

THÈME 4 : MODÈLES DE LA TRANSITION

ULB

UCL
Université
catholique
de Louvain



SOUS LA DIRECTION SCIENTIFIQUE DE
Marek Hudon
Jean-Pascal van Ypersele



1^{ER} CONGRÈS INTERDISCIPLINAIRE
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

QUELLE TRANSITION POUR NOS SOCIÉTÉS ?

31/01/13
01/02/13

NAMUR

Version téléchargeable de ce recueil disponible en couleurs sur le site
www.congrestransitiondurable.org

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE — NAMUR — 2013



1^{er} Congrès
interdisciplinaire du
développement durable

Quelle transition pour nos sociétés ?

Thème 4

Modèles de la transition



Namur, les 31 janvier et 1er février 2013

Table des matières

Croissance verte et transition énergétique <i>Samir ALLAL, Stéphane QUEFELEC</i>	5
Green Growth or low growth: Modelling the balanced transition to a sustainable economy <i>Georges BASTIN, Isabelle CASSIERS</i>	25
Evaluating sustainability transition initiatives <i>Matthias BUSSELS, Sander HAPPAERTS, Hans BRUYNINCKX</i>	43
Croissance économique et impact environnemental : le découplage est-il possible ? <i>Mamoudou CAMARA</i>	63
Un renouvellement méthodologique à l'appui de la transition énergétique <i>Hélène CLEMENT-PITOT</i>	83
Le mouvement des initiatives de transition : discours, limites et pistes <i>Simon DE MUYNCK</i>	95
Transition de la société vers un développement durable et objectifs à long terme <i>Alain HENRY</i>	109
Transitions towards bioeconomy? The case of the biorefinery <i>Martino NIEDDU, Franck-Dominique VIVIEN</i>	131
Sur quelles représentations fonder la transition écologique ? <i>Dominique MEDA</i>	151
De la nécessité d'un critère de cohérence performative dans l'évaluation des indicateurs de soutenabilité <i>Géraldine THIRY</i>	171

Croissance verte et transition énergétique

Samir ALLAL¹, Stéphane QUEFELEC²

- 1 Maître de conférences, économiste, UVSQ (Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines)/ REEDS (Recherche en Économie écologie, Éco-innovation et Ingénierie du Développement Soutenable), directeur de l'IUT de Mantes, France.
- 2 Docteur en Economie, Aix-Marseille Université, DEFI, Aix-en-Provence. France.

1- Introduction

A la conférence de Rio en 1992, 178 gouvernements ont adopté l'Agenda 21, un document politique de référence dont l'objectif est de promouvoir un développement durable respectueux de l'environnement au niveau global. En 1992, un consensus existait pour dire que le développement socio-économique et la protection de l'environnement allaient de pair et que des stratégies globales, nationales et locales étaient nécessaires pour une croissance à long terme. Cependant, 20 ans plus tard, malgré trois conventions internationales, plusieurs conférences planétaires et la signature de nombreux protocoles internationaux, un récent rapport des Nations unies constate : « action has not moved beyond the margins and certainly has not led to the core changes needed to support a transition to sustainable development » (J. Drexhage, 2012).

Depuis 40 ans, les sociétés ont surmonté les crises pétrolières des années 70 en se basant sur l'idée selon laquelle les marchés peuvent résoudre les problèmes de développement y compris les questions d'environnement. Malgré la croissance économique, de nombreux pays en développement souffrent toujours de la persistance de la pauvreté, du chômage et du sous-emploi (Allal et al., 2012). On observe aussi que l'accès à l'énergie, l'intégration des questions environnementales et sociales dans les décisions publiques et privées enregistrent des tendances négatives (J. Drexhage, 2012). On se rend compte que le développement s'est fait sur la base du pétrole facile et d'un endettement élevé, sans considérer les impacts environnementaux. L'économie des ressources fossiles a ainsi accumulé une dette financière élevée mais aussi des émissions polluantes, dont les GES, et donc une dette environnementale elle aussi élevée. La crise environnementale mondiale s'aggrave avec le changement climatique car les pertes de biodiversité, les pollutions transfrontalières de l'air et de l'eau, la contamination des océans et des mers et la dégradation des sols s'accroissent (Behrens et al., 2012). La mondialisation et le progrès économique nous ont permis d'exploiter les ressources mondiales (océans, atmosphères, sols, etc...) plus impitoyablement et plus vite, sans développer aussi vivement notre aptitude à les gérer (Stiglitz J., 2006). Une des racines clés de la dégradation environnementale réside dans l'extraction et l'utilisation de ressources naturelles et la production de déchets et d'émissions qui s'en suit. Si rien n'est fait pour « découpler » le taux de croissance économique du taux de consommation des ressources naturelles, le volume de minéraux, minerais, combustibles fossiles et biomasse consommé chaque année par l'humanité pourrait atteindre, d'après les estimations, 140 milliards de tonnes (soit trois fois les niveaux actuels) d'ici 2050, alors que la pression des activités socio-économiques sur les écosystèmes se situe d'ores et déjà à un niveau non soutenable (UNEP, 2011).

En 2012, l'économie mondiale dépend des énergies fossiles autant qu'au début des années 70, le monde fait face à des incertitudes géopolitiques et des instabilités incomparables, les émissions de CO₂ augmentent plus rapidement que jamais et les négociations climatiques

internationales sont dans un état précaire (la prochaine étape étant d'essayer de trouver un accord en 2015). Les asymétries entre pays pauvres et riches en ce qui concerne les impacts climatiques, les contraintes écologiques avec un dumping environnemental avéré et difficile à contenir et des enjeux considérables liés aux ressources naturelles. Les produits du sous-sol et du sol sont aujourd'hui largement des produits financiers liés aux fonds de placement avec des prix très volatils et, du fait de mauvaise gouvernance, les « effets de la malédiction » des ressources naturelles frappent la plupart des pays pauvres, pourtant en développement et riches en ressources.

Les pays du bassin méditerranéen offrent, avec leurs caractéristiques propres, une illustration en taille réduite de la plupart des tendances et des asymétries énumérées précédemment¹. Les pays de la rive Sud et Est (PSEM)² font face à des impacts déjà marqués des hausses de température et des baisses de précipitation, la crise écologique y est particulièrement prononcée. Le retard en termes de politique environnementale par rapport à l'Europe est flagrant. Les actifs naturels tels que les ressources en eau, les sols disponibles, les zones côtières, qui jouent un rôle central dans l'économie, ont été surexploités pendant des décennies (Benoit et al., 2005)..

Les pays européens de la rive Nord (PMN), tout en étant moins vulnérables aux effets du changement climatique, tentent de limiter leurs émissions de gaz à effet de serre. Le contexte de crise actuelle a fait exploser les taux de chômage qui étaient déjà parmi les plus élevés d'Europe auparavant, en particulier chez les jeunes. De leur côté, les PSEM sont entrés dans une phase de réforme profonde au printemps 2011, avec l'espoir d'évoluer vers des sociétés plus démocratiques. Néanmoins, à ce jour les causes structurelles du malaise économique de ces pays perdurent, et les impératifs conditionnant le développement [durable] restent les mêmes : Premièrement l'emploi: avec une population active en forte croissance, il faudra créer au minimum 34 millions d'emplois d'ici 2030 pour stabiliser la situation sur le marché du travail (Femise, 2011) et permettre aux jeunes d'y accéder³, et de participer aux décisions économiques. Deuxièmement, le besoin de croissance pour d'une part répondre au premier impératif (créer des emplois pour les jeunes) et d'autre part permettre une convergence des niveaux de revenus entre les deux rives de la Méditerranée. Les écarts de revenu par habitant avec les pays voisins de la rive Nord vont de 1 à 5, faisant de la Mer méditerranée une des frontières les plus inégalitaires du monde. Troisièmement, le maintien de la stabilité des grands agrégats macroéconomiques acquise depuis les 15 dernières années, en veillant notamment à l'équilibre des budgets et de la balance des paiements. Enfin, la prise en compte des questions environnementales et territoriales⁴ dans les modes de développement à venir, sachant que le coût des dégradations environnementale dans les pays arabes a été estimé à 95 milliards, soit 5% du PIB de la région en 2010 (AFED, 2011) et que le PIB est significativement corrélé aux aléas climatiques (Une hausse de 1°C des températures est associée à une baisse du PIB par habitant de l'ordre de 8% à 9% en moyenne (Femise, 2012, Quéfélec, 2011).

L'identification de nouveaux catalyseurs de croissance répondant à l'ensemble des critères cités précédemment est donc l'enjeu clef tant en Méditerranée qu'au niveau mondial. En outre, suite aux échecs successifs des négociations climats (2007 et 2009) la communauté mondiale doit rechercher de nouvelles motivations pour la réduction des émissions. Le concept d'économie verte appliqué à la transition énergétique apparaît alors comme une solution faisant l'unanimité. Néanmoins, le cadre théorique auquel il peut se référer, sa mise en place

1 Les pays du Sud de la Méditerranée se situent cependant dans la catégorie des pays à revenu intermédiaire. Nous ne considérons donc pas ici les problèmes, qui sont d'une autre nature, des pays les moins avancés du monde.

2 PSEM : pays d'Afrique du Nord, Machrek, Israël et Turquie.

3 Or, les taux de chômage des jeunes atteignent aujourd'hui des niveaux records (de 20 à 30%).

4 L'extraordinaire disparité territoriale qui existe dans tous les pays concernés est une des causes du déclenchement du printemps arabe. La croissance a essentiellement bénéficié aux grands centres urbains et aux régions côtières, laissant les populations des territoires ruraux du centre et du Sud totalement à l'écart. Il en résulte des écarts de revenu intra pays important : les 10% les plus riches de la population détiennent plus du quart des richesses nationales.

opérationnel et son contenu sont très débattus, et les actions à mettre en œuvre sont très différentes selon les caractéristiques des pays.

Dans ce papier, nous précisons en premier lieu la définition du concept « d'économie verte » et la place que peu y jouer la « transition énergétique ». Nous analysons ensuite les différentes options envisageables pour mettre en œuvre la transition énergétique, et montrons que le cadre d'analyse néoclassique habituel ne permet pas de prendre en compte toute la complexité des concepts d'économie verte et de transition énergétique. Nous faisons référence dans un troisième temps à d'autres cadres d'analyses économiques, plus récents, qui débouchent sur des orientations politiques ne plaçant pas le prix du carbone au centre des solutions. Enfin, nous analysons la pertinence de considérer les contextes et les situations particulières des pays dans la mise en œuvre de politiques de transition énergétique susceptible de participer à la croissance verte, en distinguant la situation des pays du bassin méditerranéen (Nord-Sud).

2- L'économie verte : de quoi parle-t-on ?

La croissance verte et le concept d'économie verte suscitent de plus en plus d'intérêt auprès des décideurs et le « slogan » fait consensus. C'est un thème central des négociations climatiques internationales, une des priorités de Rio+20 (avec l'élimination de la pauvreté), un des piliers de la politique économique européenne pour la mise en œuvre de la stratégie Europe 2020, ou encore du récent plan de développement asiatique⁵. Le G20 et la Banque Mondiale ont récemment aussi adopté le terme de croissance verte, ainsi que la notion d'économie verte. Il n'existe cependant pas de définition unique acceptée universellement de ce concept émergent (EEA 2011, Schmalensee R. 2011). Nous nous basons ici sur les définitions données par l'UNEP et l'OCDE dans deux rapports qui font références⁶ :

Pour l'OCDE (2011), la croissance verte consiste à maximiser la croissance économique et le développement en évitant d'infliger des pressions non durables sur la qualité et la quantité du capital naturel. L'économie verte vise dans ce cas, à « améliorer le bien-être social et l'équité tout en réduisant significativement les risques écologiques et les pénuries de ressources ».

Pour l'UNEP (2011b), une économie verte « doit être à faible production de carbone, efficace dans l'utilisation de l'énergie et socialement inclusive ».

Ces définitions peuvent être interprétées de façons très différentes. Néanmoins, nous avons identifié quatre éléments, communément admis, afin de mieux les cerner.

Premièrement, ce concept n'est pas avancé comme remplaçant celui de développement durable⁷ par la déclaration de Rio+20 (The Future we want, juin 2012, p.9) mais plutôt comme un outil important pour l'atteindre dans ses trois dimensions. « Economie verte » et « croissance verte » sont donc des termes qui se réfèrent à des questions de long terme et qui renvoient à la recherche de processus de production plus efficaces en terme d'utilisation des ressources, plus propres et plus résilients (Hallegate et al., 2011) permettant ainsi de limiter les impacts des systèmes de production et de consommation sur les écosystèmes (EEA, 2011). Elle répond ainsi à l'enjeu central de réconciliation entre le court terme et le long terme, et de correction des politiques économiques engagées depuis les années 80 : celles-ci s'inscrivent majoritairement dans le court et moyen terme alors que la crise écologique et du modèle de

⁵ Le concept semble adopter également en dehors des pays de l'OCDE. En effet, début 2011, l'Association of Asian Academies of Science (AASA) a présenté un programme de gestion durable intitulé « Towards a Sustainable Asia: Green Transition ». Il est intéressant de noter que le document se fonde sur les mêmes arguments que ceux de l'OCDE ou de la Commission européenne et utilise des termes pratiquement identiques (Janicke, 2012). Elle propose un nouveau modèle économique qui est vert, sobre en carbone, intelligent, innovant, coopératif et inclusif (AASA, 2011).

⁶ UNEP (2011b), Toward a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication et OECD (2001) Toward Green Growth.

⁷ Dont la définition communément admise est celle du rapport Brundtland de 2007.

développement s'inscrit dans le long terme.

Deuxièmement, pour les uns comme pour les autres, l'économie verte renvoie aux innovations (ou les technologies) vertes (greentech) ou propres (cleantech), et à un développement industriel qui représenterait un formidable levier de croissance pour les territoires, la compétitivité des entreprises et l'emploi, tout en permettant la relève des industries en déclin. La croissance verte reflète ainsi un déplacement général du débat économique qui voyait auparavant l'environnement comme un frein à la compétitivité, et qui l'aborde maintenant comme un moteur de l'innovation et de la croissance⁸. De nombreuses études attestent d'ailleurs du boom récent du green business, et de l'intérêt (en termes de profits) pour les firmes de s'engager volontairement, par exemple à réduire leurs émissions de GES (Plambeck, 2012). Les partisans de la croissance verte invitent les entreprises (en particulier les grandes) à appliquer des principes de responsabilité environnementale et sociale, arguant que les investisseurs sont sensibles à cet élément qui est vu comme un capital supplémentaire.

Troisièmement, la nécessité de [re]considérer la question de la mesure de l'économie [verte] est reconnue. Il est admis que la croissance du PIB tel que mesurée conventionnellement n'est pas l'indicateur cible pertinent car il mesure essentiellement la production marchande, même s'il est souvent traité comme s'il s'agissait d'une mesure du bien-être économique. La confusion entre ces deux notions risque d'aboutir à des indications trompeuses quant au niveau d'aisance de la population et d'entraîner des décisions politiques inadaptées (Stiglitz et al., 2009). La comptabilité verte est alors notamment un outil pertinent pour conduire des mesures politiques et des choix différents (Hallegate et al., 2011).

Quatrièmement, l'économie verte peut se référer à des secteurs ou des thèmes. Parmi eux, la transition énergétique est considérée comme un enjeu clef, d'autant plus qu'elle est au cœur du débat sur la réduction des émissions de CO₂. Il est admis que cette dernière, directement liée à l'utilisation plus rationnelle des ressources naturelles, jouera un rôle clef dans la transition vers la durabilité, en particulier à travers la maîtrise de l'énergie. La croissance verte pourrait ainsi stimuler une application plus dynamique des outils préconisés dans le Protocole de Kyoto (Martinelli et al. 2012). La définition de la transition énergétique que nous retenons ici correspond à une vision large qui fait consensus. Elle conçoit le "système énergétique" comme englobant non seulement le secteur énergétique (offre), mais également la consommation d'énergie (demande), de façon à obtenir un service énergétique optimal en termes de ressources, de coûts économiques et sociaux et de protection de l'environnement local et global. Cette définition considère qu'aux côtés des planificateurs de l'offre centralisée d'énergie, de nouveaux acteurs entrent en jeu et doivent se coordonner : les entreprises industrielles, les collectivités locales (municipalités, etc...), les ménages et les professionnels de la construction, le transport, l'agriculture et les industries de services. L'objectif est de maîtriser la hausse de la demande (dans les pays en transition et en développement) ou de la réduire significativement (dans les pays développés) sans quoi les énergies renouvelables, centralisées ou non, ne pourront pas satisfaire à elles seules à une partie importante de la consommation. Cette définition renvoie donc directement aux concepts de développement durable.

Ajoutons enfin que la question de l'économie verte ne peut être traitée indépendamment des relations Nord/Sud et Sud/Sud. Pour les pays les plus pauvres, l'économie verte répond à la dégradation du capital naturel qui assure la survie à court terme des populations vulnérables, et conduit à les enfermer dans des « cercles vicieux » liés à l'épuisement de ces ressources. Pour les pays en transition comme les PSEM, le défi est d'associer à l'économie verte un développement des industries de biens environnementaux adaptés aux besoins locaux, et de réaliser des remontées en gamme de produits face à la concurrence des grands émergents.

⁸ Les partisans de la croissance verte font ici référence à l'hypothèse de Porter selon laquelle une réglementation environnementale pertinente peut encourager des formes d'innovation améliorant la compétitivité.

Les transferts de technologies Nord-Sud apparaissent ici cruciaux, permettant de renforcer le développement sur la base de technologies à faibles émissions.

Par économie verte, on entend donc non seulement l'ensemble des activités économiques liées directement ou indirectement à la protection de l'environnement, à la gestion des ressources rares, aux énergies renouvelables, au changement climatique, à la prévention des risques, mais aussi l'adoption par tous les autres secteurs de modes de production et de consommation efficaces, propres et responsables. Nous retenons aussi que la croissance verte suggère, dans le discours au moins, une solution à la fois à la crise économique, à la crise environnementale (en particulier les réductions d'émission) (Zysman, 2012) à la pauvreté et à l'emploi. Il n'est donc pas étonnant que ce concept soit devenu très populaire en quelques mois.

Néanmoins, dans les faits, la croissance verte reste à ce jour une page quasiment blanche, ou encore une religion plutôt qu'une réalité (Zysman et al, 2012). Selon les définitions précédentes, l'économie verte suppose une transformation énergétique, industrielle et sociétale d'une très grande ampleur, que l'on peine encore à imaginer (Damian 2012). Ainsi, au-delà de la définition du concept, la question cruciale reste de savoir comment passer de la croissance à la croissance verte, et quel contenu donner à cette dernière. C'est un débat ouvert.

Dans la mesure où il est reconnu que la transition énergétique et les réductions d'émissions joueront un rôle clef dans la croissance verte et afin de limiter le champ de la discussion, nous l'aborderons par le biais du secteur de l'énergie, et des émissions de GES⁹.

3- Concepts économiques conventionnels et réalité

Le débat sur les outils permettant d'effectuer la transition énergétique et la réduction des émissions dans le cadre d'une économie verte concerne en particulier le poids et le rôle que doivent jouer quatre instruments : Le prix du carbone, les politiques technologiques pour encourager la R&D, les réglementations visant à favoriser les nouvelles formes de production, de distribution et d'utilisation d'énergie et l'action publique sur les infrastructures et la politique industrielle.

Dans le cadre d'analyse néoclassique conventionnel de recherche d'optimalité, la réponse standard à la question précédente est de se limiter à donner un prix durablement stable et relativement élevé au carbone, en l'accompagnant potentiellement de subventions à la recherche fondamentale et au développement de nouvelles technologies (Nordhaus, 2011).

Pour les défenseurs de cette approche, le principal défi de l'économie concerne l'allocation des ressources (théorie de l'équilibre) et le marché concurrentiel est la meilleure option pour une allocation efficace de ces dernières. Le recours au marché concurrentiel constitue en tout cas ici une option bien meilleure que celle de l'intervention planifiée des gouvernements. Dans le secteur de l'énergie, cela se traduit par une libéralisation des marchés afin d'assurer une allocation optimale des ressources aux meilleurs coûts. Les partisans de cette approche étendent au capital naturel, par exemple les énergies fossiles, les enseignements de la théorie du capital. On reconnaît qu'il existe un stock limité de ressources et que, selon la théorie, leurs prix doivent augmenter de façon régulière et de plus en plus rapide (Règle d'Hotelling, 1931) de telle sorte que lorsque les prix atteignent un certain niveau, des technologies innovantes de remplacement (backstock technologies) deviendront rentables et se déploieront de façon naturelle (Nordhaus et al., 1973). En cas de défaillance du marché, comme par exemple

⁹ Nous considérons cependant que l'économie verte nécessite des réflexions dans l'ensemble des secteurs ou pour l'ensemble des ressources et qu'elles doivent être mise en cohérence, ce qui signifie, d'un point de vue des actions, un décloisonnement des politiques. Nous n'entrons pas non plus ici dans le débat visant à discuter les fondements et les chances de réussites de l'économie verte en termes de croissance supplémentaire ou d'emplois plus nombreux. Ce n'est cependant pas un débat tranché. Nous y revenons brièvement en conclusion.

l'apparition d'une externalité négative telle que les émissions de CO₂, les outils économiques privilégiés sont ceux qui assurent l'intégration dans les prix de marché des coûts jusque-là ignorés ou rejetés sur la collectivité. Deux moyens sont envisagés : la mise en place de taxes ou bien la création de permis d'émissions échangeables sur un marché créé à cet effet. Il convient cependant d'estimer le coût social du carbone de façon à lui donner le bon prix. Les économistes du changement climatique ont ainsi commencé par appliquer les outils économiques pour estimer les dommages potentiels du changement climatique (donc des émissions de GES) et évaluer les coûts sociaux du carbone. L'objectif étant d'incorporer ces données dans des modèles de croissance standards afin d'identifier des trajectoires économiques optimales en matière d'émissions de GES¹⁰.

Ces arguments théoriques permettent de conceptualiser le fonctionnement de l'économie et du climat pour mieux comprendre les interactions, mais ils ne font cependant pas consensus et on peut leur opposer au moins six objections.

Premièrement, cette approche repose sur la notion de soutenabilité faible car on fait le pari qu'une ressource naturelle est totalement substituable par une technologie. Si l'on se fie à ce postulat le jeu du marché concurrentiel finira toujours par rendre rentable le développement de « backstop technologies », comme l'énergie solaire ou la fusion nucléaire (Taillan, 2005). C'est un pari dangereux et égoïste (Harribey et al., 2012) car il autorise à gaspiller les ressources de la planète puisque le progrès technique, dans lequel on est pleinement confiant, permettra aux générations futures de se débrouiller sans elle.

Deuxièmement, toutes les innovations n'apparaissent pas spontanément, mais certaines nécessitent un investissement financier considérable dans la R & D sur une période de temps prolongée¹¹. Cela est d'autant plus vrai dans le domaine des innovations ayant des objectifs environnementaux, car elles exigent souvent des progrès en connaissances fondamentales et ne font pas l'objet de marchés larges car leurs avantages sont d'ordre social plutôt que privé. Pratiquement toutes les études économiques appliquées, quel que soit le modèle et les hypothèses utilisées, montrent que la majeure partie de la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les prochaines décennies a peu de chances d'être réalisée grâce à l'innovation technologique seule (Van den Bergh, 2011).

