

Business & Innovation

Sophie Boutillier, Faridah Djellal, Faïz Gallouj,
Blandine Laperche et Dimitri Uzunidis (dir.)

L'innovation verte

De la théorie aux bonnes pratiques

Sophie Boutillier, Faridah Djellal, Faïz Gallouj,
Blandine Laperche et Dimitri Uzunidis (dir.)

L'innovation verte

De la théorie aux bonnes pratiques

Présentation générale

Les domaines du possible de l'innovation verte

Sophie BOUTILLIER, Faridah DJELLAL, Faïz
GALLOUJ, Blandine LAPERCHE et Dimitri UZUNIDIS

Alors que, dans le monde entier, l'utilisation des ressources naturelles ne cesse de croître et l'environnement de se dégrader, les économistes et les politiques s'inquiètent avant tout de la perte de compétitivité de telle économie nationale ou de telle entreprise particulière. Ils focalisent aussi leur attention sur les performances financières des systèmes économiques au détriment d'une réflexion approfondie sur les changements nécessaires et urgents des modes de production, de consommation et d'échange dans lesquels la « contrainte environnementale » pourrait se transformer en innombrables opportunités d'innovations et de « faire autrement ».

À propos de la contrainte environnementale

Les activités économiques de production et de consommation sont polluantes. Pour prévenir le risque de réchauffement climatique durable, l'économie doit faire face à une double rareté : rareté d'abord des ressources énergétiques dont les besoins vont croissants, limite ensuite des capacités de la biosphère à servir de décharge commune aux rejets de gaz à effet de serre et de multiples polluants chimiques. Le triplement de la production énergétique en un siècle n'a servi qu'à permettre le rattrapage des économies les plus faibles et à répondre à la croissance démographique. Quant à l'usage restrictif de l'air comme poubelle, il est issu d'un consensus mondial inscrit depuis 1992 dans la convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques.

Le mérite d'avoir saisi l'organisation mondiale compétente à propos du problème de la surcharge atmosphérique revient sans conteste aux scientifiques et aux défenseurs de l'environnement. Depuis l'accord sur la convention cadre, ces acteurs assument cette fonction de défense de l'environnement, en participant activement à l'élaboration des règles opérationnelles que les nations sont censées appliquer. La problématique

environnementale est importante, mais rarement prioritaire dans les agendas gouvernementaux. Les gouvernements ont ainsi tendance à déléguer à leurs spécialistes en la matière le soin de trancher sur des propositions inspirées principalement par les milieux environnementalistes et scientifiques¹. Ce livre donne ainsi la parole aux scientifiques et aux experts qui discutent l'éco-compatibilité d'un certain nombre d'expériences d'entreprises et de logiques économiques.

La « machine à fabriquer des richesses » peut-elle faire face à des défis qui la dépassent ou doit-on continuer de supporter qu'elle façonne, selon ses propres lois et de manière contestable, notre milieu naturel et nos rapports sociaux ? Une contrainte globale sur l'utilisation de l'atmosphère, exercée par la société dans son ensemble, pour infléchir les comportements des producteurs et des consommateurs, est-elle concevable et réalisable ? Le réchauffement global observé est essentiellement dû à l'usage intensif d'agents fossiles. Depuis la révolution industrielle², pour satisfaire ses besoins, l'homme libère cette énergie accumulée par photosynthèse au cours de centaines de millions d'années. Le gaz carbonique dont elle est issue est ainsi restitué à l'atmosphère, mais tellement massivement depuis un siècle et demi qu'une adaptation de la vie sous les formes que nous lui connaissons est impossible sur une aussi courte période. L'accélération du réchauffement (le climat ayant changé à maintes reprises au cours du temps)³ sur quelques décennies entraînerait d'autres dérèglements climatiques auxquels les générations futures devraient s'adapter à des coûts sociaux et économiques exorbitants. Or, les principaux acteurs de l'économie, producteurs et consommateurs, ont des anticipations sensiblement plus courtes. On ne peut donc miser sur leurs seules décisions pour contenir l'amplification de la concentration atmosphérique en gaz à effet de serre.

Aux difficultés liées à l'échelle du temps, s'ajoute la nécessité d'agir à l'échelle de la planète. Toute atteinte portée en un point du globe touche ainsi l'ensemble des nations. La société doit donc imposer à l'économie une contrainte globale. Selon diverses études⁴, il est possible de diviser par deux la quantité d'énergie utilisée actuellement sans conséquences sur le niveau de vie actuel, à condition que l'économie

¹ Matagne, P. (2009), *La naissance de l'écologie*, Paris, Ellipses.

² Le Roux, T. (2011), *Le laboratoire des pollutions industrielles, Paris, 1770-1830*, Paris, Albin Michel ; Massard-Guilbaud G. (2010), *Histoire de la pollution industrielle. France 1789-1914*, Paris, Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales.

³ Le Roy Ladurie, E. (1967), *Histoire du climat depuis l'an mille*, Paris, Flammarion.

