

Proposition d'un modèle d'analyse de gouvernance territoriale et des conditions de réalisation de la transition énergétique par le vecteur hydrogène.

Esdras NGOUNOU TAKAM

esdras.takam@yahoo.com

Doctorant en sociologie et en géopolitique – 1^{ère} année (2017-2018)

Centre d'étude et de recherche sur les risques et les vulnérabilités (CERREV) –

EA3918 – Université de Caen Normandie - MRSH.

Dir. de thèse : Frédérick LEMARCHAND, Anne LALO

Résumé

L'objet essentiel de la thèse porte sur l'étude des freins et des conditions de réalisation de la transition énergétique par le vecteur hydrogène, en focalisant l'attention, sur les territorialités et les échelles de transition. La thèse tentera de montrer que c'est une question de gouvernance qui se pose avant tout. Le postulat consiste à considérer la transition énergétique comme un processus fondamentalement politique (voire géopolitique). Après avoir détaillé le contenu et la pertinence de la problématique (1), nous reviendrons sur nos hypothèses de travail et la méthodologie de la recherche (2). Enfin, nous tenterons d'exposer les résultats attendus (3).

Mots clés : transition énergétique, hydrogène, choix politiques, énergies renouvelables, potentialités, technologies.

Abstract

The main purpose of the thesis is to study the brakes and the conditions of realization of the energy transition by the hydrogen vector, by focusing the attention, on the territorialities and the scales of transition. The thesis will try to show that it is a question of governance that arises above all. The premise is to consider the energy transition as a fundamentally political (even geopolitical) process. After having detailed the content and the relevance of the problem (1), we will return to our working hypotheses and research methodology (2). Finally, we will try to expose the expected results (3).

Key Words: Energy transition, hydrogen, politicals choices, renewable energy, potentialities, technologies.

Introduction

Dans un contexte marqué par le réchauffement climatique, la raréfaction des ressources fossiles et l'enchérissement du prix de l'énergie, l'enjeu est d'amorcer la transition du système énergétique actuel vers des systèmes énergétiques peu carbonés. La transition énergétique n'est plus simplement une question de choix technologique. Elle est devenue un impératif à l'échelle internationale (la fameuse barre des 4°C à ne pas dépasser en 2100). Elle renvoie à l'ensemble des changements structurels du système énergétique actuel, changement qu'il est nécessaire d'effectuer pour favoriser le passage d'une société fondée sur la consommation abondante d'énergie fossiles (charbon, pétrole, gaz, uranium), fortement émettrices des gaz à effet de serre, à une société plus sobre en énergie et à faible intensité en carbone, intégrant une part croissante d'énergie renouvelable dans son bouquet énergétique. Cette notion recouvre à la fois les évolutions des formes d'énergies mobilisées, des modes de production de l'énergie utilisée, et notamment la dé-carbonisation de l'électricité, que la façon dont cette énergie peut être utilisée dans les principaux secteurs d'activités économiques, notamment les transports (Fabienne Picard et Corinne Tanguy, 2017, p. 43).

Pour concrétiser cet engagement international, la France a initié en 2012 sa transition énergétique au travers d'un grand débat national. Celui-ci a abouti à un projet de loi ambitieux¹ pour réduire la consommation, la facture énergétique ainsi que les impacts de la société sur l'environnement. Assurer la sécurité d'approvisionnement, faire évoluer le mix énergétique, trouver de nouvelles sources de pétrole, réduire les émissions de gaz à effet de serre, améliorer l'efficacité énergétique, lutter contre le changement climatique, faire face à l'urbanisation massive et à la précarité énergétique... Les défis des acteurs de l'énergie, privés comme publics, sont aujourd'hui multiples. En amont de la chaîne, la question du financement et de la stratégie industrielle pour développer les énergies renouvelables est plus que jamais d'actualité. Dans ce récit du passage à une nouvelle ère industrielle et énergétique marquée par le remplacement progressif des hydrocarbures par le renouvelable, la filière hydrogène est reconnue pour occuper un rôle central. Il existe en effet aujourd'hui un consensus scientifique sur le potentiel de l'hydrogène quant à l'optimisation des ressources énergétiques locales dans un contexte de production d'énergie décentralisé et de source intermittente :

¹ Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

- Stockage massif et de long terme de l'électricité ;
- Revalorisation des excédents au travers d'un vecteur gaz ;
- Co-génération de chaleur au niveau de l'habitat ;
- Mobilité décarbonnée ...