Troisièmement, la complexité des marchés de ressources épuisables ne se réduit pas à une règle simple telle que celle d'Hotelling¹². Dans la réalité, les prix de l'énergie fossile n'augmentent pas de façon régulière mais ont tendance à être toujours plus volatils. Les analyses empiriques (Nordhaus) montrent que trois éléments fondamentaux expliquent les récessions : guerres, catastrophes naturelles et les fluctuations de prix du pétrole¹³. La question ne semble

10 Les modèles d'évaluations intégrés font référence en la matière. Par exemple, les évaluations de Nordhaus et Boyer sont utilisées dans les modèles DICE/RICE, les travaux de Tol dans le modèle FUND, ceux de Mendelsohn dans le modèle GIM, ceux de Hope dans le modèle PAGE, lui-même utilisé par Stern ou ceux de Manne et al. dans le modèle MERGE. Ils modélisent de façon formelle à la fois (i) la contribution des activités humaines aux émissions de gaz à effet de serre, (ii) les processus atmosphériques, océaniques et biophysiques liés à la hausse de la concentration des GES, (iii) les effets sur les processus radiatifs et climatiques qui implique un changement climatique et (iv) les liens entre évolution du climat et économie, notamment à travers l'évaluation des impacts et les politiques de réduction d'émission et/ou d'adaptation. Le principe retenu est celui décrit précédemment : l'internalisation des externalités en donnant un prix au carbone soit par des taxes soit par des mécanismes de marché permettant une détermination de prix optimaux.

11 Ceci est illustré par l'histoire, qui montre que la pleine réalisation des transitions énergétiques dans certains pays, du bois au charbon, au pétrole, et à l'électrification a pris environ 200, 85 et 65 ans, respectivement (Huberty and Zysman, 2010).

12 Il n'est alors pas étonnant que la plupart des études qui ont tenté de vérifier la validité empirique de cette règle n'ont pas été couronné de succès. Rechercher une validation était sans doute se tromper sur la signification du résultat d'Hotelling, qui n'est pas de proposer une théorie positive de l'exploitation d'une ressource naturelle épuisable, mais de conceptualiser, toutes choses égales par ailleurs, l'effet de la nature non renouvelable de la ressource (Rotillon, 2006).

13 L'impact de l'économie du pétrole sur la croissance est marquant même si il existe un débat sur le degré des impacts de premier ordre et de second ordre. La plupart des économistes mettent en avant que le prix élevé du pétrole est une des raisons de la faible croissance du début des années 80. Fréquemment les récessions apparaissent quand les prix du pétrole sont élevés (y compris récemment même si l'impact plus faible apparait du fait d'un certain découplage entre croissance du

pas être uniquement celle de l'épuisement des ressources. Certains auteurs avancent même que la quantité de ressources fossiles présentes dans le sol n'est pas un facteur limitant, et que les problèmes liés à leur consommation n'égalent pas les problèmes écologiques et économiques liés à la volatilité et à l'incertitude du système (Grubb, 2012). Cette volatilité paraît dommageable, tant pour les pays exportateurs que pour les pays importateurs, car elle peut augmenter l'incertitude et le risque, et donc réduire les flux d'investissements consacrés au secteur énergétique (pétrolier ou énergies alternatives). Cela pose d'énormes problèmes budgétaires, en particulier aux pays en développement. Sur le long terme, la tendance à la hausse du prix du pétrole est inévitable, mais elle s'accompagnera d'une volatilité importante qui reflète les incertitudes sur les fondamentaux réels et les mouvements spéculatifs sur le marché pétrolier (Chevalier, 2010).

Quatrièmement, en ce qui concerne le changement climatique, l'analyse de Stern (2007) a mis en lumière un ensemble d'éléments sur lesquels les économistes sont en désaccord ou reconnaissent que les méthodes disponibles sont discutables. Le premier se réfère aux questions éthiques relatives au choix du taux d'actualisation envisagé pour l'évaluation économique de long terme. Le second concerne les difficultés à évaluer les bénéfices et les coûts futurs de l'amélioration ou de la détérioration de l'environnement (Vallée, 2002). La question des extrêmes climatiques met aussi en lumière qu'il est impossible de définir un optimum à partir d'une analyse coût-bénéfice du changement climatique, car on ne pourra jamais collecter assez de données empiriques sur ces extrêmes avant qu'ils n'arrivent et imposent des coûts inconnus à nos sociétés (Weitzman M., 2011). Une des conclusions du débat qui a suivi le rapport Stern est que toute l'analyse coût-bénéfice du changement climatique repose sur quelque chose qui n'est pas mesurable, ce qui amène à considérer en priorité le principe de précaution. Le changement climatique a donc confronté à leurs limites la signification et la pertinence du modèle standard de l'économie du bien-être (Dietz et al., 2009)¹⁴.

Cinquièmement, la réalité de l'utilisation des outils économiques pour internaliser les externalités spécifiques que sont les émissions de GES est décevante¹⁵. La fiscalité écologique est très peu développée dans la plupart des pays. En France par exemple, la taxe carbone, débattue en 2009, a été abandonnée sous prétexte de risque de compétitivité pour les entreprises mais aussi face à une réticence sociale marquée¹⁶. Le marché européen du carbone qui existe depuis 2005 est présenté comme l'instrument clef pour réaliser les objectifs de réduction que l'UE s'est donné (20% en moins d'ici 2020, par rapport à 1990 et -80 à 85% d'ici 2050). Seulement, jusqu'à maintenant, il n'a pas permis de limiter les émissions autant qu'on l'espérait, ni de faire émerger de nouvelles technologies (Egenhofer et al., 2011); en outre il a tendance à devenir très volatil. Plusieurs raisons peuvent être avancées : trop de quotas ont été distribués durant la première phase et le prix a chuté¹⁷, possibilité d'acquiescer des quotas MDP à bon compte, absence d'accords engageant au niveau international¹⁸ ou encore interférences avec les politiques d'efficacité énergétique. Le problème est peut-être

PIB et consommation de pétrole). Le débat se concentre sur l'ampleur des effets d'une part de premier ordre, qui ne seraient pas suffisants pour expliquer les récessions à eux seuls, et d'autre part de second ordre (à travers l'accumulation de dette ou des effets sur les taux d'intérêt).

14 Voir au sujet de ce débat, l'ouvrage : *Changement de climat, changement d'économie ?* Sous la direction de Jean-Philippe Touffut, Albin Michel, 2010, 256 pages

15 Ces outils ont parfois montré leur efficacité pour d'autres atteintes environnementales, plus classiques et on permis dans d'autres conditions le développement de technologies adaptés (cf l'exemple du marché du CO2 dans le même paragraphe).

16 Nous ne discuterons pas ici des avantages et des inconvénients de l'une ou l'autre option (taxe ou marché de permis d'émissions).

17 Un prix de 10 à 20 euros la tonne de carbone (fourchette des prix sur le marché EU ETS) est équivalent à une hausse de prix de l'électricité de 10 à 20%, ce qui est très insuffisant pour l'émergence d'une nouvelle technologie (Martinelli et al. 2012).

18 L'UE est la seule économie majeure du monde imposant un prix au carbone.

plus profond. Le marché du CO₂ a été pensé sur le modèle du marché du SO₂ développé avec succès aux Etats-Unis, alors que le contexte était très différents : les technologies d'abattement pour le SO₂ étaient matures au moment de la mise en place de ce marché ; elles ne le sont pas pour le CO₂ (Damian, 2012).

Sixièmement, la condition impérative pour un succès théorique d'une politique bas carbone fondée sur les prix – un prix universel élevé se maintenant dans le long terme – apparaît politiquement difficile au niveau national et totalement impossible au niveau international (Grubb, 2012)¹⁹. Les recherches en science politique montrent que les intérêts économiques qui sont perdant face à l'introduction d'un prix du carbone arriveront probablement à faire diminuer le prix du carbone dans le temps (Zysman et al., 2011). En outre, il est politiquement difficile pour des gouvernements, même si ils sont convaincus, de mettre en place des incitations économiques puissantes quand les experts ne sont pas en mesure de livrer des résultats chiffrés indiscutables (le coût social du carbone est estimé entre 10 et 100 USD). Il est également extrêmement ardu de motiver le grand public, même si il prend conscience des problèmes, à s'engager financièrement pour s'attaquer à des défis décalés dans le temps, ou pour lesquels les personnes les plus responsables ne perçoivent pas les effets dans leur vie quotidienne (cas du changement climatique).

Face aux limites du cadre d'analyse néoclassique de l'environnement²⁰ et aux expériences décevantes, d'autres courants de pensées peuvent être considérés pour tenter de mieux comprendre comment les options connues de réduction des émissions de CO₂ et de maîtrise de l'énergie peuvent être mis en place. Les approches sont plus microéconomiques et de l'ordre de l'économie politique. L'intervention publique et la question de la gouvernance deviennent alors centrales.

4. Changement de paradigme et élargissement du cadre d'analyse

Les options concrètes liées à la réduction des émissions et à la maîtrise de l'énergie sont bien connues. D'un point de vue économique et dynamique, le système est censé exploiter en premier les options à faibles coûts pour se diriger progressivement vers les options à coûts plus élevés (IPCC, 2007). D'abord les « smart choices » qui sont des opportunités à coût très faibles voir négatifs (opportunités sans regret). Ensuite les options pour substituer des process et des produits énergivores par des productions propres générant des consommations propres qui nécessitent des investissements significatifs pouvant être rentables dans le moyen terme. Enfin des options de technologies innovantes et d'infrastructures, résultats d'investissements importants de long terme en recherche fondamentale et appliquée.

Pour comprendre les mécanismes à l'œuvre dans le cadre de ces options, Grubb (2012) suggère de se référer notamment aux cadres théoriques proposés par l'économie comportementale et les analyses de transition.

Smart choices et économie comportementale

Les « smart choices » (ex: Efficacité énergétique dans le bâtiment, énergie renouvelable dans certains cas) correspondent à des choix permettant de réduire les consommations

¹⁹ Selon Damian (2012), le prix du carbone restera bas au moins pour les 10 prochaines années, entre 8 et 10 USD, maximum 20 USD, ce qui ne permettra pas d'inciter de manière déterminante le recours à des technologies à basse teneur en carbone.

²⁰ Plusieurs de ces arguments amènent par exemple M. Grubb (2012) à parler de crise de la théorie économique ou M. Damian à appeler à « repenser l'économie du changement climatique ».

d'énergie et les émissions tout en gagnant de l'argent. Cependant, bien que les ménages et les entreprises puissent jouer un rôle déterminant à moindre coût dans les réductions d'émissions (en particulier dans le bâtiment) ou que les investisseurs puissent mobiliser des fonds pour le développement des énergies renouvelables de façon déterminante, il existe de nombreuses études qui montrent qu'aucun de ces acteurs ne s'engage significativement (Maréchal, 2009, Masini, 2012). Ceci apparaît d'autant plus paradoxal que la prise de conscience des enjeux environnementaux et énergétiques est grandissante, et que de nombreuses politiques incitatives ont été mises en place. Ces politiques donnent des résultats décevants. On constate en fait, contrairement à l'hypothèse habituelle en économie, combien les comportements individuels peuvent sembler peu rationnels et non optimaux. Les approches proposées par l'économie comportementale²¹ permettent de considérer de tels phénomènes connus sous le nom d'« efficiency paradox » (l'existence d'investissements rentables non exploités en matière de maîtrise de l'énergie). L'importance des habitudes, de la référence au passé, des asymétries d'information, de la réputation et d'autres facteurs non financiers sont pris en compte pour comprendre les décisions. Les études de Maréchal (2010) et Masini (2012) offrent deux exemples concrets de ce type d'analyse.

Maréchal (2010) propose un cadre d'analyse des barrières à l'efficacité énergétique par les ménages qui se compose d'un aspect structurel et d'un aspect psychologique. L'aspect structurel est déterminé par l'intensité carbone du système socio-technique²² qui modèle et contraint les choix du consommateur. Le côté psychologique se réfère à la rationalité limitée des agents. La confrontation des deux aspects fait ressortir que les consommateurs ne sont pas parfaitement rationnels mais se réfèrent à des habitudes tenaces. Il existe ainsi une situation de « locked-in » dans les habitudes qui explique en partie le paradoxe d'efficacité et qui est un facteur de stabilité du système sociotechnique. Deux sources d'inerties se renforcent donc naturellement mutuellement pour empêcher les évolutions. En outre, l'auteur montre que les agents sont plus réceptifs à des incitations d'efficacité énergétique dans le bâtiment lorsque le contexte est perturbé, par exemple en cas de changement de logement. L'auteur conclut alors que les incitations publiques doivent distinguer les contextes et cibler prioritairement les plus pertinents.

Du point de vue des investisseurs dans le domaine des ER, l'analyse de Masini (2012) offre également un exemple intéressant d'analyse quantitative en économie comportementale. L'auteur s'intéresse aux facteurs psychologiques qui déterminent les comportements et déclenchements d'investissement dans les ER: « croyances a-priori », réponse aux pressions institutionnelles, attitude face aux innovations technologiques radicales et connaissance du contexte opérationnel des ER. Les résultats de l'étude montrent que les technologies d'ER souffrent encore d'un biais de perception qui favorise le statut quo sur les alternatives au système énergétique actuel. Ils montrent que les agents considèrent la fiabilité prouvée d'une technologie comme condition nécessaire à l'investissement. En outre, les résultats montrent aussi que certains investisseurs aux visions de court terme sont très sensibles aux pressions institutionnelles des pairs et aux conseils fournis par les sociétés de consultants. Il apparaît donc que les investisseurs portent peu d'attention aux mesures qui encouragent directement les ER (par exemple à travers des subventions dans le court terme). En revanche, ils sont plus sensibles à la fiabilité et aux pressions institutionnelles. En conséquence, envisageant le rôle

21 Cette branche de l'économie se développe dans les années 80. Il revient à Vernon Smith et Daniel Kahneman d'avoir effectué les travaux précurseurs tentant de comprendre les interactions économiques et les processus de décision, non pas en postulant des principes d'action théoriques, mais en étudiant les agissements concrets des individus, lorsqu'ils sont placés dans des conditions analogues à celle étudiées par les économistes.

22 La définition du système socio-technique est la suivante : « A STS is a cluster of interrelated components connected in a network or infrastructure that includes physical, social and informational elements and that thus involves technology, science, regulation, user practices, markets, cultural meaning, infrastructure, production and supply networks »

des politiques, les auteurs concluent que les budgets publics devraient être réorientés vers ces leviers, par exemple en faisant la promotion de projets de démonstration, en améliorant la diffusion d'information auprès des agents clefs, et en soutenant les programmes de R&D publics et privés.

Ces approches montrent que les politiques incitatives nécessaires ont donné des résultats faibles car elles ont omis de considérer la psychologie et les contextes dans lesquels les agents prennent leurs décisions. Ces études montrent que les « smart choices » ont donc besoin de politiques plutôt orientées vers la mise en place de standards, de promotions assurant la fiabilité des technologies ainsi que d'incitations ciblées précisément en fonction des comportements des différents agents, de façon à les amener à rompre avec des habitudes tenaces.

Production propre et prix du carbone

Les options de production et de consommation propres nécessitent des investissements significatifs. Ces options concernent en particulier les entreprises. Ce sont des options pour lesquelles un prix du carbone plus élevé peut pousser les entreprises les plus rationnelles à adopter des comportements responsables (Grubb, 2012). On se réfère alors ici au cadre d'analyse économique classique et aux outils adossés au marché (taxe ou marché d'émissions) discuté auparavant.

Certains auteurs conservent cependant l'idée d'une taxe spécifique tout en s'éloignant de ce cadre. Plusieurs auteurs proposent de se diriger vers une taxe relativement faible mais assise sur une base large, par exemple sur la consommation d'électricité (Midttun et al., 2012), ou bien d'avoir au départ un prix du carbone et une taxe faible puis croissante dans le temps (Damian, 2012). Dans les deux cas, il s'agirait de taxes dédiées par exemple au financement de la recherche et développement, au déploiement de nouvelles technologies vertes, à l'accompagnement de la transformation des comportements, à la coopération internationale dans le domaine de l'adaptation au changement climatique, etc.... Au regard de l'analyse néoclassique de l'environnement, il s'agit d'une taxe inefficace qui ne s'aligne pas sur les dommages marginaux des émissions et qui n'a pas pour prétention de modifier les comportements à court terme (Damian 2012).

Investissements en R&D et analyse des transitions

La dernière option concerne le développement de nouvelles technologies et d'infrastructures innovantes qui peuvent ne pas être connues à ce jour. Elle dépend d'investissements de long terme en matière de recherche. Dans ce cadre les industries de la production électrique par exemple ne sont pas enclines à investir seules car les coûts sont élevés et l'incertitude sur les issues importantes. Cette option est donc liée aux choix d'investissements publics et peut s'appréhender d'un point de vue théorique par les approches analysant les transitions socio-techniques²³ comme par exemple l'analyse évolutionniste²⁴.

L'analyse évolutionniste inscrit le développement technologique dans un contexte historique, économique, social et institutionnel. Cette approche explique les transformations de systèmes complexes comme résultant de changements accumulés dictés par des mécanismes évolutionnistes (Van den Bergh, 2012). Le cadre d'analyse permet de s'interroger sur les conditions de l'émergence d'un nouveau paradigme comme celui de la maîtrise de l'énergie. Il ouvre ainsi des pistes de réflexion pour sortir de situation de « locked-in » (Unruh G., 2001 et 2002) dans des technologies ou des organisations sociales polluantes et énergivores. Il

²³ Van den Bergh (2011) identifie quatre grandes approches de recherche sur la transition : *Innovation system*, *Multilevel perspective*, *complex system* et *evolutionary system*.

²⁴ L'histoire moderne de l'économie évolutionniste démarre dans les années 1970 avec les travaux pionniers d'économistes comme Sidney Winter et Richard Nelson. Cette approche connaît un renouveau dans les années 80 et est appliquée récemment aux questions environnementales.

permet des actions publiques pour soutenir des technologies « vertes » dans la compétition avec les technologies dominantes, déjà établies. L'intervention publique apparaît alors très stratégique et complexe. Le choix des actions prend en compte le jeu des acteurs (ex. : lobbying des industriels, des ONG, etc) et la qualité de l'information disponible sur les technologies d'avenir. Dans un contexte d'incertitude sur les possibilités futures des technologies, il ressort de telles analyses que le décideur public doit œuvrer pour prolonger la phase d'exploration, en maintenant ou créant de la variété technologique, afin de susciter des apprentissages et des informations permettant de choisir les technologies les plus efficaces (Taillant 2005, Laffond et al., 2000)²⁵.

Ce type d'approche peut aussi permettre de comprendre l'importance des infrastructures dans la transition énergétique. Ficher K. et al (2010) proposent une approche sous forme de scénario s'inspirant des cadres d'analyses de transition et montrent qu'il existe un lien très étroit entre l'utilisation d'énergie et les infrastructures, technologies et caractéristiques culturelles. Les politiques publiques ont donc aussi un rôle à jouer pour favoriser les innovations en matière d'organisation des sociétés (en particulier des villes, bâtiments, moyens de transport, réseaux intelligents, ...) afin de sortir de situation de « carbon locked-in » dues aux infrastructures.

Dans ce cadre d'analyse très global, les acteurs sont multiples et les incitations à l'action doivent se retrouver à tous les niveaux, ce qui implique des changements considérables en terme de gouvernance.

Approche bottom up

Il existe maintenant un consensus pour affirmer que - tel que le paradigme de la transition énergétique le suggère (cf définition paragraphe 2) - les actions doivent être menées aussi bien au niveau national ou local («bottom-up») qu'au niveau international («top-down») (Stern et al. 2012). Les accords et conférences internationaux, en particulier sur le climat et le développement durable, ont été déterminants pour construire la prise de conscience et maintenir un intérêt politique dans le temps. Mais les discussions internationales sont maintenant d'une autre nature : stratégie de réduction d'émission au niveau national, déclinaison d'objectifs et de plans d'action au niveau régional, local ou des territoires, disponibilité des outils de mesure des impacts individuels ... La réussite de la transition vers une économie verte suppose ainsi une prise de conscience citoyenne, mais aussi une mobilisation plus forte de tous les acteurs dans tous les secteurs : les petites et moyennes entreprises, les gouvernements et décideurs politiques, les multinationales et la société civile. La question des infrastructures étant cruciale (bâtiments, moyens de transport, réseaux intelligents, ...) dans la transition énergétique, les politiques d'efficacité énergétique et de promotion des énergies locales et renouvelables, qui visent spécialement les territoires, sont de ce point de vue, fondamentales. Les villes, et en particulier les grandes métropoles, sont des zones de forte consommation d'énergie, dans lesquelles de nombreuses opportunités d'économies d'énergie peuvent être identifiées (Allal, 2012). Cela implique une très forte coordination entre les planificateurs des différents secteurs concernés de façon à ce que l'atteinte des objectifs des uns ne soient pas compromis par les actions des autres.

25 L'exemple du développement des technologies de l'information qui représente une transformation de système est souvent donné pour l'illustrer. Premièrement, il a nécessité d'une part la transformation d'une technologie et d'autre part celle d'un cadre réglementaire pour déterminer la façon dont les entreprises et les consommateurs adopteront cette technologie. Deuxièmement, il a généré des bénéfices indirects pour l'économie dans son ensemble en rendant possible des changements dans de multiples secteurs (logistique, distribution, commerce...). Cette transformation est apparue suite à l'effet combiné d'investissement privé dans de nouvelles technologies et dans de nouveaux modes de gestion (start-up, capital venture), et de soutiens publics à la fois en termes de recherche et développement (notamment dans l'industrie spatiale américaine), de régulation des situations de monopole empêchant les innovations, et de définition de standard de communication .

Puisque la transition énergétique susceptible de catalyser une croissance verte vise plusieurs objectifs et de multiples acteurs, l'utilisation d'une combinaison de nombreux instruments est nécessaire (Hallegate et al., 2011). Pour les appréhender d'un point de vue théorique il convient de se référer à des courants de pensées récents tels que l'économie comportementale ou aux cadres permettant l'analyse de transitions. La législation, les politiques industrielles et de R&D, l'aménagement du territoire, les normes et la persuasion, la formation ont, dans ce cadre, un rôle à jouer supérieur à celui du marché. Le cadre néoclassique n'est plus l'unique cadre de référence et les instruments fondés sur le marché ne sont plus le centre de l'analyse. Ils gardent cependant un rôle à jouer et doivent être discutés notamment car les politiques énergétiques et climatiques doivent non seulement motiver les acteurs en mettant en place un cadre stable, mais aussi considérer le système de financement permettant la réalisation des actions. Cependant, chaque état ayant des spécificités propres et donc des préoccupations de développement différentes, il convient d'en tenir compte dans la mise en œuvre des politiques. Nous illustrons ce point en revenant sur les pays méditerranéens et en comparant les situations entre pays de la rive Nord et pays de la rive Sud.

5. Spécificité des pays et des politiques : l'exemple des pays méditerranéens

Les choix de politique énergétique d'un pays peuvent découler d'un ensemble d'objectifs nationaux en termes, par exemple, de sécurité et d'indépendance énergétique, de fiabilité, de coût, de réduction d'émission, de développement technologique, de compétitivité à l'exportation ou autre. Ces objectifs et les compromis à trouver pour les atteindre sont déterminés à la lumière des ressources du pays en question, tant naturelles qu'autres. Le contraste est flagrant entre les pays méditerranéens de la rive Nord (PNM) et ceux de la rive Sud (PSEM).

