisir leur incidence sur les modes de vie passés, présents et futurs.

Vision d'ensemble et principes structurants

Nous proposons une réflexion le long de quatre grands axes (cf. schéma page suivante *Organisation thématique, systémique et interdisciplinaire d'un agenda de recherche en sciences sociales sur l'énergie*) :

- Visions du futur et scénarios ;
- Gouvernances et politiques ;
- Marchés, régulations et modes de consommation ;
- Territoires et recompositions sociales.

Organisation thématique, systémique et interdisciplinaire d'un
agenda de recherche en sciences sociales sur l'énergie

L'ordonnancement d'ensemble et la progression problématique réunissent à chaque étape la technologie et les enjeux de sa socialisation. Ils autorisent ainsi :

- *une circulation de problématiques* : le schéma articule différents dispositifs/cadrages qui sont au cœur des enjeux énergétiques, tels que : les visions du futur qui en structurent les débats et les orientent ; les formes de gouvernance qui participent de leur mise en politique ; les modalités de mise en marché des technologies, les modes de consommations et leur évolution ; les processus de recompositions sociales et territoriales que suscite le déploiement de ces technologies.
- *une lecture systémique* : ce schéma met en valeur l'idée que les politiques de l'énergie ne se réduisent pas à l'opérationnalisation de scénarios de transition énergétique. Il n'introduit pas de hiérarchie entre les quatre axes mais suggère que les enjeux énergétiques circulent entre eux et se constituent à leur rencontre. Il invite à se départir de réflexes d'analyse quelquefois hiérarchiques pour examiner, par exemple, comment des signaux faibles ou des expériences énergétiques territorialisées peuvent nous aider à envisager et à penser des futurs énergétiques non décelés au travers de l'exercice des scénarios globaux ou nationaux.
- *une ouverture interdisciplinaire* : les axes de recherche ne correspondent pas à des périmètres disciplinaires. Ils sont ouverts à des contributions pluridisciplinaires, à l'instar

de l'étude de visions de futurs énergétiques, laquelle pourrait être traitée conjointement par des sociologues, des politistes, des historiens, des géographes, des économistes et des philosophes. En évitant toute hiérarchie entre les axes, ce schéma de travail vise à favoriser la structuration d'une communauté de recherche interdisciplinaire en sciences humaines et sociales de l'énergie.

- *un recoupement des approches* : l'ouverture interdisciplinaire des recherches exige qu'elles travaillent de concert à la prise en compte et à l'analyse du rôle de l'ensemble des technologies et des acteurs impliqués dans les processus étudiés : institutions scientifiques, techniques, politiques, acteurs associatifs, privés, industriels, etc. Cette analyse peut concerner différentes dimensions relatives aux modalités d'engagement des acteurs, appréhendées au fil de leurs dynamiques propres et de leurs entrecroisements : justifications, critiques et positions développées à l'occasion de controverses ; régimes d'objectivité, catégories juridiques ou morales mobilisées ; modalités de mise en récit historique ; modes de financements, modèles économiques ou d'affaires, etc. Bien qu'elles s'adosent à des formations disciplinaires spécifiques et des méthodes qui leur sont propres, ces analyses peuvent circuler et être réappropriées par d'autres registres de savoir, pour peu qu'elles rendent lisibles des transformations qui se jouent conjointement sur plusieurs fronts. Une pluridisciplinarité forte exige donc que chaque discipline identifie clairement

et rende lisible aux autres disciplines, sa contribution propre à l'analyse de ces enjeux.

L'analyse part des enjeux de la transition énergétique sans les soumettre à une visée technologique. Sans ignorer les enjeux soulevés par ce que l'on nomme aujourd'hui la « transition énergétique », il s'agit d'en développer une analyse pour comprendre les jeux de forces qui l'orientent. En d'autres termes, les SHS n'ont pas pour finalité directe d'opérationnaliser des scénarios de transition mais elles peuvent y contribuer au travers de leurs analyses (historiques, comparées, transversales). Elles peuvent mettre en évidence les alliances qui se sont constituées autour de différentes filières ou scénarios, leur degré de robustesse comme les signes d'évolution ou de renversement. Par exemple, les enjeux et les évolutions dans le monde du nucléaire, peu abordés dans le débat sur la transition par le jeu politique français, doivent être intégrés à l'analyse : ils sont particulièrement intéressants à cet égard.

Les SHS permettent aussi d'interroger la hiérarchie des échelles et des temporalités qui sous-tend les discours actuels sur la transition énergétique. Par exemple, le « local » ne saurait se réduire au lieu de l'opérationnalisation de scénarios. Il s'inscrit au travers de technologies de l'énergie dans une pluralité d'échelles et selon des configurations variées, dont certaines peuvent en faire le lieu d'invention de futurs et de potentiels énergétiques. Là où une visée techniciste, articulée autour de catégories telles que celle d'économie d'échelle,

pourrait faire du local et des territoires l'instrument de scénarios préétablis, les SHS peuvent contribuer à décrire - et donc à porter à existence - le rôle de ces territoires dans l'invention de futurs énergétiques ainsi que les modalités qui les habilitent (ou non) à se porter acteurs de ce futur. En France, où la politique énergétique a été de longue date marquée par un fort degré de centralisation, les soutiens nationaux « dissidents », européens (les agences locales de l'énergie, les programmes européens, etc.) ou transnationaux (par exemple les réseaux de collectivités locales), semblent avoir été d'autant plus décisifs pour ce faire.

A titre d'illustrations des méthodes mobilisées par les sciences humaines et sociales, les recherches pourront mobiliser :

- *l'analyse comparée des processus qui sous-tendent le développement de nouvelles technologies de l'énergie* dans différents pays et/ou aires culturelles afin de comprendre, au-delà des seuls cadrages technologiques et économiques, l'influence de facteurs tels que les traditions administratives de gestion de l'environnement, les formes d'organisations collectives locales, etc., sur les trajectoires de déploiement de ces technologies;
- *l'analyse diachronique/du temps long*, afin de suivre et de caractériser des processus innovants, en ce qu'ils sont sous-tendus par des formes d'organisations socio-économiques parfois anciennes mais revitalisées par des politiques récentes.

2

Visions du futur et scénarios

Ce premier axe vise à explorer une pratique sociale qui joue un rôle central dans la réflexion sur les énergies, à savoir : la production de scénarios et de visions d'avenir. Si le premier terme renvoie à une élaboration technique souvent quantifiée, visant à établir des perspectives d'évolution des systèmes énergétiques et économiques à partir de leur connaissance actuelle, le second désigne des formes de représentation de l'avenir moins « expertes », mais tout aussi importantes. Il est cependant important de souligner que, dans un cas comme dans l'autre, le débat autour de la « transition énergétique » ouvre à des projections dans le futur dont le corollaire est un effacement de la situation présente, d'emblée questionnée dans

sa structuration comme dans ses effets. Si cette « transition » apparaît comme une exigence partagée, sa mise en œuvre n'en fait pas moins l'objet de nombreux désaccords.

Ces divergences prennent le plus souvent la forme de visions ou de scénarios d'avenir différemment formulés mais constituant, dans leur manière même de poser le problème des énergies, des gestes sociaux et politiques essentiels.

Le débat au sein de la communauté des « modélisateurs » a opposé depuis trente ans « ingénieurs » et « économistes » de l'école standard (néoclassique) autour de deux modalités de modélisation des systèmes énergétiques. L'option *bottom-up* a été défendue par les premiers. Elle part des systèmes socio-techniques qu'elle tente de mettre en équation de manière à rendre compte des savoirs d'ingénieurs et des dynamiques propres à ces systèmes (rendements croissants d'adoptions, verrouillages institutionnels [*lock-in* technologiques], choix de trajectoires sous-optimales, structure capitaliste des coûts, inerties des modes de consommations, régulations et signaux-prix...). L'option *top-down*, travaillée par les économistes standards, procède d'une représentation macroéconomique multisectorielle par équilibres successifs de marché (rencontre des offres et des demandes autour d'un vecteur de prix), qu'elle articule en modèle d'équilibre général reflétant des indicateurs de croissance et de bien-être dit « social » (en fait, agrégé). Les dynamiques sociotechniques et comportementales ne sont pas prises en compte dans ces modèles. L'offre et la demande des différentes énergies

sont représentées par des fonctions abstraites, fondées sur des coefficients calibrés sur le passé. Ces modélisateurs n'en mettent pas moins légitimement en avant la cohérence macroéconomique de leurs modèles et la prise en compte des effets des chocs (prix, politiques) sur le système. Les débats, dont on ne saurait ici rendre compte dans leur détail, ont conduit pour une part à poser que l'optimisation du système énergétique ne conduisait pas nécessairement à un optimum social et qu'il pouvait exister plusieurs équilibres sectoriels souhaitables et susceptibles de débat. Pour une autre part, ils ont ouvert au développement, plus récent, de modèles dits hybrides. Ceux-ci tentent d'articuler les dynamiques et les discontinuités des systèmes sociotechniques (notamment énergétiques) à celles des marchés, afin de rendre compte d'effets de bouclage dits « d'équilibre général » (en statique ou en dynamique, c'est-à-dire par calcul itératif d'équilibres à des pas de temps successifs). Enfin, après de longues années au cours desquelles a sévi la « guerre des modèles », il apparaît aujourd'hui de plus en plus au sein de la communauté des modélisateurs, que tous les modèles, pourvu qu'ils répondent à des critères minimum de scientificité, ont quelque chose à dire aux décideurs, voire à un public plus large. Ces développements débouchent aujourd'hui sur un double agenda, porté par les modélisateurs *bottom-up*, ainsi que sur des nouvelles pratiques de calibration et de validation des modèles que nous présentons plus loin.

Si ces débats constituent des fronts interdisciplinaires (ingénieurs-économistes vs économistes néo-classiques)

au sein de la communauté des modélisateurs, l'ensemble de ces approches ne s'en inscrivent pas moins dans une épistémologie de la représentation, par laquelle le modèle est une représentation de la réalité technique et économique, officiellement calibrée à partir de tests statistiques : le modèle est un reflet du monde « réel » dans ses dynamiques ou dans ses processus. Pour autant, les scénarios qui en sont extraits n'ont ni une valeur ni une fonction unifiée au sein de cette communauté. Au risque de caricaturer des débats et des enjeux complexes, on peut caractériser deux pôles. Pour les uns, le modèle a - de par sa portée représentative - un statut normatif qui lui permet, par exemple, de dicter les modalités de politiques énergétiques à mettre en place : les visions planistes qui ont présidé au développement de la politique énergétique de l'après-guerre en France ou encore les débats sur la pertinence d'un marché et d'un prix unique du carbone au niveau mondial, attestent de cette posture. Pour d'autres, le modèle et le scénario sont des outils de dialogue et d'intégration de connaissances sur la technologie, l'économie, l'énergie et les autres secteurs ; ils permettent le couplage entre spécialistes (par exemple transports, systèmes urbains, agriculture, énergie, macroéconomie) afin de questionner des croyances quant aux vertus de telle ou telle technologie ou décision publique, de confronter des visions du monde. Le modèle informe la décision plus qu'il ne la norme ; il rend visibles des liens et des interdépendances complexes difficiles à appréhender autrement. Il intervient donc, dans l'idéal, comme un dispositif d'explicitation et de falsification des visions du monde et du futur.

L'épistémologie et les positionnements dont se revendique la communauté des modélisateurs guident en partie ses pratiques. Elles sont aussi – comme dans les autres disciplines scientifiques – des manières d'asseoir un rapport au réel qui positionne le scénario comme un plan d'épreuve des politiques ou des visions du futur. Les ajustements, les bricolages (*wrinkle*), les routines sont usuels dans la pratique du modélisateur, mais rarement revendiqués publiquement. Ces pratiques de même que les valeurs ou les visions du monde qui sous-tendent les choix de scénarisation (options technologiques, modèles de consommation, contexte d'information des acteurs, principes d'équivalences énergétiques, etc.) ou encore les épreuves sociales qu'un modèle traverse pour s'institutionnaliser, ont encore été peu étudiées par les SHS. Les facteurs et les processus qui contribuent à la portée politique et institutionnelle des modèles sont encore trop peu analysés et compris, comme en a attesté, par exemple, la controverse (de courte durée) autour de la prise en compte des scénarios « Révolution Énergétique » (EREC-Greenpeace) dans le Rapport Spécial du GIEC sur les énergies renouvelables (SRREN, 2011). Enfin, les scénarios comme les visions ont indéniablement une dimension performative, au sens où ils contribuent à modeler l'objet qu'ils mettent en représentation.

Sur le plan international, les scénarios tendanciels et d'adaptation au changement climatique sont multiples et débattus. Ils traduisent certaines tendances lourdes dans les visions du futur et orientent l'action politique. Certaines directions d'action telles que la maîtrise de la demande et la diversification

du mix énergétique vers les énergies renouvelables semblent jugées incontournables. D'autres sont mises en débats du fait de leurs risques, de leurs effets sociétaux ou environnementaux (e.g. nucléaire, gaz de schiste, sables bitumineux, énergies marines, éolien offshore, géo-ingénierie...), du déplacement de la relation entre l'homme et le système terre qu'elles supposent (comme c'est le cas avec la capture et le stockage géologique du gaz carbonique) ou encore de leur potentialité à reconfigurer la géopolitique de l'énergie (e.g. Plan solaire méditerranéen, projet Désertec). Ces scénarios et ces visions du futur ont donc à la fois une dimension cognitive (« ce que l'on sait ») et normative (« ce qui devrait être »). Ils jouent un rôle significatif dans la quantification des objectifs et la négociation d'engagements au niveau international, qui sont eux-mêmes traduits en règles (normes réglementaires, directives Européennes allouant des objectifs quantitatifs aux Etats membres) adoptées au niveau national puis déclinées en politiques et en planifications qui donnent à ce qui est appelé « transition énergétique » ses dimensions spatiale, territoriale et sociale. Ce processus n'est pour autant pas linéaire ou hiérarchique. Il s'accompagne d'une mise en politique marquée par la prolifération de nouveaux acteurs, non étatiques et non scientifiques, par l'émergence de coalitions de pouvoir, de contestations et/ou de controverses recomposant les différentes échelles d'une gouvernance à la fois globale et locale.

Cet ensemble appelle, au-delà de l'agenda développé par la communauté scientifique de modélisation *bottom-up* ou « hybride » (§ 2.1, p. 44), une analyse critique du contenu des

scénarios et des visions du futur qui sont aujourd'hui proposés. La ligne de partage entre la construction des faits (supposés objectifs) sur lesquels s'appuient ces scénarios et les valeurs plus ou moins implicites qu'ils véhiculent devrait être explorée à partir de diverses entrées, telles que :

- *L'analyse des pratiques de scénarisation* (§ 2.2, p. 51) : comment fait-on exister un « fait » climatique ou un « futur énergétique » ? Quelles formes de connaissance, quelles formalisations sont mises en œuvre ? Quels réseaux sociaux sont impliqués ? Comment s'organisent-ils ?
- *L'analyse des représentations et des valeurs qui sous-tendent les scénarisations* (§ 2.3, p. 56) : au-delà de la quantification technologique, quelles représentations de l'espace, de l'urbain, des modes de consommation et de la technologie, portent ces visions du futur ? Quelle place confèrent-ils aux choix politiques, à la technologie ? Sur quelles représentations des pratiques de consommations (individuelles, collectives, sociétales ; degré d'historicité ou d'institutionnalisation...) se fondent-ils ? Sur quelles évolutions démographiques ?
- *L'analyse des mises à l'épreuve sociales et politiques de ces scénarisations* (§ 2.4, p. 59) : comment ces scénarios sont-ils reçus, diffusés, utilisés par les acteurs sociaux ? Comment s'inscrivent-ils dans les enjeux « déjà présents » ? Comment sont-ils reçus dans les sphères politiques et industrielles ?

Quel a été historiquement leur rôle dans les grands processus nationaux ou internationaux ?

- *L'analyse historique des différentes formes de vision du futur* (§ 2.5, p. 62) : comment, selon les contextes historiques et sociaux, les sociétés envisagent-elles leur propre avenir ? En quoi cette réflexivité est-elle constitutive d'un certain rapport à la technique et à la science ? Comment ces visions d'avenir ont-elles contribué à définir l'état actuel du système énergétique ?

Il s'agit donc d'un axe qui appelle une perspective interdisciplinaire. Sociologues et politistes pourront être attentifs à la fabrique et à la vie sociale de ces objets singuliers que sont les scénarios et visions d'avenir ; les historiens pourront mettre en avant la dimension comparative de leur approche ; les humanités classiques (philosophie notamment) pourront s'intéresser aux enjeux concernant les représentations politiques et morales véhiculées par ces pratiques.

Au-delà des prix, un agenda pour les modélisations

De la confrontation entre les deux écoles de modélisation évoquées plus haut (i.e. *top-down*, *bottom-up*) ressort aujourd'hui un double agenda, porté plutôt par les modélisateurs *bottom-up* devenus des modélisateurs « hybrides ». Cet agenda vise, d'une part, à mieux prendre en compte la

dynamique et les inerties de secteurs intensifs en énergie et en carbone (agriculture, usages des sols ; urbanisme, transport, mobilité), et d'autre part à intégrer les discontinuités et l'incertitude qui leur sont associées (modèles stochastique) du fait des surprises technologiques, des crises financières ou, par exemple, des blocages du fait de la raréfaction de ressources non renouvelables.

Approfondir les modélisations des secteurs intensifs en énergie-carbone

Il convient d'améliorer et d'approfondir les modèles hybrides développés par des groupes de recherche en économie sectorielle (mobilité et transports, agriculture et usage des sols, bâtiments et logements, énergie et marchés).

Ces modèles prennent en compte les hétérogénéités de comportements, les inerties (renouvellement de capital technique, différences de développement...) et les délais d'adaptation. Ils permettent d'éclairer le tempo à donner aux politiques publiques (incitations) de manière à réduire les coûts de transition.

Des secteurs tels que le bâtiment (résidentiels, tertiaires), la mobilité, l'agriculture et l'usage des sols, qui conditionnent les dynamiques de long terme, doivent être mieux analysés. La mobilité des populations à toutes les échelles temporelles doit être prise en compte.

Mobilité et transports

Les modèles de prospective associés aux modèles énergie-économie doivent, s'ils souhaitent contribuer à une prospective des émissions de GES, éclairer les recompositions en cours des mobilités, telles que : les usages des territoires et du temps au quotidien ; les dynamiques de ségrégation spatiale ; les évolutions de la logistique urbaine.

Une taxe carbone, même élevée, ayant des effets faibles, des mesures agissant sur les nouvelles formes d'urbanisme (dynamiques de logement), le prix du foncier ou l'organisation spatiale de l'économie (par exemple, les infrastructures de transports) doivent être examinées en prenant en compte divers critères (e.g. fragmentation spatiale des chaînes de valeur, disparités socio-spatiales, choix de localisation des entreprises et des ménages...).

Agriculture et usages des sols

Une réflexion importante est en cours sur un paradigme « moderne » de transformation structurelle et de croissance. Celui-ci procède par convergence des revenus ville-campagne, urbanisation quasi-totale et métropolisation des pays en développement. Il conduit *in fine* à un monde totalement urbanisé et énergivore.

D'autres voies doivent être explorées : si les pays industrialisés ou en transition ont suivi ce paradigme durant les dernières décennies, une partie de la population mondiale ne suit pas cette voie. On doit donc s'interroger sur les facteurs

extérieurs à l'agriculture qui barrent la route à un développement économique porté par une agriculture de petite échelle, intensive en travail, écologique et reposant sur des savoirs locaux, insérée dans le secteur manufacturier comme dans celui des services.

Introduire la sphère financière

Qu'ils soient à l'échelle régionale, nationale ou mondiale, les modèles Economie-Energie-Environnement évoqués précédemment n'intègrent aucunement les variables financières (par exemple, la différenciation des politiques monétaires et financières), les déséquilibres financiers ou leurs conséquences critiques sur l'économie réelle, telles que : les impacts sur les échanges, la réduction d'emploi dans les pays riches, les effets de la spéculation sur les actifs financiers et les commodités, les possibilités d'épuisement de la croissance des pays émergents sans changement des termes de l'échange ni recentrage sur leur marché intérieur, etc. Ces facteurs de déséquilibre doivent sans aucun doute être mieux intégrés dans les modélisations mondiales régionalisées.