Les usages sont multiples, et les retombées attendues semblent être importantes (Kalinowski L. et Pastor J.-M., 2013). La labellisation des Régions comme « territoires Hydrogène », à la suite de l'examen des projets déposés à l'issue de l'appel à projets du Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer² en 2016, conforte cette dynamique sociotechnique qui vise à faire des Régions, des territoires significatifs dans la production d'énergie. La contribution des territoires au développement de la filière hydrogène en France apparaît plus que jamais clé. Avec l'avènement de projets concrets liés au développement de la filière, les acteurs engagés tentent de prouver la capacité de la filière hydrogène à faciliter l'insertion des énergies renouvelables, ou à accompagner le développement des nouveaux usages tels que les véhicules électriques.

Reste que, malgré cette dynamique, la filière hydrogène peine à trouver encore sa place dans le modèle énergétique français, contrairement à d'autres pays développés (Allemagne, Etats-Unis, Japon, Corée du Sud). Souvent abordée sous son seul aspect technologique, la question de l'hydrogène suscite des interrogations sur le développement de la filière et les opportunités émergentes pour les territoires, qu'ils soient urbains ou ruraux. Même si ces derniers commencent à s'appropriier ces thématiques au travers de politiques locales volontaristes, ils restent confrontés à des difficultés de maille de gouvernance des processus de transition.

L'objet de la thèse porte donc sur l'étude des freins et des conditions de réalisation de la transition énergétique par le vecteur hydrogène, en focalisant l'attention, sur les territorialités et les échelles de transition. Notre propos tentera de montrer que c'est une question de gouvernance qui se pose avant tout. Le postulat étant de considérer la transition énergétique comme un processus fondamentalement politique (voire géopolitique). Après avoir détaillé le contenu et la pertinence de la problématique (1), nous reviendrons sur nos hypothèses de travail et la méthodologie de la recherche (2). Enfin, nous tenterons d'exposer les résultats attendus (3).

² L'appel à projets a été ouvert le 4 mai 2016 et s'est clôturé le 30 septembre 2016 par le Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer.

1. Problématique

La question du développement de l'hydrogène est régulièrement mise en exergue. L'hydrogène est considéré comme le « carburant de l'avenir » (Kalinowski et Pastor, 2013) à même de bouleverser les façons de produire et de consommer de l'énergie.

Ainsi, « le remplacement des combustibles fossiles par l'hydrogène dans les consommations finales d'énergie pourra se traduire par des atouts écologiques majeures sous réserves que soient surmontés les défis techniques, écologiques et financiers relatifs au mode de production, d'acheminement, de stockage et d'utilisation de l'hydrogène » (Kalinowski et Pastor, 2013).

Présentée comme la solution à tous les problèmes (Rifkin, 2002), la fourniture de services énergétiques à base d'hydrogène génère des cycles d'engouement et de déception (Romm, 2014) que l'on peut lire dans les diverses politiques publiques.

Bien que présent dans l'univers, l'hydrogène n'existe pas à l'état gaz pur dans la nature. Il se présente toujours en combinaison avec d'autres atomes dont il faut le séparer selon divers procédés plus ou moins coûteux. Il doit donc être produit à partir d'une source d'énergie primaire (pétrole, gaz naturel, méthane, éthanol, etc...). C'est pourquoi l'hydrogène n'est pas une source d'énergie (ou énergie primaire comme le charbon, le pétrole, le gaz naturel), mais un vecteur énergétique (donc source d'énergie secondaire). L'hydrogène peut être produit à partir de sources d'énergie variées et la production d'hydrogène (servant de vecteur d'énergie) peut se faire selon différents procédés : extraction par reformage à la vapeur d'une énergie primaire, gazéification du charbon ou de la biomasse, électrolyse de l'eau. Ce dernier procédé implique d'utiliser de l'électricité qui peut être issue des centrales électriques conventionnelles – charbon, gaz, nucléaire ou des énergies renouvelables (éolien, solaire, hydraulique). En conséquence, on constate que le processus de production de l'hydrogène peut ne pas être neutre d'un point de vue environnemental. Ainsi, les avantages écologiques de l'hydrogène relativement aux énergies fossiles dépendent des technologies mises en œuvre pour le produire et l'utiliser. Au-delà des technologies de production se pose également la question des modalités de production. Deux approches s'opposent, entre une production à grande échelle, centralisée, et des installations, plus petites et réparties sur le territoire afin de bénéficier des sources d'énergies locales.