Spécificité des contextes

Les problèmes des PNM engagés dans les objectifs des politiques européennes sont principalement d'assurer une disponibilité d'énergie à un coût acceptable dans le long terme, d'assurer la fiabilité de la distribution, de réduire les émissions, et de gagner en compétitivité (et au-delà créer des filières industrielles créatrices d'emplois). Les Etats Membres de l'UE se sont mis d'accord sur plusieurs stratégies (stratégie 2020²⁶, paquet climat) qui visent à diminuer simultanément les émissions, les consommations d'énergie de 20% et à accroître les énergies renouvelable jusqu'à un part de 20% dans le mix énergétique (par rapport à 1990). 80 milliards d'Euros devraient être investis dans la technologie et la recherche (ex : stockage d'électricité, smart grids,...) pour atteindre ces objectifs. Une batterie de législations existe et sera complétée par les déclinaisons nationales de la nouvelle directive européenne sur l'efficacité énergétique. Les cadres théoriques non conventionnels exposés précédemment appuient ces initiatives définies en particulier pour pallier aux obstacles comportementaux, aux problèmes des infrastructures fortement émettrices (bâtiments, urbanisme, transport), et pour stimuler l'innovation technologique dans le long terme. En outre, le marché européen d'échange de permis d'émissions (EU-ETS) est un des premiers du genre, et la politique européenne encourage les états membres à mettre en place des systèmes de fiscalité verte. Les progrès sont plus ou moins rapides selon les pays, le lobbying en faveur de technologies établies pèse fortement (ex. : le nucléaire en France, pétroliers, constructeurs automobiles, etc...), la fiscalité environnementale est difficilement acceptée (problèmes redistributifs, etc...)

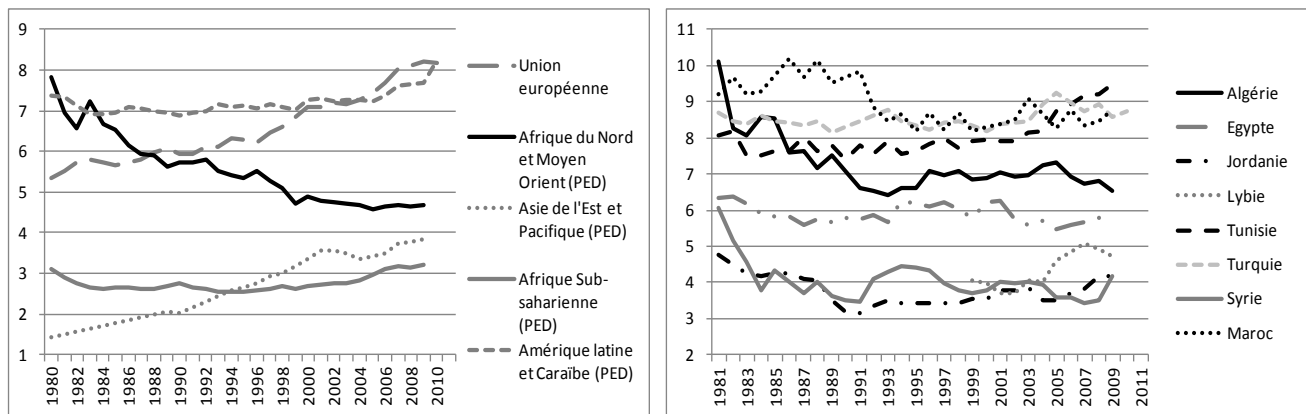
26

La stratégie 2020 inclut notamment une initiative sur l'efficacité des ressources.

et des questions de coordination des politiques se posent²⁷. Mais avec ces initiatives l'Europe est certainement en position de leader mondial en matière d'économie verte. Parmi les PNM, l'Espagne est devenu leader mondial dans les domaines des éoliennes et du solaire en mettant en place une politique incitative (tarif de rachat) et en impliquant les territoires.

Le problème des PSEM est très différent. Le premier défi est de répondre à une mutation qui entraîne la hausse des besoins énergétiques. Cet accroissement des besoins est parmi les plus élevées du monde (en particulier pour l'électricité) du fait

Figure 1 :
PIB par unité d'énergie utilisée (USD PPS constants 2005 par kg de Tep)



Source : d'après données Banque Mondiale

de la croissance de la population et du développement²⁸, et a réponse à apporter doit se satisfaire de budgets publics limités, et dégager un taux de croissance économique permettant de créer suffisamment d'emplois pour assurer une stabilité sociale et une convergence des niveaux de revenus vers ceux de la rive Nord (voir paragraphe 1). Les investissements passés ont rendu les économies très polluantes et dépendantes quasi totalement des énergies fossiles (95% en 2009)²⁹. La prise de conscience est grandissante mais ces questions commencent

27 Pour l'EU ETS, les politiques règlementaires axées sur des mesures d'efficacité énergétique tel que la Directive européenne sur l'efficacité énergétique peuvent aboutir à faire baisser le prix du carbone en affaiblissant la demande de quotas et en dégradant potentiellement la crédibilité du marché, jusqu'à le mettre en péril. Pour preuve: 2 jours après l'adoption du projet de directive sur l'efficacité énergétique (EE) par la Commission européenne le 22 juin 2011, le prix de l'EUA chutait de 20 % (CDCC 2012). Le débat sur ce qu'il convient de faire n'est pas tranché : engager une politique forte d'efficacité énergétique ou bien crédibiliser sur le long terme l'ETS en réduisant les quotas disponibles. Mener les deux politiques de front sera difficile (Damian 2012).

28 De 1971 à 2007, le taux de croissance annuel a été de 5,2% (3,7% entre 1990 et 2009), à comparer avec un taux de croissance de 1,9% dans les pays européens méditerranéens et 1% dans l'Union européenne entre 1990 et 2009 (OME, 2011). La structure de la consommation dans la région est ainsi en train d'évoluer. Après avoir été longtemps dominée par la demande de l'industrie (34% en 1990 contre 32% en 2009), la croissance de la consommation connaît un changement rapide en faveur des transports et du résidentiel (66% en 1990 contre 69% en 2010).

29 Dans les 40 dernières années, les pays méditerranéens en développement (producteurs et non producteurs d'hydrocarbure) ont donc opté pour des technologies éprouvées, à moindre coût, utilisant des énergies fossiles. Les planificateurs ont répondu à une demande en croissance forte en déployant de façon massive les infrastructures et les technologies disponibles sur le marché nécessaires à l'exploitation des ressources et à l'électrification. Ce développement s'est fait sur la base de systèmes énergétiques très centralisés. Depuis les années 60, on constate donc une accélération de l'exploitation des hydrocarbures dans les pays producteurs (ex. : Algérie, Tunisie, Egypte, Syrie), jusqu'à l'épuisement dans certain cas (ex. du pétrole en Tunisie), et une hausse des importations dans d'autres (ex. : Maroc). Ayant commencé leur décollage industrielle après la transition du charbon, les pays méditerranéens sont devenus dépendants en quasi-totalité d'énergie fossile (du pétrole dans les années 80, du pétrole et du gaz ensuite) et le restent aujourd'hui à 95% (chiffre de 2011). L'observation de la demande révèle des taux de croissance de la consommation finale parmi les plus élevés du monde en dépit des chocs pétrolier. De 1971 à 2007, le taux de croissance annuel a été de 5,2% (3,7% entre 1990 et 2009), à comparer avec un taux de croissance de 1,9% dans les pays européens méditerranéens et 1% dans l'Union européenne entre 1990 et 2009 (OME, 2011).

tout juste à transparaître dans les politiques nationales³⁰. En effet, une des caractéristiques de la gouvernance énergétique dans la région (au moins jusqu'à récemment) est de n'accorder aucune considération sérieuse aux questions d'efficacité énergétique, de gestion de la demande, d'impact environnementaux ou aux énergies renouvelables. Comme le montre la figure 1, l'intensité énergétique de la région ne suit pas l'évolution à l'amélioration observée dans de nombreuses régions du monde (Asie, Amérique latine, UE, ...etc). La demande d'énergie a en moyenne augmenté plus vite que le PIB depuis 1970. Depuis 1990, si elle ne se dégrade pas, elle ne s'améliore pas non plus (sauf en Tunisie). Il est estimé, selon les pays et les secteurs, que jusqu'à 50% de l'énergie est gaspillée (Plan Bleu 2005, Banque Mondiale 2007, OME 2011), les émissions de CO₂ par tonne équivalent pétrole sont passées de 2,5 à 2,7 entre 1990 et 2009, et l'intensité carbone (tCO₂ par 000 de PIB) de 0,48 à 0,52. Malgré un potentiel d'ensoleillement important et du vent, l'électricité d'origine solaire ou éolienne est marginale (0,7% de la production en 2009). Face à la prise de conscience des enjeux et aux différentes pressions (société civile, communauté internationale) la plupart des pays ont défini des objectifs de développement des ER mais peinent à progresser en matière d'efficacité énergétique.

Le retard considérable des pays méditerranéens en matière de politique environnementale se creuse face aux avancées récentes de l'UE.

Dans les PSEM, les énergies renouvelables (ER) font face à des barrières liées aux rigidités des marchés de l'électricité, encore faiblement libéralisés et monopolistiques (résistance au changement). La difficulté de mobilisation des financements est citée fréquemment. Les institutions responsables de la promotion des ER et de l'efficacité énergétique (EE) manquent d'efficacité, les cadres institutionnels et légaux, malgré des progrès³¹, sont encore souvent incomplets, peu visibles, parfois instables, manquent de cohérence et rencontrent des difficultés d'application. L'éducation, la formation et l'information sur l'intérêt et les bénéfices des politiques de maîtrise de l'énergie sont encore souvent citées comme insuffisantes. Enfin, les subventions aux énergies fossiles et la faible tarification de l'électricité n'envoient pas de message clair aux acteurs et affaiblissent donc la compétitivité des ER (OME 2011, Banque Mondiale 2008). Ce contexte explique aussi souvent le manque d'efficacité des incitations économiques et financières en faveur des ER et de l'EE.

De nombreux problèmes structurels sont en fait à la base de ces barrières ou du manque d'efficacité des incitations en place. On peut en citer au moins trois³². Premièrement, l'instabilité politique repousse les investisseurs et limite dans le même temps les transferts de technologie, que ce soit dans le domaine des ER ou des équipements efficaces. Deuxièmement, l'internalisation des externalités par les prix est extrêmement faible et devra progresser, ce qui est très difficile dans les PSEM car, comme dans de nombreux pays en développement, les subventions aux prix de l'énergie sont vues comme une forme de protection sociale³³. Ainsi une réforme des prix de l'énergie devrait être accompagnée d'une réforme des mécanismes d'aide sociale, par exemple par la mise en place de transferts en espèce aux ménages à faible revenu.

30 Les gouvernements des pays méditerranéens sont conscients de défis à travers la déclaration des pays arabes reconnaissant l'utilité des mesures de prévention et d'adaptation au changement climatique. En outre, le Maroc, la Jordanie, Israël et la Tunisie ont annoncé qu'ils s'associaient aux accords de Copenhague.

31 Une diversité considérable est à noter quant à la capacité institutionnelle au sein de la région. Le Maroc et la Tunisie mettent en œuvre des politiques agressives et améliorent fortement et constamment leurs capacités institutionnelles. En revanche, l'Égypte fait face à des difficultés de coordination et d'application des cadres légaux, comme l'Algérie, ce qui ralentit les progrès. La Libye est moins active bien que quelques projets d'énergie renouvelable ont été mis en œuvre.

32 On pourrait aussi ajouter les difficultés à lever l'impôt en général qui remet en question la possibilité et l'efficacité d'une fiscalité verte ou qui suggère une réforme en profondeur, ce qui serait l'occasion d'y intégrer les questions écologiques) ou encore les difficultés du système éducatif à générer de la formation dans les filières techniques et technologiques.

33 C'est pourtant une formule peu optimale car elle ne cible pas une catégorie précise d'agent économique. En effet, par exemple, en Jordanie, 40% les plus pauvres de la population reçoit moins d'un quart des dépenses totales consacrées aux subventions du carburant (FMI, 2011).

C'est un défi extrêmement compliqué. Troisièmement, le développement de filières industrielles liées aux équipements d'ER et d'EE est avancé comme potentiellement créateur net d'emplois³⁴ mais cela ne va pas de soi. Les résultats reposent sur des hypothèses de taux d'intégration élevés (70 à 100%) et de remontées de filières, ou, en d'autres termes, sur l'hypothèse que la création d'entreprises industrielles innovantes est facilitée. Ceci suppose alors de palier aux éléments bloquant le développement des entreprises et de l'innovation en général: améliorer la transparence des marchés, développer l'information des agents économiques et faciliter l'accès au crédit. En matière de commerce extérieur, cela suppose aussi que ces entreprises soient compétitives face aux concurrents internationaux d'équipements d'ER et d'EE et que des politiques adéquates permettent leur développement alors que le marché intérieur des PSEM est de taille limitée.

Ainsi, outre la réforme des prix et des subventions aux énergies fossiles, une des priorités pour les PSEM est d'agir sur les leviers suivants: la finalisation et la mise en cohérence des cadres administratifs et légaux nécessaires au développement des ER et de l'EE ; la formation des décideurs politiques, administratif et économiques ; la formation initiale dans les filières techniques et technologiques correspondantes ; l'information et la persuasion du grand public.

L'objectif est de capter en priorité les bénéfices des « smart choices » liés aux investissements qui seront de toutes façons nécessaires dans les PSEM compte tenu des nouveaux besoins en bâtiments, transport, infrastructures et aménagement urbain. Le second objectif pourrait être de mettre en évidence les gains possibles en réalisant, dans les systèmes existants, des audits énergétiques dans l'industrie, les services et les bâtiments. Le dernier objectif serait de se préparer à absorber les transferts de technologies existantes et à remonter les filières de production d'équipements d'ER et d'EE ainsi que de participer à la finance carbone, notamment en utilisant le Mécanisme de Développement Propre (MDP) qui pénètre seulement timidement dans les pays de la zone (IPEMED, 2011).

On s'inscrit ici directement dans les cadres d'analyse économique ne se référant pas aux outils de marché. On vise en priorité à limiter les asymétries d'information, améliorer les compétences, l'éducation du grand public, afin de capter les actions à faible coût permettant d'améliorer l'efficacité énergétique (vue le niveau d'inefficience dans des pays comme l'Egypte ou la Lybie, le potentiel relatif de gain à faible coût est plus important qu'en Europe). La finance carbone a cependant un rôle à jouer, en particulier pour favoriser le transfert de technologies.

Coopération et transferts de technologie

Il est reconnu que la coopération (tant publique par l'aide au développement que privée par les IDE ou le commerce) peut jouer un rôle déclencheur décisif dans les avancées des pays en développement. Les PSEM et les PNM sont dans une situation très favorable à une coopération en matière de transition énergétique : ils sont géographiquement proches et ont des relations économiques historiques, les pays du Nord ont des technologies et des moyens financiers importants et ceux du Sud des ressources renouvelables et des besoins nouveaux considérables en infrastructures. Les flux d'aide au développement (prêts ou dons) peuvent renforcer la confiance des investisseurs privés en cofinçant directement certains projets³⁵.

34 Une étude (Femise 2012) sur les effets économiques de la construction de centrales solaires concentrées (CSP), photovoltaïque (PV) et de parcs éoliens (WP) au Maroc conclue que dans le meilleur des scénarios, incluant une intégration de la production et une exportation d'énergie verte vers l'Europe, le PIB augmenterait de 1,91% et 482 000 emplois seraient créés au cours des 30 prochaines années. Voir aussi le rapport *Toward Green Growth in Mediterranean Countries Implementing Policies to Enhance the Productivity of Natural Assets*, chapitre 3.

35 Comme c'est par exemple le cas avec le récent financement du projet de centrale solaire de Ouarzazate qui bénéficie du soutien d'un consortium d'investisseurs publics européens qui se sont engagés à hauteur de 345 millions d'EUR, ce qui représente plus de la moitié du coût de la première phase de l'opération. En outre, plusieurs initiatives euro-méditerranéennes en matière d'énergie renouvelable et d'interconnexion des réseaux électriques ont vu le jour (Mediterranean Solar Plan, Desertec, Medrig) et contribue à favoriser un changement d'échelle en la matière. Les résultats restent cependant décevants

La coopération peut aussi jouer sur les leviers du renforcement de capacité des PSEM à capter les bénéfices des « smart choices »³⁶, de la formation technique, d'intermédiation financière (finance carbone) ou encore renforcer les réseaux entre industriels et/ou investisseurs privés.

Malgré la conjoncture de crise financière et économique, le contexte actuel nous paraît exceptionnellement porteur pour la transition énergétique des pays méditerranéens, au moins pour quatre raisons. Premièrement, la nécessité d'inverser les tendances d'émissions de CO₂ crée un soutien aux nouvelles technologies, à leur financement et à leur transfert. Compte tenu des besoins en investissement nouveau en matière d'énergie dans les pays méditerranéens, c'est une opportunité pour effectuer des « leap-frogs » vers des technologies avancées nouvelles. Deuxièmement, l'engagement de l'UE à réduire ses émissions de carbone nécessite des transformations inédites qui se traduisent d'ores et déjà par une volonté affirmée de l'UE d'acquérir de l'électricité verte en provenance d'Afrique du Nord à des prix élevés. Troisièmement, l'adoption de la directive européenne sur l'efficacité énergétique ainsi que l'initiative sur l'efficacité des ressources pourrait servir de fondation et d'inspiration pour la coopération régionale et internationale afin de développer les conditions de réussite de programmes d'efficacité énergétique cohérents de grande envergure dans les PSEM. Enfin, la grande diversité de capacité institutionnelle en matière de maîtrise de l'énergie au sein des PSEM laisse présager un potentiel de coopération Sud-Sud significatif.

Pour les investisseurs privés et les industriels des PNM il existe un enjeu économique important en terme de marché régional qui nécessite de coopérer au sein de consortium au risque de perdre des marchés en faveur de la concurrence internationale³⁷ (les pays arabes pour les investissements, la Chine pour la fourniture d'équipement). Pour les PSEM, les bénéfices liés au développement industriel ne seront captés que sous condition de politiques bien ciblées. A défaut, ces bénéfices se déplaceront dans d'autres pays (Chine, pays d'Europe de l'Est, etc...) et les PSEM seront inclus dans le marché des biens environnementaux seulement en tant qu'importateurs nets.

6. Conclusion

A la lumière des différentes définitions et des consensus sur leur compréhension, le concept d'économie verte suppose des mutations technologiques, sociales et organisationnelles considérables et inédites. La question de la transition énergétique et celle des réductions d'émissions de gaz à effet de serre sont vues comme un catalyseur de ces mutations que l'on peine à imaginer ou que l'on ne connaît pas encore (Damian, 2012). Le concept fait cependant l'unanimité dans les discours, ce qui apparaît évident dans la mesure où il est annoncé que la croissance verte, en bonne partie à travers la transition énergétique, pourrait résoudre tous les problèmes actuels : crise économique, crise environnementale et crise sociale.

En revanche les degrés et les modes d'intervention économiques pour effectuer la transition énergétique et diminuer les émissions de CO₂ font largement débat au niveau international. La confrontation des arguments théoriques dominants avec les résultats obtenus jusqu'à maintenant et avec la complexité de la réalité a montré qu'il convient de dépasser l'approche strictement centrée sur le prix du carbone. Une des raisons est notamment que les émissions de gaz à effet de serre, qui proviennent essentiellement de la consommation

et depuis 2005, le Processus de Barcelone connaît un fort ralentissement et l'Union pour la Méditerranée n'a globalement pas répondu aux attentes.

36 Paradoxalement la coopération dans le domaine de l'efficacité énergétique est beaucoup moins avancée que dans le domaine des ER.

37 Voir par exemple l'article de l'Expansion à propos du projet de centrale à Ouarzazate : http://energie.lexpansion.com/energies-renouvelables/energie-solaire-l-echec-de-l-union-europeenne-a-ouarzazate_a-33-7584.html.

d'énergie, sont enchâssées dans toutes les activités humaines et dans les infrastructures ; la chaîne d'effets et les mesures correctives à mettre en œuvre concernent ainsi un nombre très important d'acteurs aux caractéristiques très différentes.

La plupart des options connues pour répondre à la transition énergétique et à la diminution des émissions, « smart choices », production propre, innovations technologiques, ne peut être saisie par le marché de façon spontanée car il s'agit de questions structurelles. Pour mieux comprendre les difficultés de mise en œuvre de ces solutions, nous avons montré qu'il convient de faire référence à d'autres cadres d'analyses tels que ceux proposés par exemple par l'économie comportementale ou par les différents cadres analysant les grandes transitions (par exemple l'analyse évolutionniste). Ces cadres permettent de considérer les situations de « locked-in », d'asymétrie d'information, d'habitudes tenaces, etc... et aussi de caractériser une diversité de solutions volontaristes. Les interventions publiques sous forme de législation, politiques industrielles et de R&D, d'aménagement du territoire ou encore de formation ont dans ce cadre un rôle à jouer supérieur à celui du marché (sans toutefois l'exclure) et s'appuient sur des approches « bottom up ».

Une approche « bottom up » implique notamment de considérer les spécificités des acteurs et des territoires. La difficulté résidera toujours dans l'identification du meilleur compromis, il sera différent selon les pays. Nous avons analysé la situation de la région méditerranéenne pour le mettre en évidence. Nous avons par là même montré que la coopération internationale a un rôle important à jouer et que le contexte actuel offre des perspectives intéressantes en Méditerranée, sous réserve de volonté commune, de coordination et de politique nationale bien ciblées.

Au-delà de ces conclusions, cette analyse ouvre une réflexion plus large sur le fait que la croissance verte ne va pas de soi et que la question des prix et des coûts n'est peut-être pas centrale. Par rapport à un scénario « business as usual », les avantages qu'elle suppose ne sont peut-être pas très différents en termes de croissance du PIB ou de création d'emplois. Les coûts d'un scénario fortement carboné comparés à ceux d'un scénario de type « croissance verte » ne sont peut-être pas très différents au final. Les débats ne sont pas arrêtés en la matière. En revanche les contenus sociaux et écologiques de ces deux types de scénarios extrêmes sont radicalement opposés. Dans l'un on accepte un coût social élevé du aux dégradations environnementales et à ces effets, dans l'autre, on accepte les conséquences et les coûts du respect d'un certain nombre de normes environnementales et sociales. La situation actuelle est peut-être intermédiaire et, si elle n'évolue pas de façon marquée dans un sens ou dans l'autre, on peut se demander si ce n'est pas le plus coûteux des scénarios à long terme ? Selon nous, le plus difficile est donc probablement d'effectuer un choix tranché et surtout d'accepter les changements et les nouvelles contraintes associées, autant que les nouvelles opportunités et les bénéfices. Le choix d'une transition énergétique et d'une économie plus sociale et environnementale est probablement largement justifié par le coût estimé des effets du changement climatique, en particulier en Méditerranée.

Bibliographie

- AASA (The Association of Academies of Sciences in Asia) (2011). Towards a Sustainable Asia – Green Transition and Innovation. Science Press/Springer, Beijing.
- AFED (2011), Report of the Arab Forum for Environment and Development, 2011.
- Allal S., Quéfélec S. (à paraître), Development, Water and Energy within the Context of Climate Change in the Southern Mediterranean countries.
- Allal S., Faucheux S., (2012) Numéro special de la liaison énergie-francophonie "1992 RIO 2012"-(Organisation Internationale de la Francophonie) l'Economie Verte "Un nouveau paradigme de développement pour l'Afrique".
- Benoit G. Comeau A. (2005), « Méditerranée, les perspectives du Plan Bleu sur l'environnement et le développement », Editions de l'Aube, 2005.
- Behrens A., Colijn B. (2012), The Socio-Economics Transition towards Sustainability and its impacts on Jobs in Europe, Intereconomics 2012.3, ZBW - Leibniz Information Centre for Economics.
- Chevalier JM et Der deve M et Geoffron P. (2012), Avenir énergétique : carte sur table, Folio actuel, 2012.
- Chevalier JM (2010), Rapport sur la volatilité des prix du pétrole, France.
- CDC (2012, Prix du carbone dans l'EU ETS : faut-il intervenir ? Point Climat, N°12, Février 2012, http://www.cdcclimat.com/IMG/pdf/12-02_point_climat_no12_-_prix_du_carbone_dans_l_eu_ets-_faut-il_intervenir.pdf.
- CMI (2012), Toward Green Growth in Mediterranean Countries Implementing Policies to Enhance the Productivity of Natural Assets, http://cmimarseille.org/_src/2012MedReport_Full_EN.pdf.
- Damian M. (2012), Repenser l'économie du changement climatique, chaïer de recherche n°10/2012, LEPII.
- Drexhage J., D. Murphy: Sustainable Development: From Brundtland to Rio 2012, Background paper commissioned by the Panel secretariat, Highlevel Panel on Global Sustainability, New York 2010, United Nations, p. 1.
- EC – EU Energy roadmap 2050, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European and Social Committee and the Committee of the Regions, COM (2011) 885, December 2011.
- EEA (2011), (2011), Europe's environment, An assessment of assessments, European Environment Agency.
- Egenhofer C., Alessi M., Georgiev A., Fujiwara N. (2011), The EU Emissions Trading System and Climate Policy towards 2050, Real incentives to reduce emissions and drive innovation? Centre for European Policy Studies (CEPS) Brussels.
- Femise (2012), Renewable Energies and Sustainable Development in the Mediterranean: Morocco and the Mediterranean Solar Plan (MSP), étude Femise n°FEM34-02.
- Femise (2011), Rapport du Femise sur le partenariat euroméditerranéen 2011.