Faire progresser de nouvelles formes de modélisation

Ces progrès peuvent concerner des modèles croissance-énergie ou croissance-énergie-environnement. Tous les modèles croissance-énergie ne fonctionnent pas sur des présupposés de continuité. Dans les modèles inter-temporels, les raretés

peuvent s'exprimer dans des hausses de prix qui provoquent des substitutions de procédés, déclenchent des processus d'innovation dans l'extraction, la transformation et les usages de l'énergie. Pour autant, les crises (finance, déséquilibres monétaires) sont ignorées. Il en va de même des potentialités de croissance macroéconomique endogène qu'impulseraient, par exemple, des politiques de croissance verte (ou de stabilisation économique recherchant l'équité dans les économies riches). Des réflexions actuelles sur les réformes de la finance de marché suggèrent des basculements possibles vers un autre régime de croissance (transition énergétique et écologique) si l'on canalisait les très importantes liquidités existantes vers des investissements verts à faible taux de rentabilité.

S'agissant des modèles croissance-énergie-environnement, il serait bon de prendre en compte les possibilités de blocage par raréfaction de ressources non renouvelables (énergie, matières premières, capacité de l'atmosphère à absorber les GES), et de travailler sur les représentations du capital technique et du capital naturel de manière à explorer les possibilités et les limites de substitution entre les deux. Il s'agira alors de détailler les nouveaux procédés, les nouveaux modes de vie et de consommation envisagées de manière à explorer de nouvelles options telles que le « verdissement » des technologies énergétiques et industrielles, la rénovation du capital foncier et des infrastructures en place (incluant la rénovation thermique), les basculements de la consommation de biens privés vers la consommation de services associés à des biens communs (éducation, culture, santé, etc.), et la

propension de ces trajectoires à contribuer à un nouveau type de croissance plus équitable et soutenable.

De nouvelles pratiques de calibration et de validation

Après de longues années au cours desquelles a sévi la « guerre » entre modèles d'optimisation et de simulation, modèles sectoriels et d'équilibre général, modèles *top-down* et *bottom-up*, on assiste aujourd'hui à l'émergence au sein de la communauté des modélisateurs d'un consensus sur l'intérêt des différentes formes de modélisation (modèles Economie-Energie-Environnement) pourvu qu'elles répondent à des critères minimum de scientificité.

Le mouvement a été lancé par des initiatives venues d'outre-Atlantique. L'Energy Modelling Forum, animé par l'Université de Stanford, est actuellement dans sa 29^e édition. En 2007, l'« *US Climate Change Science Program* » utilisait quatre modèles issus d'institutions différentes pour tester des grands scénarios de réduction des émissions de GES. En Europe, les équipes de modélisation, qui étaient en concurrence au cours des années quatre-vingt-dix, ont progressivement appris à collaborer au sein de consortiums. Plusieurs projets européens regroupent actuellement la quasi-totalité des modèles reconnus par les pairs ou par des usages fréquents à l'échelon européen ou national. Certains de ces projets mettent l'accent sur des questions de calibration et de validation. Il s'agit par exemple de soumettre des modèles

de différentes natures au même exercice de scénarisation afin d'en comparer les résultats d'un modèle à l'autre, dans une logique de « faits stylisés », vérifiables sur le passé. Ces démarches de recherche s'inscrivent dans la continuité des travaux du GIEC : elles s'inspirent d'ailleurs beaucoup de ce qui se passe pour les grands modèles du climat.

Pour les modélisateurs, elles présentent de multiples avantages. Elles permettent l'examen croisé d'hypothèses et de résultats, l'échange de routines, ou encore l'échange de modules communs et pertinents pour différents modèles. Elles soulèvent aussi de nombreux enjeux en déplaçant les frontières de « la » communauté scientifique des modélisateurs et en reformulant ses enjeux, son épistémologie. En effet, l'enjeu ne semble plus être de trouver le « bon » modèle avec les « bons » résultats – comme dans le cadre de la « guerre des modèles » - mais de comprendre pourquoi ces modèles divergent dans leurs résultats. La volonté de reproduction d'un réel [passé] – à l'instar de ce qui est demandé aux modèles en sciences de la nature - s'en trouve inévitablement questionnée, et avec elle le sens de l'épistémologie de la représentation qui fonde la communauté des modélisateurs en économie. Cette activité d'interprétation et de compréhension des résultats est aujourd'hui à l'origine de l'essentiel des connaissances nouvelles issues de l'activité de modélisation.

Pour les sciences sociales, les processus de recomposition de cette communauté scientifique, les déplacements de ses pratiques de validation et de son épistémologie constituent un

terrain et un objet de recherche fascinant. Qui plus est, il s'agit là d'une question sur laquelle économistes et autres sciences sociales peuvent trouver un riche terrain de collaboration, sur le mode d'un accompagnement qui éclaire chemin faisant pour les acteurs (modélisateurs) les processus à l'œuvre et leurs enjeux.

Les pratiques de scénarisation

L'analyse des pratiques sociales de scénarisation convoque au moins deux registres de questionnement. Le premier porte sur l'identité et le point de vue des acteurs mobilisés dans la production de scénarios. Le second registre porte sur la fabrique des scénarios, à savoir : les modes de collecte des données quantitatives relatives aux technologies et à leur coût ; les modalités de formulation de « l'histoire » à la base de chaque scénario ; la nature des outils de calcul ou de modélisation mobilisés pour la quantification des variables-clés.

Des acteurs nombreux, aux intérêts multiples

Un premier point à relever est, au-delà de la communauté scientifique, le grand nombre, la forte dynamique et la diversité des acteurs impliqués dans les modélisations énergétiques. L'accès aux sources d'énergies ou leurs usages étant remis en question, ces enjeux deviennent un terrain de confrontations sociales et politiques. Les scénarios jouent un rôle central dans ces confrontations en rendant lisibles, visibles et dans

certains cas discutables, des visions quant aux futurs accès et usages énergétiques. La communauté académique comprend des pôles scientifiques de modélisation présents dans les débats depuis maintenant plusieurs décennies au niveau national et international – (e.g. CNRS, CEA, IFPEN, Alliance ANCRE, EMF-Stanford, IIASA...). Des institutions nationales ou internationales sont aussi impliquées depuis longtemps, en appui aux décideurs politiques, dans la production de visions et de scénarios : ministères (e.g. rapport *Energies 2050* publié en 2014), établissements publics (ADEME, Commissariat Général au Développement Durable, Centre d'Analyse Stratégique, etc.), équivalents européens (la Commission a publié la *EU Energy Roadmap 2050* en 2012), institutions internationales telles que l'OCDE (*Green Growth and Energy* publié en 2011) et l'AIE (*World Energy Outlook*). Des compagnies pétrolières et gazières (Exxon et Shell) directement concernées par les perspectives d'avenir, ainsi que des compagnies bancaires (HSBC) ont aussi produit des scénarios.

Des collectifs de réflexion et d'intérêt sur le mode *think tank* (Institut Montaigne, Terra Nova en 2010), des collectifs d'expertises diversement liés au monde militant (négaWatt, Global Chance) se sont aussi créés sur le sujet et impliqués dans la production de visions et de scénarios énergétiques. La montée en puissance des politiques énergétiques depuis la décennie 1990 a favorisé la structuration de groupes d'intérêt européens et transnationaux, aux moyens croissants. Seuls ou en partenariat, ils développent des discours, des visions (European Wind Energy Association ; European

Renewable Energy Council) voire des scénarios (« *Energy [R] evolution* », EREC-Greenpeace ; « 100% renewable 2050 », WWF-EcoFys-OMA). Des plateformes ou des collectifs hybrides constituent des arènes de confrontation, de débats et de synthèse entre acteurs de différents horizons et jouent aussi un rôle essentiel : l'Energy Modelling Forum permet une mise en partage des avancées académiques et leur articulation au monde économique et aux institutions nationales et internationales ; le GIEC réalise des états de l'art réguliers à l'attention des politiques au travers de ses rapports d'évaluation (*Assessment Reports* « AR ») ou spéciaux (SRCCS en 2005 ; SRREN en 2011). Une dernière catégorie rassemble les initiatives intellectuelles plus ou moins isolées, comme celle de Jeremy Rifkin, dont le livre *La troisième révolution industrielle* insère des visions d'avenir dans une réflexion plus générale sur le contexte historique.

De cette trop brève présentation, on retiendra la diversité des acteurs engagés dans la production de visions et de scénarisations. Il en résulte une variété de finalités qui sous-tendent ces visions – intérêts sectoriels ; visées scientifiques, militantes, géopolitiques ou de politiques publiques – et convoquent des modes de légitimité spécifiques. On notera aussi les fortes dynamiques d'association et d'hybridation, que ce soit autour de la production de visions servant des intérêts convergents (industrie – environnement) ou autour d'arènes articulant la modélisation scientifique aux sphères de la décision économique et politique. Ces dynamiques traduisent bien, au-delà des revendications et des débats épistémologiques de

la modélisation scientifique, de la forte dimension performative des pratiques de scénarisation. Elles suggèrent, à l'instar des travaux de sociologie économique qui s'emparent des processus d'« économicisation » en concevant l'économie comme une pratique ouverte - c'est-à-dire élargie à l'ensemble des acteurs qui contribuent à la mise en économie des ressources et des biens - de considérer la scénarisation comme une pratique collective, procédant de formes multiples d'engagements et de légitimités qui visent à scénariser le futur pour l'orienter. La cartographie et les lignes de force de cette pratique collective sont à analyser.

La fabrique des scénarios

La production des scénarios ne saurait se réduire à la collecte et l'agrégation mécanique des données quantitatives, notamment économiques, relatives au monde de l'énergie. Elle procède de choix essentiels à visée fortement stratégique.

Tout d'abord, les modélisateurs décident des enjeux stratégiques et des pans du réel qu'ils souhaitent scénariser. Leurs modèles incorporent des intentions et des visions du monde. Ils opèrent des choix méthodologiques en fonction de ces visions, des objets modélisés, des savoir-faire possédés, des visées de légitimité poursuivies. Ils s'appuient sur des références spécifiques, traduisant la confiance qu'ils accordent aux différentes sources de données et à la légitimité qu'ils peuvent en retirer. L'évolution technique des systèmes énergétiques (vitesse d'innovation, horizon

d'exploitation, tendances de coûts) peut faire l'objet de visions très divergentes, comme dans le cas de la fusion nucléaire. Les données de coûts des technologies peuvent être peu stabilisées ou inégalement accessibles. La dimension proprement sociale telle que l'accueil que les populations peuvent réserver aux transformations scénarisées peut être extrêmement difficile à catégoriser à des fins de modélisation.

Ensuite, les opérations de calibrage du modèle à partir de données statistiques relèvent d'un art qui, entre protocole, routine, inventivité et bricolage, stabilise un objet dont on rend compte de manière sélective : le modèle ne peut pas tout dire, sans quoi il ne dirait plus rien, il a un champ de compétences.

Enfin, la production de scénarios à partir d'un modèle donné redouble, par la définition des futurs envisagés (par ex. avec ou sans nucléaire, avec ou sans capture et stockage du CO₂, avec ou sans hydrocarbures non conventionnels...), les intentions et les discours d'avenir qui sont au cœur du modèle. Autrement dit, la construction des modèles comme des scénarios quantifiés qui en sont issus dissimule une large gamme d'opérations de sélection, de hiérarchisation, de tâtonnements et d'évaluation qui explique les différences observées. Ces différences doivent faire l'objet d'une attention particulière si l'on veut comprendre les facteurs qui portent à existence des « faits énergétiques futurs ». Elles ouvrent aussi un champ d'interrogation sur les modalités de construction des scénarios comme objets politiques.

Représentations et valeurs dans les scénarios

Un premier axe de réflexion concerne le mélange de connaissance et de normativité qui caractérise les visions d'avenir. L'anticipation construite à partir de motifs rationnellement exposés et pondérés sert des choix théoriques et pratiques, des valeurs et des préférences. Elles peuvent être de plusieurs types (morales, politiques ou autres) et se conjuguer, mais pour que le sens de ces pratiques soit établi, il convient de les clarifier.

Une forme de gouvernance contemporaine

A partir de l'hypothèse adoptée selon laquelle toute forme de savoir est investie sous la forme d'un pouvoir dans les sociétés modernes, il est possible de voir dans les modélisations énergétiques une modalité typique des formes de gouvernance contemporaines et de leur rapport à l'idéal de rationalisation du pouvoir. L'accumulation d'informations quantitatives sur la société et son encadrement technique, la formulation de tendances et de prévisions planificatrices, supposent que le pouvoir pénètre la sphère microscopique des actions, et notamment celle de la consommation ou des pratiques quotidiennes. Autrement dit, les choix qui dictent la formulation des scénarios sont liés à l'accessibilité à ces éléments et à la représentation que les divers acteurs s'en font. Les enjeux et les controverses associés à la construction du futur consommateur-producteur dans le cadre du développement des réseaux

intelligents (calibrages des cas d'usages ou *use-case* dans des « démonstrateurs », catégorisation de ces cas d'usages dans le cadre de groupes de travail prénormatifs européens) sont un exemple de cadrage de pratiques quotidiennes par codification, adossé à des modélisations qui informent ces choix stratégiques.

On pourra également insister sur la nouvelle dimension que prennent ces formes de gouvernance en contexte de risque et d'incertitude. Par exemple, les enjeux de sécurité énergétique tendent à redéfinir le statut des pratiques de scénarisation. La déconstruction des prétentions à la simple objectivité neutre qui s'affiche souvent dans les pratiques de scénarisation peut donc ouvrir à une lecture réflexive de ce qu'elles supposent et impliquent.

La dimension éthique des scénarios

Le scénario incorpore bien souvent des représentations de dimensions de la vie sociale, difficilement quantifiables, et difficilement réductibles à des visions indiscutables. Ainsi en va-t-il des pratiques et des comportements d'acteurs ou de consommateurs. Les modèles procèdent le plus souvent d'un individualisme méthodologique. Ils réduisent ce faisant les pratiques énergétiques à un enjeu de décision et de comportement individuel et confèrent trop souvent un rôle prépondérant au signal prix dans l'inflexion des comportements. Les pratiques de consommation ont une dimension historique et sociale aujourd'hui reconnue (modes d'accès à l'énergie,

mode de transport, structures urbaines, normes sociales, différences suivant l'âge, le genre...), dont la prise en compte par les modèles et les visions d'avenir est à la fois hétérogène et décisive. Le développement d'une culture du commun, notamment, est susceptible de changer la donne dans des proportions que l'on peut difficilement évaluer objectivement, mais que l'on peut toujours imaginer, ou souhaiter. La redéfinition de ces aspects sociologiques et culturels de l'énergie doit être mise au premier plan des pratiques de scénarisation, non seulement pour déconstruire leur discours implicite, mais aussi pour améliorer leur dimension performative aussi bien que descriptive.

Les représentations politiques et sociologiques impliquées dans les modélisations mettent toujours en jeu des valeurs : la normativité qui leur est inhérente s'enracine dans des choix d'ordre éthique. Les enjeux de consommation font aujourd'hui l'objet de controverses éthiques très vives. D'un côté, on conçoit l'émancipation en référence à un libéralisme économique et politique qui défend la liberté d'accéder sans limites aux biens matériels proposés par le marché. De l'autre, on situe inversement la vertu dans la capacité à distinguer les biens nécessaires aux besoins fondamentaux. La normativité des scénarios énergétiques tient largement à ces argumentations qui balisent l'espace des controverses éthiques. Une approche philosophique et critique des valeurs engagées dans les différents scénarios proposés, des définitions de la justice et de l'inégalité qui les sous-tendent, pourra être développée.

Les épreuves sociales des modélisations

La production des scénarios énergétiques mobilise de nouveaux acteurs, des nouvelles formes d'accès au savoir et de nouvelles formes de discours politiques. On pourra donc s'intéresser à la « vie sociale » de ces objets, c'est-à-dire à la façon dont ils sont mis à l'épreuve. La sociologie est rompue à l'analyse des situations de controverses et à la façon dont se construit le rapport entre science et société. Deux aspects principaux de ces controverses peuvent faire l'objet d'une analyse : le partage experts/non-experts et les enjeux de légitimité.

Le partage experts/non-experts

Cette distinction experts/non-experts renvoie à un partage classiquement présumé par le développement de la science moderne : le savoir rationnel n'est pas également partagé dans la sphère sociale et revient en priorité à une catégorie sociale donnée, les scientifiques. Or dans le monde moderne, le pouvoir politique de la science rend nécessaire sa mise en discussion démocratique – sans quoi l'idéal lui aussi rationnel de démocratie se heurte à un obstacle majeur. Le développement de scénarios et de visions d'avenir peut induire des reconfigurations de ce partage. Des communautés locales peuvent, par exemple, se saisir des moyens d'accès à l'information en matière énergétique et l'exploiter pour la confronter aux visions d'experts. Le profane entre ce faisant dans un champ qui n'est en principe pas le sien, et exige la

reconnaissance d'un savoir-faire et de sa portée politique. Les incertitudes et désaccords en matière de modélisation ne prennent donc pas seulement la forme de discussions techniques, ils sont aussi liés à des positions socialement définies. La cartographie de ces positions, et de leurs déplacements, est nécessaire à la compréhension des épreuves que traverse la modélisation.

Conflits et construction de légitimité

Ces controverses correspondent également à des conflits de légitimité qui peuvent prendre des configurations multiples. Ainsi, le simple fait que certaines modélisations soient formulées par des institutions en charge de la gouvernance économique et/ou politique leur donne un statut d'officialité spécifique, qui se confond souvent avec une revendication de vérité. Ainsi, les visions profanes, confrontées à un déficit de légitimité, doivent opérer un travail de légitimation (par exemple validation par experts indépendants, légitimation académique, mobilisation dans les instances ad hoc ...). Cette configuration pourrait être illustrée par l'exemple du scénario EREC Greenpeace dans le cadre du rapport SRREN en 2011 ou du scénario négaWatt dans le cadre du Débat National sur la Transition Énergétique en 2013. Le contenu de ces scénarios, qui comme exposé auparavant peut correspondre à des représentations sociales, politiques et morales alternatives, les rend vulnérables aux critiques menées au nom du « réalisme », tout en leur conférant un dynamisme innovant. La reconnaissance d'une forme de légitimité à ces scénarios est donc un

enjeu important, et un problème pour la sociologie politique. Ainsi, autre exemple, en est-il du resserrement des négociations sur un régime climatique multilatéral autour de modèles et de cadrages économiques (coût/prix unique du carbone, *cap and trade*) par rapport à d'autres dimensions stratégiques de la gouvernance internationale (sécurité énergétique, sécurité alimentaire, sortie de la pauvreté, libéralisation des échanges, biodiversité). La légitimité acquise dans ces processus par les visions des économistes reste à analyser pour comprendre les impasses de ces négociations.

Le cas du Débat National sur la Transition Énergétique

Le Débat National sur la Transition Énergétique qui s'est déroulé au cours de la première moitié de l'année 2013 en France peut être un terrain de déploiement de ces analyses. Si ses résultats ne pourront être appréciés qu'avec le recul, le processus (conseil de 7 collèges de 16 membres, comité de pilotage, groupe des experts, comité citoyen, discussions dans les territoires...) qui a sous-tendu leur production peut être analysé. Il a formellement permis à différentes parties prenantes, accompagnées par des experts, de s'exprimer sur des thématiques identifiées. Le groupe de travail « mix énergétique et scénarios » a en partie focalisé l'attention. Le tempo du processus n'autorisant pas la production des scénarios spécifiques, ce groupe a dû recenser et traiter de manière standardisée (dans des « feuilles de résultats ») des scénarios identifiables en début du processus : ces scénarios

constituaient autant d' « images du futur » produites de manière *bottom-up* par des institutions diversifiées. Les seize images recensées ont été classées en quatre grandes familles ou « trajectoires », chacune évaluée par la quantification de ses impacts du point de vue de critères dits « citoyens ». Ces critères (douze au total) comprenaient par exemple : le coût pour le consommateur, les impacts sur la santé ou encore les conséquences en termes d'emploi. Cette évaluation n'ayant pu être complétée dans les temps impartis, des « points aveugles » ou « zones d'ombre » susceptibles d'être mieux explorés dans le futur, ont été identifiés. Si l'exercice a formellement permis d'élargir le spectre des scénarios usuellement pris en compte dans ce type d'exercice – par exemple, le scénario négaWatt a été intégré – et d'identifier des trajectoires comme autant d'objets communs, il serait intéressant d'analyser plus avant les périmètres successifs des enjeux qui ont été discutés, les modes de justification des positions qui se sont exprimées, les formes de légitimité qui ont présidé aux catégorisations de trajectoires et à leur mise en discussion ainsi que les perceptions et les retours d'expérience des participants à ce débat.

L'histoire des futurs

La dernière série d'interrogations que l'on soulèvera au sujet des pratiques de scénarisation est plus réflexive et plus distante. Elle part de l'idée selon laquelle les visions d'avenir sont constitutives des sociétés modernes et industrielles et que les formes que prennent ces visions en disent long sur la

façon dont les sociétés se représentent elles-mêmes ainsi que leur développement historique. En d'autres termes, l'avenir a une histoire, qui nous permet de mieux appréhender ce que nous pouvons attendre des scénarisations et modélisations.