Il est clair que de ces choix technologiques, dépendra la capacité de la filière à concurrencer les combustibles fossiles ou à se construire en complémentarité des énergies fossiles. Avec les récents appels à projet territoire à Hydrogène lancés en Mai 2016 par le Ministère français de l'Environnement de l'Énergie et de la Mer, les pouvoirs publics centraux et régionaux cherchent à orienter les trajectoires de transition énergétique -socio-technique-. Mais la définition d'une trajectoire de transition ne se réduit pas seulement à des interactions entre « niches », « régimes » et « paysages ». Elle suppose d'identifier aussi les prises de décision à des points critiques, les contestations, les tentatives de clôture ou d'ouverture de controverses dans des réseaux d'acteurs (acteurs industriels, acteur de la recherche, acteurs politiques et institutionnels) qui agissent à différentes échelles. Les questions posées dans cette thèse sont donc celles de la territorialisation, des freins et des conditions de réalisation de la transition bas carbone par le vecteur hydrogène.

▪ **L'approche « multi-level » : un cadre théorique pertinent pour l'analyse de la territorialisation de la transition**

La « multi level approach » est un cadre analytique et heuristique pour comprendre la transition énergétique. Nous allons essentiellement nous baser sur les travaux de Geels, particulièrement sur son article intitulé : « Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes : a multi-level perspective and a case-study » (2002) qui est une référence internationale dans l'analyse de la gouvernance des transitions technologiques. Ce cadre analytique met en relation trois niveaux d'analyse : le paysage socio-technique, le régime socio-technique et les niches. Ces trois composantes sont en interactions.

Un régime socio-technique (RST) est l'ensemble de règles intégrées dans les pratiques d'ingénierie, les technologies, les processus de production, les caractéristiques des produits, les compétences et procédures, les façons de manipuler des objets et de définir des problèmes : le tout s'inscrivant dans des institutions et infrastructures.

Etudier un régime socio-technique suppose d'étudier les routines cognitives dans les pratiques et l'esprit des ingénieurs, dans les structures de gouvernance d'entreprise, les processus de fabrication et les caractéristiques des produits. Mais les utilisateurs, les décideurs, les groupes sociaux, les fournisseurs, les scientifiques, les banques influencent aussi les trajectoires technologiques, ces acteurs font partie intégrante du RST.

Les trajectoires technologiques se situent dans un paysage sociotechnique (PST) constitué d'un ensemble de tendances structurelles profondes. La métaphore «paysage» fait référence par exemple aux dispositions matérielles, géographiques et spatiales des territoires, des villes, des usines, des autoroutes, des infrastructures en général. Le PST fait également référence à un ensemble de facteurs hétérogènes, tels que le prix du pétrole, la croissance économique, les guerres, l'émigration, les grandes coalitions politiques, les valeurs culturelles et normatives, les problèmes environnementaux. Le paysage est un contexte d'interactions plus large que le régime. Alors que les régimes font référence à des règles qui permettent et limitent les activités au sein des communautés, le PST fait référence à des facteurs externes technologiques plus larges. Les paysages changent, mais plus lentement que les régimes.

Alors que les régimes génèrent généralement des innovations incrémentales, les innovations radicales émergent dans les niches. Les niches sont protégées ou isolées de la sélection et de la logique concurrentielle qui courent au sein du RST, elles servent d'incubateurs aux innovations radicales.

La relation entre les trois composantes peut être comprise comme une perspective à plusieurs niveaux. Le niveau méso des régimes ST représente la stabilité du développement technologique existant et l'apparition de trajectoires. Le macro-niveau du paysage consiste en des facteurs externes changeant lentement, fournissant des gradients (au sens des orientations) pour les trajectoires. Le micro-niveau des niches explique l'émergence et le développement d'innovations radicales.

Le point important de la perspective à plusieurs niveaux est que le succès ultérieur d'une nouvelle technologie n'est pas seulement régi par des processus au sein de la niche, mais aussi par des développements au niveau du régime existant et du paysage sociotechnique.

« C'est l'alignement des développements (processus réussis dans la niche renforcée par les changements au niveau du régime et au niveau du paysage sociotechnique) qui détermine si un changement de régime se produira » (Kemp et al., 1998, p.277).

Les changements au niveau du paysage, par exemple, peuvent exercer une pression sur le régime et créer des ouvertures pour les nouvelles technologies.