- Ficher-Kolwalski M., Krausman F., Steinberger J.K., Ayres R.U. (2010), Towards a low carbon society: Setting targets for a reduction of global resource use, Social Ecology Working Paper 115, Klagenfurt University, April.
- GIEC/IPCC (2007): Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Grubb M. (2012), "Planetary Economics: The Three Domains of Sustainable Energy Development", Copenhagen University, January 2012, lecture, <http://sustainability.ku.dk/sustainability-lectures/previous/>.
- Hallegatte S., Heal G., Fay M., Treguer D. (2011), From Growth to Green Growth: A framework, Policy Research Working Paper, The World Bank.
- Helm, D., (2011). Green Growth: opportunities, challenges and costs. In: Tsoukalis, L., Emmanouilidis, J. (Eds.), The Delphic Oracle on Europe: Is there a Future for the European Union? Oxford University Press, Oxford.
- IPEMED (2011), La contrainte carbone dans la région euro-méditerranéenne, http://www.ipemed.coop/adminIpemed/media/fich_article/1315064547_IPEMED_palimpsestes6_CCarbone.pdf
- Jänicke M. (2012), "Green growth": From a growing eco-industry to economic sustainability, Energy Policy 48 (2012) 13–21
- Martinelli A., Midttun A. (2012), Towards green growth and multilevel governance, Energy Policy 48 (2012) 1-4.
- Masini A., E. Menichetti (2012), Investment decisions in the renewable energy sector: An analysis of nonfinancial drivers, Technol. Forecast. Soc. Change (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2012.08.003>
- Nordhaus, W. D. H. Houthakker (1973), « The Allocation of Energy Resources. » Brookings Papers on Economic Activity 1973(3): 529-576.
- Nordhaus W. D. H. (2010), Designing a Friendly Space for Technological Change to Slow Global Warming, in: Energy Economics, Vol. 33, No. 4, 2010, pp. 665-673.
- Plambeck, E.L., 2012. Reducing Greenhouse Gas Emissions Through Operations and Supply Chain Management. Energy Economics 34 (Suppl. 1), S64–S74 (this issue).
- Quéfélec, S. (sous la dir.) (2008), "Climate Change and Energy in the Mediterranean", Plan Bleu / EIB study UNEP/Mediterranean Action Plan /Plan Bleu Marseille, October 2008. <http://www.eib.europa.eu/attachments/country/femip-study-climate-change-and-energy-in-the-mediterranean.pdf>
- Quéfélec S. (2011), Thèse de Doctorat, Les effets du changement climatique sur les pays méditerranéens, Aix-Marseille Université.
- Stern, N., (2006), "The Stern Review on the Economics of Climate Change", <http://www.hm-treasury.gov.uk>.
- Stiglitz, A. Sen, Fitoussi J.P.(2009), Rapport de la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social, http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport_francais.pdf.
- Stiglitz J. E. (2006), Un autre monde. Contre le fanatisme du marché, Fayard, Livre de Poche.

- UNEP (2011a), Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel, United Nations Environment Programme (UNEP).
- UNEP (2011b), Toward a Green Economy : Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication, United Nations Environment Programme, 2011.
- Harribey JM, Quirion P, Rotillon G. (2012), Les enjeux d'une transformation écologique qui soit sociale, in *Changer d'économie, les liens qui libèrent*.
- OCDE (2011), Toward Green Growth.
- OME (2011), Mediterranean Energy Perspective, Observatoire Méditerranéen de l'Énergie, 2011.
- Stern Nicholas and Rydge James (2012), The New Energy-industrial Revolution and International Agreement on Climate Change, Economics of Energy & Environmental Policy Volume 1, Number 1.*
- Taillant P. (2005), L'analyse évolutionniste des innovations technologiques, l'exemple des énergies solaire PV et éolienne, thèse de doctorat, Université de Montpellier I.
- Toman M. (2012), "Green Growth" An Exploratory Review, The World Bank Development Research Group Environment and Energy Team, May 2012, Policy Research Working Paper 6067
- UNRUH G. (2000), « Understanding carbon lock-in », *Energy Policy*, n°28, pp. 817-830.
- UNRUH G. (2002), « Escaping carbon lock-in », *Energy Policy*, n°30, pp. 317-325.
- Vallée A. (2002), « Economie de l'environnement », Editions du Seuil, octobre.
- Van den Bergh Jeroen C.J.M., Bernhard Truffer, Giorgos Kallis (2011) Environmental innovation and societal transitions: Introduction and overview Environmental Innovation and Societal Transitions, Volume 1, Issue 1, June 2011, Pages 1-23
- Van den Bergh Jeroen C. J. M. (2010), Safe climate policy is affordable—12 reasons, *Climatic Change* (2010) 101:339–385
- Weitzman M., 2011, in *Changement de climat, changement d'économie ?* Sous la direction de Jean-Philippe Touffut, Albin Michel, 2010, 256 pages
- Zysman J. and Huberty M. (2012), Religion and Reality in the Search for Green Growth, *Intereconomics* 2012.3, ZBW - Leibniz Information Centre for Economics.

Green Growth or low growth: Modelling the balanced transition to a sustainable economy



Georges BASTIN¹, Isabelle CASSIERS²

1 Department of Mathematical Engineering, ICTEAM, Université catholique de Louvain.

2 Institut de recherche économique et sociale (IRES) and CIRTES, IACCHOS, Université catholique de Louvain.

We present a simple mathematical model for the transition to a sustainable economy in the line proposed by Peter Victor [Victor and Rosenbluth, 2007] and Tim Jackson [Jackson, 2009]. The modelling approach is in the continuation of the “Limits to Growth” of [Meadows et al., 1972, 2004] which have emphasized the unsustainable character of the current economic trend and the necessity of a major change in the economic structure and the consumption behaviour. The “Limits to Growth” projections are confirmed by [Turner, 2008] in his recent comparison with empirical data.

Some authors (e.g. [Spash, 2012]) have expressed their doubts as to the possibility of correctly analysing the sustainable transition with the toolbox of mainstream economics and ask for the development of an epistemological questioning. Although we totally agree with the relevance of the epistemological issue, we believe that the current debate may be clarified by looking more closely into the potential and the limits of the neo-classical formalism for the understanding of the sustainability transition. In this paper we intend to set some preliminary basis for further critical discussion.

The model is build to assess public policies to attain sustainability. Our ultimate objective is to use the model to explore long-run evolution of an economy that achieves limitation of atmospheric greenhouse gas, environment protection and full recycling of material resources with high public investment. However in this communication, we restrict the focus on greenhouse gas limitations, and more precisely on carbon dioxide (CO₂) which is the major contributor to greenhouse gas emissions. The issues of material resources and environment protection are addressed in a companion paper.

The model is a conceptual representation of a “decentralized economy” (see e.g. [Wickens, 2008, Chapter 5]) where the decisions of producers, consumers and government are distinguished. In order to address the objectives mentioned above, the model involves the main economic and environmental variables that are essential for analyzing a sustainable economy. In addition to standard macroeconomic variables (such as production, consumption, investment, capital and labour), we therefore also consider environmental variables (such as CO₂ emissions and atmospheric CO₂ concentration). As it is usual in macroeconomic modeling, the model consists essentially of “flow balance equations” that combine aggregate stock variables and flow functions.

We restrict our attention to balanced economic paths. Our main concern is to investigate how balanced paths are modified under public policies for transition to sustainability. The reason

for restricting to balanced paths is to have consistent models that are as simple and flexible as possible. Simple to be easily implemented, even by users who are not familiar with the use of optimal control methods in neo-classical economic theory. Flexible to easily include extensions like subregions, economic subsectors or explicit fiscal policies.

We define a fictional pseudo-world economy with two subregions that are endowed with the CO₂ emissions of OECD and non-OECD countries respectively. Then, for the OECD subregion, we examine two major options towards sustainability: the “Green Growth” option and the “Low Growth” option. In the green growth option, it is believed that the greenhouse gas emissions will be limited by developing public novel technical innovations without changing the final output nor the economic structure. In contrast, the low growth option aims at developing zero or low carbon emission activities without having to rely on major discoveries of new green technologies, which results in structural change and lower growth.

The paper is organized as follows. The baseline system is presented in Section 1. It is a simple single-sector economy with a standard neo-classical production function in capital and labour. The system is supposed to follow a balanced trajectory along which the marginal product of capital and the output-capital ratio are constant. In Section 2, we set up a benchmark numerical model which is initialized with orders of magnitude corresponding to the state of OECD economy during the period 1998-2008 and which is consistent with the empirical data. Section 3 is devoted to modelling of CO₂ intensity and to the quantitative estimation of the relative decoupling between GDP growth and CO₂ emissions. For the simulations, the model equations are solved with Matlab-Simulink. A first “business as usual” simulation experiment is presented in Section 4. In this simulation, the economy continues to follow its current trend and makes the planet reaching unsupportable CO₂ atmospheric concentrations at the end of the century. Section 5 deals with the green growth public policy. The baseline system is extended with a sector producing green technical knowledge. The investment in this sector is assumed to increase proportionally to the excess of CO₂ emissions. The simulation result shows how the investment policy in public green technologies stabilizes the atmospheric CO₂ concentration at the value of 450 ppm (recommended by IPCC) with a public cost in the range 2-8 % of GDP. Finally, in Section 6, we examine how the transition to sustainability may be achieved with a low-growth public policy that consists in fostering the development activities with low or zero carbon intensity, with the results of low productivity growth and structural change. For this purpose, we consider an economy with two sectors: a conventional sector endowed with the economic features of the baseline system and a transition sector of activities having zero carbon intensity and constant labour productivity. In the presented simulation results, the emphasis is on the progressive reallocation of capital and labour between the two sectors in order to reach sustainability.

1. The baseline system

We consider an economy where the aggregate production flow Y of the final goods is represented by a standard Cobb-Douglas function

$$Y = AK^{(1-\alpha)}L^\alpha \quad (1)$$

whith K the stock of physical capital for production, L the amount of labor used for production and A the productivity coefficient corresponding to the level of technical knowledge in the economy. The constant parameter $\alpha \in (0, 1)$ is the output elasticity of labour.

The dynamics of the capital stock K are represented by a standard balance equation

$$\frac{dK}{dt} = -\delta K + I \quad (2)$$

where I is the aggregate investment allocated to the production of the final goods. The constant parameter $\delta \in (0, 1)$ is the capital depreciation rate.

The model is completed with the equilibrium condition

$$Y = C + I + X - M \quad (3)$$

where C , X and M denote consumption, export and import flows respectively. For simplicity, we do not distinguish between the flows stemming from the private and public sectors.

In addition, we assume that the total labour L is varying over time according to the dynamics

$$\frac{dL}{dt} = \mu(t)L \quad (4)$$

where the specific evolution rate $\mu(t)$ is a time-varying exogenous variable.

The marginal product of capital is

$$r(t) = \frac{\partial Y(t)}{\partial K(t)} = (1 - \alpha)A(t) \left(\frac{L(t)}{K(t)} \right)^\alpha = (1 - \alpha) \frac{Y(t)}{K(t)} \quad (5)$$

and the marginal product of labour is

$$w(t) = \frac{\partial Y(t)}{\partial L(t)} = \alpha A(t) \left(\frac{K(t)}{L(t)} \right)^{1-\alpha} = \alpha \frac{Y(t)}{L(t)}. \quad (6)$$

We introduce the following notations for the specific growth rates of capital and output:

$$g_K(t) = \frac{1}{K} \frac{dK}{dt}, \quad g_Y(t) = \frac{1}{Y} \frac{dY}{dt}. \quad (7)$$

Then, from (1)-(2)-(3)-(5)-(7), we have:

$$Y(t) - I(t) = C(t) + X(t) - M(t) = K(t) \left(\frac{r(t)}{1 - \alpha} - (g_K(t) + \delta) \right) \quad (8)$$

and

$$\frac{1}{r} \frac{dr}{dt} = (g_Y(t) - g_K(t)) = \frac{1}{A} \frac{dA}{dt} - \alpha (g_K(t) - \mu(t)). \quad (9)$$

A balanced path is defined as the special case where the marginal product of capital (and consequently the output-capital ratio) are constant:

$$r(t) = (1 - \alpha) \frac{Y(t)}{K(t)} = \text{constant} \implies g_K(t) = g_Y(t) = g(t) \quad \forall t. \quad (10)$$

Along a balanced path, the evolution rates of technical level A and marginal product of labour w are:

$$\frac{1}{A} \frac{dA}{dt} = \alpha (g(t) - \mu(t)) = \gamma(t) \quad \frac{1}{w} \frac{dw}{dt} = \frac{\gamma(t)}{\alpha}. \quad (11)$$

2. Identification of a benchmark numerical model

The setting of a numerical simulation model requires to select parameter values and to specify initial conditions. The year is taken as the time unit. Numerical values of the parameters α (output elasticity of labour) and δ (capital depreciation rate) in the intervals

$$\alpha \in [0.50, 0.80], \quad \delta \in [0.05, 0.11],$$

are widely accepted as relevant in the literature. In footnote, we give a set of references¹ where such values are proposed and, in certain cases, validated from empirical data. We will use the central value of each interval in our simulations: $\alpha = 0.65$, $\delta = 0.08$.

In order to get simulation results having a realistic flavour, we set up a benchmark model which is initialized with orders of magnitude corresponding to the state of OECD economy during the period 1998 - 2008. The evolution of GDP, consumption, employment, imports and exports during this period are shown in Fig.1-2-3-4. Employment is taken as the measurement of labour L.

These empirical data show small economic fluctuations around an exponential path (represented by the red curves fitted on the data) which is assumed to be a balanced path. From the empirical data of Fig.1, the following least-squares estimate is computed:

$$\frac{1}{Y} \frac{dY}{dt} = g \simeq 0.0281. \quad (12)$$

From the data of Fig.3, we have

$$\frac{1}{L} \frac{dL}{dt} = \mu \simeq 0.011 \quad (13)$$

and therefore

$$\frac{1}{A} \frac{dA}{dt} = \alpha(g - \mu) = \gamma \simeq 0.0091. \quad (14)$$

It is assumed that imports equal exports $X(t) = M(t) \forall t$ along the balanced path, see Fig.4. The initial time ($t = 0$) for the numerical simulations of the benchmark economy is the year 2000. On the balanced path represented in Fig.2-3-4, we have directly the initial values

$$Y(0) = 31.60, \quad C(0) = 24.96, \quad L(0) = 495, \quad X(0) = M(0) = 6.8.$$

Therefore

$$K(0) = \frac{Y(0) - C(0)}{g + \delta} = 63.24 \quad \text{and} \quad r = (1 - \alpha) \frac{Y(0)}{K(0)} = 0.174.$$

From (5), we derive

$$A(0) = \frac{r}{1 - \alpha} \left(\frac{K(0)}{L(0)} \right)^\alpha = 0.13 \quad (15)$$

The initial values are collected in Table 1 where the corresponding units are also given.

¹[Blanchard and Galli, 2006], [Bodart et al., 2006], [Boucekhine and Ruiz-Tamarit, 2008], [Bréchet et al., 2011], [Gaitan and Roe, 2012], [Gapen and Cosimano, 2005], [King et al., 1988], [Lucas, 1988], [Victor and Rosenbluth, 2007].

Variable		Value	Units
Capital	$K(0)$	64.21	T US dollars
Labour	$L(0)$	495	millions of people
Output rate	$Y(0)$	31.60	T US dollars/year
Consumption	$C(0)$	24.96	T US dollars/year
Technical level	$A(0)$	0.13	$(\text{T US \$})^\alpha / (\text{million people})^\alpha \times \text{year}$
CO ₂ Emissions	$E(0)$	12.55	GT CO ₂ /year
CO ₂ Intensity	$h(0)$	0.4	kg CO ₂ /US \$
Capital rental rate	r	0.1716	1/year

Table 1: Initial conditions of the balanced path for the year 2000

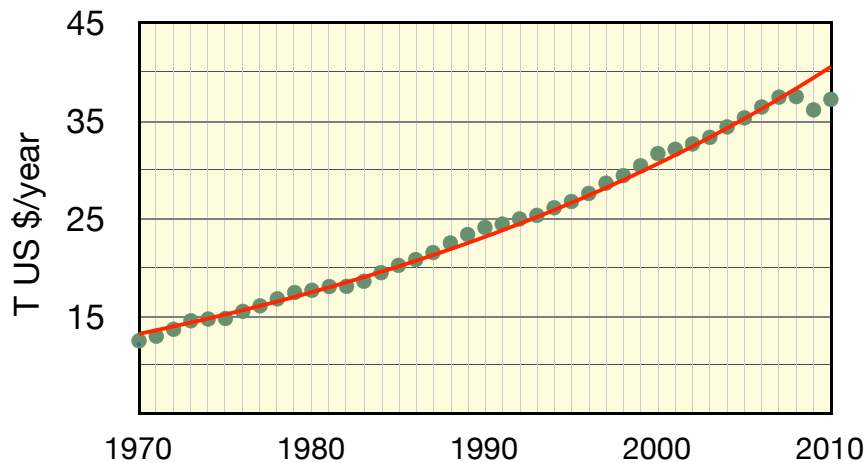


Fig.1: GDP in OECD from 1970 to 2010 (constant prices 2005). The green dots are empirical data from stat.oecd.org. The red curve represents a superimposed LS estimate of the balanced path.

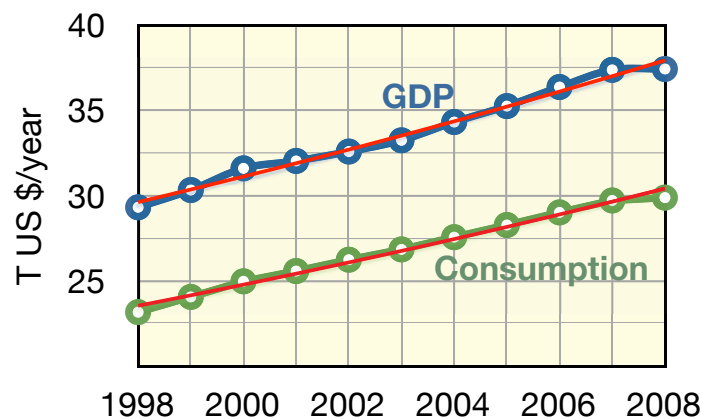


Fig.2: GDP and Consumption in OECD from 1998 to 2010 (constant prices 2005). The dots are annual empirical data from stat.oecd.org. The red curves represent superimposed LS estimates of the balanced path.

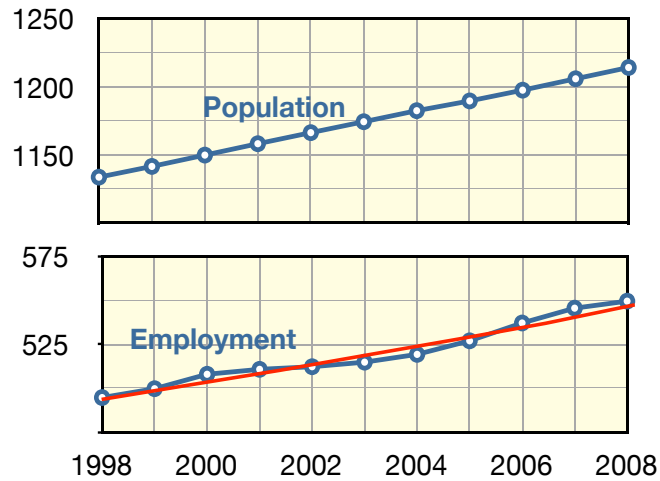


Fig.3: Population and Employment in OECD from 1998 to 2008 (millions of people). The dots are annual empirical data from stat.oecd.org. The red curves represent superimposed LS estimates of the balanced path.

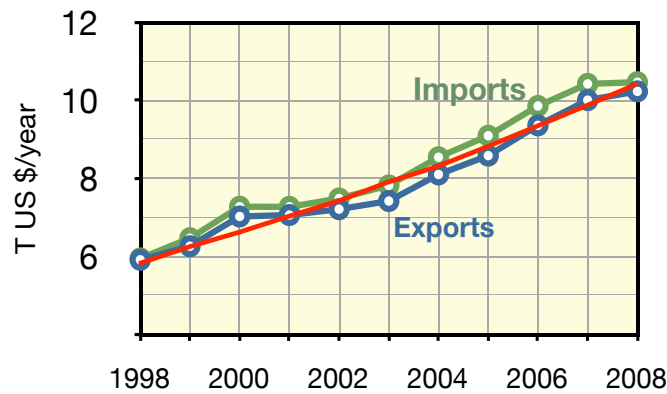


Fig.4: Imports and Exports in OECD from 1998 to 2010 (constant prices 2005). The dots are annual empirical data from stat.oecd.org. The red curve represents the superimposed LS estimate of the balanced path.

3. Carbon dioxide dynamics

As in [Nordhaus, 2008], we assume that CO₂ emissions are representative of total GHG emissions. The flux balance equation for atmospheric CO₂ is written:

$$\frac{d}{dt}\Delta_C = \kappa_0 \left(E_w - q(\Delta_C) \right) \text{ with } \Delta_C = [\text{CO}_2] - [\text{CO}_2]_p, \quad (16)$$

where $[\text{CO}_2]$ is the average concentration of atmospheric CO₂, $[\text{CO}_2]_p$ is the natural pre-industrial atmospheric CO₂ concentration, E_w is the flow of CO₂ emissions into the atmosphere from world human economic activities, $q(\Delta_{\text{CO}_2})$ is a monotone increasing function representing the natural planet absorption rate of CO₂ and κ_0 is a constant coefficient.