Partant de cette hypothèse on pourra susciter, de la part de l'histoire, et notamment de la part de l'histoire des sciences et des techniques, une réflexion comparative sur les formes du rapport à l'avenir. Le monde industriel né au XIX^e siècle s'est accompagné d'une transformation majeure des formes de représentation de l'avenir, progressivement dominées par la notion de projet, qui joue un rôle essentiel dans les politiques de grands travaux et d'ingénierie. L'accès à de nouvelles énergies (fossiles) et le développement d'un nouveau système technique alimenté par ces énergies est donc lié à des représentations culturelles qui voient dans l'avenir une répétition indéfinie des innovations vécues au présent. La confiance en la technique marque l'âge industriel et fonctionne comme un scénario implicite : l'avenir sera le produit de l'accumulation des succès techniques. L'apport énergétique nécessaire à cette accumulation n'est pas mis en question. Cette représentation de l'avenir est en rupture avec les conceptions prémodernes du temps, mais aussi avec les nôtres. Le risque, l'incertitude et l'évidence d'une limitation des ressources marquent un retournement de situation : envisager l'avenir, c'est aujourd'hui mettre à l'épreuve nos capacités à gérer les contraintes, les limites matérielles et économiques du système complexe que forment les sociétés et les environnements. De ce point de vue, l'image d'un progrès indéfini animé par l'accumulation des

innovations techniques perd de sa vigueur. Les débats sur la décroissance, un temps clos, retrouvent une certaine actualité. On est aussi conduit à envisager l'avenir à travers le renoncement possible à certaines techniques (en matière d'énergie, mais pas seulement, si l'on pense au cas des biotechnologies ou des nanotechnologies), renoncement qui n'est pas un simple geste négatif, mais un effort positif. Une recherche sur les différentes formes de rapport à l'avenir dans leur rapport aux sciences, aux techniques, et à leur valeur sociale, peut donc être envisagée.

Le cas de l'énergie nucléaire emblématise ces transformations historiques. L'enthousiasme politique, scientifique et technique qui a motivé l'adoption de cette solution énergétique a été progressivement coupé dans son élan du fait d'une série d'accidents (Three Miles Island, Tchernobyl, Fukushima), de la prise de conscience de son lien au pouvoir militaire et de l'augmentation du prix de cette énergie. Alors que l'énergie nucléaire a longtemps représenté l'exemple typique d'un progrès indiscutable et bénéfique, ainsi que la conjonction idéale entre intérêts politiques, économiques et scientifiques, elle incarne aujourd'hui une dimension controversée, hautement sujette au risque, du développement des techniques. L'histoire de cette énergie est donc marquée par un revirement de situation, dont la prise en compte politique peut passer par la formulation de scénarios. Pour les Etats largement dépendants de cette filière, comme la France, l'élaboration de scénarios « avec » et « sans » nucléaire (ou avec des proportions intermédiaires) représente une mise à

l'épreuve fondamentale de nos représentations collectives. Est-il possible d'envisager un approvisionnement énergétique conforme aux plans des années 1950, auquel s'ajouterait la gestion du risque massif, ou faut-il élaborer une vision future de notre société qui assumerait toutes les transformations nécessaires à une « révolution énergétique » ? Faire des scénarios, dans ce cas, suppose une confrontation entre l'anticipation d'un avenir conçu sur le modèle du passé (notre avenir se déploie comme un prolongement du temps déjà passé), et la production d'une trajectoire historique différente du déjà connu et de ses modes de devenir (nous prenons conscience des transformations même de la temporalité sociale).

Enfin, on pourra s'intéresser aux formes culturelles que prend le rapport collectif à l'avenir. L'un des traits marquants de la culture populaire née avec la civilisation industrielle est son attrait pour l'avenir. La littérature et le cinéma notamment, mais aussi la Bande Dessinée et les séries télévisées, ont souvent fonctionné comme des formes vernaculaires de scénarisation, d'anticipation. Qu'elles véhiculent une idéologie de la croyance au progrès ou qu'elles en proposent une critique, il semble qu'elles projettent avant tout dans le monde social lui-même des expériences (au sens de la philosophie pragmatiste) de l'avenir. Avec le cinéma et la littérature (de science-fiction notamment, mais pas seulement), tout le monde entretient un certain rapport avec les visions d'avenir, tout le monde expérimente d'une certaine manière des futurs possibles. Les transformations historiques de ces expériences sont alors dignes d'intérêt, surtout lorsqu'elles mettent directement

en question l'approvisionnement énergétique (c'est le cas de toute la culture liée aux « super héros »). On puisera donc dans les humanités des apports utiles à une conception réflexive des visions d'avenir.

Par conséquent, on ne doit pas s'interdire d'interroger les scénarios à l'aune des productions artistiques capables de porter une vision de l'avenir, sur les registres de l'anticipation, de l'utopie ou de la dystopie. Il est frappant de constater comment le nucléaire a inspiré les artistes comme préfiguration d'un futur prométhéen reposant sur le contrôle de la matière et une disponibilité infinie. Cette dimension de l'imaginaire, évacuée dans les présentations des scénarios pour l'action, n'est-elle pas fondamentale, tant dans leur conception que dans leur réception ? Lorsque la France bascule du charbon au nucléaire, elle ne change pas seulement de modèle énergétique, sont également en jeu d'autres valeurs et représentations (le charbon sale, les conditions de travail dans la mine par rapport à une énergie « propre » contrôlée par des scientifiques en blouse blanche).

3

Gouvernance des politiques de l'énergie

Le secteur énergétique est central pour les sociétés industrielles, les pays en développement ainsi que dans la mutation des économies. Il interroge bien au-delà de la seule conduite des politiques énergétiques par les Etats. Ce secteur stratégique constitue un noyau autour duquel gravitent de nombreux autres domaines d'importance, telles que les politiques sociales, économiques, industrielles ou encore environnementales.

La gouvernance des politiques de l'énergie, si elle est largement héritière d'approches sectorielles (pétrole, gaz, nucléaire, éolien...), suscite des interrogations transversales.

Les politiques de l'énergie censées contribuer à la décarbonisation de notre économie ne peuvent manquer de soulever des enjeux de redistribution des richesses, des pouvoirs, des risques ou encore des impacts sur l'environnement.

La prise en charge de ces enjeux transversaux ne va pas de soi. Elle appelle une étude des formes de gouvernance qui président aux politiques de l'énergie et de la manière dont elles abordent les enjeux énergétiques en fonction de leur plus ou moins grande ouverture démocratique, de leur tradition centralisée ou décentralisée. Outre les relations avec les entreprises se pose la question de la construction collective des politiques de l'énergie et des interventions, plus ou moins structurées, parfois très militantes, des organisations sociales mobilisées sur la question de l'énergie.

Le pilotage des politiques de l'énergie par les Etats est aujourd'hui pris entre plusieurs feux : leurs héritages en matière de politiques de l'énergie, le jeu des négociations internationales sur le climat, la libéralisation des marchés de l'énergie, enfin la multiplication des parties prenantes dans l'élaboration des politiques publiques. Au milieu de ces enjeux, de nouvelles formes de gouvernance s'inventent, souvent très marquées par les technologies qu'elles mobilisent. La capacité des groupes sociaux, des politiques et des sociétés à appréhender les questions énergétiques dans leurs multiples dimensions, et les conditions sociales les plus propices à la construction de ces problèmes, constituent des objets importants pour la recherche en SHS.

Ce chapitre expose quelques pistes de recherche en matière de gouvernance des politiques de l'énergie.

Une gouvernance étatique interrogée

L'Etat, sa légitimité et son rôle font l'objet de multiples développements en sciences sociales. Les enjeux énergétiques interrogent non seulement le rôle de l'Etat et de ses délégations locales, mais aussi ses modes de constitution, voire la définition de l'Etat. Dans une acception classique, l'Etat détient les fonctions d'administrateur du territoire, y compris dans ses dimensions écologiques. Il veille à ce que les potentiels de développement soient valorisés, l'intégrité physique du territoire garantie. Il doit aussi veiller à ce que le développement ménage des équilibres socio-économiques et n'accroisse pas les disparités sociales. Pour certains, la notion de souveraineté définit classiquement la nature du pouvoir de l'Etat et la façon dont il se légitime : il est souverain en ce qu'il se situe à l'origine des décisions, et qu'il l'emporte par principe sur toute autre source de décision. Pour d'autres, l'Etat et son pouvoir, sont un effet des pratiques politiques courantes, effet qui demande à être décrit dans ses modalités de construction, mêmes banales, administratives ou techniques (cf. la politique par les instruments) ou encore articulées autour de la matérialité même de certaines formes d'énergie (e.g. la transportabilité du pétrole). Ces multiples approches de l'Etat peuvent selon les enjeux être mises à profit pour comprendre et analyser la manière dont les enjeux énergétiques questionnent le rôle

et les pratiques étatiques, la spécificité des politiques énergétiques, leur articulation aux autres politiques sectorielles (environnement, santé, aménagement...) ainsi qu'aux communs en place (e.g. environnementaux, paysagers...). Ils questionnent jusqu'au périmètre, au statut et à la définition même de l'Etat, en soulevant la question des assemblages étatiques les mieux à même de soutenir et d'accompagner des évolutions dans les pratiques de production et de consommation d'énergies.

Un passé à comprendre : construction des Etats et enjeux sociétaux

La compréhension des enjeux énergétiques contemporains est inséparable d'une attention portée à l'histoire des Etats et de leurs politiques de l'énergie ainsi que d'une meilleure connaissance des cas nationaux et de leurs interrelations. L'étude comparative des trajectoires de politique énergétique est un champ riche à explorer.

Il s'agit tout d'abord d'analyser le lien entre l'affirmation de la souveraineté des Etats et l'histoire de leurs politiques énergétiques. La dépendance des Etats à des ressources énergétiques extraterritoriales et les efforts pour sécuriser leurs approvisionnements et se déprendre de relations politiquement et économiquement sensibles, constituent un enjeu décisif pour l'affirmation de leur souveraineté et la compréhension de leur place sur la scène internationale. L'orientation de la politique énergétique des Etats appelle une analyse multi-scalaire qui

confronte les enjeux internationaux aux situations politiques nationales. Ceci est par exemple décisif pour analyser, à la suite de la catastrophe de Fukushima, l'hétérogénéité des positions des Etats en matière de politique de l'énergie nucléaire. De même, cet exercice de souveraineté ne peut être compris isolément, en séparant les territoires les uns des autres, sans poser la question des tensions géopolitiques autour de l'énergie dans des zones géographiques diverses.

Un intérêt affirmé pour l'histoire de cas nationaux devrait aussi être prolongé d'une analyse des dimensions politique et sociale des politiques de l'énergie. Ces dernières ne sont pas qu'un champ de forces géopolitiques, elles participent aussi de l'organisation des sociétés. Les politiques de l'énergie sont insérées dans la construction de « communs énergétiques nationaux » au sens d'un actif national composé des infrastructures énergétiques, des opérateurs historiques, de la progressive construction des choix et des modes de contractualisation auprès des consommateurs/usagers, le tout constituant des éléments d'un sentier de croissance voire d'une identité nationale. Le kWh peréquationné ou le cas du développement de l'énergie nucléaire en France, tant qu'il est sous-tendu par une forme de contrat social en faveur d'un kilowattheure à bas prix, sont illustratifs de ce que peut être un « commun énergétique national ». Ce type de commun appelle, pour être compris, des analyses des réseaux d'ingénieurs, de scientifiques et de politiques qui de façon parfois normative, et au nom de la satisfaction du bien-être social, ont participé à l'élaboration et à la justification de mesures politiques dans

le domaine de l'énergie. Il conduit aussi à s'interroger sur la façon dont ces trajectoires et ces héritages, loin de se réduire à des conservatismes, nourrissent l'élaboration des politiques énergétiques contemporaines.

Enjeux géopolitiques et relations internationales

Le marché mondial des hydrocarbures connaît de profondes transformations : multiplication des acteurs étatiques et non étatiques aux rationalités, intérêts et préférences hétérogènes ; mutations des structures de l'offre et de la demande ; internationalisation croissante des échanges ; libéralisation et financiarisation des transactions énergétiques internationales. A cela s'ajoutent d'une part le développement des hydrocarbures non conventionnels qui éloigne la perspective d'un *Peak Oil* ou d'un pic gazier tout en étant porteur de nouveaux équilibres énergétiques internationaux et, d'autre part, la problématique climatique dont la dimension énergétique constitue une variable-clé. Il importe de traiter ces dynamiques en les replaçant dans un espace à trois dimensions : le système des Etats, les systèmes de marchés et les institutions, en prenant ces dernières au sens large de règles, de normes, de principes et de structures d'organisation. Par ailleurs, l'énergie est aussi un bien stratégique, un instrument de politique étrangère, un objet de rapports de pouvoir.

En mettant l'accent sur les interfaces entre le politique, l'économique et le juridique, une série de questionnements relatifs à l'analyse des modalités d'organisation des relations

énergétiques internationales s'imposent. On peut s'interroger sur le poids respectif des dynamiques de concurrence et des règles institutionnelles (*Rule of Law*) dans la structuration d'une gouvernance mondiale de l'énergie.

La théorie des régimes internationaux peut constituer un corpus théorique et conceptuel intéressant afin de s'interroger sur les déterminants de la formation d'un régime international dans le domaine des hydrocarbures (sous contrainte climatique).

Les libéralismes et leurs articulations au marché

Pour être comprise, la gouvernance des politiques de l'énergie appelle aussi une analyse de la diversité des formes de libéralisme et de la manière dont elles suscitent de nouveaux modes d'articulation entre les Etats, les entreprises privées et les consommateurs. Les Etats se trouvent ici en prise avec la constitution de grands espaces géoéconomiques formés par les échanges énergétiques et les tentatives de constitution de marchés transnationaux.

Bien qu'il ne doive pas occulter les cas d'autres grands ensembles régionaux (Amériques et Asie notamment), le cas de l'Union Européenne est un objet d'étude incontournable. Elle constitue un laboratoire grandeur nature pour suivre et comprendre les mécanismes de promotion des énergies renouvelables en même temps que ceux de la constitution de marchés intérieurs de l'énergie (gaz, électricité). La remise

en cause des monopoles nationaux depuis le milieu des années 1990 interroge directement la politique énergétique des Etats, qui ont fait des choix très différents. Plusieurs pistes de recherche peuvent être approfondies. Tout d'abord, la formation de marchés intérieurs de l'énergie en Europe ne va pas de soi. Dans le cas des politiques des énergies renouvelables, cette émergence est passée par une période transitoire (décennie 2000) au cours de laquelle l'Europe, faute de pouvoir imposer un cadre communautaire harmonisé, a laissé les Etats expérimenter différents régimes d'aides (tarif d'achat, certificats verts, appels d'offre). Les modalités de convergence/divergence de ces dispositifs, de mise en représentation et d'apprentissage collectif quant à leur coût/efficacité, d'évolution du rôle des instances européennes, des Etats et de différentes communautés épistémiques dans cette trajectoire sont à analyser.

Une autre piste de recherche porte, par exemple, sur les options de développement privilégiées par les Etats pour déployer leurs politiques énergétiques dans un contexte de dérégulation. La libéralisation des marchés de l'énergie ne signifie pas mécaniquement « privatisation ». Dans le cas des politiques éoliennes en Europe, la France a favorisé le portage de projet par des investisseurs privés alors que d'autres pays comme le Danemark, l'Allemagne ou la Belgique ont davantage soutenu l'investissement coopératif. L'analyse, d'ores et déjà initiée, de ces trajectoires nationales peut enrichir la réflexion sur la conduite des politiques de transition énergétique.

Au-delà de l'espace européen, les processus d'intégration supranationaux sont nombreux (connexions Nord/Sud transméditerranéennes, gazoducs continentaux, grands barrages binationaux...). Leur analyse pourra nourrir une perspective géopolitique sur les transformations du capitalisme dans le domaine de l'énergie. Les puissants conglomérats publics ou privés qui gèrent le secteur de l'énergie et les nouveaux acteurs qui y ont émergé jouent un rôle essentiel dans l'économie mondiale. On ne saurait, par exemple, comprendre l'affirmation internationale de la Chine, du Brésil ou encore de l'Arabie Saoudite sans examiner les stratégies de Sinopec, Petrobras ou Aramco.

Ces processus d'intégration supranationaux constituent aussi des terrains propices pour interroger les articulations entre les entreprises privées, les Etats et les consommateurs. Leur analyse doit ouvrir sur une compréhension de la formation de la décision politique et de sa capacité à prendre en compte les demandes généralement contradictoires des sociétés.

L'enjeu climatique : nouvelles arènes et nouveaux acteurs

En moins de trente ans, le changement climatique d'origine anthropique est devenu un enjeu scientifique et géopolitique majeur. Historiquement, la lutte contre le réchauffement climatique a surtout été abordée en termes d'atténuation (mitigation), par réduction des émissions de CO₂, plus que

d'adaptation. Aujourd'hui, le bilan du protocole de Kyoto et les débats post-Kyoto invitent à intégrer ces deux dimensions.

Les négociations internationales sur le climat constituent un objet d'analyse majeur insuffisamment abordé en France. Au-delà de l'histoire des idées et des modèles de croissance, c'est l'invention d'une forme de gouvernance internationale qui appelle à être analysée. Le champ d'étude est vaste et suppose de couvrir les arènes scientifique, politique et technique pour comprendre comment les enjeux qu'elles comportent évoluent en interaction dynamique.

Ces processus de co-production des connaissances et des ordres politiques soulèvent de nombreuses questions : comment analyser les succès et les échecs passés des négociations climatiques ? Quel est le poids des communautés scientifiques sur les négociations internationales sur le climat ? Quel a été le rôle des représentations du futur dans ces échecs et/ou succès ? Quel usage est-il fait des scénarios de changement climatique lors de ces négociations ? A quels modèles économiques et à quelles options technologiques sont-ils articulés ? Quelles formes de cadrage ces modèles introduisent-ils dans la manière dont les Etats discutent de leurs objectifs et de leurs responsabilités ? Les décalages entre les cycles scientifiques et les cycles de la vie politique ont-ils joué un rôle dans ces échecs ? Par quels processus et pour quelles raisons ces négociations se sont-elles resserrées autour d'un cadrage exclusivement climatique et économique (coût/prix unique du carbone, *cap and trade*) ? Quel est le rôle de ce

cadrage dans les échecs successifs ? En outre, la gouvernance des politiques énergie-climat se double d'enjeux éthiques (la modification des modes d'existence face à la problématique climat) et moraux (la définition des responsabilités entre les Etats dans le partage du « fardeau », le développement des Suds, la prise en compte ou non des générations futures). Mieux les comprendre constitue un enjeu central pour élaborer des positions nationales.

Enfin, les négociations sur le climat sont inséparables de l'élaboration de scénarios de transition énergétique (cf. chapitre 2, « visions du futur et scénarios »). Si ces négociations impliquent les Etats, la multiplication des scénarios de transition qu'elles convoquent témoignent d'un élargissement des acteurs qui entendent prendre part aux réflexions sur la gouvernance des politiques de l'énergie.

Il convient donc, au-delà d'une analyse des tensions soulevées pour la gouvernance étatique, de suivre et décrire l'émergence de nouvelles formes de gouvernance énergétique et climatique.

Des politiques publiques face à la multiplication des parties prenantes

La multiplication des parties prenantes pose la question des interventions d'acteurs ou de collectifs sociaux de plus en plus mobilisées sur les enjeux énergétiques, avec des positions parfois de fort militantisme. Elle invite à observer

le fonctionnement du secteur énergétique du point de vue de sa gouvernance au sens large : non pas seulement l'organisation d'instances de coordination ou de négociation mais aussi l'émergence de conflits et de coopérations entre acteurs sociaux de différentes natures dont les intérêts divergent et qui sont porteurs de constructions politiquement et intellectuellement très différentes des problèmes publics à traiter.

Il y a là un champ de recherche considérable si l'on considère par exemple le cas français, où l'élaboration des politiques de l'énergie relève historiquement de processus centralisés, peu négociés et adossés à une planification des investissements nationaux. Les questions sont nombreuses. Par exemple, les enjeux contemporains de « transition énergétique » ouvrent-ils ces politiques de l'énergie à de nouvelles formes d'engagement de débats publics (intégrant les débats contradictoires, les controverses comme des processus normaux), à de nouveaux processus de délibération et de programmation ? Les acteurs de la société civile et les ONG contribuent-ils à la mise à l'agenda de nouvelles orientations énergétiques ? Comment peuvent-ils intervenir dans les débats techniques et scientifiques que suscitent les scénarios de transition ? Comment se pose ou se met en discussion la légitimité des différentes parties-prenantes ?