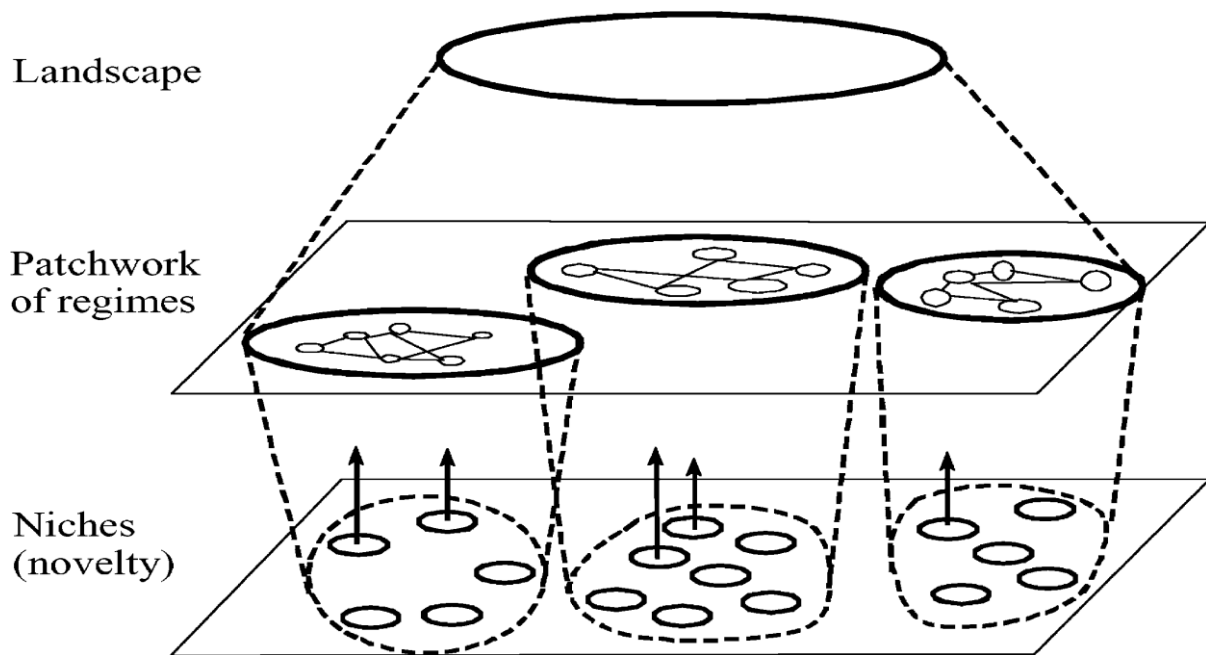


Figure 1. Perspective multiniveau de Geels (source: Geels 2006, p. 173)

La « multi-level approach » est un cadre d'analyse pertinent pour notre travail de thèse parce qu'il permet une approche systémique dans la démarche de questionnement et d'analyse des processus de gouvernance et de réussite (ou de possibles échecs) des transitions. Cela revient à considérer la question de l'hydrogène comme une question sociotechnique (Geel, 2006). Dans cette perspective, les dimensions techniques (de production, du transport et du stockage) de la filière l'hydrogène ne doivent pas être dissociées des dimensions juridiques, sociales, économiques, internationales ou réglementaires. Toutefois, pour aborder la question de la territorialisation de la transition énergétique, il manque au « multi-level approach » la chair et l'analyse fine du jeu d'acteurs, des asymétries de pouvoir et des dynamiques territoriales spécifiques, notamment pour définir les limites d'un RST. Pour y remédier, nous introduisons des notions comme celles de territorialité et d'échelle de transition (Bridge G., Bouzarovski S., Bradshaw M., Eyre N., 2013).

▪ Les territorialités

Aborder les territorialités peut se traduire en quelques questions : comment le pouvoir politique et social se déploie-t-il dans les territoires et déploie-t-il en même temps la filière ? Gouvernement à distance ou gouvernance de la transition ? Logique top down ou bottom up ? Comment les agendas européens et nationaux influencent-ils les jeux de pouvoir et la

territorialisation de la transition ? Existe-t-il des logiques de territorialisations qui font des territoires des « espaces géo-énergétique » en concurrence (ou contestés) ?