⁴ Ces études ont été présentées dans : Laperche, B., Crétiéneau, A.-M., Uzunidis, D. (dir.) (2009), *Développement durable : pour une nouvelle économie*, Bruxelles, P.I.E. Peter Lang.

soit moins dépensière (promotion des transports collectifs, rationalisation de la production industrielle, consommation surveillée, recyclage systématique des déchets, etc.) et qu'elle intègre les nouvelles énergies de substitution. Pour l'heure, deux approches pertinentes du problème climatique s'opposent : l'approche altermondialiste et l'approche ultralibérale. Pour la première, il s'agit de fixer des conditions cadres pour que l'économie devienne plus économe dans ses rejets ; pour la seconde, il faut répartir l'effort de restrictions énergétiques de telle sorte que la compétitivité entre économies nationales soit la moins perturbée possible. Les deux approches s'accordent sur la nécessité d'une coopération multilatérale entre États pour la formulation et l'application d'un dispositif contraignant. Elles s'accordent aussi sur la promotion de l'innovation verte de produit, de procédé, de méthodes ou encore de modes économiques pour atténuer l'impact environnemental de l'activité humaine.

La contrainte globale sur les rejets à effet de serre matérialisée par le protocole de Kyoto⁵ est considérée comme un facteur facilitateur de l'innovation verte. Le protocole de Kyoto combine un engagement *fixe* de l'ensemble des pays industrialisés à limiter leurs émissions totales et une répartition *flexible* entre États des efforts pour le respecter. Les quotas nationaux peuvent en effet être augmentés (i) par l'échange des quantités initialement attribuées, (ii) au travers de l'obtention de droits d'émissions en retour d'aide à des investissements antiréchauffement dans d'autres pays industriels soumis à engagements chiffrés et (iii) de crédits délivrés pour des projets réalisés dans les pays en développement. Les transferts peuvent se faire par accords ponctuels bilatéraux ou par le marché des droits et crédits. Autre souplesse introduite dans le protocole : une tonne de gaz soustraite durablement à l'atmosphère vaut en principe une tonne de gaz que l'on s'abstient d'émettre.

Les milieux d'affaires semblent apprécier ce dispositif (étant donné que la contrainte est considérée comme irréversible). Ils saluent la possibilité offerte par les mécanismes des droits d'émissions, d'entreprendre les réductions en commençant par les sites et installations où elles ont un moindre coût, sans devoir se soumettre aux contraintes juridiques et fiscales nationales (restrictions administrées par voie de règlements, contrôles et taxes). Quand les dispositions du protocole sont transposées au plan national (ou régional de l'Union européenne), les dirigeants d'entreprise apprécient la flexibilité du dispositif : s'engager par accord contractuel sur des objectifs de réduction d'émissions ou, à défaut de les atteindre, sur une compensation par des

⁵ Dispositif tout de même imparfait puisque (i) les pays du Sud sont temporairement en marge d'engagements chiffrés et (ii) des nations industrialisées dissidentes comme les États-Unis, l'Australie et, plus récemment, le Canada faussent les règles du jeu.

permis d'émissions acquis sur le marché crée à l'évidence plus de marges de liberté d'action et une possibilité supplémentaire d'intégrer la contrainte environnementale dans le fonctionnement « normal » de l'entreprise. Mais d'un autre côté, les facilités offertes par le protocole de Kyoto sont soumises à des critiques sévères : ces facilités dispenseraient certains opérateurs d'une taxe, qui devrait s'appliquer à tous, en les encourageant notamment à faire porter par d'autres la charge de moindres rejets émissifs.

Cette contrainte se décline aux niveaux national, régional et sectoriel suivant des objectifs et des modalités propres à chacune des parties signataires des accords. Les restrictions qui lui sont associées se traduisent, pour les économies, en charges, mais aussi, comme le veut la logique capitaliste, en opportunités d'investissement nouvelles et en marchés. En effet, l'économie devrait être stimulée par la réalisation d'un marché tridimensionnel. Tout d'abord, l'augmentation de la demande pour des produits et technologies économes en rejets de carbone atmosphérique et autres gaz à effet de serre conduit les gouvernements et les entreprises à mettre en place de stratégies de recherche-développement (R&D) et d'innovation qui créeront de nouveaux espaces d'accumulation et de profit (première dimension). Puis, les responsables gouvernementaux ou industriels tenus par des engagements chiffrés au plan national, sectoriel ou de l'entreprise se porteront éventuellement acquéreurs de réductions opérées par des tiers et attestées par des titres transmissibles (qu'il s'agisse de quotas non utilisés ou de crédits carbone délivrés aux porteurs de projets). Le marché des droits d'émissions a pris une importance capitale même dans les pays non-signataires du protocole de Kyoto (deuxième dimension). Enfin, ces marchés pour des droits d'émissions font intervenir des intermédiaires financiers qui leur donneront éventuellement une troisième dimension en les élargissant à un public en quête de placements. Ainsi, une telle extension à la spéculation est de nature à exercer une influence supplémentaire vers l'attribution à la tonne de CO₂ d'une valeur de patrimoine qui pourrait augmenter avec le temps au fur et à mesure que les possibilités de réduction d'émissions à coûts bas s'épuiseraient et obligeraient les opérateurs à recourir à des procédés plus coûteux. Une telle évolution suppose bien entendu que la pression exercée en faveur de la protection de l'environnement et de la prévention s'accroisse.