Ces interrogations renvoient inévitablement vers le rôle que doit ou que peut avoir l'Etat dont l'action et la légitimité ont longtemps été fondées sur un monopole d'expertise

et un contrôle des initiatives locales *via* différents corps et organismes.

Interroger la transition énergétique « à la française »

En France, la « transition énergétique » est devenue depuis peu un pivot des politiques publiques. Un jalon récent en a été le Débat National sur la Transition Énergétique. La question de la « transition énergétique » peut être analysée sous l'angle de l'émergence des problèmes publics, de leur mode de définition et de leur mise sur agenda, autrement dit en s'intéressant à la manière dont cette question se « construit » comme problème public (une approche souvent privilégiée par la sociologie politique et la science politique lors de l'examen des politiques publiques).

Dans cette perspective, il s'agit d'abord de déterminer comment la question de la « transition énergétique » a été mise en débat (aussi bien de façon « publique » que de façon « discrète »). Quels sont les débats techniques et scientifiques, les controverses, les polémiques ayant fait de la « transition énergétique » un objet de débat public ? Comment, notamment, la question de la « transition énergétique » a-t-elle été portée et configurée par les multiples et diverses controverses concernant les grandes technologies carbonées, les menaces associées au nucléaire (production d'énergie, déchets) ou à l'usage de certains carburants (diesel, etc.). Comment des spécialistes, des experts, mais également des élus, des intellectuels, des militants, sont-ils intervenus dans ces débats ? Quels

sont au sein des différentes sphères (scientifique, administrative, politique, économique, associative, médiatique...) les acteurs ayant contribué à l'émergence de ce débat ? Quels sont, également, les principales enceintes, les arènes et les forums au sein desquels ce débat s'est développé et quels ont été en termes d'argumentation et de justification les registres discursifs alors mis en œuvre ? Il s'agit, en d'autres termes, d'analyser les processus par lesquels la « transition énergétique » s'est constituée comme problème à résoudre.

Un second axe de recherche concerne la nature du « champ », du « monde » ou encore du « domaine d'action collective » - pour reprendre des notions assez proches - qui semble se constituer autour de la « transition énergétique », *via* la multiplication des recherches, des expertises, des expérimentations, des incitations politiques ainsi que des travaux d'ordre prospectif dans ce domaine (cf. infra). S'agit-il d'un nouveau référentiel permettant à des acteurs d'horizons très divers de se positionner dans un domaine « émergent » ou d'un simple mot-valise servant à étiqueter des actions qui restent fondamentalement hétérogènes ? Quel sens attribuer aujourd'hui à cette dynamique ? Correspond-elle à un processus d'innovation foisonnant et multiple dans le domaine de l'énergie ou bien à un mouvement d'ensemble qui, bien que très divers dans ses aspects, contribue à donner corps à l'idée de « transition énergétique » et à faire de celle-ci une notion commune pour nombre d'initiatives et d'expérimentations dans le domaine de l'énergie ? La question est de savoir s'il s'agit ou non d'un « champ » en cours de structuration et si,

par exemple, les acteurs concernés sont dès à présent en mesure de se doter de structures collectives d'échange et de confrontation (réseaux, forums...).

Un troisième axe de recherche porte sur les interactions entre les acteurs qui se réfèrent à la « transition énergétique » (à l'échelle nationale, européenne comme internationale) et à leur influence sur l'orientation des politiques publiques de l'énergie. Au-delà des effets d'annonce, voit-on se structurer des nouvelles lignes de force et des coalitions d'acteurs ayant le pouvoir et les moyens de faire de la « transition énergétique » un nouvel impératif ? Cet enjeu est particulièrement important dans le cas français où les acteurs historiquement en charge des questions d'énergie ne laissent encore qu'une place restreinte à des porteurs de solutions alternatives. La question est également de savoir si ces reconfigurations influent sur la forme donnée aux politiques publiques : s'agit-il de politiques classiques sous l'égide de l'Etat ou bien, compte tenu de la multiplicité et de la diversité des acteurs concernés, de formes renouvelées d'engagement des politiques publiques ? Voit-on émerger des combinaisons inédites entre acteurs relevant de secteurs divers (technique, scientifique, économique, associatif, public/privé) ou d'échelles d'action traditionnellement différente (collectivités territoriales, usagers...) ? Est-on, comme ce fut le cas dans d'autres domaines, en présence de politiques fondées sur des expérimentations (notamment au plan local) ayant ensuite vocation à être généralisées ? Il y a là un champ de recherche qui nourrit les interrogations sur le

devenir du rôle de l'Etat et ses capacités de gouvernance et de régulation dans le domaine de l'énergie.

Suivre l'émergence de nouvelles formes de gouvernance

La gouvernance des politiques de l'énergie s'inscrit dans un jeu de forces qui appelle à réviser l'idée d'un pilotage souverain par les Etats. Plus encore, le déploiement des nouvelles technologies de l'énergie, en raison des capitaux colossaux qu'il suppose et/ou de leur caractère décentralisé, s'accompagne de l'émergence de nouveaux collectifs (consortium d'industriels, réseaux de territoire...) qui participent activement à l'élaboration et à la mise en œuvre des politiques de l'énergie. De nouvelles formes de gouvernances s'inventent qui restent à comprendre.

Un cadrage technico-économique dominant

Un trait marquant des politiques énergétiques déployées ces dernières décennies, en particulier dans l'Union Européenne, est leur articulation forte à des visions de l'innovation et de la croissance sous-tendues par des politiques technologiques (*Stratégie de Lisbonne*, *Stratégie Europe 2020*). Ces politiques sont adossées à différents instruments, tels que les programmes de recherche et de développement (6^e et 7^e PCRD, *Intelligent Energy for Europe*) ou encore le Plan stratégique européen pour les technologies énergétiques (SET Plan)

adopté en 2010. Ces politiques technologiques poussent des nouvelles technologies de l'énergie (éolien, solaire photovoltaïque, capture et séquestration du carbone...) qui sont à des stades de maturité différents et vis-à-vis desquels les mesures diffèrent : appuyer la recherche-développement, promouvoir des démonstrateurs, soutenir la mise sur le marché, etc.

Dans le champ de l'énergie, l'évaluation du potentiel de ces technologies procède d'une dialectique « potentiel/barrière » qui tend à séparer la technique et le social. La technologie est dotée d'un potentiel, pour ainsi dire intrinsèque, de contribution à la production d'énergie, que viennent moduler divers obstacles ou barrières liés aux imperfections des politiques publiques, des marchés ou encore aux résistances et oppositions au changement technologique.

Cette gouvernance par les politiques technologiques comporte de nombreuses apories qui sont autant de pistes de recherche. Tout d'abord, la valeur intrinsèque du potentiel technique, posé comme horizon ultime, cantonne le « social » et les « institutions » dans un rôle de résistances (à dépasser). De fait, il ignore la contribution de ces derniers aux processus de déploiement technologique. Ensuite, l'ordonnancement par paliers suggère une hiérarchie dans les priorités d'actions – libérer la coordination marchande, intégrer les externalités, développer des institutions participatives – déconnectée des processus empiriques. Il en résulte des politiques de transition énergétique dont l'appropriation politique et sociale est tardive et souvent génératrice de nombreuses contre-performances.

Ce cadrage technico-économique est concrètement présent au cœur des politiques européennes de l'énergie. Il donne lieu à des processus de rationalisation procédurale (*streamlining*) visant à harmoniser la gouvernance des Etats par standardisation et simplification de leurs cadres administratifs et institutionnels. Il est également opérationnalisé par des filières industrielles transnationales qui participent activement à l'orientation des politiques publiques des Etats. La politique de l'éolien offshore en France peut l'illustrer : la filière de l'éolien offshore composée de grandes entreprises étrangères a su tirer les leçons de l'échec d'un projet pilote (Veulettes-sur-mer, Seine-Maritime) pour peser sur la redéfinition de la politique française à l'occasion du Grenelle de la mer en 2009.

Controverses et oppositions locales

La prédominance de ce cadrage technico-économique induit des formes de gouvernance problématiques auxquelles s'adossent les politiques de « transition énergétique ».

Le cas du déploiement des énergies renouvelables en Europe en est un bon exemple. La directive de 2001 sur la promotion de l'électricité d'origine renouvelable a fait du choix des instruments économiques un enjeu majeur - comme si le choix du « bon » instrument allait suffire à réaliser le potentiel dont la technologie était porteuse. Or, à régimes d'aide équivalents (par exemple, le tarif d'achat de l'électricité d'origine éolienne en France, en Allemagne et en Espagne), les capacités raccordées s'avèrent très inégales, ce qui suggère que

d'autres facteurs davantage institutionnels (e.g. organisation administrative centralisée ou décentralisée), voire culturels (e.g. politiques de protection des paysages dans les différents pays européens) restent à intégrer à l'analyse.

Cet élargissement de l'analyse à des variables autres qu'économiques renouvelle la compréhension d'enjeux clefs de la gouvernance tels que les oppositions locales suscitées par le déploiement des nouvelles technologies de l'énergie. Ces oppositions sont trop souvent assimilées a priori à des comportements inciviques à l'égard de développements technologiques soutenus par les Etats. Cela témoigne d'un appareillage conceptuel encore trop faible. Par exemple, une catégorie d'analyse comme celle de 'NIMBY' (i.e. not in my back yard) minimise l'importance des recompositions sociales et territoriales que ces développements suscitent. Elle suppose aussi que les infrastructures sujettes à opposition sont dotées d'un intérêt public reconnu, ce qui est loin d'être le cas s'agissant des infrastructures énergétiques contemporaines. Cette notion met ainsi à distance la question pourtant cruciale de l'articulation de ces politiques technologiques à des processus institutionnels parfois inadéquats et trop peu régulateurs.

Ces observations invitent à reconsidérer le rôle des oppositions locales dans la mise en œuvre des politiques énergétiques et à les suivre de l'intérieur comme un point de vu privilégié pour comprendre les ajustements possibles des formes de gouvernance.

Certaines technologies relèvent de formes de gouvernance plus confidentielles encore, où la mise en politique se trouve quasiment remplacée par un processus de démonstration de maîtrise des risques. C'est ce que suggèrent, par exemple, certaines analyses de la politique européenne de développement de la capture et du stockage géologique du dioxyde de carbone. Peu discutée au niveau des Etats, elle fait l'objet d'une « politique de démonstration » européenne dont l'élaboration confère un rôle central à la « zero emission platform for fossil fuels » où se coordonnent essentiellement des industriels, et qui conçoit le niveau local comme autant de sites destinés à expérimenter grandeur nature ce dispositif technologique.

Cette réduction des politiques de l'énergie à des politiques technologiques organisées autour de la question du moindre risque interroge quant à leur dimension démocratique. Entre la mise en débat de scénarios de transition énergétique et le déploiement des options technologiques qui les sous-tendent, l'écart est parfois conséquent et mérite d'être analysé.

Réseaux d'autorités locales et dynamiques décentralisées

Une étude des nouvelles formes de gouvernance des politiques de l'énergie, au-delà de l'ouverture des politiques traditionnellement pilotées par les Etats, appelle aussi à considérer l'importance des expériences locales et de leur mise en réseau.

Depuis près de trente ans, des réseaux internationaux d'autorités locales (ICLEI, Energy Cities, Climate Alliance, la Convention des maires...) s'organisent pour peser sur les négociations internationales sur le climat et sur les politiques énergétiques. L'argument phare est que les enjeux environnementaux globaux ne peuvent rester uniquement de la responsabilité des Etats. Longtemps, les autorités locales sont apparues illégitimes auprès des grandes instances internationales telles que l'ONU. Elles pâtissaient d'une appréciation négative : les villes, à travers l'étalement urbain, sont considérées comme un problème ; le niveau local serait trop intéressé pour contribuer aux décisions.

Dans les années 1990, notamment à l'occasion de la Conférence de Rio et de l'adoption des Agenda 21 locaux, cette situation a évolué en faveur d'un compromis : les stratégies locales de développement durable ne peuvent pas se déployer en dehors du cadre des politiques publiques et de leurs financements ; inversement les Etats ne peuvent s'engager vers un développement durable sans une mobilisation résolue au niveau local. Ces réseaux d'autorités locales ont progressivement acquis une légitimité qui leur permet d'émarger à de grands programmes de financement et de contribuer en tant qu'experts à l'élaboration des politiques, en Europe comme en Amérique du Nord. Leur histoire et leurs activités méritent d'être étudiées en ce qu'elles participent au renouvellement des formes de gouvernance des politiques de l'énergie.

Ces réseaux d'autorités locales se sont historiquement structurés sous la forme de réseaux de villes, voire de grandes métropoles mondiales qui adoptent des objectifs contraignants de réduction des émissions GES (par exemple le processus d'Aalborg entamé en 1994).

D'autres dynamiques émergent aujourd'hui, qui semblent renouveler la nature de ces partenariats. Prenons l'exemple du réseau de « territoires à énergie positive » lancé par le Comité de liaison des énergies renouvelables, d'abord en France puis au niveau européen. Ce réseau ne fédère plus seulement des espaces urbains mais fait une large place aux territoires ruraux et à leurs initiatives en matière de politique énergie-climat. La notion de territoire à énergie positive connaît une carrière rapide au point de figurer aujourd'hui à l'agenda de politiques régionales (Rhône-Alpes, Aquitaine...) dans le cadre de dispositifs contractuels d'aide au développement durable des territoires.

Les politiques de l'énergie ne s'inventent plus seulement au niveau des Etats. Elles ne progressent pas non plus uniquement au travers de dynamiques décentralisées « à la française » par délégation de pouvoir, de compétences et de moyens de l'Etat vers les collectivités locales. Elles découvrent de nouveaux schémas de gouvernance qui peuvent être horizontaux (réseaux de territoires), avec parfois des articulations fortes du local au niveau européen. Ces schémas sont parfois porteurs d'objectifs plus ambitieux que ceux des politiques énergie-climat nationales. Dans ce cas, autorités

locales et citoyens deviennent de véritables acteurs et non plus simplement des « parties prenantes » des politiques énergétiques.

L'ensemble de ces processus méritent donc attention et analyse.

4

Marchés, régulations et modes de consommation

L'articulation entre marchés, régulations et modes de consommation est marquée par quelques grands enjeux que se doivent de couvrir les SHS. Tout en tenant compte des évolutions des hydrocarbures non conventionnels, il s'agit aujourd'hui de se préparer, à l'échelle du siècle, à la raréfaction des ressources épuisables afin de faire face aux besoins croissants d'une économie mondiale en plein développement. Ce changement doit s'opérer en tenant compte de la contrainte écologique induite par l'accumulation de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, dont la consommation d'énergies fossiles est le principal responsable.

Il survient aussi dans un monde dont une évolution marquante est la transformation des marchés électriques, gaziers et des hydrocarbures¹. La doctrine libérale de marché qui soutient en partie ces évolutions est directement lisible au niveau de l'Union Européenne, au travers de l'adoption de plusieurs directives. Elle est aussi portée au niveau international par des organisations telles que le FMI et la Banque Mondiale. Ses maîtres-mots sont : droits de propriété privée, séparation des activités de fourniture et des activités de gestion des réseaux (« dé-intégration » ou « *unbundling* »), concurrence loyale...

Le corollaire de ces évolutions est la multiplication des acteurs aux intérêts hétérogènes et la financiarisation des transactions, empêchant les prix de jouer leur traditionnel rôle de signaux de long terme (orientant les investissements dans les infrastructures de production/transport d'énergie). Les secteurs de l'énergie ayant le plus souvent été privatisés et libéralisés, l'entrée de nouveaux acteurs reporte les décisions structurelles entre les mains de firmes géantes soumises au critère de valeur pour l'actionnaire (la fameuse « *shareholder value* »), en particulier pour décider de la croissance ou non de nouvelles capacités de production énergétique.

Les tensions sur les ressources, l'incertitude sur les anticipations favorisent des stratégies multiples de la part des Etats comme des acteurs non étatiques : recherche de

¹ En dépit de travaux bien repérés en sciences sociales sur les notions de gisement, de prévision de gisement et de leurs incertitudes, notamment dans les domaines gazier, pétrolier et charbon, le groupe de travail n'avait pas les ressources pour proposer des pistes de recherche partagées.

nouvelles coordinations entre industries de l'énergie et entre régulateurs de manière à stabiliser un jeu de concurrence pour des parts de marché, relecture des enjeux de sécurité énergétique à l'aune d'un agenda libéral, réajustements des stratégies géopolitiques dans le domaine de l'énergie, tensions sur des modes de consommation non soutenables.

Les nouvelles technologies de l'énergie, portées par des politiques nationales de soutien, trouvent dans ces évolutions une ouverture et un terrain capitalistique. Leur industrialisation et la consolidation d'acteurs transnationaux nourrissent une baisse des coûts et une géopolitique de l'accès aux ressources renouvelables. Pour autant, les modalités de leur développement soulèvent des tensions. Leur capacité à décentraliser la production, à faire accéder le nouveau capitalisme énergétique à des espaces et des gisements peu explorés, à renouveler les coordinations (réseaux intelligents) ne sont pas sans conséquences pour ce que l'on pourrait appeler des communs énergétiques en place : réseaux et systèmes électriques en place, KWh péréqué. Les questions sont notamment : Quels types de biens ou services sont en jeu ? Quels en sont les conditions d'émergence ? A quels modes de vie et de consommation s'adosent-ils ? A qui bénéficient-ils ? Qui finance ? Selon quels modèles d'affaires, quels soutiens publics et quels partages public/privés ? Quels communs énergétiques impliquent-ils ?

Les SHS pourront avoir un double apport dans l'analyse de ces enjeux. Il s'agira de décrire les gouvernances des marchés

qui émergent, c'est-à-dire de suivre les processus de mise en place des nouvelles coordinations, les collectifs concernés, les jeux d'intérêts, les productions de valeurs, les allocations de pouvoirs et les modes de partage qui les accompagnent. Il s'agira aussi d'éclaircir par quelles techniques, c'est-à-dire par quelles formes de gouvernementalité (formes de savoirs, de pouvoirs), les acteurs de ces marchés produisent des rationalités qui autorisent des coordinations soutenables (ou non).

Il est proposé de rassembler les enjeux de marchés, de régulation et modes de consommation sous quatre thèmes :

- les transformations des marchés, associés notamment à la libéralisation des secteurs du gaz et de l'électricité ;
- l'émergence de l'agenda libéral de marché et ses enjeux dans l'UE ;
- le renouvellement de la géopolitique de l'énergie induit par la diversification des ressources énergétiques et l'émergence de nouveaux acteurs (arrivée des grands pays émergents) ;
- la nécessaire évolution des styles de vie et des modes de consommation de l'énergie, incluant les enjeux d'accès à l'énergie pour une part significative de la population mondiale et ceux, croissants, de précarité énergétique.

Les transformations des marchés

Marchés gaziers

Le développement des gaz non conventionnels - gaz de schiste et gaz de houille - renouvelle en profondeur le fonctionnement des marchés du gaz naturel. Ces gaz ont permis aux Etats-Unis de redevenir le premier producteur mondial de gaz naturel. Les conséquences sur les marchés du gaz naturel sont importantes. En particulier, les conditions de la fourniture gazière de l'Europe pourraient en être radicalement modifiées, dans ses prix comme dans ses quantités. Deux questions méritent d'être approfondies.

La première interrogation porte sur les conditions économiques, institutionnelles et organisationnelles de la reproductibilité de la « révolution » des gaz de schiste à d'autres régions que les Etats-Unis en particulier l'Europe et la Chine. Celle-ci est importante pour tenter d'apprécier l'évolution des marchés gaziers et leurs futures dépendances, en particulier celui de l'Union Européenne. Au-delà de l'image d'une révolution portée par une simple ouverture de marché, il semble que la capacité des industriels américains à assembler des techniques d'extraction rentables s'enracinait dans un soutien public beaucoup plus ancien à une recherche et développement sur des technologies non destinées à cette extraction.

La deuxième interrogation est relative à l'impact de possibles exportations de gaz naturel liquéfié (GNL) en provenance des Etats-Unis sur les conditions de fonctionnement des marchés européens et asiatiques. L'impact en termes de prix est important mais n'épuise pas toute la problématique. La question est en effet de savoir si les conditions de l'offre gazière et la pression concurrentielle exercée par les exportations de GNL américaines sont susceptibles de modifier les relations de l'Union Européenne avec ses principaux fournisseurs que sont l'Algérie, la Russie et la Norvège.

Marchés, communs électriques, centralisation/décentralisation

L'évolution des marchés de l'électricité requiert assurément une attention à l'international. Dans les limites de ce rapport, nous exposons l'intérêt à suivre les transformations des marchés de l'électricité en Europe où se sont superposées dans le temps deux processus, de privatisation et de libéralisation, donnant lieu à une grande diversité de situations nationales.