La territorialité sera également utile pour réfléchir à la façon dont les réseaux de production d'énergie sont organisés territorialement afin de générer et de capter la valeur. La territorialité des réseaux d'infrastructures énergétiques peut être évaluée en termes de connectivité (Hess, 2004) et de centralisation. Elle peut également décrire le degré de centralisation et de coordination des décisions qui portent sur le réseau dans les processus de gouvernance.

▪ **L'échelle de la transition**

Le sens accordé aux technologies des énergies renouvelables varie d'une échelle géographique à l'autre en fonction de leur déploiement dans l'espace et de la manière ou du mode de déploiement (service public, fournisseur privé, communauté, coopérative, etc.). L'analyse en termes d'échelle permettra d'étudier qui est affecté, qui a la capacité d'agir ? Quelle est la bonne échelle spatiale pour être capable d'agir ?

2. Hypothèses de travail et méthodologie de la recherche

Si la question posée est celle de la territorialisation de la transition bas carbone par le vecteur hydrogène:

- celle-ci serait caractérisée par des mécanismes de gouvernance spécifiques qui prendraient en compte le vecteur hydrogène comme un ensemble de niches ou grappes d'innovations techniques. **(hypothèse 1)**
- cet ensemble s'inscrit dans un RST dont les limites et les composantes restent à déterminer. **(hypothèse 2)**
- le tout prenant place dans un PST qui ouvre ou non les possibilités du déploiement d'un RST Hydrogène. **(hypothèse 3)**

Pour vérifier ces différentes hypothèses de recherche, l'enquête de terrain sera largement focalisée sur l'analyse d'un recueil de presse (couvrant les 15 régions françaises labélisées « territoires à hydrogène » et relayant les discours des différents acteurs en présence), des textes réglementaires et documents publics sur la politique de déploiement de la filière à l'échelle française (1), et d'une quinzaine de comptes-rendus de réunions de travail autour de la

définition de la feuille de route opérationnelle de la filière hydrogène en Normandie (étude de cas) (2).

- (1) Dans les Régions labélisées « territoires à hydrogène » (15 au total), se tiennent les démonstrations des techniques de la filière hydrogène. Nous avons choisi de rassembler et d'analyser dans un premier temps un recueil de presse, couvrant ces 15 Régions (1500 articles de presse à peu près) et relayant les discours sur la filière et les positions d'acteurs incontournables du débat. L'ensemble des initiatives autour du développement de la filière hydrogène sera analysé, y compris celles qui ne sont pas « labélisées » par l'État. Nous allons dans un deuxième temps rassembler et analyser les documents et les dispositifs institutionnels qui encadrent le déploiement national de la filière. (e.g. communiqué de presse, institutions publiques engagées sur la filière). Ces documents permettront d'identifier les trajectoires et types de gouvernance qui sont à l'œuvre dans ces « territoires à hydrogène ». Parler de régime territorial de transition est-il fondé ? Quelle est la place de la délibération dans la définition et mise en œuvre de la trajectoire ?

- (2) Nous allons suivre intégralement une quinzaine de réunions de travail organisée par la région Normandie autour de la concertation sur la filière hydrogène en vue de la définition de sa feuille de route opérationnelle. Ces réunions regroupent une diversité d'acteurs (acteurs industriels, de la recherche, de la sphère politique et réglementaire) et se tiennent du 23 Janvier au 30 Avril 2018 dans les deux capitales de la Région : Caen et Rouen. Plusieurs thématiques de travail, en lien avec le développement de la filière, sont à l'ordre du jour : la production, le stockage et le recyclage de l'H₂, ses applications bâtiments-habitat, la recherche et développement, la logistique...L'organisation régionale de ces réunions et groupes de travail prend place autour de la notion de trajectoire de transition (Rosenbloom D., 2017, p.37-50) et permettra, pour nous observateurs, de répondre aux questions suivantes : qui cherche à ouvrir, qui cherche à bloquer la transition ? Sur la base de quels intérêts, quelles représentations ? Avec quel type d'organisation ?

Ces différences, en termes de méthodes d'enquête, loin de constituer une forme d'asymétrie susceptible d'induire des interprétations partielles (voire partiales), notamment du fait du manque d'entretiens plus approfondis, produiront plutôt, un matériel qui sera capable de dévoiler des données cruciales, telles que les types de discours sur la filière hydrogène, les acteurs qui portent ces discours, leurs intentions, les freins et conditions de réalisation (et de

gouvernance) d'un RST Hydrogène en focalisant l'attention sur les territorialités et les échelles de transition.