The CO₂ emission rates for OECD and non-OECD countries during the period 1970-2008 are shown in Fig.5. In non-OECD countries CO₂ emissions are steadily increasing proportionally

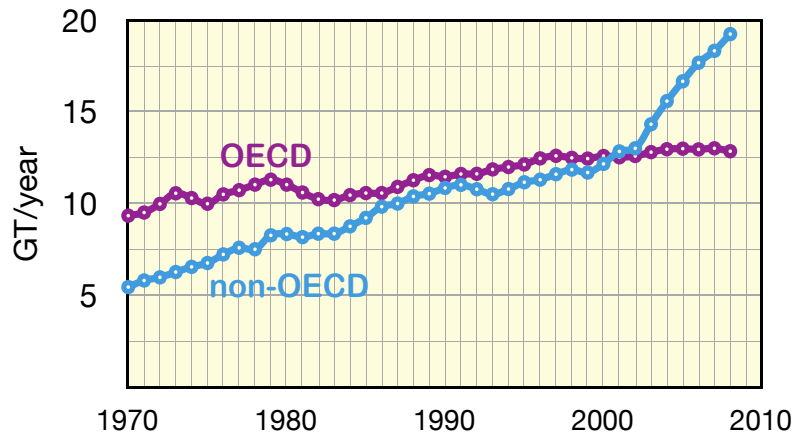


Fig.5: CO₂ emissions (Data from World Bank Development Indicators.)

to GDP. In contrast, the increase of CO₂ emissions is much slower in OECD countries and even almost zero over the last ten years. Assuming that the CO₂ emissions are related to the economic production, there is no loss of generality in writing

$$E(t) = h(t)Y(t) \quad (17)$$

where $E(t)$ is the CO₂ emission flow and $h(t)$ is the carbon intensity of the economic production $Y(t)$. The OECD empirical data for $h(t)$ are shown in Fig.6 and the following exponentially decreasing function can be fitted on the data:

$$h(t) = h(0)e^{-\varepsilon t} \text{ kg CO}_2/\text{US\$} \text{ with } \varepsilon \simeq 0.0208. \quad (18)$$

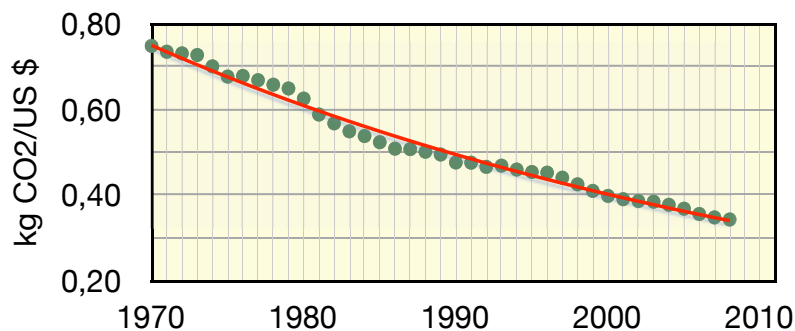


Fig.6: CO₂ intensity in OECD countries computed with data from Fig.1 and Fig.5. (The exponential function $h(t)$ is represented by the red line.)

By differentiating equation (17), we obtain:

$$\frac{dE}{dt} = \frac{dh}{dt}Y + h\frac{dY}{dt} = \left(\frac{1}{Y} \frac{dY}{dt} + \frac{1}{h} \frac{dh}{dt} \right) E = (g_Y(t) - \varepsilon) E. \quad (19)$$

An important point here is obviously that $\varepsilon \simeq 0.0208 < g_Y \simeq 0.0281$ which means that the efficiency of CO₂ abatement is not sufficient to compensate for GDP growth: the decoupling between growth and greenhouse gas emissions is relative but not absolute ([Jackson, 2009, p.53]).

The famous Keeling's curve is shown in Fig.7. It represents the accumulation of atmospheric CO₂ during the last 50 years. It is generally accepted that the net CO₂ inflow rate in the atmosphere is about 60% of the total emissions. Assuming a linear CO₂ absorption function

$$q(\Delta_c) = \kappa_1 \left([\text{CO}_2] - [\text{CO}_2]_p \right) \quad (20)$$

with $[\text{CO}_2]_p = 280$ ppm, and using the data of Fig.5 and Fig.7, we can estimate the parameter values $\kappa_0 \simeq 0.17$ ppm/GT and $\kappa_1 \simeq 0.18$ GT/ppm \times year.

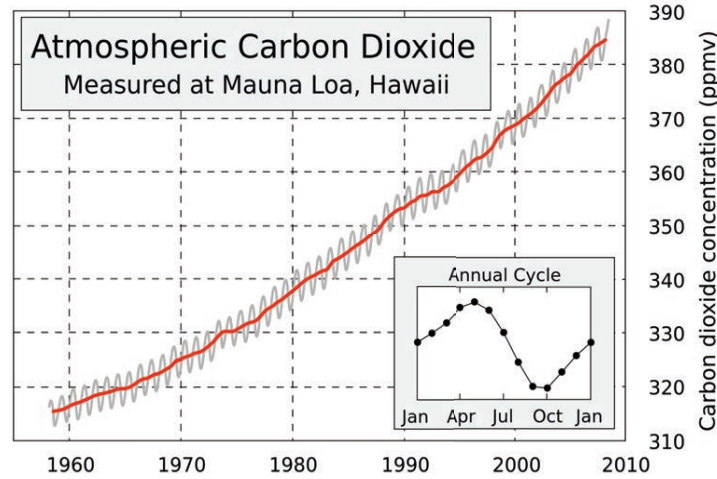


Fig.7: The Keeling's Curve of atmospheric CO₂ concentrations measured at the Mauna Loa Observatory. Source: Wikipedia.

4. First simulation : Business as Usual

In this first simulation, we assume that the economy continues to follow the balanced path that we have identified above. The balanced path is a solution of the following set of state space equations:

$$\frac{dL}{dt} = \mu(t)L, \quad (21)$$

$$\frac{dA}{dt} = \gamma(t)A, \quad (22)$$

$$\frac{dK}{dt} = \left(\frac{\gamma(t)}{\alpha} + \mu(t) \right) K, \quad (23)$$

$$\frac{dE}{dt} = \left(\frac{\gamma(t)}{\alpha} + \mu(t) - \varepsilon \right) E \quad (24)$$

and

$$Y = AK^{(1-\alpha)}L^\alpha, \quad (25)$$

$$I = \left(\frac{\gamma(t)}{\alpha} + \delta + \mu(t) \right) K, \quad (26)$$

$$C = Y - I, \quad (27)$$

$$r = \frac{(1 - \alpha)Y}{K}. \quad (28)$$

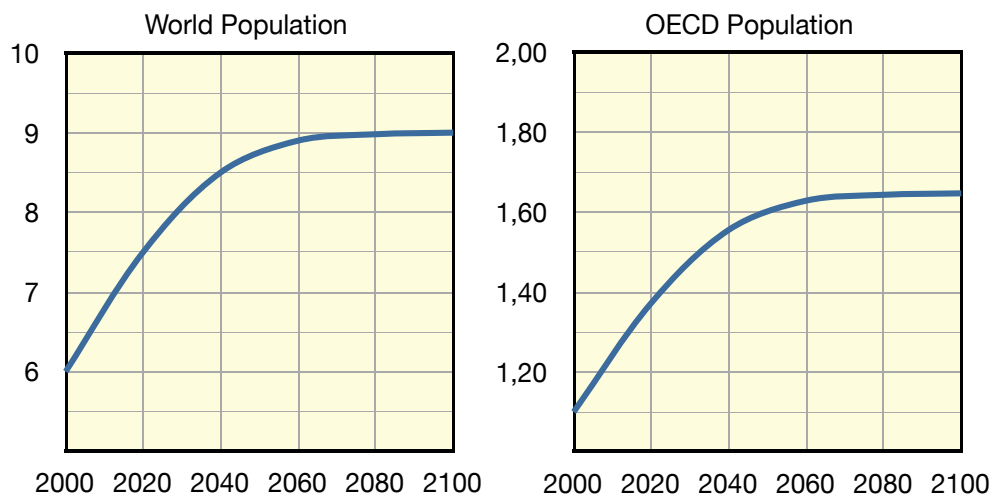


Fig.8: Evolution of the population from 2000 to 2100 (milliards of people) in the benchmark model.

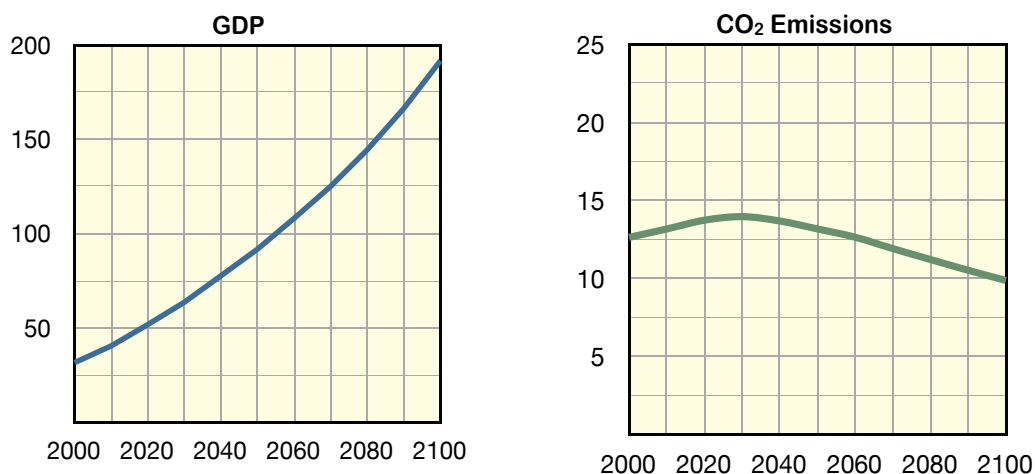


Fig.9: Business as usual. Left: GDP (TUS\$/year); Right: CO₂ emissions (GT/year).

In this model, the population growth rate $\mu(t)$ and the technology growth rate $\gamma(t)$ are exogenous variables. For the population dynamics we adopt the medium prediction of the United Nations (see [UN, 2004]) such that the population increases until about 2050 and then stabilizes for a while as shown in Fig.8. The exogenous specific growth rate $\mu(t)$ is computed accordingly. The employment is supposed to be a constant fraction of the population. For the technology, we assume a constant growth rate $\gamma = 0.0091$ as computed in Section 3. The model is initialized in 2000 with the values of Table 1. The model equations are encoded in Matlab-Simulink.

The results of the simulation experiment are illustrated in Fig.9. As it can be expected, the economy keeps growing exponentially and does not significantly reduce the level of CO₂ emissions. There is a slight reduction during the second half of the century which is due to the conjugate effects of population stabilization and carbon intensity decrease. But, at the end of the century, the CO₂ emission per capita is about 6T/year. Extended to the whole planet, such an emission rate per capita would make the CO₂ atmospheric concentration reaching unsupportable values

in 2100 (over 800 ppm, see e.g.[Nordhaus, 2010]) whereas we know that the supportable limit is generally considered to be at most 450 ppm (see e.g. IPCC reports).

5. Green Growth

Despite the capitalist propensity to efficiency and despite a significant decrease of carbon intensity (50% since 1970), it can clearly be suspected from the results of the previous section that the current economic trend will not succeed in reaching a sustainable economy. Vigorous new public policies are most probably needed to modify this trend in the desired direction. In this section, we investigate a so-called “green growth” public policy. For this purpose we extend the model by introducing the additional assumption that a share of the total investment is funded by the government and explicitly allocated to the development of “Novel Green Technical Knowledge”. These innovations are pure public goods that are both non-rival and non-excludable. In other words they are freely made available to all producers in order to further reduce the greenhouse gas emissions.

Therefore, we now consider an economy with two sectors:

1) A conventional sector with production function

$$Y_{cs} = AK_{cs}^{(1-\alpha)}L_{cs}^{\alpha}, \quad (29)$$

which is endowed with the dynamics, the parameter values and the initial conditions of the benchmark model of the previous section.

2) A “green technology” sector that produces the public green technical knowledge denoted H . The production flow of H is represented by a Cobb-Douglas production function:

$$\frac{dH}{dt} = Y_{gs} = AK_{gs}^{(1-\alpha)}L_{gs}^{\alpha}. \quad (30)$$

where K_{gs} and L_{gs} are the physical capital and the labor allocated to the public research in green technical knowledge. The dynamics of the capital stock K_{gs} is represented by the equation

$$\frac{dK_{gs}}{dt} = -\delta K_{gs} + I_{gs}, \quad (31)$$

where I_{gs} denotes the green investment.

For simplicity, we assume that the two sectors have identical production functions, but this could be relaxed to some degree. The two sectors are aggregated by defining the total capital $K = K_{cs} + K_{gs}$, the total investment $I = I_{cs} + I_{gs}$ and the total output $Y = Y_{cs} + Y_{gs}$. It is then readily checked that:

$$\frac{dK}{dt} = -\delta K + I. \quad (32)$$

We consider equilibrium economic paths with competitive factor markets. This implies that, along the economic path, the marginal product of capital is identical in the two sectors:

$$r(t) = \frac{\partial Y_{cs}(t)}{\partial K_{cs}(t)} = \frac{\partial Y_{gs}(t)}{\partial K_{gs}(t)} \quad \forall t. \quad (33)$$

Using equations (29)-(30), we have

$$r(t) = (1 - \alpha)A(t) \left(\frac{L_{cs}(t)}{K_{cs}(t)} \right)^\alpha = (1 - \alpha) \frac{Y_{cs}(t)}{K_{cs}(t)} \quad (34)$$

$$= (1 - \alpha)A(t) \left(\frac{L_{gs}(t)}{K_{gs}(t)} \right)^\alpha = (1 - \alpha) \frac{Y_{gs}(t)}{K_{gs}(t)}. \quad (35)$$

$$= (1 - \alpha)A(t) \left(\frac{L(t)}{K(t)} \right)^\alpha = (1 - \alpha) \frac{Y(t)}{K(t)} \quad (36)$$

These equations mean that, along the path, the product-capital and the labour-capital ratios are identical in the two sectors. This also implies that the total output obeys a global Cobb-Douglas function

$$Y = Y_{cs} + Y_{gs} = AK^{(1-\alpha)}L^\alpha \quad (37)$$

and therefore that the structure of the economy is not modified with respect to business as usual. But the nature of the production is different since the representative output Y is now partly composed of the public green knowledge Y_{gs} (in addition to the current private green technologies that are already incorporated in the conventional production).

Let us now turn to the issue of the sustainable transition. Concerning greenhouse gas, we assume that the objective of the transition to a sustainable economy is to guarantee a **constant CO₂ atmospheric concentration at the level of 450 ppm with equitable emissions all over the planet**. This can be achieved with steady-state total world emissions:

$$E_w^* = \kappa_1 \times \Delta[\text{CO}_2] = 0.18 \times (450 - 280) = 30.6 \text{ GT/Year.}$$

As it can be observed from the data of Fig.5, this value is almost equal to the present level of world emissions (in 2008), with about 42% for OECD and 58% for the rest of the world. Therefore, the sustainable challenge is not to decrease the global emissions with respect to the present situation. The goal is rather to maintain the emission level at its present value while ensuring progressively a fair distribution with the same emissions per capita everywhere in the world. Obviously this implies strongly reducing the OECD emissions while still allowing for a moderate increase in non-OECD countries. Since the ratio of OECD to world population is 0.183, the target for OECD emissions in 2100 must be (at most)

$$E^* = 0.183 \times E_w^* = 0.183 \times 30.6 = 5.61 \text{ GT/Year.}$$

In order to achieve this goal, the model of CO₂ emissions is extended to incorporate the effect of green technologies as follows:

$$E = h(t)Y(t)e^{-\eta H(t)}.$$

With this model we thus now assume that E is not only linearly increasing with final output production as above but also exponentially decreasing with the level of public green technical knowledge H . The parameter η is an elasticity coefficient. The function $h(t)$ is given by expression (18) and represents the current private decrease of CO₂ intensity.

As above, a balanced path is defined as the special case where $r(t)$ is constant. Along a balanced path, the dynamics that connect the public green investment to the CO₂ emissions are then given by the two equations

$$\frac{dE}{dt} = E \left(\frac{\gamma}{\alpha} + \mu(t) - \varepsilon - \eta \frac{r}{1 - \alpha} K_{gs} \right) \quad (38)$$

$$\frac{dK_{gs}}{dt} = -\delta K_{gs} + I_{gs}. \quad (39)$$

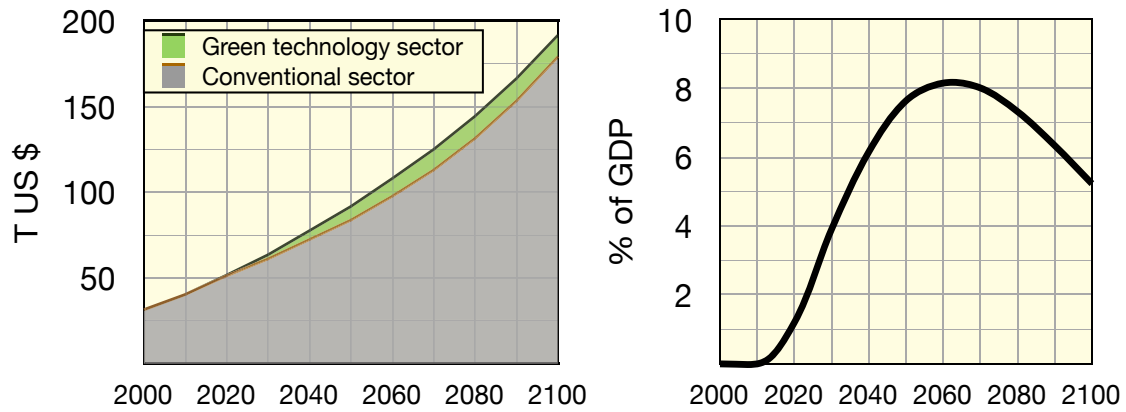


Fig.10: Green growth in the OECD benchmark model. Left: GDP; Right: Public cost of green growth as a percentage of GDP.

Equation (38) is a modification of (19) which accounts for the influence of H . Equation (39) is identical to (31). Obviously the elasticity η is a key parameter in this model since it determines how much can be achieved in CO_2 abatement per unit of time with a given investment. The answer to this question has given rise to an abundant literature but is still, nevertheless, a widely open question. Depending of the assumptions, the estimates of the cost of achieving 50% reduction in CO_2 emissions in 2050 span a very wide range, from 1% to 8% of GDP. In our simulation, we set $\eta = 0.002$ which provides a cost in this range. All the other constant parameters needed for the simulation have been given previously. The model is initialized in 2000 with the values of Table 1 for the conventional sector and with zero initial conditions for the green technology sector. In order to achieve the goal of CO_2 abatement, an endogenous feedback investment policy is applied to the system from 2014. The public green investment I_{gs} is simply assumed to change proportionally to the excess of CO_2 emissions with respect to the target E^* :

$$\frac{dI_{gs}}{dt} = \theta (E - E^*). \quad (40)$$

The constant parameter θ is adjusted by trial and error at the value $\theta = 0.003$.

The result of the simulation experiment is illustrated in Fig.10. It must be clearly understood that, in this result, the conventional sector involves the "usual" technical progress towards CO_2 abatement at the rate ε which is not sufficient to reach sustainability. In addition, the green public sector produces supplementary free public innovations that are used to further accelerate CO_2 abatement in order to reach the sustainable target.

In order to estimate the impact of this policy on the planet atmospheric CO_2 concentration, we also need to have a scenario for CO_2 emissions in non-OECD countries. The future effective evolution of CO_2 emissions in non-OECD countries depends on many factors such as the international trade, the extent of exported emissions [Davis and Caldeira, 2010] or the efficiency of international negotiations (Kyoto, Copenhagen, Doha ...). In any case, the highest admissible projection of sustainable CO_2 emissions for non-OECD is given in Fig.11, because higher emissions would definitely lead to an excess of atmospheric CO_2 with respect to the target of 450 ppm. The corresponding evolution of emissions per capita in both subregions is shown in Fig.12. By integrating equation (16) with the total CO_2 emissions for E_w , we then get the CO_2 atmospheric evolution depicted in Fig.13. From this figure, we see that, under the assumptions of the simulation, the investment policy in public green technologies is effectively able to stabilize the CO_2 concentration at the set point of 450 ppm which is reached after 60 years approximately.

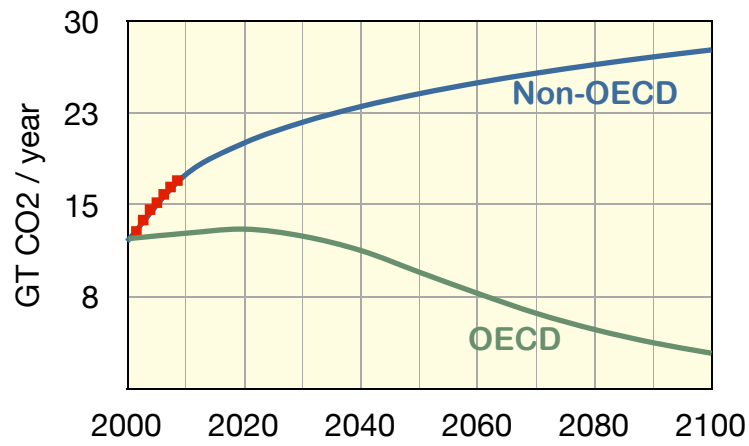


Fig.11: CO₂ emissions for the period 2000-2100: simulation result for the OECD benchmark and highest admissible projection for non-OECD countries. The red dots are empirical data.

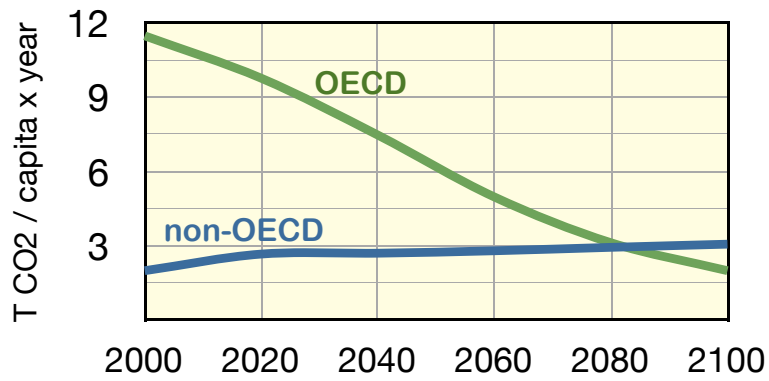


Fig.12: CO₂ emissions per capita for the period 2000-2100

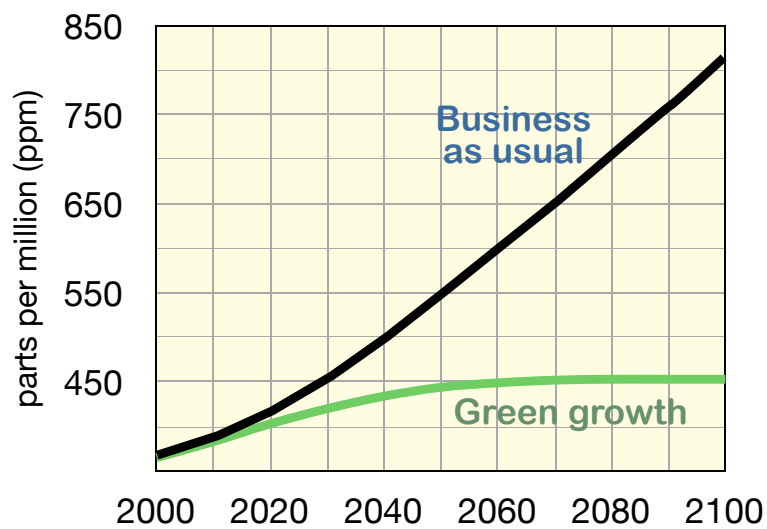


Fig.13: Atmospheric CO₂ concentration

There are however many major objections that can be invoked against the feasibility of green growth. A very fundamental objection is that green growth relies essentially on a blind faith into the technological progress. Indeed it seems as well reasonable to believe that the required massive technological breakthrough is in fact out of reach. For this reason, a sound principle is to consider also alternatives like the low-growth strategy defended for instance by Tim Jackson [Jackson, 2009], [Victor, 2012] and The Club of Rome [Meadows et al., 2004].

6. Low Growth

The principle of a low growth public policy is to foster a structural shift of the economy composition towards activities which have low (or even zero) carbon intensity. Such activities are by nature labour intensive and far less subject to productivity growth (see e.g. [Jackson and Victor, 2011]). The simplest case is to consider an economy with two sectors:

1) a conventional sector with production function

$$Y_{cs} = AK_{cs}^{(1-\alpha)}L_{cs}^{\alpha}, \quad (41)$$

which is endowed with the dynamics, the parameter values and the initial conditions of the benchmark model of Section 4.