Dans l'Union Européenne, la dérégulation est, au même titre que les Technologies de l'Information et de la Communication ou le ferroviaire en son temps, un moyen pour réaliser l'unité de l'Europe. Le changement engagé depuis le milieu des années 1990 dans les industries de réseaux (gaz, électricité) a induit une transformation institutionnelle complexe, comprenant notamment une séparation verticale des monopoles naturels en maillons concurrentiels (production, commercialisation).

Ce changement a ouvert sur un enjeu majeur. Il s'agissait d'identifier les conditions d'une nouvelle architecture institutionnelle – qu'il s'agisse de règles formelles, de routines, d'habitudes, de croyances dans le marché, etc. – capable de succéder aux coordinations de technologues et d'ingénieurs jusqu'alors en vigueur, tout au moins dans les cas de monopoles nationaux ou d'oligopoles. Plusieurs directives successives (1998, 2004) aboutissant au « Troisième Paquet énergie-climat » (2009) sont censées définir ces nouvelles architectures : elles ambitionnent la création d'un marché unique et concurrentiel dans les domaines électrique et gazier.

Ces transformations institutionnelles ayant été impulsées à partir du niveau supranational, il est important d'en suivre et d'en analyser la mise en place qui n'a pas épousé l'agenda initial, loin s'en faut, ni satisfait les ambitions premières. Il convient donc de rendre compte de la variété de mises en œuvre de ces réformes dans les différents pays, du rôle des groupes d'intérêts mobilisés pour les orienter, des implications des diverses solutions en termes de création et de partage de valeur, de devenir ou de renouvellement des communs énergétiques en place (réseau, KWh peréqué).

Ces dimensions peuvent être analysées autour des nombreux enjeux que soulève la mise en œuvre du Troisième Paquet énergie-climat. Les enjeux soulevés par ces changements sont si nombreux et systémiques qu'ils ne sauraient être couverts ici de manière exhaustive.

Nous retiendrons quatre thématiques d'analyse :

- les enjeux de coordination des nouveaux acteurs mis en présence par l'ouverture des marchés et des secteurs électriques et gaziers ;
- les enjeux de centralisation/décentralisation des systèmes électriques, particulièrement importants en France ;
- les processus de formation des marchés (dispositifs politiques, matériels et de « valuation ») ;
- l'émergence des qualités et les nouveaux partages.

Des acteurs en quête de coordination

Le « Troisième Paquet énergie-climat » comprend des objectifs politiques contraignants en termes de réduction de la demande d'énergie et de pénétration des énergies non-carbonées. Les technologies décentralisées de production d'énergie (éolien, solaire, biomasse, pompes à chaleur, etc.), de stockage (batteries, méthanation, véhicules électrique « V2G – *Volt To Grid* ») de même que celles qui pourraient permettre une activation de la demande finale d'électricité (technologies de l'information, réseaux intelligents, etc.) peuvent reconfigurer profondément l'organisation des marchés et des systèmes électriques. De nouveaux acteurs entrent sur ces marchés, tels que : les acteurs des TIC, les agrégateurs d'effacement, les développeurs d'énergies renouvelables, le mouvement coopératif de production d'électricité. Ils proposent de

nouveaux produits et de nouveaux services : électricité renouvelable, kWh « vert », kWh « social et solidaire », compteurs communicants, service d'effacement, etc.

Ces changements déstabilisent le régime préexistant de monopole de service public et de coordination centralisée qui a traditionnellement assuré l'articulation entre les investissements de long terme (décennies) et l'équilibre offre-demande de très court terme (quelques minutes). Ces changements s'accompagnent de l'émergence de nouveaux modes de coordination, tels que les contrats de long terme, de nouveaux collectifs, de nouvelles infrastructures (*super grid* européenne, adaptation des réseaux de transport et de distribution, production décentralisée...) et de nouvelles normes, telle que le *grid code* européen. Il s'agit ici d'analyser comment les nouvelles institutions qui sont mises en place pour réguler ces marchés – assurer, par exemple, la transparence sur les coûts ou l'accès de nouveaux opérateurs aux réseaux – exercent leurs capacités de contrôle et se coordonnent au niveau européen pour accroître ces capacités (Forum de Florence, puis de Rome).

Les énergies renouvelables centralisées ou décentralisées à apport intermittent développées à grande échelle ont des effets non-négligeables, notamment en termes de coûts, sur les réseaux et le système électrique dans son ensemble. A court terme, ce développement appelle des rééquilibrages permanents du système (par exemple, un usage accru d'équipements flexibles à coût variable élevé). A moyen terme,

ce développement nécessite des adaptations des réseaux de distribution (e.g. installation d'unités flexibles, réserves supplémentaires, stockage). A plus long terme, il nécessite des investissements-réseau importants et mène à l'obsolescence accélérée d'équipements de base antérieurement compétitifs.

Il s'agit d'analyser dans des perspectives tout autant positives que normatives ou critiques, les jeux d'acteurs et les coordinations qui succèdent à la traditionnelle gouvernance technique et centralisée. Il convient donc de s'interroger sur les adaptations des règles de marché qui permettraient de responsabiliser l'ensemble des acteurs vis-à-vis des conséquences de leurs stratégies pour l'ensemble du réseau : contingentement des productions intermittentes en cas de difficultés d'absorption par le système ; règles d'accès au réseau pour les grandes unités de renouvelables intermittentes en sites éloignés ou en *off-shore* ; planification/coordination du développement de super-réseaux sous-marins transnationaux ; mécanismes de capacité pour différencier les contributions des différents moyens de production à la sécurité de fourniture (par ex. garantie de disponibilité en pointe, effacement ou turbines à gaz). Il convient aussi de s'interroger sur les jeux d'intérêts et d'acteurs qui orientent ces adaptations, les formes de savoir et les allocations de pouvoir qui en résultent.

Centralisation/décentralisation des systèmes électriques

Les évolutions en cours ouvrent la possibilité de redistribuer de la production électrique ainsi que de faire jouer un rôle

dit « actif » au consommateur. Il en résulte un potentiel de décentralisation des systèmes électriques très débattu.

L'articulation réseau de distribution/réseau de transport

Au-delà des visions entre centralisation et décentralisation – dont il faut analyser avec soin les principes, les valeurs, le contenu opérationnel et la cohérence – les options techniques qui sont aujourd'hui au travail interrogent potentiellement l'articulation entre le réseau de transport et le réseau de distribution, ainsi que les modalités de leur gestion. L'organisation, descendante et hiérarchique, qui articule le réseau de transport au réseau de distribution est en partie troublée par l'émergence d'une production décentralisée et/ou de technologies permettant d'activer à des degrés divers la demande d'énergie (agrégation d'effacement, pilotage de la demande) afin de faciliter les équilibres offre-demande. Il s'agit donc de suivre et de s'interroger par des approches multi-scalaires, sur les évolutions de cette articulation. L'analyse des acteurs en présence, de leurs intérêts stratégiques et des formes de savoir qu'ils mobilisent est ici essentielle si l'on veut rendre compte du rôle de la structuration en place du réseau comme producteur de savoir, plan de vérité et de légitimité dans ces processus. La comparaison transnationale est souhaitable à cette fin.

La France et la décentralisation du système électrique

L'enjeu de décentralisation du réseau, au niveau de la distribution et de la production électrique en France, doit recueillir une attention toute particulière. Certaines visions, discours et

expériences, ainsi que l'émergence de nouvelles technologies, militent en France et à l'étranger, en faveur d'une ouverture des concessions de gestion du réseau électrique à des collectivités ou des collectifs locaux (par exemple, voir l'expérience du Mené en France ; la coopérative de production, distribution et fourniture d'électricité EWS à Schönau en Allemagne, etc.).

Il convient d'analyser le potentiel associé à ces expériences tout autant que les conditions sociales, techniques, institutionnelles et politiques de leur multiplication. Les recherches pourront notamment s'intéresser : aux modes d'articulation entre réseaux locaux et réseau national et européen de distribution qui sont en discussion ; aux bouquets de technologies qui seraient mobilisés et selon quelles configurations sociotechniques ; à l'évolution du bien public électrique et de son mode de tarification (péréquation, tarification à la distance...) qui pourrait soutenir ou résulter de ces expériences ; aux enjeux en termes distributifs et/ou d'équité soulevés par ces évolutions. Si un recensement et une analyse des expériences en France est nécessaire, des comparaisons transnationales semblent nécessaires afin de mettre en perspective les termes du débat et la portée des expériences en cours en France.

Les réseaux intelligents, un enjeu de société

Les perspectives de développement de réseaux dits « intelligents » soulèvent de nombreux enjeux. Si un fort potentiel de recherche est d'ores et déjà mobilisé dans le privé sur ces objets, l'exemple des Etats-Unis suggère que la multiplication

des travaux ne suffit pas à appréhender les enjeux du modèle sociotechnique en émergence. Avant toute autre considération, il convient donc de souligner le besoin de renforcer des recherches permettant de s'emparer de cette proposition technologique, des enjeux sociétaux et éthiques qui l'accompagnent, ainsi que de suivre les mutations du secteur électrique qu'elle induit (notamment nouveaux entrants, reconfiguration du consommateur).

Le réseau intelligent est un objet technique évolutif. Son périmètre et ses fonctionnalités sont encore mal définis. Ils sont le plus souvent associés à la possibilité d'activer la demande finale d'énergie de manière à l'engager dans des processus aux finalités diverses selon les acteurs qui les déploient : réduction de la demande d'énergie ; effacement diffus/lissage de pointe ; intégration de la production décentralisée intermittente ; stockage ; optimisation économique de la gestion actuelle du réseau ; territorialisation d'un bouquet et d'un réseau énergétique, etc. La faisabilité technique, sociale et politique de ces réseaux est encore très incertaine.

La construction du périmètre de cette technologie est en cours dans de multiples arènes : démonstrateurs technologiques, instances de normalisation (CEN, IEC), institutions européennes (DG Connect, DG ENR, mandats, plateforme technologique ETPSG...), politiques nationales, etc. Les enjeux qui sont au cœur de ces négociations portent à la fois sur une délimitation des possibles (effacement diffus, stockage, production décentralisée, pilotage des réseaux, etc.) ; sur le

choix de protocoles et de normes de communications qui sous-tendront les objets et acteurs des réseaux électriques de demain ; sur des définitions prénormatives des usages (*use case*), et donc des usagers, de ces futurs réseaux. Comme l'illustre en France la controverse autour du compteur Linky, ces processus soulèvent des questions quant aux financements et aux bénéfices attendus et à leur partage entre producteurs, distributeurs, fournisseurs/agrégateurs et consommateurs. Elles soulèvent aussi des enjeux quant aux modes de cadrage et/ou d'habilitation des différents acteurs qu'impliquent leurs modalités d'engagement dans ces processus. Les analyses devront donc veiller à s'interroger tout autant sur les dispositifs de politique publique et les articulations public/privé les mieux à même de soutenir les objectifs poursuivis par les promoteurs de ces réseaux, que sur les modalités de cadrage, d'allocations de pouvoir et de valeur qu'ils impliquent.

Les processus de formation des marchés

L'ouverture à la concurrence s'accompagne d'une extension des marchés et d'une interconnexion croissante des réseaux. Sa mise en œuvre ne se fait pas sans difficulté. Elle convoque des dispositifs politiques, matériels et de « valuation » (évaluation/attribution de valeur). Sur le plan politique, les Etats membres de l'Union Européenne ont difficilement suivi le rythme envisagé : le marché « unique » tient encore de la juxtaposition de marchés régionaux. Sur le plan des investissements, l'opération est colossale et doit s'accompagner d'une harmonisation des règles de fonctionnement et des pratiques de gestion du réseau électrique. Sur le plan des transactions,

l'ouverture soulève d'importants enjeux de formation des prix comme en atteste les prix quelquefois négatifs de l'électricité depuis le développement massif de productions intermittentes.

Il convient donc de s'intéresser aux processus par lesquels se forment ces marchés de l'électricité ainsi qu'aux modes de fixation et d'entretien des prix sur ces marchés. La recherche peut contribuer à anticiper les limites de la coordination marchande dans un contexte de soutien des énergies intermittentes par des contrats à prix garantis sur le long terme avec une agence publique, sur le plan des coordinations ou du droit européen (régime juridique de marché). Il convient donc d'explorer ces (in)compatibilités tout autant que les différents dispositifs et arrangements à même de conserver des incitations à l'efficacité par des formes de mises en concurrence : enchères pour des contrats de long terme, extension des primes d'achat, désignation d'un acheteur central qui serait la contrepartie des investisseurs, paiement du surcoût par rapport au prix des marchés horaires par une taxe sur les MWh vendus... Les analyses normatives peuvent emprunter aux outils et cadres classiques de l'économie (i.e. économie industrielle, néo-institutionnelle, etc.). Il s'agit cependant aussi d'examiner les dispositifs matériels, cognitifs, discursifs qui permettent la « valuation » du kWh, au sens de l'établissement/allocation de valeur, afin de questionner les savoirs et les hiérarchies qu'ils incorporent et d'évaluer leur capacité d'accueil à de nouvelles formes d'énergie.

L'émergence des qualités et les nouveaux partages

L'arrivée de nouveaux acteurs soutient une diversification de l'offre et une différenciation en qualité des produits : kWh « vert(s) », kWh social et solidaire, offre de service d'effacement, etc. Encore peu développée en France, cette offre est beaucoup plus étendue dans d'autres pays européens, tels que la Belgique ou l'Allemagne, par exemple.

Ces évolutions soulèvent la question des bénéfices qu'elles génèrent et leur partage. La différenciation en qualité s'adosse à une segmentation des marchés. Elle catégorise les consommateurs afin de les cibler pour en capter le consentement à payer pour des qualités. Il est intéressant d'analyser les changements du rapport à l'électricité et à la consommation du kWh qu'induit cette différenciation sur le plan individuel, collectif et environnemental.

Les modalités selon lesquelles cette diversification s'articule à l'infrastructure de réseau et à ses contraintes de gestion est tout aussi importante à comprendre. Par exemple, le rôle des mises en équivalence – connues sous le nom de « garantie d'origine » renouvelable – et les modes de coordination ou les collectifs requis pour distinguer/certifier des qualités en terme d'énergie doivent être analysés. Ces modes de coordination ouvrent semble-t-il, aujourd'hui, un accès inégal au marché pour les différents acteurs et les différentes qualités (notamment autour de l'intermittence). Il est important, notamment, de s'interroger sur la manière dont la « libre concurrence », pour autant qu'elle puisse exister, s'articule à un

kWh historiquement conçu et construit, en France, comme un bien public (garantie de livraison, péréquation). Les signaux faibles, lisibles aujourd'hui au travers de diverses prises de positions quant à ces évolutions (par exemple Ecopower en Belgique, Enercoop en France), sont intéressants à analyser.

L'émergence d'un agenda libéral de marché

Les changements qui viennent d'être esquissés ont été favorisés par l'émergence d'une doctrine libérale de marché depuis les années 1990. Celle-ci est toujours perceptible au travers de l'adoption du « Troisième Paquet énergie-climat » par l'Union Européenne en 2009. Elle a aussi pénétré et modelé l'ensemble de sa politique énergie-climat, en se doublant d'une politique de recherche et de développement technologique stimulée par un esprit d'amélioration de la compétitivité économique des pays de la zone UE. Il en est résulté, notamment depuis le sommet de Lisbonne (2000), une ouverture de cette politique aux partenariats public-privé à divers niveaux : conception, visions, feuilles de routes, financement et mise en œuvre. Ces évolutions ont été décisives dans le domaine de l'énergie au travers des technologies dites « stratégiques bas-carbone », rassemblées au sein d'un « Strategic Energy Technology Plan ». Les processus de genèse, de déploiement et de ramification de cette doctrine libérale doivent être analysés pour mieux en comprendre la logique. Le mode de ralliement politique et

les implications de cette vision qui confère au marché et à la compétitivité des rôles centraux doivent être analysés.

Il s'agit ici, d'une part, d'analyser, au-delà de la succession des directives et règlements, le jeu politique et institutionnel qui a présidé au déploiement de cette vision de marché. La mise en place de nouvelles architectures de marché dans le domaine gazier et électrique a été impulsée à partir du niveau supranational. Il est important d'en analyser la faisabilité et la crédibilité en tenant compte des différents niveaux de gouvernance et du rôle des groupes d'intérêts qui sont impliqués dans la mise en œuvre de cette vision de marché :

- Dans le champ des politiques renouvelables, les enjeux relatifs au choix des instruments de soutien (quota vs tarif), censés être compatibles avec les marchés uniques de l'électricité et des droits-carbone (*Emission Trading System*) est un terrain d'analyse intéressant. Il s'agirait de rendre compte de ces processus dans une perspective transcalaire, en prenant en compte le rôle des expérimentations nationales, de leurs hétérogénéités, mais aussi l'impact de la littérature (grise et académique) dans les évolutions de ces instruments et dans leurs multiples déclinaisons au niveau national ;
- L'analyse pourra aussi problématiser, dans une perspective plus historique, le rôle des notions d'économie d'échelle et de coordination (centralisée ou non), pour resituer par rapport à elle l'émergence de la doctrine libérale. Ces

notions ont toujours constitué un argument central dans les discussions sur les systèmes énergétiques. Elles ont contribué au maintien, en dépit de l'ouverture économique, de firmes intégrées de grande taille, gérant de vastes portefeuilles d'actifs de production, à côté de gestionnaires de réseau assurant une coordination centralisée ;

- Au-delà de la critique des tenants de la libéralisation économique et de la concurrence, l'analyse pourra aussi se pencher sur le rôle de la critique écologique du pouvoir de la technocratie dans l'émergence de l'agenda libéral de marché. Cet agenda défend en effet une articulation singulière entre l'environnement et le marché : la libéralisation des marchés de l'électricité et du gaz est censée s'accompagner d'une internalisation des externalités environnementales (instruments de marché, fin des subventions cachées aux énergies fossiles) de manière à favoriser le décollage des énergies renouvelables.

Il s'agit, d'autre part, d'analyser les modes de financements et de partage qui résultent de cette visée libérale, en prêtant attention aux partages public/privé induits par les dispositifs et les formes d'allocation de pouvoir qu'elle soutient : co-financement de R&D ou RD&D (industrie-Etats-Union Européenne) ; Etat médiateur (tarifs d'achat financé sur contribution du consommateur) ; consommateurs financeurs (financement par modèle d'affaires jouant de différenciation/segmentation).

Une nouvelle géopolitique de l'énergie sous contrainte climatique

L'énergie n'est pas une ressource comme les autres. Les marchés des énergies sont caractérisés par la présence d'agents dotés d'un fort pouvoir de marché, surtout du côté de l'offre (monopoles naturels). Des oligopoles de firmes multinationales se partagent, par exemple, le marché du pétrole ou du gaz. Elles captent le plus souvent une rente en réduisant d'autant les bénéfices pour le consommateur, sans que des gains en termes de bien-être social soient directement associés à ces rentes. La privatisation des entreprises et la libéralisation des marchés peuvent contribuer à baisser les coûts de production : elles ne réduisent pas pour autant le prix des énergies et donc les rentes des producteurs (monopoles naturels). Dans certains cas, la formation de rentes favorise l'émergence de dictatures dans les pays pauvres : le partage de la rente au sein d'un pouvoir politique corrompu, les forces de maintien de l'ordre et les multinationales de l'énergie soustraient des ressources au développement et maintiennent le pays dans la pauvreté (processus thématiqué sous le terme de la « malédiction des ressources »).

Sur le plan géostratégique, les grandes puissances ont toujours cherché à contrôler les sources d'approvisionnement en énergie par divers moyens (diplomatie commerciale, corruption des pouvoirs locaux et guerres). Elles ont toujours cherché à diversifier leur portefeuille énergétique afin de réduire les risques de dépendance internationale et de s'assurer une

souveraineté énergétique. Le contrôle des sources et des voies d'acheminement de l'énergie permet de stabiliser la production dans les pays riches ou nouveaux-riches et d'accompagner leur développement. La puissance militaire (et politique) accompagne la puissance industrielle ; elle sert le contrôle de l'accès aux sources d'énergie et nourrit de nouvelles formes de (néo) colonialisme. Des multinationales (de l'énergie) aux budgets parfois supérieurs à ceux des Etats participent aussi à l'orientation des choix politiques des Etats.

Deux aspects peuvent en particulier retenir l'attention : l'enjeu de sécurité énergétique et les évolutions de la géopolitique de l'énergie.