Pour l'économie mondiale, la nouvelle donne qui résulte d'un certain consensus sur l'alerte climatique est pour l'heure, perceptible par le développement de nouveaux marchés de biens, de services et de capitaux interdépendants. Mais la question de l'ampleur du changement, qui suppose une évolution des normes d'accumulation afin de garantir un fléchissement durable des activités économiques, dépend du changement

des comportements de production et de consommation. On peut s'attendre à ce que l'introduction de normes appropriées et les soutiens gouvernementaux donnent à l'industrie une impulsion nouvelle pour remplacer ses fabrications traditionnelles par d'autres mieux adaptées. L'industrie automobile est un domaine d'expérimentation de nouvelles technologies moins polluantes ou alternatives. La R&D nécessaire à la promotion des véhicules à moindre consommation (pour répondre aux crises pétrolières) est enrichie par la recherche de moindres rejets en CO₂. Prochaine étape : le développement, peut-être, de technologies qui parviendront à éradiquer l'échappement des gaz fortement émissifs comme les oxydes d'azote émis par les pots catalytiques désormais insuffisants... à moins que la préférence technique n'aille plutôt à des véhicules à motorisation alternative, hybride (à essence et électricité) ou encore à piles à combustible à partir d'hydrogène. D'autres secteurs industriels suivront des parcours similaires consistant à hâter le renouvellement des équipements existants pour introduire des installations plus performantes qui permettront de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Si l'économie mondiale reste sur sa trajectoire actuelle, la question de l'innovation sera primordiale. Au cours de ce siècle, en effet, 6 milliards d'individus devraient s'ajouter aux 4 milliards qui ont seuls accès aujourd'hui aux différentes formes d'énergie commercialisées. De plus, des pays comme la Chine vont doubler leur consommation en deux décennies. Dans le même temps, les restrictions au rejet dans l'atmosphère de gaz liés à la combustion des agents énergétiques traditionnels s'imposeront de façon de plus en plus contraignante... La hausse de la demande et le resserrement de l'offre en ressources énergétiques existantes feront probablement flamber les prix des énergies, mais contribueront aussi à une élévation de la demande en ressources technologiques.

La question de l'innovation verte

Si le crédit sur les ressources naturelles contracté par l'humanité par la voie du gaspillage est préjudiciable à la survie de notre planète, en revanche, la prise de conscience de ce préjudice ouvre la voie à de nouvelles pratiques, de nouveaux horizons pour l'économie verte. La nécessité d'une économie plus verte, autrement dit, d'une économie qui aurait pour objectif de rendre plus soutenables sur le plan environnemental l'activité et la croissance est désormais au cœur des débats en matière de développement.

Dans ce livre, l'éco-innovation (ou innovation verte ou innovation environnementale) désigne des innovations ayant une finalité de développement durable et de réorientation de la performance économique,

introduites par des institutions diverses (entreprises, acteurs publics, associations). En d'autres termes, il s'agit d'une innovation se traduisant par une diminution de l'incidence environnementale. Les innovations environnementales sont donc l'ensemble des produits, services, procédés, méthodes, etc., permettant de réduire l'impact de l'activité générale ou particulière sur l'environnement (réduction de la pollution des gaz à effet de serre, de la production de déchets et du gaspillage des ressources naturelles, préservation de la biodiversité et renforcement de la sécurité énergétique).

Les innovations technologiques, commerciales, organisationnelles ou comportementales doivent ainsi suivre une trajectoire d'économie des ressources et de réduction des impacts négatifs sur l'environnement. Les acteurs traditionnels de la société doivent par conséquent modifier leurs comportements, leurs stratégies et leurs objectifs et s'impliquer dans une démarche qui favorise une économie à bas carbone, efficace en ressources et socialement inclusive. L'observatoire national des emplois et métiers de l'économie verte propose un large éventail d'activités écolo-compatible. Ces activités sont réparties en éco-activités et activités périphériques⁶. Les premières, plus centrales, regroupent les activités qui produisent des biens et services ayant pour objectif la protection de l'environnement ou la gestion des ressources naturelles. Les secondes comprennent l'ensemble des activités dont la finalité n'est pas environnementale mais qui produisent des services favorables à la protection de l'environnement et à la gestion des ressources naturelles : protection de l'environnement (pollution de l'air, gestion des déchets, assainissement, réhabilitation des sols et eaux, nature, paysage et biodiversité) ; gestion des ressources naturelles (gestion durable de l'eau, récupération, maîtrise de l'énergie, énergie renouvelable) ; activités transversales (services généraux publics, recherche et développement, ingénierie).

Les ressorts de l'innovation verte

Pour l'économiste, le prix du CO₂ est une première indication de l'intérêt (pour l'entreprise) de procéder, non seulement à des économies d'énergie, mais aussi à des investissements qui les permettent. Dans son analyse bénéfices/coûts, il peut ajouter, au revenu des économies réalisées, celui de l'exonération conditionnelle d'une taxe ou d'une pénalité éventuellement évitée en cas de dépassement du quota d'émissions attribué. Pour le chercheur en procédés « verts », ce prix fournit une première approximation du surcoût supporté par les utilisateurs s'ils

⁶ Commissariat général au développement durable (2011), « Activités, emplois et métiers liés à la croissance verte, périmètres et résultats », *Études et Documents*, n° 43, Paris.

continuent d'utiliser les mêmes équipements anciens. Il fournit ainsi une indication du prix-limite qui autorise l'adoption d'équipements « verts ». Les inventions dormantes franchiront ainsi le seuil de l'innovation avec la perspective de passer éventuellement le cap de la diffusion commerciale en cas de tests concluants et d'approbation par le marché.