2) a "transition" sector of activities having zero carbon intensity and a constant labour productivity, with a production function

$$Y_{ts} = BK_{ts}^{(1-\beta)}L_{ts}^{\beta}, \quad (42)$$

where the productivity B is constant. We assume also that $\beta > \alpha$ which implies that the transition sector is more labour intensive than the conventional sector.

Let us take the conventional output as numeraire and denote by π the relative price of the transition sector output. Along an economic equilibrium path, the factor markets are competitive and therefore the marginal products of capital and labour are equal in the two sectors:

$$r(t) = \frac{\partial Y_{cs}(t)}{\partial K_{cs}(t)} = \pi(t) \frac{\partial Y_{ts}(t)}{\partial K_{ts}(t)} \quad \forall t \quad (43)$$

$$w(t) = \frac{\partial Y_{cs}(t)}{\partial L_{cs}(t)} = \pi(t) \frac{\partial Y_{ts}(t)}{\partial L_{ts}(t)} \quad \forall t. \quad (44)$$

Using equations (41)-(42), we have

$$r(t) = (1 - \alpha) \frac{Y_{cs}(t)}{K_{cs}(t)} = (1 - \beta) \pi(t) \frac{Y_{ts}(t)}{K_{ts}(t)}, \quad (45)$$

$$w(t) = \alpha \frac{Y_{cs}(t)}{L_{cs}(t)} = \beta \pi(t) \frac{Y_{ts}(t)}{L_{ts}(t)}. \quad (46)$$

In this economy, the CO₂ emissions are proportional to Y_{cs} only:

$$E(t) = h(t)Y_{cs}(t) \quad (47)$$

with the carbon intensity function h(t) given by (18). The strategy for the transition to a sustainable economy is a sectorial to activities with low or zero CO₂ emissions in order to reach the

2100 target $E^* = 5.61$ GT/Year. Hereafter we present a simulation of a low-growth scenario that produces, along time, the same CO_2 emissions as the green growth scenario of the previous section. Therefore the emission profile $E(t)$ of Fig.11 which has been computed in the green growth scenario is a reference which is used, in the simulation, as an exogenous driving variable to compute $Y_{cs}(t)$ from equation (47). As in the previous sections, a balanced path is defined as the special case where $r(t)$ is constant. Along a balanced path, we have:

$$K_{cs} = \left(\frac{1-\alpha}{r}\right)Y_{cs}, \quad L_{cs}^\alpha = \left(\frac{1}{A}\right)\left(\frac{r}{1-\alpha}\right)K_{cs}^\alpha, \quad L_{ts} = L - L_{cs}, \quad (48)$$

$$K_{ts} = \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)\left(\frac{1-\beta}{\beta}\right)\left(\frac{L_{ts}}{L_{cs}}\right)K_{cs}, \quad Y_{ts} = BK_{ts}^{1-\beta}L_{ts}^\beta, \quad \pi = \left(\frac{\alpha}{\beta}\right)\left(\frac{L_{ts}}{L_{cs}}\right)\left(\frac{Y_{cs}}{Y_{ts}}\right). \quad (49)$$

The constant productivity in the transition sector is set to $B = 0.13$ which is the initial productivity $A(0)$ in the conventional sector. The labour elasticity in the transition sector is set to $\beta = 0.85$, i.e. 30% higher than in the conventional sector. All the other constant parameters needed for the simulation have been given previously.

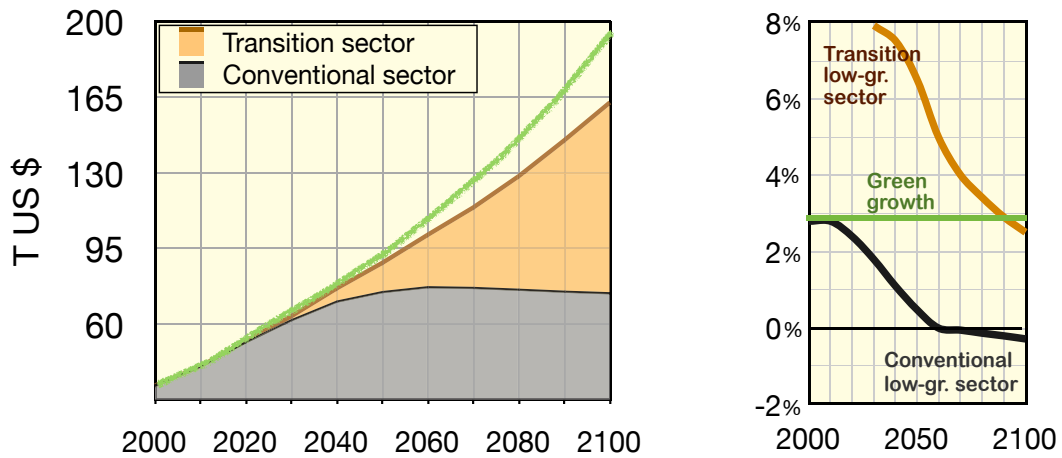


Fig.14: Low growth in the OECD benchmark model. Left: GDP at market prices (The green line is a reminder of the GDP exponential growth in the green growth scenario). Right: Growth rates in the two sectors for the low growth scenario, compared to the green growth scenario.

The model is initialized in 2000 with the values of Table 1 for the conventional sector and with zero initial conditions for the transition sector. The new low-growth policy is activated in 2014. The government strategy to foster the transition is to tax the conventional production (using e.g. carbon taxes) and subsidize the transition sector in order to equalize the market price between the two sectors. The result of the simulation experiment is illustrated in Fig.14 and Fig.15. Naturally, in this case, a balanced economy means that capital and output vary at the same rate within each sector, but at different rates between the sectors because of the reallocation of labor and capital as illustrated in these figures. As expected, in this scenario, the economic growth in the conventional sector is drastically reduced (with even a small de-growth from 2060) and only partially compensated by the expansion of the transition sector. This results in a global economic growth slowed down as compared to the green growth scenario. Fig.15 illustrates quantitatively the labour reallocation which is needed.

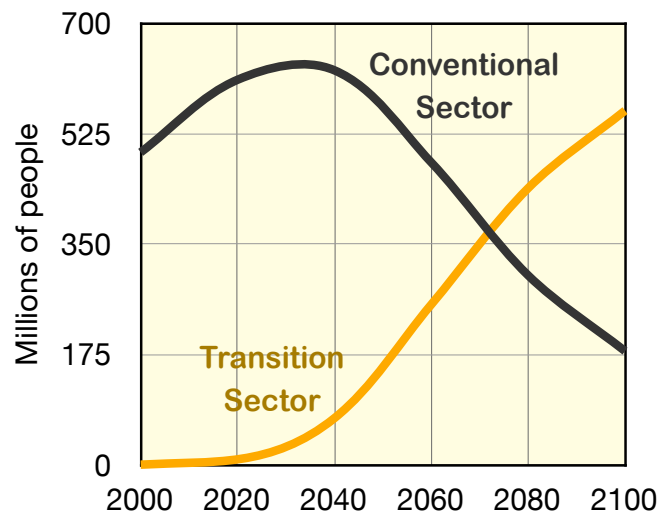


Fig.15: Employment in the two sectors for the low growth scenario.

7. Conclusions

This paper has given a modest contribution to the modelling of the transition to a sustainable economy. The focus has been on accelerating the green technological change in the green growth option or shifting the structure of the economy towards zero carbon emission activities in the low growth option. With the green growth option, the economic trajectory reaches the IPCC objective of 450ppm within about sixty years with a specific public development of massive additional green technologies representing a cost up to 8% of GDP. With the low growth option, it is possible to achieve the same objective, within the same time horizon, without blind faith in technologies, by systematically subsidising a transition to low carbon and low capital intensive activities, leading to a sectoral shift from the conventional sector (from 100% to 45% of GDP) to the transition sector (from 0% to 55% of GDP). Obviously, by running linear combinations of these two extremes, all intermediate trajectories are possible.

The model, as it has been set up in this paper, represents a very narrow and limited perspective regarding the transition to sustainability. Many relevant aspects of the impact of global warming on the economy are ignored and the structure of the economy itself has been extremely simplified. Important related issues such as social inequalities or international finance unreliability are not addressed. However, we hope that our parcimonious modelling contributes to highlight some of the fundamental challenges in terms of economic policy. Moreover as we have mentioned in the introduction, the model can be easily extended to include more subregions and economic subsectors or explicit fiscal policies. One important issue which has been omitted relies on the modelling of the mechanisms that underly the public policy and their impact on the economy dynamics. This issue will be dealt with in an extended version of this paper.

References

- [Blanchard and Galli, 2006] Blanchard, O. and Galli, J. (2006). A new Keynesian model with unemployment. Working paper research 92, National Bank of Belgium.
- [Bodart et al., 2006] Bodart, V., de Walque, G., Pierrard, O., Sneessens, H., and Wouters, R. (2006). Nominal wage rigidities in a new Keynesian model with frictional unemployment. Working paper research 97, National Bank of Belgium.
- [Boucekhine and Ruiz-Tamarit, 2008] Boucekhine, R. and Ruiz-Tamarit, J. (2008). Special functions for the study of economic dynamics: The case of the Lucas-Uzawa model. *Journal of Mathematical Economics*, 44(1):33–54.
- [Bréchet et al., 2011] Bréchet, T., Camacho, C., and Veliov, V. (2011). Model predictive control, the economy, and the issue of global warming. *Annals of Operations Research*, pages 10.1007/s10479–011–0881–8.
- [Davis and Caldeira, 2010] Davis, S. and Caldeira, K. (2010). Consumption-based accounting of CO₂ emissions. *PNAS*, 107(12):5687–5692.
- [Gaitan and Roe, 2012] Gaitan, B. and Roe, T.-L. (2012). International trade, exhaustible-resource abundance and economic growth. *Review of Economic Dynamics*, 15(1):72–93.
- [Gapen and Cosimano, 2005] Gapen, M. and Cosimano, T. (2005). Solving Ramsey problems with nonlinear projection methods. *Studies in nonlinear dynamics and econometrics*, 9(2):Pa- per3.
- [Jackson, 2009] Jackson, T. (2009). *Prosperity without Growth - Economics for a Finite Planet*. Earthscan.
- [Jackson and Victor, 2011] Jackson, T. and Victor, P. (2011). Productivity and work in the 'green economy': some theoretical reflections and empirical tests. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1:101–108.
- [King et al., 1988] King, R., Plosser, C., and Rebelo, S. (1988). Production, growth and business cycles. *Journal of Monetary Economics*, 21:195–232.
- [Lucas, 1988] Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22:3–42.
- [Meadows et al., 2004] Meadows, D., Randers, J., and Meadows, D. (2004). *Limits to Growth: The 30-Year Update*. Chelsea Green Publishing Company.
- [Nordhaus, 2008] Nordhaus, W. (2008). *A Question of Balance*. Yale University Press.
- [Nordhaus, 2010] Nordhaus, W. (2010). Economic aspects of global warming in a post-copenhagen environment. *PNAS*, 107(26):11721–11726.
- [Spash, 2012] Spash, C. (2012). New foundations for ecological economics. *Ecological Economics*, 77:36–47.
- [Turner, 2008] Turner, G. (2008). A comparison of the limits to growth with thirty years of reality. *Csiro working paper series 2008-2009*, CSIRO (Australia).
- [UN, 2004] UN (2004). *World population to 2300*. Technical report, United Nations, Department of Economic and Social Affairs.
- [Victor, 2012] Victor, P. (2012). Growth, degrowth and climate change: A scenario analysis. *Ecological Economics*, 84:206–212.
- [Victor and Rosenbluth, 2007] Victor, P. and Rosenbluth, G. (2007). Managing without growth. *Ecological Economics*, 61:492–504.

[Wickens, 2008] Wickens, M. (2008). Macroeconomic Theory - A Dynamic General Equilibrium Approach. Princeton University Press.

Evaluating sustainability transition initiatives



Matthias BUSSELS, Sander HAPPAERTS, Hans BRUYNINCKX

HIVA – Research Institute for Work & Society and Flemish Policy Research Centre on Sustainable Development

Introduction

'Sustainability' is a concern frequently voiced when referring to the many crises pervading the globe today, be they of an ecological (desertification, soil degradation, climate change, ...), a social (famine, global inequality, migration, ...) or even a financial nature (e.g. the discussion on fiscal policy reforms to rekindle economic growth). Sustainability in all its facets entails 'unstructured' (de Haan 2010), 'wicked' (Rittel and Webber 1973), or 'persistent' (Loorbach 2010) issues: highly complex problems, rooted in different societal domains, occurring on many levels and involving a wide variety of actors propagating different values, norms, expectations and perspectives (Kemp and Grin 2009, 26–27). Such intricacy thwarts any consensus on how to remedy the problem, as even the existence of a problem might be an object of discussion. The problems are 'wicked' and intractable as cause and effect are geographically and temporally disconnected (think of CO₂ emissions through car use in Belgium compounding the global and gradual sea level rise affecting small island states somewhere in the Pacific), while conventional linear approaches to solving them (breaking down the issue into manageable parts) fail because of complex feedback loops in the system (think of rebound effects where more efficient technologies, such as fuel consumption in cars, incite an increase in car use as it becomes cheaper to drive around) (Jackson 2009). The systemic interlocking of various issues conventionally approached separately (climate change, soil depletion, deforestation, ...), only adds to that intractability.

In other words, relying on old ways of solving problems, and taking recourse to established institutions, will only tackle symptoms instead of the drivers of the problems. The 'persistency' stems from the fact that those problems originate in the way we organize our lives and structure society and (Beck 1992; Beck et al. 1994, 6). The systemic, deep-rooted nature of the problems, closely related to our system of production and consumption, prescribes interventions across the board, focusing on technology, legislation, economic and governance institutions, and not the least social relations, culture and values (Kriegman 2006; Raskin 2010). What is required to attain sustainability transcends so-called 'system improvement' (Dresner 2002). A radical system innovation is needed (Kemp and Rotmans 2005, 34). Consequently, the term 'transition' – a term denoting such a radical system transformation - has gradually found its place beside sustainability.

Societal transitions are essentially uncertain processes. After all, we are dealing with unstructured issues, rendering both the objective (where do we want to end up?) and the process (how will we get there?) apriori unintelligible (Taanman 2012, 258). Consequently, great emphasis is placed on the necessity to monitor and evaluate such processes.

The conventional approach to dealing with uncertainty, is by reducing that uncertainty by focusing on short-term objectives and reducing the issue into its constituting elements that can consequently be managed (using existing tools) more effectively (Beck 1992, 4; Clayton and

Radcliffe 1996, 16; Kurtz and Snowden 2003, 466). Such managerial logic then allows for, and prescribes, rigid and sound measurements and evaluations of the steps taken, the results of which can feed into the subsequent steps. That so-called 'modernist' approach has thoroughly structured conventional methods of evaluation and monitoring, in an attempt to determine the merit of available options or the performed actions (De Peuter et al. 2007a; Howlett et al. 2009; Scriven 1980). However, as shall be indicated in this paper, the conventional and well-established ways of evaluation policy initiatives appear at odds with the challenges posed by sustainability, and therefore complex and systemic, issues.

In this paper, we address that challenge, by exploring ways to evaluate the success of initiatives aimed at altering the 'fabric of society' towards sustainability, which we refer to as 'sustainability transition initiatives'.

The paper departs with an introduction of the concept of a sustainability transition, the way it deals with the persistent problems and how its founding assumptions provide for an alternative yet necessary lens through which to view those problems. It subsequently touches upon the practice of evaluation, its common assumptions and how it is affected by that new lens. Bringing together both domains of study results in some interesting points of attention that have to be taken into account when attempting to evaluate sustainability transitions. The paper is concluded with some general remarks, which will be central to the following research steps.

1. Sustainability transitions & transition governance

As has become clear in the introduction, this paper aims at bringing together, tentatively, two domains of academic thought, namely the field of study related to sustainable transitions and the theory and practice of evaluation and monitoring (E&M). In what follows, we introduce some core concepts and spell out some of the basic but crucial features of sustainability transitions that have an effect on how E&M should be carried out.

1.1 Sustainability transitions and related concepts

To this point we have introduced and casually used many concepts without any explanation of their meaning or content. Therefore, in order to enable a uniform and clear understanding of the subject at hand, the remainder of this section is dedicated to explaining the core concepts that feature in transition thinking.

A **transition** is, at its core, a system innovation, i.e. "the radical changing of the functioning of a societal system from one state of apparent social equilibrium to another" (de Haan 2010, II/29; Kemp and Rotmans 2001). It is a "gradual continuous process of change where the structural character of a society (or a complex sub-system of society) transforms"¹ and implies "a fundamental change of assumptions and the introduction of new practices and rules" (Rotmans et al. 2001, 16–17). Such systemic reconfigurations happen on a spontaneous basis, due to the interplay of global and local development, evolutions and in(ter)ventions –

¹ As a side note, it should be known that a distinction between 'transition' and 'transformation' is sometimes made. A transition then refers to a play within a fixed game, while a transformation is regarded as a more thorough intervention: a change of game, or of the rules of the game. Thus a move to get out of recession without changing the fundamentals of the economic system would be a transition, whereas reforming our economies would be a transformation. To avoid confusion, the paper makes no distinction between a 'transformation' and a 'transition' and retains both concepts as fundamentally altering the structure of a system (Tucker 2007).

hence the 'apparent equilibrium' (Fischer-Kowalski and Haberl 2007, 4).² As is evident from the radicality of change that underpins the concept, and the emphasis on the references to the 'structural character of a society' and the changing of 'assumptions', the concept relates closely to what has been argued for before as a requisite approach to the persistent problems at hand.

In that sense it offers a useful tool or idea to address the wicked issues implied by the notion of sustainable development. **Sustainability transitions** then refer to those processes in which societies, or specified societal systems (such as the food and agriculture system, the mobility or the energy system, ...) undergo a fundamental and systemic change, the result of which is a new and sustainable constellation of the system. The inclusion of the concept of sustainable development is what provides a transition with a *normative* direction. The transition concept "*uses the concept of sustainable development as a normative frame to develop the future orientation (vision) and to structure and organize the search-and-learning process*" (Loorbach 2007, 25). The linking up of both terms has turned out to be a stimulus to the concept of sustainable development, as is evidenced by the recent surge of projects and initiatives towards sustainability (e.g. the 13 transversal themes embedded in the Flemish socio-economic strategy 'Flanders in Action', the 7 transitions intended by the renewed Flemish Sustainable Development Strategy, or the various local and provincial actions in Ghent, Leuven, Limburg etc.).

We view **transition initiatives** as endeavours, initiated by any interested party (government-related or otherwise, such as grassroots initiatives) that aim to influence societal transitions. It is important to stress that the initiatives are not to be regarded exclusively as 'policy initiatives', drawn up and instigated by governments or public administrations. There is no uniform recipe to go about assisting and intervening in societal transitions (Paredis 2009, 38; Rotmans et al. 2005, 9–10), as initiatives are shaped by factors relating to institutional structures, social aspects such as the disintegration of social cohesion through unemployment, or the immediate threat of environmental degradation. Within transitions thinking some principles are nevertheless spelled out that should be held in account if the initiatives is to have some fruitful effect. As we shall demonstrate, those principles derive from a systems perspective on societal change, and the properties and qualities that structure such systems.

Frequently referred to, but as of yet unexplained, is the concept '**system**'. A system can be defined as "a set of elements or parts that is coherently organized and interconnected in a pattern or structure that produces a characteristic set of behaviors, often classified as its 'function' or 'purpose'" (Meadows 2008). It is that function that delimits the system, and provides the constituting elements (citizens of a nations, member of a club, parts of an engine, cells of a body, ...) with a shared perspective and hence identity (Ackoff 2008a; Ackoff 2008b). Such a functional perspective is adopted in transition thinking: a societal system is conceived of as a cluster of elements (technology, science, regulation, consumer practices, markets, cultural symbols, infrastructure, and networks of production and supply) and their interconnections, satisfying a societal need (mobility, food, energy, housing, ...) (Paredis 2009, 15). An additional and implicit function of a system resides in its capacity to reduce the contextual complexity its members face, by establishing a language through which its members view and interpret their surroundings – effectively constructing a shared identity (Brans and Rossbach 1997, 422). A further dimension of particular import to our discussion is the notion of change *of* a system. As changes (within and without a system) happen constantly (and spontaneously, as indicated earlier), any state of equilibrium is at best a 'dynamic' (Forss and Schwartz 2011, 11; Meadows 2008). The question than asserts itself when a system changes to such an extent that it is

² Seen as a complex adaptive system, societal systems are continually changing. An 'equilibrium' then refers to a state in which progress is incremental, rather than disruptive (Loorbach 2007, 57–58).

considered 'new', and a transition has occurred. Consistent with what has been argued earlier about altering the fabric of society, a systemic transformation is attained when its founding characteristic – the language, identity, values, ... it provides for its constituent elements or members – changes (Rotmans et al. 2001, 16–17).

1.2 Change in complex adaptive systems

The notion of change is central to a discussion on how to nudge societal systems into a sustainable direction. However, the object of attention in transitions thinking are societal systems (also referred to as socio-technical systems), which can be viewed as a particular type of system, namely **complex adaptive systems** (CAS). CAS differ from simple systems³ on three accounts: co-evolution, self-organization and emergence (Loorbach 2007, 55–58). ⁴ 'Co-evolution' refers to the capacity (and inevitability) of the system to adapt in response to its environment, made up of other (complex adaptive) systems (Loorbach 2007, 55–56). One can think of an energy corporation deciding to invest in 'green' technologies or renewable sources of energy, in response to changes occurring in the energy system such as depleting oil fields or rising extraction costs.⁵ 'Emergence' denotes the origin of order within a system, arising from interactions internal to the system, and responses to external influences: order emerges from those (re)actions (Kurtz and Snowden 2003, 464; Loorbach 2007, 56–57). It also implies the system has properties that the system components do not (Clayton and Radcliffe 1996, 25). In this regard, the phenomenon of flocking birds can serve as an illustration: the flocking pattern emerges from each individual bird acting according to simple rules based upon local information. That pattern is neither predetermined nor imposed by the lead bird (Choi et al. 2001, 354). 'Self-organization' lastly implies the ability of a system to structure itself, to create new structures, to learn, or diversify – without external steering (Loorbach 2007, 56; Meadows 2008). Again, the group behaviour of flocking birds can serve as an example: each bird positions itself based on information retrieved from the position and behaviour of the other birds in the flock.

Those features considerably increase the intricacy of the nature of change within, and particularly *of*, societal systems. The co-evolutionary trait clearly indicates the permeability of the systems' boundaries (Clayton and Radcliffe 1996, 23), while the idea of emergence and self-organization imply that the outcomes of interactions within and between systems (how systems evolve, react and shape each other) are highly unpredictable, as the behaviour of (agents in) systems depends on precise and often unintelligible systemic starting conditions (Clayton and Radcliffe 1996, 12–13). The near untraceable chain of cause and effect resulting from those assertions (Forss and Schwartz 2011, 11; Robinson and Tinker 1998, 23–34), bear significant implications for the ambition to influence (and evaluate, as shall be pointed out) transitions towards sustainability.

Here we touch upon another essential pillar upon which transition thinking rests, namely complexity theory. Due to the complexity governing the behaviour of complex adaptive systems, change cannot be easily explained let alone predicted. "Analysing CAS means to incorporate variability, adaptations, uncertainty and nonlinearity while heading for improved understanding of how co-evolutionary processes and dynamic patterns emerge and interact

³ Adhering to Jackson's typology, simple systems can be regarded as 'consisting of only a few highly structured interactions which are relatively stable and relatively unaffected by interactions of the parts of the system or external influences', while complex systems imply 'a large number of subsystems having loosely structured interactions wherein the purposeful parts result in adaptation over time in response to their turbulent environment' (Jackson 2003).