La sécurité énergétique comme bien public global

La libéralisation des marchés énergétiques oblige l'Union Européenne à redéfinir ses relations avec ses principaux fournisseurs d'énergie renouvelant en cela la question de sa sécurité énergétique. La nouvelle architecture du marché gazier européen ne peut se concevoir sans tenir compte du conflit de valeurs qui semble opposer l'Union Européenne à certains de ses fournisseurs comme la Russie. L'Union Européenne a ainsi conçu la gestion de ses relations avec ses fournisseurs gaziers principalement au travers de la diffusion des acquis communautaires en matière de réglementation et d'organisation des marchés énergétiques. Dans le même temps, certains de ses fournisseurs entendent contester son

pouvoir normatif et définir d'autres logiques d'organisation et de gestion des industries énergétiques et d'insertion internationale que celle par le marché. La capacité de la « norme libérale » (portée par les institutions internationales) à gérer les questions de sécurité énergétique est remise en question et l'on peut se demander si l'Union Européenne peut encore s'en tenir à cette seule approche et faire l'économie de la définition d'une politique européenne extérieure en matière d'énergie. Au-delà du cas de l'Union Européenne, il convient de s'interroger sur les chances d'une coopération internationale en vue de la garantie de sécurité énergétique comme bien public global.

Diversification énergétique et changements géopolitiques

L'enjeu de sécurité énergétique est indissociable des enjeux de diversification énergétique et de géopolitique de l'énergie. Soucieux de leur sécurité énergétique, les Etats explorent des potentiels d'exploitation des ressources renouvelables ou non conventionnelles au niveau national. Ils sont, ce faisant, mis face, sur leur territoire et au travers de leurs institutions, aux externalités associées à l'exploitation de ces nouvelles ressources énergétiques : colonisation de nouveaux espaces, enjeux de paysage, risques environnementaux. Ils tentent aussi de redéployer des stratégies d'accès et d'exploitation de gisements dans d'autres pays. Il s'ensuit une recomposition de la géopolitique de l'énergie s'articulant autour d'enjeux d'accès

aux ressources renouvelables et de recomposition des enjeux autour des hydrocarbures.

L'accès aux ressources renouvelables

Le passage vers des énergies non carbonées ouvre une nouvelle géopolitique de l'énergie encore hésitante. Des signes en sont, par exemple, les propositions portées par : les grands projets éoliens terrestres internationaux dans l'isthme du Mexique, Désertec, le Plan Solaire Méditerranéen, les projets de planification stratégique marine et de développement de l'éolien offshore, le projet de super-réseau européen, etc. Ces développements et les accès aux gisements qu'ils supposent se font avec l'accord des Etats dans lesquels ils se déploient, mais sans forcément ouvrir la construction de ces accords aux collectifs locaux concernés. Les portages accompagnant ces projets sont le fait de développeurs le plus souvent internationaux. Ces derniers ont dans certains cas le soutien d'institutions internationales, par exemple, dans le cadre de Mécanismes de Développement Propre. Ces stratégies nationales s'accompagnent bien souvent de demandes d'alignement des politiques publiques sur les modèles de soutien en place dans les pays les plus riches (e.g. adoption de tarif d'achat EnR), afin de faciliter l'accès aux ressources renouvelables dans les pays concernés. Ce « capitalisme des énergies renouvelables » serait donc, dans ses constructions d'accès, un facteur d'alignement institutionnel.

On peut supposer qu'il y a des résistances et sans doute des rivalités dans la construction de ces accès et le partage

inter-temporel de ces ressources. Il convient de décrire, de suivre et d'analyser les propositions et les multiples négociations portées par ce nouveau capitalisme énergétique afin de mettre en lumière les enjeux associés à leur concrétisation ainsi que leurs implications en terme de création et de partage de richesses, de risques et de pouvoirs.

Les nouveaux enjeux des hydrocarbures

L'utilisation des énergies fossiles contribue largement au réchauffement climatique. Le progrès technique incrémental dans la prospection et l'extraction ouvre des possibilités d'accéder à des ressources jusqu'alors inexploitées (gaz et pétrole de roches-mères, plus tard peut-être les hydrates de gaz sous-marins). Au final, la contrainte de raréfaction des ressources épuisables ne se manifeste pas comme on l'attend, en tout cas pas tout de suite.

Le développement du potentiel des gaz de schiste et des sables et schistes bitumineux, sur le continent nord-américain, puis dans d'autres régions, est susceptible de modifier en profondeur les marchés internationaux des hydrocarbures. Il modifie les enjeux en matière de géopolitique de l'énergie. La croissance de ces productions concerne d'abord les Etats Unis. Ceux-ci peuvent devenir des exportateurs importants de Gaz Naturel Liquéfié, diminuer de manière significative leurs importations pétrolières et, à moyen terme, redevenir le premier producteur mondial de pétrole.

L'Asie et la Chine émergent quant à elles comme des zones essentielles de croissance de la demande pétrolière et gazière. De nouvelles configurations des échanges mondiaux d'hydrocarbures se font jour. Elles sont porteuses d'enjeux renouvelés en termes de géopolitique, de relation producteurs-consommateurs et de gouvernance mondiale de l'énergie. L'axe Moyen-Orient/Asie se profile en lieu et place de l'axe traditionnel Moyen-Orient/OCDE.

Les conséquences qui peuvent s'ensuivre pour l'Europe qui, en dépit de divergences internes, semble emprunter une autre « trajectoire » énergétique, doivent être examinées. De même, il convient d'analyser l'influence de cette nouvelle donne sur la politique énergétique américaine et sur sa politique étrangère. La révolution des gaz de schiste et des sables et schistes bitumineux est-elle reproductible à d'autres régions du monde ? Avec quelles conséquences sur les équilibres mondiaux notamment en termes de prix ? Sur quels horizons ?

Les modes de consommation et les modes de vie

La demande d'énergie à la croisée des chemins

Il est désormais acquis que la contrainte climatique, et probablement celle sur les ressources naturelles, imposent un changement des styles de vie dans les pays riches. Elle rend également nécessaire que le rattrapage économique des pays

émergents et des pays en développement épousent des voies plus égalitaires et moins urbanisées, sans faire du modèle de consommation des pays riches l'oméga de leur développement.

Nous sommes donc à la croisée des chemins. Nous vivons une transition historique d'une économie mondiale fondée sur des ressources fossiles bon marché, mais désormais en cours d'épuisement, vers une économie mondiale fondée sur des modes de consommation nouveaux et une variété de technologies énergétiques qui devront présenter une empreinte écologique moins importante.

L'enjeu pour les SHS est de ré-ouvrir, pour les questionner, les logiques qui sous-tendent les modes de vie et de consommation énergétique et de vie qui sont les nôtres. Les SHS peuvent se porter sur les mouvements sociaux (e.g. *transition towns*, villes bas-carbone) et les signaux faibles pour éclairer, mettre en sens ces alternatives, en souligner la portée et les enjeux. Les liens et les motivations multiples qui sous-tendent les pratiques de consommation dans le domaine de l'énergie doivent aussi être reliés aux possibilités de changement des systèmes économiques et au rôle du renouvellement incessant de la marchandise sur lesquels le capitalisme se fonde actuellement.

Les SHS peuvent aussi porter le fer sur les cadres même d'analyse et de mise en représentation de la demande d'énergie afin de mieux en problématiser les interdépendances systémiques. Paradoxalement, en dépit de la médiatisation du

sujet, les sources de problématisation et d'inspiration sont peu nombreuses dans la recherche académique en France².

Signaux faibles et politisation d'alternatives

Les signaux faibles sont des expérimentations encore peu développées, précurseurs en matière de mode de consommation. On pensera bien sûr à des initiatives telles que les voitures partagées, les circuits courts en agriculture, bien que ces exemples soient aujourd'hui déjà bien développés. On pourra aussi penser à des expérimentations innovantes en matière de rénovation énergétique dans l'habitat individuel, au travers de la constitution de collectifs d'artisans, de manière à construire une offre de rénovation basse consommation dans ce secteur : le projet DOREMI (Drôme), primé en 2014 au niveau national en est un exemple, avec une réelle volonté de massification au niveau national. Il y a un enjeu pour les SHS à se porter sur ces expériences pour les éclairer, en analyser les processus d'émergence, d'assemblage et de fonctionnement, ainsi que la propension ou la volonté à la massification.

D'autres expérimentations, ont d'ores et déjà connu un développement, les constituant par exemple en mouvement social, tel le mouvement des « villes en transition ». L'analyse peut ici se prolonger sur les processus de politisation de l'économie carbonée ou du « pic » de pétrole. Elle peut aussi

2 Le développement qui suit s'inspire notamment des auditions conduites et du programme du centre de recherche « DEMAND » récemment mis en place au Royaume-Uni avec le soutien d'EDF R&D : <http://www.demand.ac.uk/>.

s'intéresser, au-delà du discours et du succès politique, aux réalisations concrètes en matière de changements de mode de vie et de consommation énergétiques afin d'éclairer les ressorts de ces changements.

Le rôle des SHS peut aussi, ce faisant, questionner les cadres mêmes d'analyse et de mise en représentation de la demande, à l'instar de travaux anglophones récents sur des logements démonstrateurs basse-consommation (*Eco-show home*), qui débouchent sur une proposition de cadre analytique permettant de rendre compte du rôle décisif des appareillages et des artefacts, de la capacité expérimentale et politique des dispositifs matériels (ils autorisent l'action) et donc du potentiel de l'environnement quotidien.

On voit au travers de ces exemples qu'un renouvellement des méthodes, puisant dans le creuset des SHS, peut autoriser ces dernières à rendre compte de la portée d'initiatives en cours. Il peut aussi permettre de pointer les limites des cadres analytiques en place lorsqu'il s'agit de rendre compte des logiques, massives et systémiques, qui sous-tendent la formation de la demande d'énergie. A ce titre, la notion de « comportement », usuellement au cœur des analyses de demande, semble devoir être questionnée.

L'écueil de « comportement »

Les enjeux de modes de consommation des énergies sont abordés sous de multiples angles théoriques au sein

des sciences sociales : psychologies (cognitive, sociale, environnementale...), sociologies (du consommateur, acteur-réseau, des travailleurs de l'énergie, etc.), anthropologies (cultures énergétiques et pratiques culturelles), ethnologies (pratiques quotidiennes en situation). Les données suggèrent que des facteurs et des contraintes contextuels multiples (position sociale, appartenance culturelle, structure familiale, etc.) influencent les comportements dans le domaine de l'énergie, sans que ces facteurs ou contraintes ne semblent agir directement, par les mêmes canaux ou dans une mesure comparable. Certains facteurs semblent avoir une influence plus directe que d'autres, et parmi ceux-ci le niveau d'information, d'éducation ou les signaux-prix. D'autres facteurs font partie de notre environnement domestique, de nos pratiques sociales ou de nos réseaux sociaux. Certains sont directement liés à des pratiques énergétiques (monter le chauffage, brancher un radiateur d'appoint), d'autres n'ont un lien que très indirect à ces pratiques, au travers de valeurs (morales par exemple), d'attitudes (croyances ou évaluations liées à des objets spécifiques) ou de normes (règles et attentes partagées de comportements).

La notion même de comportement, le plus souvent rapportée à l'individu comme unité d'analyse, a fini par devenir problématique lorsqu'il s'agit de comprendre la demande d'énergie. Cette demande résulte d'un processus systémique entrecroisant des dimensions sociales, culturelles, politiques, voire historiques, dans une mise en acte routinière mais toujours renouvelée.

Du comportement à l'encastrement de la demande

Un point de départ de l'analyse peut être d'acter que la consommation d'énergie n'est pas une finalité en soi. L'énergie est consommée dans le cadre de pratiques sociales. La demande d'énergie répond donc aux conditions communes à ces pratiques : elle est dynamique, socialisée, culturelle, politique, historique. Elle a maille à partir avec les rythmes sociétaux et avec ce que les gens font. La dimension collective de la demande d'énergie, comme d'ailleurs celle des décisions d'adoption de nouvelles technologies de l'énergie, a été soulignée par de nombreuses études récentes.

La demande d'énergie est influencée par des effets souvent dits « de structure » qui pointent vers des facteurs aux déterminations exogènes : démographie, localisation résidentielle, recompositions familiales, etc. Elle est aussi profondément déterminée par des infrastructures matérielles et des arrangements institutionnels : elle est inséparable des moyens de sa réalisation. Ces derniers incorporent, comme dans beaucoup d'autres domaines, des notions socialement partagées de droits et de besoins, auxquelles des dispositifs socio-techniques sont censés conférer une réalité opérationnelle (par exemple le kWh péréqué, comme concrétisation de la notion de bien public à la française, garanti par l'ensemble du système électrique). Les multiples enjeux – normatifs, techniques, institutionnels, industriels, sociétaux – associés aux tentatives de mise en place des réseaux intelligents illustrent parfaitement le fait que la demande d'énergie repose sur des systèmes allant d'infrastructures lourdes de transport et de distribution

à la multitude des équipements domestiques qui composent notre environnement quotidien.

L'énergie apparaît donc comme un bien intermédiaire. La demande d'énergie est encadrée dans un ensemble de pratiques sociales. Cette demande est construite par l'ensemble des médiations qui concourent à offrir la fourniture et l'accès à l'énergie. Elle est donc bien plus que l'expression concrète d'une préférence (abstraite) pour une quantité d'énergie, que la traduction de quelque acceptation sociale (tout aussi abstraite et impossible à définir) d'une nouvelle technologie, ou encore que la résultante mécanique d'une stratégie de fourniture d'énergie.

Pratiques, systèmes d'usages et systèmes sociotechniques
Modifier les modes de consommation exige donc de comprendre la formation de la demande d'énergie, c'est-à-dire de rendre compte des régimes de droits et de besoins en place ainsi que des systèmes sociotechniques au travers desquels ces régimes opèrent.

L'analyse doit porter sur l'articulation entre les pratiques sociales en jeu et les dispositifs sociotechniques de fourniture et d'accès à l'énergie. Elle doit donc procéder à partir d'un élargissement de la focale de l'analyse, non plus centrée sur le seul comportement final dans son rapport à l'énergie, mais qui prenne en compte, par exemple :

- *les systèmes domestiques* au sens de la culture, des contraintes matérielles et financières, des priorités de vie, des autres pratiques et domaines de vie des ménages ;
- *les politiques publiques et leur construction*, en s'intéressant notamment à la manière dont les conditions de mise à l'agenda politique, la construction négociée et la mise en œuvre concrète des politiques publiques influent sur le mode de réception des ménages ;
- *les systèmes sociotechniques (filières, acteurs, positions, relations, stratégies, contraintes)* qui participent à la diffusion des innovations (techniques, de services, organisationnelles) et à la manière dont les ménages sont intégrés ou non dans des collectifs locaux, dans des systèmes d'action liés aux énergies.

Suivre la construction de la demande

Cette analyse de la construction de la demande peut passer par une utilisation créative des données quantitatives disponibles de manière à décrire les variations de la demande (espace, temps, contexte social). Il y a, en outre, un enjeu fort sur la collectivisation de données acquises par enquêtes concernant les usages et les styles de vie, à côté des bases de données en cours de consolidation sur l'habitat et la mobilité.

L'analyses de la manière dont les besoins et les droits sont à la fois institutionnalisés et réinterprétés en situation, au travers

de dispositifs sociotechniques, pourra nourrir une réflexion sur les manières de repenser la question de l'information et, plus largement, la mise en débat des choix technologiques. Les analyses pourront ainsi contribuer à mettre en politique la construction de la demande d'énergie.

Des questions de recherche qu'une telle approche renouvelerait très utilement, concernent notamment les points suivants :

- *l'influence d'un certain nombre de tendances sociales*, telles que le vieillissement des sociétés européennes ou les flux migratoires, sur les modes de consommation futurs ;
- *la construction du consommateur-producteur/consommatrice-productrice* d'électricité de demain, dans le cadre du développement des réseaux intelligents, et la manière dont ce dernier peut venir renouveler/brouiller la figure actuelle de l'utilisateur final ;
- *la déconstruction et le renouvellement de la notion de « sobriété énergétique »*, souvent abordée de manière morale ou mécaniste (contrainte/incitation), en la réouvrant à une compréhension de systèmes sociaux et de la relation matérielle aux normes ;
- *l'analyse du secteur tertiaire* qui renvoie à un système socio-organisationnel ayant un vrai potentiel pour le déploiement des réseaux intelligents et qui constitue encore un domaine à défricher ;

- *l'analyse des enjeux d'énergie dans ses relations d'encastrement avec les autres politiques (genre, santé, troisième âge, transport, urbanisation, logement social).* Les recherches sur les transports sont, par exemple, encore trop décroisées des questions d'énergie ou des questions de bâtiment. Il conviendrait de décroiser les approches ;
- *l'effet de mobilisation que peuvent avoir différents types d'acteurs,* notamment les collectivités locales du fait de leur proximité et de leurs connaissances du terrain (i.e. effet d'exemplarité d'expériences locales),
- *l'opportunité de passer de modes de politiques publiques fondés sur un soutien financier ou une incitation, à des réglementations ou des approches plus dirigistes peut aussi être examinée et problématisée.*

L'accès à l'énergie et la précarité énergétique

Des notions en débat

La précarité énergétique se manifeste par un cumul et une interdépendance de vulnérabilités sociales des ménages : revenus faibles, prix élevés de l'énergie, bâti défaillant, dans un contexte de crise énergétique et économique. Un critère quantitatif a été proposé (B. Broadman). Il retient les ménages qui doivent consacrer plus de 10% de leurs revenus pour parvenir à chauffer leur maison à un niveau acceptable. Ce critère, sujet à discussion, a été repris et adapté en France, en

se référant à ce que dépensent réellement les ménages et non à ce qu'il leur serait nécessaire de dépenser.

Tout autre est la situation dans les parties du monde qui sont sans accès à des ressources commerciales telles que l'essence ou l'électricité. L'accès à l'électricité varie selon les pays mais concerne globalement près de 1.6 milliards de personnes alors que 3 milliards de personnes cuisinent directement avec des énergies issues de biomasse.

Empowerment et énergie

Les solutions existent, en particulier dans le domaine des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique (foyers de combustion efficaces, par exemple). Un changement durable dans la situation ne se résume cependant généralement pas à la mise à disposition de techniques. Il passe par un véritable *empowerment* des populations locales (accès au revenu, aux compétences techniques, aux canaux de décision, etc.). Cependant, la volonté politique, le soutien financier et logistique font souvent défaut.

Divers modèles d'affaires³ ont été développés depuis quelques temps par des grandes firmes internationales afin de toucher le « bas de la pyramide » c'est-à-dire les 4 milliards de plus pauvres. Il s'agit dans certain cas de favoriser le développement de partenariats entre des entreprises globales, des gouvernements, des entreprises locales, des donateurs ou des ONG. Des cas récents montrent que les entreprises

³ Par exemple : <http://www.hystra.com/opensource/energy.html>

multinationales ciblant ces marchés peuvent contribuer à la réduction de la pauvreté et à l'amélioration de l'accès énergie (IIED, 2009), mais ces approches qui partent malgré tout d'en haut et affichent une volonté de profit en ciblant les plus pauvres restent débattues. Seules des analyses détaillées de ces modèles d'affaires, des expériences soutenues, des acteurs, des intérêts et des dispositifs engagés localement pourraient permettre d'éclairer la portée et les limites de ces initiatives.

Dans certains contextes, la propriété communautaire est un moyen de réduire les risques pour les ménages privés et de permettre l'investissement dans des dispositifs de micro-génération en autorisant un partage des risques. Certains pays en développement (par exemple Vietnam, Népal, Pakistan) ont soutenu la propriété communautaire dans la gestion et l'exploitation de projets de micro-hydraulique afin de permettre un partage des risques. De nombreux projets sont soutenus par des ONG⁴. Le contenu technologique n'est en général pas l'enjeu majeur pour leur succès. L'apport en développement concerne surtout les modes d'organisation, les modèles d'entreprises et les modèles de gestion collective qui sont soutenus au travers de ces projets. Le manque de recherches sur ces sujets est patent.

Enfin, on note une évolution dans l'approche de ces enjeux. Alors que certaines ONG agissent dans une logique de secours, d'autres associations se battent contre les collectes, défendant l'idée que la solidarité internationale consiste à changer nos

4. <http://www.gret.org/themes/energie/>

modes de vie dans les pays du nord. Certaines firmes privées ont une réflexion qui va dans ce sens. On note donc des régimes de légitimité et d'action en mouvement qui pourraient favoriser des partenariats.

Les risques d'un gouvernement des usages

La ressource énergétique est créatrice de libertés d'action nouvelles pour ceux qui en sont régulièrement privés. Elle s'avère essentielle à l'amélioration des conditions de vie des populations défavorisées, qui sont par ailleurs les premières à être engagées, subjectivement et objectivement, dans des programmes de sobriété énergétique. Une telle sobriété, prônée par le discours public, n'est pas toujours un choix. Son éloge doit sans doute être accompagné d'une critique minimale, comme de toute vertu dont le caractère moral est réservé à ceux qui en ont le choix.