Les grands acteurs de l'économie agissent dans la même logique et sont motivés par les mêmes critères économiques. a) L'application des technologies antiréchauffement passe par l'investissement. La décision d'investir dépend du coût, lui-même alourdi par l'incertain, l'imprévu, l'indéterminé. b) Les États doivent réguler le marché de telle sorte que l'entrepreneur innovant soit récompensé et l'entrepreneur à la traîne pénalisé. Le protocole de Kyoto est appelé à fournir un cadre à cette exigence. c) Consommateurs et producteurs (et donc investisseurs) font partie intégrante du système dynamique dont on se propose de modifier l'équilibre en faveur d'une émissivité décroissante. d) Le correctif physico-chimique que l'on se propose d'effectuer pour contenir le réchauffement climatique passe précisément par cet investisseur qui est supposé détenir la clé des innovations technologiques salutaires. e) La fixation de normes strictes qui a pour seul but le respect de l'intégrité environnementale devient une mauvaise solution politique, dès lors que celle-ci ne comporte pas d'incitations significatives pour les opérateurs économiques à adhérer à la prévention climatique. La configuration actuelle, faite (i) d'engagements chiffrés d'une majorité de pays industrialisés, (ii) d'initiatives individuelles par les grandes entreprises et certaines entités publiques américaines et (iii) de contributions volontaires des pays en développement, est fort éloignée de l'idéal d'une mobilisation universelle en direction d'une atténuation effective des externalités environnementales négatives.

Suivant la logique économique, lorsqu'un phénomène de rareté se développe et s'accroît dans le temps, ce sont les prix qui doivent principalement contrôler son évolution. De plus, lorsque les prix signalent clairement que l'offre ne pourra satisfaire la demande, l'innovation technologique sera appelée à la rescousse : rien n'est plus stimulant pour la créativité scientifique et technologique que la perspective d'une rareté croissante. La tendance actuelle est de transformer l'atmosphère en bien économique qui permet de faire intervenir les mécanismes de prix et de développement technologique propres aux phénomènes de rareté. Par exemple, les émissions de gaz à effet de serre et leurs effets sur le changement climatique sont ainsi appelés à devenir un champ privilégié pour l'analyse économique et pour l'expérimentation de nouvelles formes de marchés ou de nouvelles pratiques de régulation fiscale. Si l'on accepte d'internaliser le coût futur pour la société mondiale de ces

pollutions, il faudra s'attendre à une modification de la structure finale des prix relatifs des biens : le prix d'un bien par rapport à celui d'un autre devra désormais reproduire mieux que par le passé les poids différents des émissions de chacun. La demande des biens fortement émetteurs sera ainsi freinée par la main invisible du marché. Pour internaliser le coût de la pollution, il suffit d'augmenter le prix relatif du carbone consommé par taxation ou en ayant recours aux permis d'émission négociables. C'est alors, selon l'économiste, que la trajectoire de la croissance économique pourra être modifiée.

Mais, tout changement des prix relatifs a un effet important dans la distribution des revenus. Les consommateurs accepteront-ils de voir certains biens et services discriminés ? Ce sont ces effets distributifs (réels ou potentiels) qui appuient les arguments de ceux qui conditionnent les politiques globales de l'environnement à des accords multilatéraux engageant sans exception toutes les parties en cause, comme si la compétitivité des nations, des entreprises et des secteurs devait en dépendre. La question est alors de savoir quel est l'horizon de la compétitivité. Quand on envisage un marché mondial des droits d'émissions, les règles doivent être les mêmes pour tous les compétiteurs et les résultats financiers doivent être mesurables, aussi, en rapport avec le but global poursuivi : celui de la préservation de l'environnement. Toutefois, entre les efforts entrepris pour freiner l'accumulation des gaz à effet de serre et un changement physico-chimique de l'atmosphère sensible, de nombreuses années vont s'écouler pour espérer parvenir à quelque résultat positif.

L'économie politique est incapable de mesurer et d'intégrer dans ses modèles de croissance et de bien-être le temps biologique. La préservation de l'environnement et de ses ressources, ainsi que, plus généralement, la question de la biodiversité mettent à mal l'économie politique⁷. Il est évident que les sociétés actuelles, écoutant les économistes, ne peuvent réguler l'équilibre de l'écosystème dans son ensemble en agissant sur certaines de ses parties. Par exemple, on ne peut se contenter de manipuler le prix du pétrole pour faire un marché de CO₂ et s'attendre à retrouver dans dix ou vingt ans la faune et flore actuelles. Au mieux, si l'on augmente les prix des ressources rares au rythme de leur épuisement, on ne fait que rationaliser leurs usages. La question de la biodiversité nécessite la prise en compte du temps de renouvellement des écosystèmes, ce qui n'est pas du ressort des économistes.

⁷ Voir à ce propos les débats dans Laperche, B., Levratto, N., Uzunidis, D. (eds.) (2012), *Crisis, Innovation and Sustainable Development. The Ecological Opportunity*, Cheltenham, E. Elgar.