⁴ Other characteristics of such systems, of less importance to our discussion, are enumerated by Bodhanya (2012).

⁵ Please refer to Rammel et al (2007) for a lengthy discussion on how co-evolution is perceived of across various academic fields of study.

across hierarchical levels and across different spatial, temporal and social scales” (Rammel et al. 2007, 10). Such an assertion has far-reaching consequences for the conventional approach to problem solving. Based on the (positivist) mode of scientific inquiry, complex problems are disaggregated into parts which are then studied separately. Assuming a linear pattern of change, the findings can then be accumulated across the individual elements and projected into the future in order to predict the behaviour of the entire system (Kurtz and Snowden 2003). That reductionist approach will become clearer once we discuss the issue of evaluation and attribution (cf. section 2.1). The congestion problem can serve as an example of a linear logic and how it falls short of explaining systemic behaviour: from a linear point of view, it might be broken down into its constituting elements, namely car numbers and usage, and the availability of roads. Solving the congestion problem can, in this logic, be easily conceived of as a matter of building more roads. However, mobility is a complex issue, rendering such linear approach problematic. In the example, a significant feedback loop (illustrating exactly what might be understood by ‘complexity’) is ignored: building more roads might lead to a decrease of investments in other forms of transport, possibly inciting an increased adoption of cars as a preferred mode of transport and therefore adding to the problem under investigation (Clayton and Radcliffe 1996, 46–47). As the nature of social systems is such that both its parts and the whole are purposeful (Ackoff 1999), understanding systemic change and wicked issues requires a combination of both reductionist and holistic principles and methods founded therein (Clayton and Radcliffe 1996, 17). In simpler terms, that implies that not all dimensions of system behaviour are complex and should be analysed from a complexity perspective: even though causality in a vaccination programme might be well-established, its implementation might involve complex features such as multiple stakeholders (Rogers 2011, 36).

Central to transition thinking is the conviction that the encumbrance of complexity is not deemed insurmountable despite its severe implications. While it is not useful to assume order (as in a linear change logic), “in a dynamic and constantly changing environment, it is [however] possible to pattern un-order” (Kurtz and Snowden 2003, 466). The existence of patterns, structures and drivers of change that traverse systems, allow for some measure of focused intervention (de Haan 2006; Loorbach 2010, 164–165). Systems thinking assumes that it is not possible, by analysing physical conditions, to derive general ‘laws’ governing behaviour and transpose this to other contexts and situations. Instead of planning rationally, in CAS the approach should be to *seed* emergent desirable patterns from which new ways of thinking can emerge (Kurtz and Snowden 2003, 466). One might think of the raising of a child: although you might entertain the thought of elaborating a multi-phase strategy highlighting the various steps and directions you wish to include in the education, you would soon find out things will not turn out ‘according to plan’. In addition, raising a second child will prove completely different to the experiences had with the first even though both issues are similar on a basic level. In addition you will have a hard time transposing such a ‘plan of action’, tested with the first child and adjusted in order to accommodate for the ‘lessons learned’, to the education of the second. Instead, good parenting might involve the fostering and stimulating of desirable patterns of behaviour, and inhibiting or discouraging of undesirable patterns (Forss and Schwartz 2011, 15).

1.3 The transition governance framework

In order for our societal systems to progress towards a sustainable state (or ‘equilibrium’ as is appropriate from a systems perspective), they have to be nudged intentionally. As argued, left on their own the mechanisms of current societal systems will not lead them to develop sustainably. Departing from that assumption a transition governance framework

has been elaborated. It provides a framework for societal actors aspiring to break out of or intervene with, the systemic 'ruts' (lock-in) conventional governance systems or decision making structures seem unable to overcome (Grin et al. 2009; Loorbach 2007, 24; Rotmans et al. 2001, 16–17).

The framework does however depart from the acceptance that complete control and oversight over a change of societal proportions is unfeasible and a priori unintelligible, lending them an explorative, interrogative character intent on learning through experimenting. Therefore, while common targets can be established, it is argued that they should allow for flexibility and avoid lock-in in the guise of a fixed programme with intermediate steps (Kemp et al. 2006, 392; 399).

'Transition governance' coincides with what is also known as 'transition management' - itself defined as "long-term governance for sustainable development based on a complex adaptive systems approach" (Loorbach 2007, 44). The term 'governance' is however preferred here for various reasons⁶, the primary motive being that it disposes of the illusion that sustainability transitions can be managed or engineered. Although even those who have coined the term 'transition management' claim societal transitions can only be nudged in the direction of sustainability and avoid the suggestion of full control (Loorbach 2007, 80–81), the notion 'management' indispensably embodies some notion of rigid controllability. In much the same way, the use of the term 'governance' reaffirms its reactionary character to the new public management principles that have laid the structural groundwork for the governments of virtually all states (Robinson and Tinker 1998, 35; Schnurr 1998, 3), while it is also reflected in the position of equality of governmental actors vis-à-vis other stakeholders. In doing so, transition governance affirms its own identity and origin as a concept challenging the modernist reliance on reductionism and top-down control through functional differentiation and rigid rational planning.

Another argument calling for the use of the term 'governance' instead of 'management' is the fact that the framework consists of principles rather than a fixed set of instruments, allowing for a maximum variability of transition initiatives.⁷ According to the transition governance framework, the following principles should ideally guide any intervention aiming to intervene in societal transitions in order to goad them onto a sustainable path:

- 1- Think in systemic terms: apply a multi-domain, multi-actor and multi-level perspective is essential
- 2- Apply a long-term perspective as a framework for shaping short-term policy, agendas, actions: back- and forecasting, scenario-building
- 3- Maintain an orientation towards transition, system innovation and sustainability
- 4- Be flexible in terms of objectives and options, and avoid lock-in through the stipulation of fixed objectives or (solely) quantitative targets)
- 5- Heed the connection between intervention and system state, and how the nature of interventions should be tailored to the state of the system (multi-phase)
- 6- Inclusion of 'strategic' actors according to the phase of the transition and the level of governance, in order to involve relevant societal perspectives and beliefs
- 7- Be aware that the intervention itself influences and is influenced by the system

⁶ This reflects a conceptual choice made by the policy research centre on transitions for sustainable development, funding this study.

⁷ As has been explicitly and repetitively stated in interviews at the Dutch Research Institute for Transitions, where the transition management approach has originated.

8- Exploit systemic disorder: non-equilibrium, i.e. systemic imbalance, enlarges the potential for disruptive change

9- Create space for change (agents): societal niches and protected environments

10- Accept uncertainty and surprises as conditions for variation in and selection of processes, and creating conditions enhancing the irreversibility of innovations

11- Focus on (social) learning about different actor-perspectives: a wide variety of actors engaging in a shared learning experience allows for a wide variety of perspectives on the (wicked) issue and a subsequent discussion on them

12- Focus on reflexive learning through participation and interaction between stakeholders: systemic innovation resides in the change of orientations, attitudes, perspectives and tendencies

13- Focus on learning and iterative processes: learning-by-doing and doing-by-learning (Loorbach 2007, 73–74; 80–81).

So, instead of proposing a ready-made governance model, the framework principles both inspire and affect a wide variety of instruments and practices that might be used in transition initiatives. To name a few: complex systems analysis, sustainability visions, transition arena & transition pathways, a transition agenda, transition experiments, E&M, and transition coalitions and networks (van den Bosch and Rotmans 2008, 16).

The framework has inspired widely diverging structures of transition initiatives such as 'Bounded Socio-Technical Experiments' (Szejnwald Brown et al. 2004), 'Strategic Niche Management' (Kemp, Schot, and Hoogma 1998), 'Transition Experiments' (van den Bosch 2010), as well as actual initiatives; to name a few: Transumo (on mobility), Transform (agriculture) or the Dutch Energy Transition Program in the Netherlands, and Plan C (on waste and materials management) and DuWoBo (on sustainable living and housing) in Flanders (Belgium). Each embodies the principles advanced by transition governance, yet differs in a certain aspect. As said, the principles the framework advances aim at maximizing the potential of each initiative to reach the objective of effectuating a sustainability transition.

2. Evaluation in a condition of complexity

As stated, approaching 'wicked issues' such as sustainability from a complex systems perspective, inherent to transitions thinking affects conventional ways of problem solving and management. The same holds for the practice of evaluation: evaluating the complex has systemic consequences for evaluation (Forss and Schwartz 2011, 12; Stern 2011, ix).⁸

While a reassessment of the traditional tenets of evaluation is certainly required (and will be done momentarily), the above argument should not be held to call for the complete abandonment of any notion of evaluation in complex settings. As mentioned earlier, the idea that within systems patterns of change can be discerned and to a certain extent influenced, makes the idea of evaluation seem appropriate (Forss, Marra, and Schwartz 2011). The application of categories such as 'simple', 'complicated' (or 'knowable'), 'complex' or outright 'chaotic' (see Kurtz and Snowden 2003; Rogers 2011), furthermore pertains to specific aspects of an intervention – not interventions in their entirety (Rogers 2011, 34), further underscoring the need to diversify and combine methods and techniques (Stern et al. 2012). As pointed out, specific dimensions of interventions will indeed remain 'simple' and can therefore be

⁸ Consequently, when talking about the evaluation of attribution to change in a complex adaptive system, such as a societal system targeted by a sustainability transition initiative, we will use the combination 'complex evaluation'.

⁹ Kurtz & Snowden (2003) differentiate between different areas of complexity in their Cynefin framework (simple – complicated – complex – chaotic, and disorder)

analysed and evaluated using standardised methods or established frameworks. Techniques such as quantitative indicators, performance targets, a focus on output and impact etc. are thus accredited a specific though less dominant position in systems thinking. Revealing to what extent those findings are to be accommodated for by adjustments to the motives and practice of evaluation practice and philosophy of evaluation is the objective of this section of the paper. After introducing the concepts of causality and attribution, and opting for the latter to make up the main focus of our discussion of evaluation (2.1), we proceed to discuss how the notion of evaluation might differ depending on the questions who evaluates and for what purpose (2.2) – without however making a choice at that point. As a third step the idea of (and feasibility of talking about) attribution in a complex setting is addressed (2.3). That assessment is complemented with some insights about how those findings can be catered for by, and consequently changes, the practice of evaluating attribution (2.4).

2.1 On causality and attribution

Evaluation is concerned with determining the worth or merit of an object (Scriven 1980), and aims to do so by *reducing* the uncertainty about that object in a systemic and objective way – testing hypotheses and answering questions (McDavid and Hawthorn 2005). Many, if not most evaluation approaches and/or frameworks, especially those nested in public policy, depart from such positivist assumptions (Howlett et al. 2009, 187). While such assumptions are well-adapted to analyzing structured and simple problems, they are problematic and even detrimental in the face of complex problems (Kurtz and Snowden 2003; Taanman 2012).

Establishing value implicitly assumes a connection between an intervention and its consequence, i.e. a relation of causality. The minimal definition of causality, is that “for something to cause another, the former should be necessary and sufficient for the latter to appear” (Forss and Schwartz 2011, 11).

Traditional ‘positivist’ strands of evaluation aim at inferring causality in (semi-)controlled settings, preferably by applying counterfactual and quantitative methods, and generalization to other settings. That is achieved by breaking down the intervention into phases, assuming a linear connection between cause and effect, the progression of which can be predicted and traced rationally, and consequently analysed through the identification of criteria and indicators. The obtained information can then be transposed to other settings, allowing for rational planning of policy intervention and the prediction of outcomes (Marra 2011, 329).

However, change in complex systems is not linear: causes are multiple and produce effects at variable time intervals, there is no relation between the size of cause and effect (large changes in causative factors might only engender small-scale changes in the affected dimensions, and vice versa), a relation that is further distorted and obfuscated through the interference of contextual factors outside of the system (Forss and Schwartz 2011, 11). Therefore the goal “to predict (and thereby control) the behaviour of systems not yet studied (but similar to those that have been studied) under conditions not yet extant and in time periods not yet experienced” appears less applicable (Kurtz and Snowden 2003, 464). Imagine an NGO aiding farmers in developing countries to increase their income and bargaining position vis-à-vis other actors in the chain of production and distribution of agricultural goods and services. While the objective might be clear, it remains unclear how it might be reached. The process towards the objective might envelop several years, during which much of the participating actors and relevant institutions, policies and other important societal structures (both within and outside of the country) might change. It is therefore deemed of little use to establish a predevised change strategy with fixed intermediate objectives that are monitored,

while a positive end evaluation of the (supposed - as it is completely grounded in the data collected through the monitoring of rigid and possibly redundant indicators) impact is expected to allow for a generalization of the process and concomitant transposition to other roughly similar contexts. From a complexity perspective the assessment that an improvement of the position of the farmers, and an increase of income, has been achieved, does not allow for an interpretation of (exclusive) causality. Acknowledging the probability of multiple causes and multiple (and unintelligible) sources of distortion pertaining to measurement and individuation of such factors, caution is advised with regard to the interpretation of 'impact'. The complexity involved in transition initiatives, where even the objective is a matter of discussion (following from the engagement with 'wicked issues'), is even more elevated.¹⁰ Regardless, conventional approaches to E&M are clung to as the need to assess causality only gains importance. In a world characterized by constraints of all sorts (environmental limits, social inequality, and economic stagnation leading to budgetary predicaments), the reluctance to make the wrong decisions increases as second chances become rarer. The decision on the appropriateness of a specific course of action then hinges on its expected impact and costs.

Once causality is (at least theoretically) established, another key question comes into perspective, i.e. the question of attribution: granted that there is a causal connection between the intervention and the recorded change, to what degree is the intervention responsible for the change or is it the result of other interventions and/or external factors (Mayne 2011, 53)? Notwithstanding that the question of impact and attribution is not the sole possible focus of an evaluation (cf. the next paragraph) it does deserve a central position in this discussion. In the first place because it remains a crucial yet blatantly underinvestigated aspect of the transition governance framework. Other questions around which evaluation might revolve, such as how to conduct and organize an intervention in order to steer a complex adaptive system, who should be involved, which principles should guide such an endeavour, or how it should be managed, have after all been the primary objects of research on sustainability transition. Those studies have eventually led to the emergence of the transition governance framework and related instruments. The case can therefore be made that, in modelling an intervention in accordance to the guidelines suggested by the transition governance framework, causal inference with the system is obtained. What remains to be determined is the degree to which the system changes as a result of the intervention and, in a complementary step, how those insights can be used to adjust the course of action.

The issue of attribution, and how it can be conceived of in a complex setting, is therefore at the heart of this paper. And although the attribution issue has always been recognised as the holy grail within the domain of evaluation (Mickwitz 2012), the conjoining of complexity and evaluation has only contributed to its elusiveness (Forss and Schwartz 2011, 17–18). How evaluation could be conducted in a condition of, and how it is affected by, complexity, is argued in the following paragraphs.

2.2 Evaluating attribution in a condition of complexity

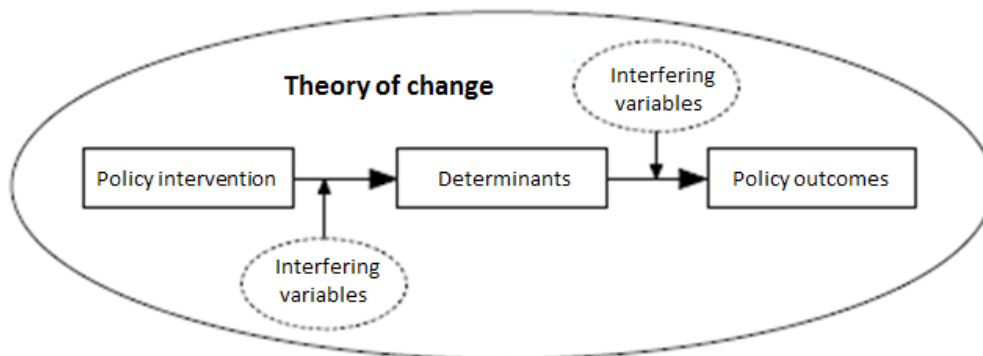
A statement that can be considered central to the discussion is that, in a complex adaptive system, order is emergent – a trait that should be reflected in the design and practice of evaluation (Rogers 2011, 47–48). That precise prescription is however at odds with traditional designs to establish attribution – as is explained below.

Traditionally, evaluations start from a supposed theory of change, or intervention logic or model, stipulating the expected chain of causality underlying the policy intervention. The

¹⁰ The example derives from an interview held with an E&M expert at an NGO engaged in international development cooperation.

idea clearly represents the effort of reducing complex problems to manageable issues. Figure 1 depicts such a theory of change.¹¹

Figure 1: theory of change



Source: adapted from De Peuter et al. (2007a, 93)

However, the point here is that most evaluations set out to evaluate a policy intervention on the basis of such a theory of change, drawn up in advance, from which milestones, indicators and objectives can be distilled. "Monitoring and evaluation start after defining inputs that lead to certain activities, which in turn are expected to lead to particular outputs, outcomes and, eventually, impacts" (Taanman 2012, 256). The logframe serves as the most common basis for monitoring, in support of the eventual evaluation of the effects (Davies 2004; Davies 2005; Taanman 2012).

From a complex systems perspective that practice could lead to a lock-in of the perspective of the evaluator, preventing him/her from noticing factors not included in the model yet interfering considerably with the intervention. Hummelbrunner (2010, 5–6) mentions various issues that have resulted from the strict application of a logframe approach in a complex setting, namely the preparation to Poland's and Hungary's accession to the European Union through the PHARE Programme. Instead of relying on linear models of change, the condition of complexity requires the evaluator (as well as the other participants in the process) to look for patterns rather than looking for specific answers to fixed questions inspired by those models (Forss and Schwartz 2011, 26; Kurtz and Snowden 2003). An example of complexity and the requirement to look for patterns instead of assume them, relates to poverty reduction strategies by the European Union in Tanzania (Toulemonde et al. 2011). While the assumption that rural poverty could be reduced by expanding the road network and thereby increasing access to services and job opportunities might be straightforward, the simple goal of 'getting more roads built' is much trickier. The implementation logic is as follows: "the EC could coordinate with other donors in developing a harmonized dialogue with the government on road policy, with the expected consequences that this policy be reformed, sustainable financial resources be devoted to road maintenance, local authorities benefit from a substantial part of these resources, they are responsive to the needs of the poorest rural areas, they manage to properly maintain the rural road network, the access to basic services is facilitated in remote rural areas, and rural poverty is eventually reduced" (Toulemonde et al. 2011,

¹¹ Evidently, the illustration depicts the simplest of possible theories of change. The degree of detail and intricacy to which such theories can be developed is obviously much more extensive.

125–126). Not only are the actions of each individual actors constrained by other factors and inherently unpredictable, adhering to the self-organisation principle you can expect each actor to respond to the actions of every other actor in the system. Feedback loops might be the “interaction between the Government and development partners, interactions between the Government and local authorities, responsiveness of local authorities to the population needs, etc.” (Toulemonde et al. 2011, 126). Establishing attribution, due to overlapping or competing factors affecting the effective construction of roads, is even more elusive. As shall be pointed out further below, that finding reconfigures the use that can be made of anticipatory theories of change, or how the issue of attribution is to be approached.

While attribution is certainly not the only possible focus of an evaluation, it ranks amongst the most popular (De Peuter et al. 2007a, 31). That is to be expected, as evaluations are often carried out to establish accountability, and having an idea of the initiative’s impact can generate (financial) support for its continuance. From a perspective of accountability, a simple and clear understanding of impact and causality is understandable, inspiring the use of linear logic models (Toulemonde et al. 2011, 123). However, various other motives might stimulate the use of E&M, such as learning and improvement (De Peuter et al. 2007a, 31), and from a complex systems perspective those foci might be hampered by the reliance on linear theories of change applied to a complex setting (Taanman 2012). We will now look at how the theory and practice of E&M is affected by the complex systems perspective underlying transition thinking.

2.3 Complexity and shifting evaluation requirements

As Rogers (2011, 46) puts it: “dynamic and emergent interventions present a challenge to conventional linear processes of developing an evaluation, implementing it and reporting the findings”. In what follows, specific building blocks of traditional evaluation designs are ‘evaluated’ from a complexity perspective: the focus of an evaluation (2.3.1), the question of stakeholder involvement (2.3.2) the timing of an evaluation (2.3.3) and, lastly, the role and position of the evaluator (2.3.4).

2.3.1 The focus of evaluation: learning

As stated above, one way to make sense of attribution is ideally to look at the impact of the intervention. How to single out the effects (impact) of the intervention, and where to obtain useful information from, has previously been indicated by the theory of change and consolidated in the design of the evaluation. The monitored indicators and gathered information is used after the intervention has been carried out (ex post), when the outcomes of the intervention have become clear (De Peuter et al. 2007a, 68).

In accordance with our previous assertions, the assumption that by focusing solely on ex ante defined indicators and objectives, allowing for an ex post evaluation of the impact of an intervention, is of limited use in a setting in which ‘uncertainty’ (about who might be involved, and how actors operate and react to changes and why they do as they do) is a given and significant developments might take a while to crystallize (Kurtz and Snowden 2003, 464). At the very least, its use needs to be reappraised and allow for other ways to establish attribution. Linear logic models are perfectly suited to achieve intended effects via intended routes, but are incapable of taking unforeseen routes or unintended effects into account, i.e. accommodating uncertainty (Hummelbrunner 2010, 7). Precisely those sources of influence should be included in the evaluation design however, as they might point towards emerging

and desirable patterns of system change. Concomitant to the earlier established notion that systemic transitions (towards sustainability) require a fundamental shift in assumptions and conventions at a societal level, translating into a substantial emphasis on learning (cf. the transition governance principles) as a measure of progress (Faber, Rood, and Ros 2004, 1), the focus of evaluation should shift to learning as well (Marra 2011, 16–17; Taanman 2012, 251).¹² Such a focus implies an analysis of what happens to the system under study (and the actors therein) when it is intervened with, in other words when actions are implemented (Marra 2011, 318; 328). The objective becomes to learn about, and subsequently seed the discerned patterns in order to bring about some degree of desired change (Kurtz and Snowden 2003, 466). It is obvious that fixed theories of change, inspired by motives of accountability, effectively block the prospect of learning and adaptation throughout the implementation and operation of an initiative (Hummelbrunner 2010, 4).

2.3.2 Responsive and participatory evaluation

The fact that learning becomes the primary objective stems from a different view on the existence of objective 'truths' or 'facts' for which 'evidence' can be gathered. According to Guba and Lincoln (1989), as well as Kurtz and Snowden (2003), and contrary to the traditional, scientific, assumptions, truths or facts exist in the minds of people, as a social construct, rather than disconnected and consequently available for objective and usually statistical analysis. An alternative to that scientific paradigm can be found in the constructivist approach. The approach allows for a discussion on what is to be considered as 'truths', 'facts', 'cause and effect' etc., and in that sense ensures an emergent and flexible evaluation design with room for learning (Guba and Lincoln 1989, 55–56). Such an evaluation design further consolidates the congruity with the principles of the transition governance framework, and its applicability in complex settings dealing with wicked issues (Kurtz and Snowden 2003, 480).

A 'constructivist' approach to evaluation is enabled by using a responsive or participatory (implying negotiation and interaction with all stakeholders) design to establish the evaluation focus (Guba and Lincoln 1989, 38–39). The underlying assumption is that the decision on what to focus on is better left to the participants and stakeholders – those at risk by the evaluation – rather than the external organizers that traditionally request an evaluation. Involving stakeholders in defining the focus furthermore delivers insights on where to obtain the necessary information from (Guba and Lincoln 1989, 39–41). If carried out on a frequent basis it furthermore enables learning and the flexibility to shift focus in a changing environment.