L'introduction dans la réflexion sur l'énergie de problématiques touchant à la vulnérabilité et à la justice environnementale permet de dépasser les pratiques moralisantes voire paternalistes du gouvernement des usages (éducation à l'environnement, impératifs de protection environnementale, gaspillage) ou de l'accompagnement économique et technique (tarifs sociaux de l'énergie, aides au paiement des factures, accompagnements des ménages, encouragements aux plus défavorisés en faveur de l'acquisition d'appareils moins énergivores, etc.). De telles approches, pourtant très fréquemment invoquées, sont éthiquement discutables, parce qu'elles font porter une responsabilité excessive sur les individus dans une

situation d'inégalités sociales et environnementales. Elles posent aussi le problème de leur efficacité dans un contexte d'interrogation sur les modalités et causes des « modifications de comportement ». Le concept de vulnérabilité rejoint les débats et les recherches en vue d'une définition des inégalités écologiques au travers de l'étude de la combinaison des risques environnementaux, sanitaires et sociaux. La réflexion contemporaine sur la justice intègre donc les problématiques énergétiques au même titre que les questions d'alimentation ou d'exposition au risque.

Il est important de soutenir des recherches sur le phénomène social de la précarité ou de la vulnérabilité énergétique avec le souci de situer la question dans un cadre global, comme suggéré plus haut à propos de la construction de la demande d'énergie. Les politiques publiques peuvent aussi tirer enseignement des stratégies développées par les familles et individus en situation de pauvreté énergétique (prépaiement, contrôle, mix énergétiques improvisés et adaptés), qui doivent être étudiées de façon systématique. La sobriété énergétique, posant la question de savoir quel type et niveau de service énergétique est socialement catégorisé comme de l'ordre du besoin, ne saurait être rabattue sur un enjeu de choix individuel : c'est un enjeu collectif qui doit faire l'objet des réflexions académiques et associatives conjuguées.

5

Territoires et recompositions sociales

La transition énergétique contemporaine, telle qu'elle est conçue notamment en Europe et en France, est sous-tendue par une diversité de scénarios (EREC-Greenpeace, AIE, négaWatt, etc.) qui proposent des visions de futurs énergétiques. Ces visions s'adossent à des potentiels quantifiés de sobriété, d'efficacité et de développement des énergies renouvelables, lesquels suggèrent d'importantes mutations sociales et territoriales. En revanche, ces visions décrivent fort peu l'ampleur de ces dernières alors même que leur développement reste tributaire d'un entrelacs de dimensions économiques, sociales et géographiques.

Ces visions de futurs énergétiques proposent une évolution possible parmi d'autres trajectoires de modification des ressources et des usages de l'énergie qui ont en commun de mobiliser de façon différenciée et parfois conflictuelle les ressources des territoires. L'évolution des pays et des régions hors Europe peut peser de façon déterminante sur les futurs énergétiques mondiaux et donner lieu à de nouvelles tensions géopolitiques rejaillissant sur les politiques de l'énergie en Europe. Une réflexion sur l'énergie et le territoire reste donc à conduire, à commencer par un retour critique sur quelques-unes des difficultés qui la sous-tendent.

Ecueils et jalons problématiques

Une première difficulté réside dans la confusion entre l'espace du gisement et le territoire. Si le cas des énergies fossiles conduit à raisonner sur le gisement comme un stock fini, constitué de réserves distribuées dans l'espace, le développement des énergies renouvelables renvoie à des gisements multiformes (vent, soleil, marées, etc.), quelquefois spatialement dilués, et dont l'intensité est variable dans le temps. Cette nouvelle donne conduit à une exploration intensive de vastes espaces jusque-là sans infrastructures majeures, selon un cadrage économique qui intensifie ces explorations sur les secteurs les mieux dotés, et donc les plus rentables, réduisant en cela le territoire à une donnée de gisement physique.

Une deuxième difficulté consiste par une vue trop souvent partielle des processus de production, de transport et de consommation de l'énergie à ignorer ou à minimiser les effets de ces processus sur les territoires où ils se déploient. Le cas de l'énergie nucléaire pose cette question avec acuité, les espaces marqués par l'extraction de l'uranium et ceux désignés pour le stockage des déchets ultimes étant peu visibles depuis le territoire de consommation du kWh nucléaire. Par contraste, les nouvelles technologies de l'énergie dotées d'un fort pouvoir de colonisation dans l'espace (éolien, solaire) marquent celui-ci de façon plus directe et réinterrogent le lien entre l'énergie (production, transport, consommation) et l'habitation des territoires et des paysages. Les recompositions qui sous-tendent ces déploiements suscitent des recompositions de valeurs (morales, esthétiques) quant à l'appréciation des genres de vie qu'ils contribuent à faire émerger, ainsi que de nouvelles revendications sur les inégalités sociales et environnementales dont ces genres de vie sont porteurs.

Une troisième difficulté consiste, par la méconnaissance des dynamiques d'un territoire, à réduire celui-ci à une question locale. La transition énergétique est un processus composé d'une pluralité d'échelles. Elle relève autant de la dérégulation du marché de l'énergie au niveau européen, de l'adoption d'outils économiques par les Etats que d'initiatives locales. Les cadrages adoptés à chacune de ces échelles ne disparaissent pas lors de la mise en œuvre d'un projet, ils prennent des formes concrètes, voire investissent les territoires comme une scène sur laquelle se pose in fine la question de leur mise

en cohérence. De ce point de vue, il est commode de réduire les oppositions locales à des projets d'énergies renouvelables à des luttes « localistes », consacrées à la défense d'intérêts privés. S'opposer à un projet, c'est tout autant interroger le troisième paquet énergétique européen, c'est-à-dire la libéralisation progressive des marchés de l'électricité et du gaz et la mise en place d'un marché intérieur de l'énergie en Europe, une politique énergétique nationale qu'un mode de participation du public.

Une quatrième difficulté consiste à célébrer la transition énergétique en cours comme la revanche des territoires; comme si le développement de technologies ayant un caractère décentralisé fondait l'opportunité d'une gouvernance territoriale de l'énergie. Dans le cas français, l'exemple de l'éolien nous montre que cela ne va pas de soi : les collectivités locales manquent de capacités d'expertise pour suivre les projets dont elles sont parties prenantes. Elles se trouvent face à des développeurs privés que les incitations économiques de l'Etat mettent en position de force. Pour sa part, l'Etat joue un rôle crucial dans l'autorisation administrative des projets mais il reste en retrait quant à leurs modalités de mise en politique. Si une forme de décentralisation énergétique émerge, elle a peu à voir avec la délégation de pouvoirs, de compétences et de moyens donnant aux territoires une liberté d'action. Elle se joue davantage au carrefour du marché, des politiques publiques et des territoires, ces derniers se trouvant bien souvent mis en concurrence pour la quantité et la qualité de leurs ressources. Ainsi, les formes de cette décentralisation

dépendent fortement des sentiers de croissance et des formes héritées de régulation à différentes échelles.

Questionnements et enjeux

Echelles et interdépendances

Les processus de déploiement technologique qui sous-tendent la transition énergétique sont des processus multi-scalaires qui convoquent une grande diversité d'échelles spatiales, du planétaire au local. Cela est particulièrement perceptible dans le champ des politiques environnementales, à l'ampleur renouvelée par les objectifs de transition et dont la mise en œuvre suscite localement d'importants processus de recompositions des sociétés et des territoires.

Plus qu'une tension générique entre le global et le local, il s'agit de progresser dans la compréhension d'assemblages scalaires qui peuvent être très différents selon les continents, les pays et l'histoire de leurs politiques énergétiques et la plus ou moins grande ouverture de celles-ci à des acteurs sociaux. Cela participe directement d'un effort de différenciation des processus de transition énergétique selon les territoires.

La question sous-jacente à ces nouvelles combinaisons scalaires est aussi celle d'un changement de l'échelle de référence, en particulier au travers de l'affirmation de processus décentralisés. L'action des Etats, si elle reste décisive,

s'accompagne de l'affirmation des autorités locales depuis près de trente ans (Energy Cities, Climate Alliance, ICLEI...), en particulier sur les enjeux environnementaux globaux, et de leur mise en réseau au niveau international. Ces réseaux (villes, régions), soutenus par des financements européens réguliers, jouent un rôle dans la façon d'expérimenter et de renouveler l'approche des problématiques énergétiques. Quel peut alors être l'axe de cette décentralisation énergétique qui n'est plus seulement une alternative à des politiques centralisées mais une façon nouvelle d'établir des synergies entre les territoires, y compris au travers de processus transnationaux ?

Ces processus de déploiement technologique se caractérisent également par les échelles spatiales nouvelles qu'ils font émerger, de grande ampleur, et qui appellent des cadres de gestion inédits. Par exemple, le développement de l'éolien offshore appelle à reconsidérer l'espace marin, déjà occupé par de nombreux usages, au travers de ces installations fixes et pérennes sur de vastes surfaces lesquelles stimulent l'émergence de cadres nouveaux, tels que les planifications marines stratégiques. C'est aussi la question de la politique de maîtrise des risques technologiques, en particulier dans le cas du nucléaire, qui est posée : quelle coopération internationale peut être à la hauteur de la responsabilité collective qui est engagée par le recours à cette technologie ? Quel rassemblement de forces internationales peut conduire à la régulation des flux de matière radioactifs et supporter les investissements liés à leur retraitement ?

La diversité de ces processus de décomposition/recomposition entre les échelles spatiales interroge le devenir des territoires et l'évolution de leurs interdépendances, entre coopération et concurrence. Par exemple, doit-on imaginer une moindre importance des réseaux interconnectés au profit de régulations autocentrées à des échelles modestes ? Cela pourrait marquer une nouvelle étape dans la spécialisation de territoires autour de certaines activités économiques. Quelles seront les politiques d'équilibre entre les espaces de production et de consommation d'énergie ? Jusqu'où se poursuivront les processus de transfert et de localisation d'activités ? Quelles seront les nouvelles modalités de promotion des territoires et s'opérera-t-elle au prix d'une concurrence renouvelée ?

Au niveau international, ces relations d'interdépendance et de concurrence appellent à suivre la question fondamentale des inégalités de développement. Ceci mérite de porter une attention soutenue aux grands pays émergents car ce sont eux qui changent actuellement la donne énergétique par les options technologiques mises en avant et l'accroissement de leurs consommations. Là encore, il n'y a pas de solution générique à brandir mais un suivi fin des populations, une analyse de leurs styles de développement et une appréciation circonstanciée de leurs besoins énergétiques.

De même, le lien entre ressources énergétiques et conflits est une problématique géopolitique ancienne dont les contours méritent d'être actualisés à la lumière des évolutions récentes : l'exploitation des énergies fossiles dans des espaces jusqu'à

présent épargnés, voire sous protection, le recours massif à certaines terres rares pour la fabrication des nouvelles technologies de l'énergie (éolien, solaire photovoltaïque, etc.), la concurrence pour l'usage des sols et des matériaux et leurs conséquences sociales et environnementales.

Régulations et politiques d'aménagement de l'espace

Un des traits marquants de la transition énergétique en Europe est son articulation forte aux processus de libéralisation des secteurs du gaz et de l'électricité, la remise en cause des monopoles nationaux et le renforcement du rôle des acteurs privés de l'énergie. Au début des années 2000, le déploiement du troisième Paquet énergétique européen s'est ainsi d'abord concrétisé par des politiques d'offre, sectorielles et peu territorialisées. Cette perspective évolue avec l'arrivée des politiques énergie-climat davantage porteuses pour l'élaboration de stratégies et de bouquets énergétiques régionaux, notamment en France.

Dans ce contexte, les politiques des énergies renouvelables ont largement été initiées à partir de la recherche d'instruments économiques optimaux, parfois sans vision d'aménagement du territoire. Ceci bien sûr diffère d'un pays à l'autre, selon leurs traditions administratives de gestion des territoires, leur centralisme ou leur fédéralisme. Ces différences de pratiques administratives (planification spatiale, autorisations de projet, politiques environnementales et paysagères) restent à

comprendre au regard des cadres politiques et culturels dont elles sont issues. Elles sont trop souvent mises côte à côte de façon trop abrupte, au risque de réduire les problématiques d'aménagement à des contraintes procédurales, voire à des « barrières » à des marchés émergents, sans distinguer les méthodes innovantes de celles qui manquent leur objet.

La transition énergétique interroge pleinement nos règles communes de production de l'espace au travers de processus très différents selon les technologies. Il en résulte une exploration démultipliée des espaces terrestre, aérien, marin, sous-terrain qui mobilise des collectifs inédits et pose la question de la mise en compatibilité de nos politiques énergétiques avec nos politiques de protection de l'environnement, de la biodiversité, etc. Comment ces collectifs s'approprient-ils les ressources et les rentes qui en découlent, mais aussi répartissent-ils les coûts et les risques inhérents à leur exploitation ? Les formes de régulation à examiner sont nombreuses. Elles touchent à la fiscalité comme aux formes de gouvernance à l'échelle de ces nouveaux territoires de l'énergie.

Ce retour à un lien fort entre énergie et territoire s'accompagne de nouvelles questions économiques autour du rapport entre les territoires producteurs et les rentes économiques : l'espace, devenu source de richesse autrement que par l'agriculture, par l'exploitation du sous-sol ou par l'occupation foncière, constitue-t-il une rente disponible pour ses habitants ? Si oui, comment corriger les nouvelles inégalités induites entre les populations ? Comment organiser la redistribution des

richesses, notamment la compensation des concessions faites par certains pour autoriser un usage de la ressource énergétique au détriment d'autres usages ? La production d'énergie est-elle donc un levier pour le développement local et à quelles conditions ?

Suivre l'émergence de potentiels énergétiques territorialisés

La transition énergétique appelle à reposer la question du territoire autrement que sous des formes pré-constituées et simples (l'espace du gisement, le territoire de consommation, l'échelle locale, la gouvernance courante). Elle ouvre une problématique globale et systémique de renouvellement de nos rapports à l'espace géographique sous-tendue par des dimensions techniques, économiques, juridiques et politiques. En cela, elle interroge quant aux conditions de formation de nouveaux potentiels énergétiques territorialisés.

Cela invite à étudier des processus fragiles d'émergence de collectifs sociotechniques dont les formes d'organisation configurent l'accès à de nouvelles énergies, autant qu'ils contribuent à en construire et à en dimensionner le potentiel. Ces collectifs, au-delà de la dimension quantitative du potentiel généré, peuvent être porteurs d'inégalités ou maintenir le public à distance. L'enjeu de la transition énergétique est bien d'explorer les voies de passage entre des visions de futurs énergétiques techno-centrés et des collectifs sociotechniques plus ou moins soutenables en fonction de leur

tendance à ignorer ou à prendre en charge des organisations socio-spatiales héritées, en ce qu'ils organisent ou non la réversibilité des milieux qu'ils investissent parfois de façon transitoire (exemple : l'enjeu du démantèlement des parcs éoliens).

Ainsi abordée, la question du potentiel des politiques de transition n'est plus seulement conditionnée par l'exercice des scénarios, elle appelle à se porter au niveau des territoires pour explorer les synergies qui s'inventent entre des filières de nature différente et dont la contribution globale échappe aux travaux prospectifs. Quel est l'effet d'entraînement des politiques énergétiques sur les économies locales ? Quelle est la capacité des territoires à créer des filières endogènes et à capitaliser sur leurs ressources énergétiques ? Comment les territoires producteurs d'énergie s'insèrent ou non dans les chaînes globales de valeur, soit par la valorisation sur place des ressources disponibles soit, plus généralement par leur exportation sous différentes formes ? Ces interrogations nourries de l'observation des dynamiques territoriales rejoignent des questions stratégiques sur les « innovations de système » à favoriser à la confluence de plusieurs filières technologiques.

Pistes de recherche

Au risque de simplifier l'ampleur des questions à traiter, une façon d'organiser le propos de cette feuille de route consiste

à articuler les enjeux spatiaux et temporels autour de trois pôles : les héritages, les trajectoires contemporaines massives, les émergences.

Héritages et reconversions spatiales

De façon générale, les organisations socio-économiques héritées et la façon dont elles ont structuré l'espace au cours des siècles constituent un champ de recherche important pour saisir la façon dont de nouvelles politiques de l'énergie s'articulent avec plus ou moins de difficulté à une organisation territoriale donnée. Les formes de coopérations sociales qui sont un des éléments de ces héritages méritent d'être regardées avec attention pour saisir la capacité des territoires à négocier les bénéfices et les impacts liés à de nouveaux projets.

Des problématiques plus spécifiques émergent par exemple pour les espaces industriels marqués par la production de ressources énergétiques fossiles et/ou leur usage intensif. Après une longue et progressive période de désindustrialisation, ils entrent dans des processus de réappropriation massive – parfois semblable à une dynamique de colonisation, tant par les énergies renouvelables (exemple des fermes solaires photovoltaïques implantées sur des terroirs) que par de nouvelles exploitations d'énergies fossiles (gaz de houille). Un autre cas illustratif de ces mutations rapides est celui des espaces militaires, souvent hérités de la Guerre Froide et dont les disponibilités foncières se prêtent à de gigantesques projets énergies renouvelables. Outre ces cas d'exception,

la revalorisation de la forêt comme source énergétique, avec le bois-énergie, est un bon exemple de l'exploitation d'une ressource freinée dans certains massifs par la difficile transmission du foncier et son morcellement historique – ce qui peut retarder l'ouverture de processus négociés de reconversion des espaces forestiers.

Espaces urbains, réseaux et mondialisation

Les espaces urbains concentrent à raison l'attention au regard des enjeux qui s'y cumulent en matière de transport, d'urbanisme, de construction, de précarité sociale et énergétique... mais aussi du fait de leur accroissement démographique tendanciel et de la compétition mondialisée qui s'exerce entre eux. Il y a là un champ de recherche considérable dont nous ne rappellerons que quelques aspects.

Un premier aspect concerne le décloisonnement entre les échelles urbaines et leur intégration progressive, depuis le logement jusqu'à la région urbaine en passant par le bâtiment, l'ilot, le quartier. Ce défi est celui d'une mise en cohérence des réglementations multiples (construction, urbanisme, énergie, environnement) et des expertises qui s'affirment aux différents niveaux, voire de leur coordination temporaire pour expérimenter de nouvelles façons de faire la ville (par exemple les éco-quartiers, relocalisation de bâtiments tertiaires, etc.). Pour prendre un exemple plus précis, les enjeux énergétiques dans le secteur résidentiel (accession, logement social) interrogent fortement le rapport de l'habitant à son logement

(e.g. facture énergétique, rapport à de nouvelles prescriptions, etc.), et renouvellent les formes de coopération et de négociation tant dans le logement social (i.e. rénovation thermique et participation habitante), dans les copropriétés (i.e. la difficile émergence de stratégie collective d'investissement dans la rénovation), que dans le parcs diffus (i.e. qualité de l'offre de rénovation, accès au crédit, etc.).

Le décloisonnement des expertises appelle à raisonner autrement sur la ville pour envisager un système énergétique et bas carbone global susceptible, par exemple, d'être optimisé en travaillant sur le couple habitat/transport. Cela suppose une révision non seulement de la morphologie urbaine (ville compacte ou ville diffuse), de la capacité des individus à accéder à une diversité d'espaces, mais aussi à des pratiques de mobilité qui sous-tendent cette capacité d'accès (e.g. optimisation des transports en commun, véhicule partagé...).

Au-delà des modèles liant densité et consommation d'énergie, la question urbaine renvoie aussi à celle de la gouvernance et de la capacité des acteurs de la ville d'engager celle-ci sur un sentier de croissance durable ou, de façon plus prosaïque, de sécuriser son approvisionnement énergétique. Cela peut se faire, dans le cas de l'électricité, par le renforcement des interconnexions avec les régions productrices comme par l'implantation à proximité de centrales. Cela peut aussi passer par des formes innovantes de gestion des réseaux de distribution et de stockage de l'énergie (électricité, chaleur).

Sur un autre plan, les villes sont engagées depuis quelques décennies dans des politiques de lutte contre le changement climatique (e.g. processus d'Aalborg, sa « charte » puis ses « engagements ») et participent de mouvements internationaux pour le développement durable dont les origines et la portée restent à comprendre, par exemple en termes de diffusion de modèles de développement.

Dynamiques émergentes : des expériences de communauté aux « nouveaux impérialismes »

Si la transition énergétique contemporaine ne sonne pas mécaniquement la revanche des territoires, lesquels sont pris dans des processus de compétition et des formes de recomposition qui les interrogent profondément, ces derniers sont parfois de véritables laboratoires, au sens de lieux favorables par leurs ressources et leurs héritages à l'expérimentation de nouveaux modes de production, de transport et de consommation de l'énergie, ainsi qu'à l'émergence d'innovations de système.