Le potentiel de l'innovation verte

Dans les années 1990, Porter et van der Linde⁸ ont popularisé l'idée de gagnant-gagnant, affirmant que la réglementation environnementale pourrait susciter l'innovation en orientant l'investissement vers l'exploitation des nouvelles opportunités de profit. Cela serait d'autant plus vrai que les innovations vertes sont, selon Rennings⁹, différentes des innovations « classiques » puisqu'à côté des externalités habituelles liées aux efforts de R&D, elles produisent aussi des externalités positives d'une plus large échelle en réduisant les coûts de production et de produit dans d'autres secteurs de l'économie. Mais, l'hypothèse de Porter sur les impacts positifs de la réglementation environnementale sur l'innovation, testée par différentes études, a suscité plusieurs controverses. En effet, dans leurs évaluations du coût du changement climatique et de celui des interventions pour en limiter les conséquences, les économistes néoclassiques ont fait valoir que les innovations vertes avantageuses pour tous sont des exceptions. Ils ont souligné les coûts de conformité importants que l'industrie doit supporter, la baisse de la compétitivité des entreprises sur les marchés internationaux et les coûts de formation d'une main-d'œuvre adéquate¹⁰. Dans quelles conditions alors les politiques publiques de l'innovation pourraient-elles conduire à des effets « gagnant-gagnant » ?

Une étude récente de P. Aghion *et al.*¹¹ montre que les motifs d'innovation tels que « l'amélioration de l'efficacité énergétique », « la réduction des impacts environnementaux » ou « l'amélioration de la santé et de la sécurité » ne sont pas prioritaires pour les entreprises. Par exemple, selon l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle, en moyenne sur la période 2001-2005, seul 1,5 % des brevets déposés par les entreprises concernaient des technologies environnementales. Pourquoi en effet les entreprises innoveraient-elles puisqu'elles ne sont pas tenues de prendre en compte dans leurs choix de production et d'investissement les dommages qu'elles font subir au climat. De plus, les entreprises ont tendance à orienter leurs efforts d'innovation en

⁸ Porter, M.E., van der Linde, C. (1995), « Towards a New Conception of the Environmental-Competitiveness Relationship », *Journal of Economic Perspectives*, 9, 97-118.

⁹ Rennings, K. (1998), *Towards a Theory and Policy of Eco-Innovation – Neoclassical and Co-Evolutionary Perspectives*, ZEW Discussion Paper 98-24, Mannheim, Center for Economic Research (ZEW).

¹⁰ Voir par exemple, Jaffe, A.B., Palmer, K. (1997), « Environmental regulation and innovation : a panel data study », *Review of Economics and Statistics*, 79 (4), 610-619.

¹¹ Aghion, P., Acemoglu, D., Bursztyn, L., Hemous, D. (2011), *The environment and directed technical change*, GRASP Working Paper 21, Brussels, Centre for Economic Policy Research.

direction des secteurs dans lesquels elles disposent déjà d'un avantage technologique. Investir dans l'acquisition de nouvelles connaissances et technologies leur coûte cher. Elles innoveront, donc, dans les domaines dans lesquels elles sont déjà « bonnes ». Du fait des « effets de double externalité », pourquoi les entreprises innoveraient si elles ne peuvent pas bénéficier pleinement des retombées financières de leurs nouveautés ? Enfin, comment lever des fonds pour financer des investissements « verts » particulièrement risqués ?

Cet état de fait plaide pour une intervention publique qui combine taxes, subventions à la recherche, incitations à l'innovation, réglementation contraignante... Compte tenu de l'orientation de la demande vers une meilleure qualité environnementale, ceci ne peut pas se réaliser sans un changement radical des normes de consommation et une redéfinition des techniques de production. Mais, malgré une certaine prise de conscience, le compromis entre les dimensions environnementales et économiques de l'innovation reste difficile à réaliser¹².

Structure de l'ouvrage

Ce livre est consacré aux modèles théoriques de l'économie verte et à l'analyse de différentes expériences d'éco-innovation (leur naissance, leur diffusion, leurs impacts) et à la manière dont elles s'inscrivent dans un nouveau paradigme sociotechnique en construction. Il est composé de trois parties :

a) Les transformations des modèles économiques par la prise en considération plus ou moins volontaire de la problématique environnementale. Plus particulièrement les auteurs discutent des relations contradictoires entre la dynamique d'innovations vertes et l'expansion de l'économie des services et de l'immatériel.

b) Les stratégies entrepreneuriales de mise sur le marché d'innovations éco-compatibles et les différentes contraintes de diffusion et d'intégration économique de ces innovations.

c) Les clusters et les tentatives territoriales de développement d'innovations vertes qui mettent en relation entreprises et institutions locales de façon « spontanée » ou volontaire.

La première partie de cet ouvrage est consacrée à un cadrage théorique général sur la notion d'innovation verte et sur les nouveaux modèles (théories) économiques qu'elle suscite. Le paradigme industriel continue, paradoxalement, d'être encore largement dominant dans des économies qui sont depuis longtemps des économies de services,

¹² Voir les débats dans « Environnement et opportunités d'innovation », *Innovations. Cahiers d'économie de l'innovation*, 2012, 37 (1).

puisque dans les pays industriels, les services sont devenus le moteur principal, mais aussi le champ essentiel d'accumulation et de réalisation de profits. Ainsi, le secteur tertiaire représente plus des trois quarts de la richesse et des emplois dans toutes les économies développées. Les quatre premiers chapitres de cet ouvrage interrogent de différentes manières cette domination injustifiée.