3. Résultats attendus

Les résultats de l'analyse et du décryptage des données de terrain permettront de décrire la manière dont les acteurs, à l'échelle des « territoires », font de la question du développement de l'hydrogène un objectif éminemment politique et lui donnent un contenu opérationnel, contribuant ainsi à l'ancrer en tant que mot d'ordre au sein de la politique dédiée à cette technologie. Ces résultats prendront en compte les moyens mobilisés par les acteurs pour avancer sur l'objectif principal qui les unit : participer à la fabrication d'un nouveau marché technologique pour la filière hydrogène. En tant que services décentralisées de l'Etat, les Régions sont censées opérer au renforcement de liens inédits entre acteurs industriels, de la recherche, de la sphère politique et réglementaire, engagés à divers titres dans l'avènement de ce marché – projets techniques, élaboration de lois et d'amendements. Les divergences internes n'empêcheront certainement pas l'accord partiel, notamment sur le programme de construction des feuilles de route opérationnelles régionales de l'hydrogène.

De plus, les résultats de la recherche pointeront les incertitudes (technique et économique) qui sont évoquées et mises publiquement en partage dans des rapports scientifiques et gouvernementaux sur la technologie. Dans ce cas, les arguments relatifs aux incertitudes (technique et économique) de la filière sont le plus souvent relativisés par des promesses d'avancées des connaissances (sur le stockage et de réduction de ses possibles dangers par exemple), ou encore par des arguments mettant en avant les bénéfices pour l'intérêt commun, en termes de valorisation des autres énergies renouvelables, de diminution de l'empreinte carbone des énergies fossiles et de contribution directe à la transition énergétique.

Bibliographie sélective

- Bridge G., Bouzarovski S., Bradshaw M., Eyre N., 2013, Geographies of energy transition : Space, place and the low-carbon economy, *Energy Policy* ,(53), 331–340
- Dosi G., 1988, « The Nature of the Innovative Process », in G. Dosi, C. Freeman et al. (éd.) *Technical Change and Economic Theory*, London.
- Freeman C., 1986, « Technologies nouvelles, cycles économiques longs et avenir de l’emploi », in: Salomon J.-J., Schmeder G. (eds.), *Les enjeux du changement technologique*, Ed. Economica, Paris, Pages 91-108.
- Geels F.W., 2002, « Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case study », *Research Policy* 31, Pages 1257-1274.
- Geels F.W., 2005, « Technological Transitions and System Innovations: A Co-evolutionary and Socio-Technical Analysis », Cheltenham: Edward Elgar.
- Geels F.W., Schot J., 2007, « Typology of sociotechnical transition pathways », *Research Policy* 36: Pages 399-417.
- Hess M., 2004, Spatial relationships? Towards a reconceptualization of embeddedness. *Progress in Human Geography* 28 (2), 165–186.
- Kalinowski L., Pastor J.-M., 2013, L’hydrogène : vecteur de la transition énergétique ?, rapport de l’OPECST, 19 decembre.
- Kemp R, Schot J., Hoogman R., 1998, « Regime Shifts to Sustainability through Processes of Niche Formation: the Approach of Strategic Niche Management », *Technology Analysis & Strategic Management* 10 (2), Pages 175-195.
- Nelson R.R., 1992, « National innovation systems: a retrospective on a study », *Industrial and Corporate Change* 1 (2), Pages 347-74.
- Ollivier G., Plumecocq G., 2015, « La Transition Sociotechnique : un courant théorique dynamique. Mobiliser les approches par les transitions dans la recherche sur les changements agricoles et alimentaires : pourquoi et comment ? », Sète, France.
- Picard Fabienne, Tanguy Corinne, (2017), *Innovation et transition techno-écologique*, Série Smart innovation, ISTE Edition Ltd, London.
- Rifkin J., 2002, L’économie hydrogène. Après la fin du pétrole, la nouvelle révolution économique la découverte.
- Romm J.J., 2004, *The hype about hydrogen. Fact and fiction in the race to save the climate*, Island, press.
- Rosenbloom D., 2017, Pathways: An emerging concept for the theory and governance of low-carbon transitions. *Global environmental change*, 43, 37-50.
- Vinck D., 2012, « Manières de penser l’innovation », in Bernard Miège & Dominique Vinck (dir.), *Les masques de la convergence. Enquêtes sur sciences, industries et aménagements*, Paris, Editions des archives contemporaines.