« Les territoires, lieux d'invention de futurs énergétiques », voilà un thème qui marque pour les sciences sociales un champ de recherche nouveau, où l'analyse mérite d'être portée sur les options de développement, les synergies entre filières, les gains associés à des recompositions d'activités économiques qui ne sont, par exemple, pas des options préexistantes et perceptibles lors de l'exercice des scénarios mais qui peuvent

pourtant participer à l'élargissement du débat sur la conduite de la transition énergétique.

Ainsi, de nombreuses expériences novatrices méritent d'être thématisées sous le terme de communautés énergétiques durables. Ces expériences restent encore méconnues en France, voire au niveau international. Elles sont favorisées par l'arrivée des politiques énergie-climat lesquelles élargissent le débat quant aux ressources, aux besoins et aux bouquets énergétiques locaux. Elles profitent également du fait que de nombreux territoires ont, depuis une décennie, capitalisé, appris et développé des formes d'organisation en lien avec les énergies renouvelables. Ces communautés énergétiques durables (exemple des « Territoires à énergie positive », des « Centrales villageoises ») constituent un creuset en ce que, à leur niveau, s'expérimentent de nouvelles formes de portage juridique, politique et économique, mais aussi d'intégration des enjeux environnementaux et paysagers, de synergies avec les filières économiques et d'articulation au réseau de distribution électrique.

Une autre problématique est celle des territoires « démonstrateurs ». De nombreux développements technologiques appellent des expérimentations grandeur nature visant à faire la démonstration de la maîtrise des performances et des risques qui leurs sont associés (CCS, gaz de schiste, gaz de charbon, éolien offshore). Le fait de convoquer un espace, de l'instrumenter, de créer autour de ce site pilote un collectif plus ou moins restreint pour stabiliser une connaissance et doter une

technologie d'une dimension partagée est un processus qui reste à comprendre, notamment la façon dont une configuration territoriale donnée contribue au cadrage de ce processus (ouverture/clôture démocratique, rendre visible/invisible les incertitudes, etc.).

Si les territoires « démonstrateurs » réfèrent à des processus très localisés, d'autres dynamiques émergentes de grande ampleur, aux logiques de gouvernance bien différentes, peuvent être thématiques sous le terme provisoire de « nouveaux impérialismes ». A titre d'exemple, le projet Désertec vise l'exploitation de l'énergie solaire des zones désertiques au niveau mondial afin de fournir 15 % de la demande d'électricité en Europe d'ici 2050. Il relève d'une logique transnationale et d'une échelle transcontinentale (région EUMENA). La rivalité des pays européens vis-à-vis du gisement solaire d'Afrique du Nord (face au consortium Désertec, la France a lancé le Plan Solaire Méditerranéen (PSM) dans le cadre de l'Union pour la Méditerranée (UPM – 43 pays) initiée en 2008) fait de ce type de projets l'arène d'une géo-politique émergente des nouvelles énergies, et dont les sciences humaines et sociales de l'énergie ont bien pour visée d'interroger la soutenabilité (impacts locaux, redistribution de la valeur).

Conclusion

Cet ouvrage porte l'ambition de contribuer à la réouverture des enjeux contemporains de l'énergie grâce à un abord renouvelé de la technologie. Celle-ci est considérée non pas comme un artefact indépendant des grands défis environnementaux et sociétaux mais comme un assemblage sociotechnique aux frontières mouvantes. Elle appelle, pour être stabilisée, des régulations d'ordres divers (économique, juridique, politique, éthique, etc.), parfois contradictoires. Elle suscite des controverses qui divisent le social selon des lignes inédites, constituant sur son passage des publics dont la saisie ne saurait se résumer à leur soutien ou leur opposition à des options technologiques.

Cette approche a permis de structurer un premier agenda pluridisciplinaire, organisé et structuré, en sciences humaines et sociales (SHS). Il suggère la richesse des défis énergétiques qui sont face à nous tout autant que la contribution décisive que peuvent y apporter les SHS, une fois rassemblées en pluridisciplinarité. Cet agenda fait apparaître des points de divergence au sein des SHS, jusqu'ici perçus sans avoir été explicités et juxtaposés. Il montre aussi des convergences jusqu'alors non

formulées. A titre d'exemple, l'agenda des recherches sur les modélisations énergie-climat rejoint par endroit celui des économistes. C'est notamment le cas autour de thèmes d'étude nouveaux, comme l'analyse des déplacements contemporains des pratiques de validation des modèles. Il découvre en d'autres endroits des divergences marquées, telles que celle entre l'agenda normatif de modélisation proposé par l'économie et la proposition, par d'autres sciences sociales, d'analyses critiques des pratiques de scénarisation des futurs et de leur rôle dans l'orientation des débats sur les politiques de l'énergie.

Cet ouvrage explicite son abord de la technologie et des enjeux de l'énergie afin de maintenir ouvert le processus de structuration d'un agenda pour les SHS. Gageons que d'autres propositions auraient pu être opérantes et de nombreux points plus amplement développés. Ainsi en va-t-il en particulier des enjeux liés au pétrole, au gaz naturel, au charbon ou à la mobilité, et dans une moindre mesure ceux liés aux hydrocarbures non conventionnels, à la précarité ou à la sécurité énergétique. Cet ouvrage est donc bien une étape dans un processus que nous souhaitons maintenant amorcé, afin d'encourager une structuration des SHS, en interdisciplinarité, sur les enjeux énergétiques.

Il s'agit à présent d'aller de l'avant et de dépasser l'entre-deux insatisfaisant entre un agenda normatif structuré par entrées technologiques et un agenda SHS qui resterait disparate faute de coordination entre les actions de recherche. Le gain espéré

de ce premier agenda SHS est qu'il contribue à instaurer des relations renouvelées sur les enjeux énergétiques, entre communautés de recherche SHS et avec les communautés hors SHS. Dans cette voie, il s'agit pour les SHS de se doter d'une capacité de contribution stratégique. La structuration de cette capacité appelle à poursuivre le travail dans quatre directions qui constituent l'esquisse d'une feuille de route à moyen terme. Ces directions sont les suivantes :

- « *Entreprendre des approfondissements thématiques* » cet ouvrage n'est pas un terme. Les quatre grandes orientations proposées - « Visions du futur et scénarios », « Gouvernance des politiques de l'énergie », « Marchés, régulations et modes de consommation », « Territoires et recompositions sociales » - sont à approfondir de manière à poursuivre une exploration thématique des enjeux qui ne restreigne pas l'accès des communautés de recherches et des disciplines à ce travail. L'objectif est de renouveler les thèmes clefs de la transition énergétique contemporaine, de favoriser l'innovation conceptuelle pour aboutir à des déplacements problématiques ;
- « *Garder les futurs ouverts* » : cette expression ne doit pas laisser croire à un refus ou à une incapacité des SHS à contribuer à l'examen des modalités de clôture des dossiers et à orienter la prise de décision. La conduite des politiques énergie-climat ne peut se faire sans décisions stratégiques : la définition de priorités technologiques en est un exercice important. En revanche, un agenda stratégique ne peut se

résumer à un agenda technologique si l'on veut éviter un pilotage à court terme qui se réduise à un pari sur des options technologiques. Les SHS peuvent contribuer au pilotage stratégique. Elles peuvent autoriser une meilleure compréhension des dynamiques et des hétérogénéités temporelles, spatiales, et ainsi permettre d'ouvrir les processus décisionnels aux parties concernées. Elles peuvent jouer un rôle de vigie à l'égard de « signaux faibles », des processus « oubliés », « orphelins », ou encore « à fort potentiel ». Une telle contribution suppose de maintenir des capacités d'étude pour des objets parfois identifiés comme non prioritaires ;

- « *Promouvoir en amont des recherches* » : il est crucial de favoriser davantage d'échanges en amont des projets de recherche afin d'établir des coopérations plus riches en aval. Dans ce temps amont, l'enjeu est de partager les agendas scientifiques entre communautés de recherche afin de prendre la mesure de leurs divergences et de leurs convergences. Il s'agit de rendre visible les différentes modalités de suivi, de description et de problématisations des objets, de collaborer à des approfondissements thématiques. Il s'agit, enfin, de coproduire des éléments de compréhension sur les technologies et les politiques de l'énergie afin de favoriser l'émergence de groupements pluridisciplinaires de recherche ;
- « *Internationaliser et faire croître une culture collective des SHS sur l'énergie* » : l'objectif est de sortir d'une approche

franco-centrée des politiques de l'énergie. Le développement d'une veille sur l'activité des groupes de recherche énergie/SHS à l'étranger peut être bénéfique à plusieurs titres. La veille scientifique promeut la coopération entre chercheurs français et étrangers. Elle autorise une mise en réseau très utile, notamment par l'attention qu'elle peut porter aux formes d'organisation et à la pratique de l'interdisciplinarité dans les autres pays. Enfin, elle permet de mettre en perspective, et donc d'interroger, les priorités de recherche qui émergent ou qui dominent l'agenda technoscientifique en France et les formes de savoir qui lui sont associées.

Ces axes appellent une réflexion sur les moyens utiles et nécessaires à leur déploiement. Les priorités opérationnelles peuvent inclure : renforcer les unités de recherche sur la thématique énergie ; favoriser l'ouverture de postes de recherche et d'enseignement ; favoriser une publication spécialisée des SHS sur l'énergie ; soutenir la constitution d'arènes de collaboration internationale des sciences sociales de l'énergie en amont des projets de recherche (du type GDRI) ; soutenir la structuration de formations dans le champ des SHS sur l'énergie (e.g. formations de master, écoles thématiques).

Le présent ouvrage est bien un plaidoyer pour une véritable interdisciplinarité qui ne réinstalle pas une segmentation du monde mais ouvre sur l'élaboration de visions robustes qui laissent place à des populations et des entités souvent tenues à l'extérieur des expertises comme des négociations.

Table des matières

Préambule	7
Introduction	11
La réouverture contemporaine des enjeux de l'énergie	12
Enjeux systémiques et contribution des SHS au pilotage stratégique	14
Une feuille de route pour les sciences humaines et sociales	17
Présentation des chapitres	20
Réouvrir les enjeux contemporains de l'énergie	25
Ouvrir la technologie, déployer le social	26
Vision d'ensemble et principes structurants	31

Visions du futur et scénarios	37
Au-delà des prix, un agenda pour les modélisations	44
Approfondir les modélisations des secteurs intensifs en énergie-carbone	45
Mobilité et transport	46
Agriculture et usage des sols	46
Introduire la sphère financière	47
Faire progresser de nouvelles formes de modélisation	47
De nouvelles pratiques de calibration et de validation	49
Les pratiques de scénarisation	51
Des acteurs nombreux, aux intérêts multiples	51
La fabrique des scénarios	54
Représentations et valeurs dans les scénarios	56
Une forme de gouvernance contemporaine	56
La dimension éthique des scénarios	57
Les épreuves sociales des modélisations	59
Le partage experts / non-experts	59
Conflits et construction de légitimité	60
Le cas du Débat National sur la Transition Energétique	61
L'histoire des futurs	62
Gouvernance des politiques de l'énergie	67
Une gouvernance étatique interrogée	69
Un passé à comprendre : construction des Etats et enjeux sociétaux	70
Enjeux géopolitiques et relations internationales	72
Les libéralismes et leurs articulations au marché	73

L'enjeu climatique : nouvelles arènes et nouveaux acteurs	75
Des politiques publiques face à la multiplication des parties prenantes	77
Interroger la transition énergétique «à la française»	79
Suivre l'émergence de nouvelles formes de gouvernance	82
Un cadrage technico-économique dominant	82
Controverses et oppositions locales	84
Réseaux d'autorités locales et dynamiques décentralisées	86
Marchés, régulations et modes de consommation	91
Les transformations des marchés	95
Marchés gaziers	95
Marchés, communs électriques, centralisation / décentralisation	96
Des acteurs en quête de coordination	98
Centralisation/décentralisation des systèmes électriques	100
Les processus de formation des marchés	104
L'émergence des qualités et les nouveaux partages	106
L'émergence d'un agenda libéral de marché	107
Une nouvelle géopolitique de l'énergie sous contrainte climatique	110
La sécurité énergétique comme bien public global	111
Diversification énergétique et changements géopolitiques	112
L'accès aux ressources renouvelables	113
Les nouveaux enjeux des hydrocarbures	114

Les modes de consommation et les modes de vie	115
La demande d'énergie, à la croisée des chemins	115
Signaux faibles et politisation d'alternatives	117
L'écueil de « comportement »	118
Du comportement à l'encastrement de la demande	120
Pratiques, systèmes d'usages, systèmes sociotechniques	121
Suivre la construction de la demande	122
L'accès à l'énergie et la précarité énergétique	124
Des notions en débat	124
Empowerment et énergie	125
Les risques d'un gouvernement des usages	127
 Territoires et recompositions sociales	 129
Ecueils et jalons problématiques	130
Questionnements et enjeux	133
Echelles et interdépendances	133
Régulations et politiques d'aménagement de l'espace	136
Suivre l'émergence de potentiels énergétiques territorialisés	138
 Pistes de recherche	 139
Héritages et reconversions spatiales	140
Espaces urbains, réseaux et mondialisation	141
Dynamiques émergentes : des expériences de communauté aux « nouveaux impérialismes »	143
 Conclusion	 147
Le GPRO Energie-SHS de l'Alliance ATHENA	159
Table des illustrations	165

Le Groupe de Prospective (GPRO) Energie-SHS de l'Alliance ATHENA

L'Alliance Nationale des Sciences Humaines et Sociales (ATHENA) fait partie des cinq alliances missionnées par le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche pour informer la stratégie nationale de recherche et d'innovation. Créée en 2010, elle ne porte pas la vision d'un opérateur de la recherche mais rassemble plusieurs opérateurs, à commencer par ses quatre membres fondateurs, la CGE, le CNRS, la CPU et l'INED.

Elle offre un carrefour scientifique propice à une plus grande autonomie des sciences humaines et sociales sur les questions énergétiques et, partant de là, la possibilité d'une collaboration interdisciplinaire renouvelée. Cette possibilité a trouvé une concrétisation à la fin de l'année 2012, avec la mise en place du Groupe de Prospective Energie-SHS. L'Alliance ATHENA, alors présidée par le CNRS et son Institut des Sciences Humaines et Sociales, commençait à porter, avec le soutien de l'action Energie du CNRS, une vision interdisciplinaire des questions énergétiques.

Le Groupe de Prospective Energie-SHS s'est réuni à 13 reprises entre novembre 2012 et juillet 2013. Le processus de travail a accueilli une diversité de contributions en provenance des SHS (philosophes, économistes, sociologues, géographes, historiens, sciences politiques, etc.) et de disciplines hors des SHS. Des interlocuteurs de l'ANCRE ont été associés au processus. Un processus d'audition a ouvert le groupe à l'avis de chercheurs et d'institutions sur les enjeux énergétiques contemporains. Des échanges entre les membres du groupe de travail et les chercheurs de leurs laboratoires respectifs a également permis d'enrichir le contenu de cet ouvrage. Le groupe de travail Energie-SHS était constitué de 13 membres :

- Pierre Charbonnier, Chargé de recherche, CNRS, Laboratoire interdisciplinaire d'études sur les réflexivités, philosophie ;
- Patrick Criqui, Directeur de recherche, CNRS, Laboratoire EDDEN-PACTE, économie ;
- Alain Dollet, Directeur de recherche, Directeur adjoint scientifique de l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes du CNRS, en charge de la thématique « Energie » du CNRS, ingénierie ;
- Patrick-Paul Duval, Institut Français du Pétrol et des Energies Nouvelles, géologie/géophysique ;
- Pierre Fournier, Professeur, Aix-Marseille Université, Laboratoire Méditerranéen de Sociologie, sociologie ;

- Claude Gilbert, Directeur de recherche, CNRS, Laboratoire PACTE, sciences politiques ;
- Bernd Grambow, Professeur, Ecole des Mines de Nantes, Directeur du laboratoire Subatech, responsable du programme NEEDS, chimie ;
- Olivier Labussière, Maître de conférences, Université Joseph Fourier, Laboratoire PACTE, géographie et aménagement ;
- Sandra Laugier, Professeur, Université Paris 1, Directrice adjointe scientifique de l'Institut des sciences humaines et sociales du CNRS, chargée de l'interdisciplinarité, philosophie (rapporteuse) ;
- Elisabeth Le Net, chercheure, ITESE-CEA, économie ;
- Catherine Locatelli, Chargée de recherche, CNRS, Laboratoire EDDEN-PACTE, économie ;
- Alain Nadaï, Directeur de recherche, CNRS, Centre international de recherche sur l'environnement et le développement, socio-économie ;
- Sébastien Velut, Professeur, Université Paris 3, Directeur de l'Institut des hautes études de l'Amérique latine, Directeur du Centre de recherche et de documentation des Amériques, géographe (animateur du Groupe de travail).

Le groupe a bénéficié du support du CNRS :

- Maria-Teresa Pontois, ingénieure de recherche, CNRS ;
- Maria-Pina Selbonne, assistante, CNRS.

Des entretiens ont été menés avec les personnalités suivantes :

- Patrick Criqui, Directeur de recherche, CNRS, Laboratoire EDDEN-PACTE, économie, le 19 mars 2013 ;
- Yannick Régnier, Animateur du réseau Territoires à énergie positive, Association CLER, le 19 mars 2013 ;
- Bernard Laponche, Association Global Chance, le 26 mars 2013 ;
- Yves le Bars, ancien Directeur du Bureau de recherches géologiques et minières, le 9 avril 2013 ;
- Bruno Goffé, Directeur de recherche, Délégué scientifique Géo-ressources de l'Institut national des sciences de l'univers du CNRS, géologie, le 9 avril 2013 ;
- Mathieu Arnoux, Directeur d'études à l'Ecole des hautes études en sciences sociales, Professeur à l'Université Paris 7, Laboratoire interdisciplinaire des énergies de demain, histoire du Moyen Âge, le 23 avril 2013 ;
- Sylvie Douzou, Chercheuse senior, Demande en énergie et dynamique de consommation, EDF-R&D, le 14 mai 2013.

Ce livre a également bénéficié des précieux conseils et critiques de Jean-Charles Hourcade et Dominique Finon (Centre international de recherche sur l'environnement et le développement), de Florent Champy et Stefano Bosi (Directeurs adjoints scientifiques de l'Institut des sciences humaines et sociales du CNRS), de François Héran (Institut national des études démographiques) et de Fabrice Flipo (Télécom Ecole de Management).

La prise en charge de la rédaction des chapitres et de l'intégration de l'ensemble des approches a été largement assurée par Alain Nadaï, Olivier Labussière, Claude Gilbert et Pierre Charbonnier.

Table des illustrations

Chapitre 1

Fleuve serpentant vu du ciel (Avion pour Arusha)
[190], 2011 © lecurbitacee
www.flickr.com/photos/jpetitseigneur/5983325396

Chapitre 2

L'oeil, 2010 © Marc Lagneau
www.flickr.com/photos/marc-lagneau/5123891724

Chapitre 3

Vatican Globe © icelight
www.flickr.com/photos/icelight/148688223

Chapitre 4

The Energie Tower © Tim RT
www.flickr.com/photos/tim-rt-photography/9174945789

Chapitre 5

Istanbul, Turkey: The Crossroads of Europe and Asia © NASA Earth Observatory
http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AIstanbul_and_Bosporus_big.jpg

Achevé d'imprimer en février 2015
sur les presses de l'Imprimerie de l'Ouest **P**arisien
92100 Boulogne-Billancourt
Dépôt légal : février 2015

Imprimé en France

L'énergie des sciences sociales

Ouvrage dirigé par
Olivier Labussière & Alain Nadaï

L'énergie constitue un enjeu vital pour l'avenir de nos sociétés, et il devient urgent, à présent, d'encourager le développement de recherches interdisciplinaires sur les choix qui s'offrent aux sociétés en matière d'énergie et de réponse à l'enjeu climatique.

Cet ouvrage aborde la technologie comme un ensemble socio-technique aux frontières mouvantes qui, pour être stabilisé, appelle des régulations de divers ordres, parfois contradictoires, souvent controversées. Cette approche holistique autorise la composition d'un premier agenda pluridisciplinaire, organisé et partagé, en sciences humaines et sociales.

Visions du futur et scénarios / gouvernance des politiques de l'énergie / marché, régulations et modes de consommation / territoires et recompositions sociales : l'agenda de recherche qui émerge de ces quatre thèmes appelle à instaurer des relations renouvelées entre communautés scientifiques sur les enjeux énergétiques.

Olivier Labussière - Maître de conférences, géographie et aménagement, Université Joseph Fourier, Laboratoire PACTE.

Alain Nadaï - Directeur de recherche, CNRS, Centre international de recherche sur l'environnement et le développement, CIRED.

Collection ATHENA

6 €
979-10-93170-01-5