Ainsi, Sophie Boutillier et Ingrid Vaileanu-Paun consacrent leur chapitre à discuter l'importance théorique et opérationnelle de l'économie des fonctionnalités comme paradigme alternatif au paradigme industriel. Les auteurs commencent par replacer le paradigme de l'économie des fonctionnalités dans une perspective historique en analysant les circonstances de sa naissance et ses traits distinctifs vis-à-vis du paradigme industriel. Depuis la révolution industrielle du XIX^e siècle, l'activité économique des sociétés techniquement développées a d'abord reposé sur la production agricole, puis industrielle et enfin pour une large part sur la production (immatérielle). Ils mettent ainsi en évidence les différences entre les deux paradigmes dans les sphères de la production et de la consommation, dans le domaine de l'organisation de l'entreprise, dans leurs relations aux problématiques environnementales. Ils examinent ensuite, dans une perspective normative et prospective, les conditions de la mise en œuvre (et de réussite) du paradigme de l'économie des fonctionnalités dans les entreprises. Il apparaît au total que le potentiel éco-compatible des services ne pourra se réaliser que si le mode d'organisation de la production et de la consommation est repensé selon les principes de la fonctionnalité, c'est-à-dire la renonciation à l'achat systématique de biens en faveur de leur mise à disposition temporaire. Le développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication et de l'économie numérique d'une manière générale constitue le support de cette nouvelle forme d'organisation économique et sociale.

Le chapitre de Faridah Djellal et Faïz Gallouj est encore plus resserré sur la problématique des services. Les auteurs y réexaminent le mythe de l'immatérialité des services et de leur caractère respectueux de l'environnement, pour montrer que les services ne sont pas *environment-friendly* par nature car ils sont bien plus immatériels qu'on l'imagine. En considérant les différentes perspectives théoriques mises en œuvre dans la littérature pour appréhender la question de l'innovation dans les services, ils concluent que si les services ne sont pas nécessairement plus verts que l'industrie, ni leur innovation nécessairement plus verte, la durabilité dans une économie de service est fondamentalement tributaire des trajectoires d'innovations vertes (non seulement technologiques, mais aussi non technologiques) mises en œuvre dans les firmes et les secteurs de services.

Le chapitre de Céline Merlin poursuit cette analyse consacrée au caractère « vert » des services dans une autre perspective : celle de la performance. L'avènement de l'économie des services remet en question nos systèmes de mesure traditionnels, non seulement sur le plan technique (les méthodes de mesure), mais aussi sur le plan conceptuel (validité des indicateurs). L'avènement de la problématique du développement durable dans une économie de services amplifie cette remise en question. Céline Merlin rappelle que la productivité est un concept industrialiste qui ne suffit pas pour rendre compte de la performance des services dans un contexte de développement durable. Elle suggère, dans le prolongement notamment des travaux de Gadrey (1996)¹³, Djellal et Gallouj (2008)¹⁴, de mettre en œuvre une grille d'évaluation multicritère de la performance d'inspiration conventionnaliste.

La contribution de Jonathan Bainée est également consacrée à une fonction-service : la mobilité. En s'appuyant sur les apports de l'économie industrielle et de l'innovation (et notamment les concepts de marché bifaces et de rendements croissants d'adoption), l'auteur rend compte de l'apparition d'acteurs nouveaux : « les opérateurs de mobilité électrique ». Ces acteurs interviennent à l'intersection entre la fonction de mobilité et la fonction de stockage (marché bifaces) pour mettre à la disposition des clients une prestation de recharge électrique et de gestion de l'autonomie des véhicules. Ils contribuent à la diffusion du véhicule électrique en engendrant des rendements croissants d'adoption.

La contribution de Aurore Moroncini et Mouloud Kadri est consacrée à la mise en œuvre de l'« Eco-Management and Audit Scheme » de l'Union européenne. Elle révèle la manière dont les services associés à une activité industrielle et les autres services connexes créent un système d'offre dont l'évaluation dépasse le cadre strict du prestataire-destinataire. Les auteurs appliquent le dispositif au cas du Centre de valorisation des déchets de Thumaide (Belgique) pour montrer que l'émergence d'approches volontaires de protection de l'environnement (ici dans le cas de l'incinération de déchets) a modifié l'univers des entreprises industrielles. L'environnement est alors considéré comme un atout à valoriser plutôt qu'une contrainte supplémentaire. Mais ici aussi offre et demande se constituent en système et sont soumises aux effets de double externalité évoqués précédemment.

¹³ Gadrey, J. (1996), *Services : la productivité en question*, Bruxelles, Desclée de Brouwer.

¹⁴ Djellal, F., Gallouj, F. (2008), *Measuring and improving productivity in services : issues, strategies and challenges*, Cheltenham, E. Elgar [paru en 2012 sous le titre *La productivité à l'épreuve des services*, collection Business & Innovation, Bruxelles, P.I.E. Peter Lang].

La deuxième partie de l'ouvrage se penche sur les rapports entre stratégies entrepreneuriales et promotion d'innovations vertes. Si l'on considère l'entreprise, les indicateurs les plus répandus aujourd'hui dans les rapports et bilans de « développement durable » sont les indicateurs financiers. Ces rapports constituent une occasion pour la firme de se présenter et de présenter ses produits, ses managers et ses employés comme « citoyens ». Ici aussi, la dimension économique du développement durable domine les deux autres (sociale et environnementale) et elle est traduite en performance financière de la firme. Et lorsqu'une logique intégrative des trois dimensions est exprimée, elle est dominée par la quête de l'efficacité commerciale. L'écart entre la performance de la firme en matière de durabilité et le discours en matière de développement durable reste important.

Dans leur chapitre, après avoir discuté de la définition de l'éco-innovation, Blandine Laperche et Dimitri Uzunidis présentent les caractéristiques de l'entreprise éco-innovante telles qu'elles apparaissent dans la littérature : il s'agit d'une firme apprenante, qui développe son potentiel d'innovation – ou capital-savoir – en s'appuyant sur des coopérations variées destinées à réduire le coût de l'innovation, accéder à des actifs complémentaires et prendre en compte les besoins et spécificités des parties prenantes. Mais, ils montrent que ces éco-innovations peuvent difficilement émerger de la seule stratégie des entreprises orientées, dans le contexte actuel, vers la réalisation de profit à court terme. Pour vaincre les routines et les dépendances de sentier, de nouvelles pratiques doivent se développer, tant du côté de l'offre que de la demande. Le développement durable nécessiterait sans doute un regard différent de la société sur l'entreprise, mais aussi plus largement sur les finalités de la production et de la consommation. La profonde crise économique actuelle peut y contribuer.

La régulation publique, nationale et internationale, a bien entendu un rôle important à jouer afin de construire un contexte social, économique et politique dans lequel pourront s'intégrer les stratégies des acteurs. Tel est l'enseignement que l'on peut tirer de la contribution de Fabienne Picard. L'émergence d'une économie verte apparaît, en effet, propice à la mise en place d'une nouvelle dynamique entrepreneuriale. L'auteure évalue le potentiel entrepreneurial des technologies contribuant à la réduction des émissions de gaz à effets de serre en prenant appui sur l'analyse des brevets déposés entre 1998 et 2007 par trois principaux pays européens (Allemagne, Royaume-Uni, France). Partant de l'hypothèse que les formes organisationnelles de l'opportunité entrepreneuriale peuvent être appréhendées à partir de l'analyse des opportunités technologiques, elle montre qu'un comportement différencié selon les

pays est susceptible d'engendrer des dynamiques entrepreneuriales différentes quant à leur intensité et à leur forme organisationnelle.

Mais, suivant l'étude de Nader Abbes et Nadine Levratto, même si la responsabilité sociale et environnementale de l'entreprise a fait son entrée dans le corpus législatif par la Loi n° 2001-420 du 15 mai 2001 relative aux Nouvelles régulations économiques (NRE), elle est marginalisée ou « oubliée ». Le suivi de l'application de la réglementation ne semble pas contraignant pour l'entreprise. La loi astreint les sociétés cotées à un *reporting environnemental et social* et leur impose des obligations d'informations qui doivent se matérialiser dans leur rapport de gestion. Les principaux résultats de l'étude des rapports de développement durable de 37 grands groupes cotés mettent en lumière la faible effectivité de la norme. La plupart de ces entreprises se limitent à une application partielle et cantonnée aux domaines qui leur sont les plus favorables.

Les expériences montrent toutefois que, dans certains cas, l'innovation verte peut être promue avec l'insistance des parties prenantes. C'est le cas lorsque les institutions appliquent des politiques volontaristes ou lorsque des formes d'auto-organisation par des acteurs avertis apparaissent. En effet, le changement de paradigme productif qui touche la chimie, étudiée ici par Martino Nieddu, Estelle Garnier, Élodie Brulé-Gapihan, est porté par diverses formes d'entrepreneuriat institutionnel. Les auteurs décrivent les effets de deux de ces mouvements sur des programmes de recherche impliqués dans ce changement, en étudiant le cas particulier de la bioraffinerie. Le premier est celui de la *Green Chemistry*, qui constitue une forme non contraignante de changement dans le domaine de la recherche, et une façon de penser la chimie dans une perspective de développement durable. Le second est porté par des acteurs qui cherchent à structurer le grand retour du monde agricole comme fournisseur de la chimie. La constitution de ces deux champs (chimie verte et chimie du végétal) et leur hybridation explique la variété des programmes scientifiques dédiés à l'émergence de la « chimie doublement verte ».

Il en va de même avec les « circuits courts ». Les réseaux locaux d'échange représentent une modalité novatrice de transaction, qui dépasse le simple échange de marchandises pour tendre vers le développement d'une coopération forte entre ce que l'on peut considérer, relativement à la théorie standard, comme les deux côtés du marché ayant chacun des intérêts antagonistes, à savoir l'offre et la demande. Les « circuits courts » agroalimentaires, et plus particulièrement les systèmes de paniers étudiés par Danièle Bénézech, montrent la possibilité d'avoir un accord sur la variable prix, et ce préalablement à l'échange. Ils mettent également en évidence le fait que les acheteurs participant

aux systèmes d'abonnement acceptent de renoncer à ce qui constitue leur liberté fondamentale de consommateur théorique, à savoir la liberté de faire un choix conforme à leur carte des préférences. Cette innovation organisationnelle territorialisée due aux interactions entre producteurs et consommateurs et, plus particulièrement, à l'implication des consommateurs dans le processus de production ou de distribution peut générer une dynamique innovante liée à des effets de proximité.

Il semble que les innovations vertes apparaissent plus aisément lorsqu'elles sont inscrites dans de fortes interrelations de proximité : géographique, cognitive, organisationnelle, productive, financière, marchande. Le territoire, comme espace de connaissance et de reconnaissance socio-économique facilite l'initiative et la constitution de réseaux dont l'objectif est la « valorisation » et la préservation de l'environnement : création de nombreuses start-up innovantes dans le domaine de la gestion de l'eau et des déchets, nouveaux emplois, modes urbains et services, émergence de l'écologie industrielle ou encore de circuits agroalimentaires courts. Antoine Grandclément s'interroge sur la place du développement durable dans le positionnement stratégique des pôles de compétitivité et dans leur action au quotidien, en étudiant l'exemple des neuf pôles de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA). Le champ du développement durable est à l'origine de nouvelles formes de mise en réseau des pôles et de leurs membres qui transcendent les frontières sectorielles classiques au profit de logiques territoriales. Si la politique des pôles privilégie une mise en réseau des acteurs et des pôles de compétitivité sur une base sectorielle, il semble que les processus d'innovation dans le champ du développement durable suivent au contraire des logiques territoriales. Les différents pôles de la région PACA ont ainsi tissé des liens nouveaux autour de projets de recherche collaborative qui impliquent des entreprises et des laboratoires de secteurs différents. Ces réseaux sont porteurs d'innovations technologiques et ouvrent de nouveaux marchés aux entreprises à l'échelle régionale. Susciter des synergies suppose souvent un entrepreneuriat institutionnel local de grande efficacité.

Jean-Guillaume Ditter et Catherine Remoussenard présentent l'animateur de clusters verts comme un entrepreneur en référence à l'éco-construction en Belgique francophone. Contrairement aux clusters *de facto*, du type district industriel italien, spontanés et auto-organisés, les clusters impulsés par les pouvoirs publics ont en effet pour objet de faire coopérer des acteurs initialement concurrents ou issus de mondes différents et qui s'ignorent. La constitution d'un cluster constitue pour eux une innovation organisationnelle et institutionnelle radicale et son fonctionnement requiert des mécanismes de gouvernance et pilotage

formels généralement incarnés par un individu, l'animateur du cluster, ou une équipe réduite.

Mais, le lancement de nouvelles méthodes, biens ou services intégrant la problématique environnementale est soutenu par les expériences de la vie quotidienne dans un espace urbain modifié. Raphaël Besson étudie le projet GIANT à Grenoble et fonde sa démonstration sur la théorie des Systèmes urbains. Ces « clusters culturels » ou Systèmes urbains culturels (SUC) peuvent être définis comme une concentration urbaine d'institutions formelles et informelles de l'innovation qui interagissent entre elles et avec le tissu économique, spatial et socioculturel des villes, au travers de rapports de proximités intenses et variés, dans le but de générer une dynamique systémique et ouverte d'innovation dans des secteurs technologiques ou sectoriels hybrides. Ces SUC qui émergent au cœur même des villes font suite à des politiques publiques fortes de revitalisation socio-économique et urbaine, sur des sites d'environ 200 hectares et emblématiques de l'époque fordiste. L'enjeu est de créer sur ces espaces urbains intenses et attractifs du point de vue des activités à fort contenu en innovations, en connaissances et en classe dite « créative », les conditions physiques d'une plus grande capacité relationnelle entre acteurs hétérogènes.

Il en va de même avec les « écoquartiers ». L'objet du chapitre d'Abdourahmane Ndiaye est de montrer, en étudiant plusieurs cas, la manière dont les écoquartiers (EQ) peuvent autoriser l'incubation et/ou l'éclosion d'espaces de coproduction de la ville durable qui se fondent sur la valorisation des ressources et des acteurs locaux. Si la valorisation des ressources et acteurs locaux réduit le coût social et environnemental de la production, cela suffit-il à orienter les économies locales vers une approche durable du développement ? Le territoire est accepté comme le périmètre adéquat pour développer des proximités géographiques, institutionnelles et organisationnelles, mais comment le délimiter ?

Le dernier chapitre du livre (qui est aussi son chapitre conclusif et... relativement pessimiste) est dédié à l'expérience du territoire par excellence de la « révolution verte » : la Californie. La volonté politique et la capacité entrepreneuriale sont les moteurs de l'avènement d'innovations vertes dans cet État américain. Anne Sengès présente au lecteur les raisons du succès, mais aussi les promesses non tenues qui hypothèquent le changement paradigmatique. Les innovations vertes californiennes ont été alimentées par du capital-risque abondant dans cette région, par une recherche scientifique de pointe, par la politique industrielle de L'État qui voulait contrer l'émergence de la Chine comme puissance « verte », mais aussi par la pression des consommateurs sur les autorités locales et sur les entreprises privées. L'auteure se réfère aussi au « Grenelle de l'environnement » en France pour montrer que les mauvais

choix politiques et l'absence de structures financières et entrepreneuriales adéquates font que l'innovation verte reste marginale dans ce pays. Mais, dans tous les cas, les préoccupations politiques aux États-Unis, en France ou ailleurs ont depuis trois ans évolué : la crise financière, le resserrement des budgets, l'austérité salariale, etc., laissent peu de place aux efforts de conception d'une « nouvelle économie ».

L'économie se trouve aujourd'hui dans une période de forte turbulence ou d'entropie, propice à l'émergence d'innovations systémiques portées par des changements sociaux et sociétaux sans précédent, qui peuvent aboutir à terme (on peut le souhaiter) à la formation d'un nouveau « paradigme vert ». Mais, à la lecture de ce livre, on constatera que l'amélioration des performances environnementales à long terme se heurte aux stratégies traditionnelles de performance industrielle. Les auteurs de cet ouvrage apportent néanmoins, chacun à sa manière, un éclairage intéressant (empirique ou théorique) sur la manière de rendre compatibles l'économie et l'écologie par l'intermédiaire de l'innovation verte.