A responsive evaluation design additionally promotes a reinterpretation of the goals of evaluation. While still aiming at assessing the worth of a programme, intervention, initiative, ... it seeks to do so by finding agreements between perceptions and beliefs, rather than aspiring to obtain knowable truths (Bressers 2011, 27). In that sense it sides up with the mentioned priority that should be awarded to learning instead of accountability as a driver for evaluation.

The emphasis on responsiveness through participation further coincides with another view on the timing of evaluation, as shall be elaborated in the next section.

2.3.3 Timing

As mentioned briefly in the previous section, flexibility and learning is stimulated by an intensified attention to and use of evaluation throughout the process. Indeed, the suggestion is that complex evaluations should reflect the emergency characteristic of the CAS it is applied to (Rogers 2011, 46–47), consequently requiring frequent points of intervention that might redefine the objectives and desirable actions towards them (Taanman 2012).

¹² The issue of learning, what it stands for and what role it plays in transition processes, as well as how evaluations might contribute to that, is a central theme of the next research paper.

Conventionally, each evaluation question is held to correspond to an ideal timing for carrying out the evaluation. Questions on attribution are answered *ex post* in response to planning and projections drafted *ex ante*, while *ex ante* assessments of projected outcomes provide a greatly desired basis for current decisions. Acknowledging the importance of both 'ends', Marra (2011, 328) however calls for a softening of such a rigid categorisation, and argues for a balanced focus, including a constant attention to and application of evaluation throughout the intervention. The suggestion to expand the horizon of an evaluation to the complete span of the intervention (and beyond, in order to propel new rounds of interventions), and thus advocating for a constant attention for evaluation, is not new. It has been termed 'ex nunc evaluation' in Flanders' Environment Report (VMM 2005) on environmental policy evaluation, or 'ex durante evaluation' by Bressers' (2011) research on the evaluation of knowledge and innovation programmes. Providing evaluation results constantly, throughout the intervention, makes sure that occurring changes can be acted upon, and enables more thorough learning (Bressers 2011, 28).

In the margin of that expansion of the playing field of evaluation, the question about the utility of the traditional difference between monitoring and evaluation (see below) gains importance. Indeed, as is divined by Stern (2011, x), a constant necessity for tracking emergent changes in system states might entail an entwining of monitoring and evaluation.

Monitoring, or the gathering of data through measurement, is regarded as a potential source of information upon which an evaluation can build. Such measurements are carried out continuously, while an evaluation uses that information at specific moments (i.e. before or after an intervention) (De Peuter et al. 2007b, 22–23). Monitoring or 'performance measurement', is bent on retrieving information (usually quantitative) about previously defined goals that allow for temporal comparison (De Peuter et al. 2007b, 9; 22–23). While indicators are obviously useful within a complex setting, they might need to be adjusted or discarded as the process develops. Passive observation of premeditated and fixed indicators will prevent learning and continuous adaptation reflecting the changes in the system (Rogers 2011, 48). The theories of change upon which the monitoring practices are based, should be able to change constantly through continuous observation and evaluation of the emerging patterns (Forss and Schwartz 2011, 21; 23). Taanman (2012, 258) recognizes that by explicitly grouping together the 'evaluation with emergent design' approach (Loeber 2004), 'developmental evaluation' (Patton 2011) and 'reflexive monitoring' (Grin and Weterings 2005), and explicitly stating that "the conventional boundary between monitoring and evaluation completely disappears" in those approaches to E&M.

2.3.4 The position and the role of the evaluator

The emphasis on a *continuous* process of evaluation, alongside the transition intervention, calls for a reconfiguration of the role and position of the evaluator as well.

In conventional approaches to evaluation, the evaluator is expected to maintain a neutral position so as to prevent personal convictions and judgements from biasing the exercise (see (Guba and Lincoln 1989). From a distance the evaluator can then observe the facts objectively and present them unbiased to the interested parties. Any evaluation however involves decisions and choices that are inevitably made by an evaluator (choosing where and which information to retain, based upon some theory of change), rendering the notion of presumed 'neutrality' inapplicable (Guba and Lincoln (1989, 34–35). That statement resonates strongly with what has been said earlier about responsive evaluation and social constructivism.

The untenability of the neutrality ideal coincides with the vision that the evaluators should 'get their hand dirty' and actively look for, and redirect information to feed into emerging

patterns of change instead of merely observing (Forss and Schwartz 2011, 26). As learning is essential to successfully intervene in complex settings, where order emerges through action, the evaluator needs to become a change *agent* and actively promote such learning (Guba and Lincoln 1989, 254).¹³ In doing so, evaluation becomes an act of problem structuring – again referring to the conflation of evaluation and monitoring (Taanman 2012, 258). Marra (2011, 328–329) describes the role of the evaluator as assisting (policy) processes in tandem with their environment, as they are the most apt at recognising the values of the participants and the structure of the environment on various levels; as managers of the innovators' dilemma; as actors establishing challenges, deadlines, goals and milestones (in deliberation and discussion with other participants).

A remaining point of discussion in conventional evaluation discourse is whether to appoint an internal or external evaluator, depending on various factors related to the motives and objectives, as well as procedural aspects, of the evaluation (De Peuter et al. 2007a, 39–43). The remarks about the position and role of the evaluator pertains to that discussion as well. In order for the evaluator to be able to discern relevant patterns of change and affect the (stakeholders in the) intervention on the basis of those insights, the evaluator is preferably involved early on in the intervention, and kept close to the process (and action) throughout. Such a position is indeed traditionally proclaimed to achieve better results when contextual familiarity is important, sensitive issues are involved or might be touched upon, and it is a prolonged intervention in which internal capacity-building (such as is the case in emergent designs) is crucial (De Peuter et al. 2007a, 39–43). Without going as far as to advocate an evaluative role for every participant¹⁴, Rogers does however clearly call for the evaluation to be carried out by internal participants instead of external evaluators, as it is presumed to enhance the emergent character of an evaluation design (Rogers 2011, 48).

As a sidenote, it can be claimed that the envisioned changes in the role and position of the evaluator closely resemble those of an action researcher. Action research in itself appears as a methodology that is founded in systems thinking, as it builds on the same intellectual paradigm, is directed at affecting change, and is well-suited for addressing persistent problems (Brydon-Miller et al. 2003, 14–15; 20–21). As it aligns smoothly with the transition governance principles (Brydon-Miller et al. 2003, 24), it is regarded as a useful tool for transition research in general (Loorbach 2007, 37).

2.4 Concluding remarks: points of attention when evaluating complexity

The present discussion has highlighted the most frequent obstacles that have to be dealt with when carrying out a complex evaluation. By way of conclusion, some preliminary points of attention can be mentioned.

As no uniform approach to intervene in societal transitions exists, and the evaluation design needs to be able to adapt to the changes occurring within and without the system (changing partners and competitors, changing regulation and other context-bound factors, ...), neither can or should we try to devise a rigid evaluation procedure, replete with fixed evaluation methods and prescribing some sort of stepwise progress. Instead, the aim could be to work out an evaluation framework suggesting appropriate techniques responding in part to emerging needs, in addition to suggestions deriving from an assessment of the initiative and its environment rooted in transition thinking (Forss and Schwartz 2011, 15).

¹³ Such has also been acknowledged by the NGO E&M expert mentioned earlier.

¹⁴ Incidentally, that precise idea has been brought up in a discussion round following a presentation of this research at the International conference on Sustainability Transitions in August 2012, Copenhagen, as well as by the NGO E&M expert.

While complexity is necessarily reduced in order to make it comprehensible (and, as argued, every system is in fact a way of reducing such complexity), and traditional approaches to evaluation retain their usefulness, those techniques should be applied with caution from a systems perspective. That admonition makes for the suggestion to refrain from applying standardized tools and methods, and instead use a combination of innovative methods and methods rooted in the positivist (conventional) approaches to evaluation (Forss and Schwartz 2011, 14–15; Stern et al. 2012). Furthermore, evaluating the complex is a question of describing and understanding change rather than testing predictions drafted in advance – success in one context does not ensure success in another context, while it cannot be known in advance how the system in transition will respond to pressures from the inside and outside. It is crucial in that regard to be flexible: open to respond to, and seed into, emergent patterns of change. Those requirements deeply affect the underlying motive to evaluate. While it is commonly defined as a way of establishing ‘worth or merit’, those words can mean various things. A focus on *impact* – referring to the effects the initiatives produce, emphasizes the importance of accountability. Such an approach to evaluation is present in many instances, specifically when dealing with organizations that depend on external funding for their functioning. In order to obtain funding, they have to be able to prove their worth through the identification of the attribution to the observed impacts. To that end, linear theories of change are imposed by the donating instances, or rigorous and consistent monitoring is prescribed. However, the real ‘worth’ or ‘merit’ might as well reside in other realizations of the initiative, such as the lessons learned by the participating actors, and how they change their own behaviour (not necessarily measured) after having engaged in the process. In line with the epistemological approach underlying social constructivism, various stakeholders hold many perspectives on what the ‘success’ (or merit) of an initiative might be (Forss and Schwartz 2011, 21). The evaluation design should ideally allow for such flexibility, instead of limiting the possibilities to really understand how the initiative contributes to system change. That requires a focus on learning as a potential source of merit, and a different approach to the notion of ‘accountability’ (and therefore a substantial role of self-reflection to the managers or funders of the programme) and a combination of conventional and innovative evaluation instruments. The role of the evaluator is influenced by that as well (as argued above): dispensing with the (vain?) effort to remain neutral, he is to ‘get his hand dirty’, get ‘in touch’ with the initiative’s participants, and actively stimulate change to enable subsequent evaluation (Forss and Schwartz 2011, 26; Guba and Lincoln 1989, 254). Obviously, the entire concept of ‘E&M’ is fundamentally altered by the complex systems perspective.

Bibliography

- Ackoff, R. 1999. *Ackoff's Best: His Classic Writings on Management*. New York: Wiley.
- . 2008a. "Learning Together - Exploring Systems Thinking (Part 1)" December 12. http://www.youtube.com/watch?v=IJxWoZJAD8k&feature=player_embedded.
- . 2008b. "Learning Together - Exploring Systems Thinking (Part 2)" December 12. http://www.youtube.com/watch?v=UdBiXbuD1h4&feature=player_embedded.
- Beck, U. 1992. *Risk Society: Towards a New Modernity*. London: Sage Publications.
- Beck, U., A. Giddens, and S. Lash. 1994. *Reflexive Modernization: Politics, Traditions and Aesthetics in the Modern Social Order*. Cambridge: Polity Press.
- Bodhanya, S. 2012. "Science, Complexity and Organisations". TED talk May 14, University of KwaZulu-Natal. <http://www.youtube.com/watch?v=tCdIdq5YI-M>.
- van den Bosch, S. 2010. "Transition Experiments: Exploring Societal Changes Towards Sustainability". Doctoral dissertation, Rotterdam: Erasmus University.
- van den Bosch, S., and J. Rotmans. 2008. *Deepening, Broadening and Scaling up: a Framework for Steering Transition Experiments*. Knowledge Centre for Sustainable System Innovations and Transitions (KCT). Delft: Rotterdam University. http://repub.eur.nl/res/pub/15812/KCT_transitieboekje_02.pdf.
- Brans, M., and S. Rossbach. 1997. "The Autopoiesis of Administrative Systems: Niklas Luhmann on Public Administration and Public Policy." *Public Administration* 75 (3): 417–439.
- Bressers, N. 2011. "Co-creating Innovation: a Systemic Learning Evaluation of Knowledge and Innovation Programmes". Doctoral dissertation, Rotterdam: Erasmus University. <http://repub.eur.nl/res/pub/26729/Proefschrift%20Nanny%20Bressers.pdf>.
- Brydon-Miller, M., D. Greenwood, and P. Maguire. 2003. "Why Action Research?" *Action Research* 1 (1) (July 1): 9–28. doi:10.1177/14767503030011002.
- Choi, T. Y., K. J. Dooley, and M. Rungtusanatham. 2001. "Supply Networks and Complex Adaptive Systems: Control Versus Emergence." *Journal of Operations Management* 19: 351–366.
- Clayton, A. M. H., and N. J. Radcliffe. 1996. *Sustainability: a Systems Approach*. Edinburgh: WestviewPress.
- Davies, R. 2004. "Scale, Complexity and the Representation of Theories of Change." *Evaluation* 10 (1): 101–121.
- . 2005. "Scale, Complexity and the Representation of Theories of Change: Part II." *Evaluation* 11 (2): 133–149.
- Dresner, S. 2002. *The Principles of Sustainability*. London: Earthscan Publications Ltd.
- Faber, A., G. A. Rood, and J. P. M. Ros. 2004. "Evaluation of Early Processes in System Innovation." In *Governance for Industrial Transformation*, 163–179. Berlin: Environmental Policy Research Centre.
- Fischer-Kowalski, M., and H. Haberl. 2007. "Conceptualizing, Observing and Comparing Socioecological Transitions." In *Socioecological Transitions and Global Change: Trajectories of Social Metabolism and Land Use*, ed. M. Fischer-Kowalski and H. Haberl, 1–30. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Ltd.

- Forss, K., M. Marra, and R. Schwartz, eds. 2011. *Evaluating the Complex: Attribution, Contribution, and Beyond*. Vol. 18. Comparative Policy Evaluation. London: Transaction Publishers.
- Forss, K., and R. Schwartz. 2011. "Introduction." In *Evaluating the Complex: Attribution, Contribution, and Beyond*, ed. K. Forss, R. Schwartz, and M. Marra, 18:1–32. Comparative Policy Evaluation. London: Transaction Publishers.
- Grin, J., J. Rotmans, and J. Schot. 2009. *Transitions to Sustainable Development: New Directions in the Study of Long Term Transformative Change*. New York: Routledge.
- Grin, J., and R. Weterings. 2005. "Reflexive Monitoring of System Innovative Projects: Strategic Nature and Relevant Competences." In Berlin.
- Guba, E., and Y. Lincoln. 1989. *Fourth Order Evaluation*. Newbury Park: Sage Publications Ltd.
- de Haan, J. H. 2006. "How Emergence Arises." *Ecological Complexity* 3 (4): 293–301.
- . 2010. "Towards Transition Theory". Doctoral dissertation, Rotterdam: Erasmus University.
- Howlett, M., M. Ramesh, and A. Perl. 2009. *Studying Public Policy: Policy Cycles and Policy Subsystems*. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press.
- Hummelbrunner, R. 2010. "Beyond Logframe: Critique, Variations and Alternatives." In *Beyond Logframe; Using Systems Concepts in Evaluation*, ed. N. Fujita, 1–34. Issues and Prospects of Evaluations for International Development IV. Tokyo: Foundation for Advances Studies on International Development. <http://www.kapiti.co.nz/bobwill/Beyond%20Logframe.pdf#page=8>.
- Jackson, M. C. 2003. *Systems Thinking: Creative Holism for Managers*. West Sussex: John Wiley & Sons.
- Jackson, T. 2009. *Prosperity Without Growth: Economics for a Finite Planet*. London: Earthscan Publications Ltd.
- Kemp, R., and J. Grin. 2009. *Opschaling Van Transitie-experimenten En Verankering Van Systeem-innovatieve Vernieuwing [Scaling up Transition Experiments and Anchoring Systemic Innovation]*. Kenniscentrum Duurzame Systeeminnovaties en Transitities.
- Kemp, R., D. Loorbach, and J. Rotmans. 2006. "Transition Management as a Model for Managing Processes of Co-evolution Towards Sustainable Development." In *Perspectives on Radical Changes to Sustainable Consumption and Production*, ed. M. M. Andersen and A. Tukker, 387–406. Copenhagen.
- Kemp, R., and J. Rotmans. 2001. "The Management of the Co-evolution of Technological, Environmental and Social Systems." In Eibsee.
- . 2005. "The Management of the Co-evolution of Technical, Environmental and Social Systems." In *Towards Environmental Innovation Systems*, ed. M. Weber and J. Hemmelskamp, 33–55. Heidelberg: Springer Berlin.
- Kemp, R., J. Schot, and R. Hoogma. 1998. "Regime Shifts to Sustainability Through Processes of Niche Formation: The Approach of Strategic Niche Management." *Technological Analysis & Strategic Management* 10 (2): 175–195.
- Kriegman, O. 2006. "Dawn of the Cosmopolitan: The Hope of a Global Citizens Movement." GTI Paper Series. <http://ssrn.com/abstract=956184> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.956184>.

- Kurtz, C. F., and D. J. Snowden. 2003. "The New Dynamics of Strategy: Sense-making in a Complex and Complicated World." *IBM Systems Journal* 43 (3): 462–483.
- Loeber, A. M. C. 2004. "Practical Wisdom in the Risk Society: Methods and Practice of Interpretive Analysis on Questions of Sustainable Development". Doctoral dissertation, Amsterdam: University of Amsterdam.
- Loorbach, D. 2007. "Transition Management: New Mode of Governance for Sustainable Development". Doctoral dissertation, Rotterdam: Erasmus University. <http://repub.eur.nl/res/pub/10200/proefschrift.pdf>.
- . 2010. "Transition Management for Sustainable Development: a Prescriptive, Complexity-based Governance Framework." *Governance: An International Journal of Policy, Administration and Institutions* 23 (1): 161–183.
- Marra, M. 2011. "Some Insights from Complexity Science for the Evaluation of Complex Policies." In *Evaluating the Complex: Attribution, Contribution, and Beyond*, ed. K. Forss, R. Schwartz, and M. Marra, 18:315–334. Comparative Policy Evaluation. London: Transaction Publishers.
- Mayne, J. 2011. "Contribution Analysis: Addressing Cause and Effect." In *Evaluating the Complex: Attribution, Contribution, and Beyond*, ed. K. Forss, R. Schwartz, and M. Marra, 18:53–95. Comparative Policy Evaluation. London: Transaction Publishers.
- McDavid, J. C., and L. R. L. Hawthorn. 2005. *Program Evaluation and Performance Measurement, an Introduction to Practice*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications Ltd.
- Meadows, D. H. 2008. *Thinking in Systems: a Primer*. Vermont: Chelsea Green Publishing.
- Mickwitz, P. 2012. "Managing Complexity: Methodological Challenges for Determining Attribution and Contribution". Conference presentation presented at the European Environmental Evaluators Network forum, February 10, Leuven. <http://www.environmentalevaluators.net/europe/>.
- Paredis, E. 2009. *Socio-technische Systeeminnovaties En Transitities: Van Theoretische Inzichten Naar Beleidsvertaling [Socio-technical System Innovations and Transition: Translating Theoretical Insights to Policy]*. Working paper. Sustainable Development Policy Research Centre. Gent: Centrum voor Duurzame Ontwikkeling.
- Patton, M. C. 2011. *Developmental Evaluation*. New York: The Guilford Press.
- De Peuter, B., J. De Smedt, and G. Bouckaert. 2007a. *Handleiding Beleidsevaluatie. Deel 1: Evaluatiedesign En -management [Policy Evaluation Manual. Part 1: The Design and Management of Evaluation]*. Spoor Beleid En Monitoring. Leuven: Instituut voor de Overheid.
- De Peuter, B., J. De Smedt, W. Van Dooren, and G. Bouckaert. 2007b. *Handleiding Beleidsevaluatie. Deel 2: Monitoring Van Beleid [Policy Evaluation Manual. Part 2: Monitoring]*. Spoor Beleid En Monitoring. Leuven: Instituut voor de Overheid.
- Rammel, C., S. Stagl, and H. Wilfing. 2007. "Managing Complex Adaptive Systems - a Co-evolutionary Perspective on Natural Resource Management." *Ecological Economics* 63: 9–21.
- Raskin, P. D. 2010. "Planetary Praxis: On Rhyming Hope and History." In *The Coming Transformation: Values to Sustain Human and Natural Communities*, ed. S. R. Kellert and J. G. Speth, 110–146. New Haven: Yale School of Forestry & Environmental Studies. <http://environment.research.yale.edu/documents/downloads/o-u/>

TheComingTransformation.zip.

- Rittel, H. W. J., and M. M. Webber. 1973. "Dilemmas in a General Theory of Planning." *Policy Sciences* 4 (2): 155–169.
- Robinson, J., and J. Tinker. 1998. "Reconciling Ecological, Economic and Social Imperatives." In *The Cornerstone of Development. Integrating Environmental, Social and Economic Policies*, ed. J. Schnurr and S. Holtz, 9–43. Boca Raton: Lewis Publishers. <http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/25503/1/108353.pdf>.
- Rogers, P. J. 2011. "Implications Complicated and Complex Characteristics for Key Tasks in Evaluation." In *Evaluating the Complex: Attribution, Contribution, and Beyond*, ed. K. Forss, R. Schwartz, and M. Marra, 18:33–52. Comparative Policy Evaluation. London: Transaction Publishers.
- Rotmans, J., R. Kemp, and M. van Asselt. 2001. "More Evolution Than Revolution: Transition Management in Public Policy." *Foresight* 3 (1): 15–31.
- Rotmans, J., D. Loorbach, and R. Van der Brugge. 2005. "Transitiemanagement En Duurzame Ontwikkeling: Co-evolutionaire Sturing in Het Licht Van Complexiteit [Transition Management and Sustainable Development: Co-evolutionary Steering in a Condition of Complexity]." *Beleidswetenschap* 19 (2): 3–23.
- Schnurr, J. 1998. "Introduction." In *The Cornerstone of Development. Integrating Environmental, Social and Economic Policies*, ed. J. Schnurr and S. Holtz. Boca Raton: Lewis Publishers. <http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/25503/1/108353.pdf>.
- Scriven, M. 1980. *The Logic of Evaluation*. Inverness, CA: Edgepress.
- Stern, E. 2011. "Foreword." In *Evaluating the Complex: Attribution, Contribution, and Beyond*, ed. K. Forss, R. Schwartz, and M. Marra, 18:vii–xi. Comparative Policy Evaluation. London: Transaction Publishers.
- Stern, E., N. Stame, J. Mayne, K. Forss, R. Davies, and B. Befani. 2012. *Broadening the Range of Designs and Methods for Impact Evaluations: Report of a Study Commissioned by the Department for International Development*. Working paper. Department for International Development.
- Szejnwald Brown, H., P. J. Vergragt, K. Green, and L. Berchicci. 2004. "Bounded Socio-technical Experiments (BSTEs): Higher Order Learning for Transitions Towards Sustainable Mobility." In *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*, ed. E. Boelie, F. W. Geels, and K. Green, 191–219. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Ltd.
- Taanman, M. 2012. "Working in the Science-policy Interface: Transition Monitoring in the Dutch Energy Transition Program." In *Governing the Energy Transition: Reality, Illusion or Necessity?*, ed. G. Verbong and D. Loorbach, 251–276. London: Routledge.
- Toulemonde, J., D. Carpenter, and L. Raffier. 2011. "Coping with the Evaluability Barrier: Poverty Impact of European Support at Country Level." In *Evaluating the Complex: Attribution, Contribution, and Beyond*, ed. K. Forss, M. Marra, and R. Schwartz, 123–144. London: Transaction Publishers.
- Tucker, J. 2007. "Types of Change: Developmental, Transitional and Transformational." *Business Management @ Suite101*. <http://suite101.com/article/types-of-change-a28594>.
- Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). 2005. *MIRA-PE 2005 Flanders Environment Report: Policy*

Evaluation. MIRA-PE. Mechelen: Flemish Environment Agency. <http://www.milieurapport.be/Upload/main/docs/Administrators/MIRA-BE/MiraPE2005EWeb.pdf>.



Croissance économique et impact environnemental : le découplage est-il possible ?

Pertinence des méthodes de mesure et déterminants du découplage

Mamoudou CAMARA¹

Clersé-Université de Lille 1 (France)

Introduction

En mai 2001, les ministres de l'environnement des pays de l'OCDE ont exprimé la nécessité de découpler les pressions sur l'environnement de la croissance économique. Pour atteindre cet objectif, ils ont fait du découplage un des objectifs majeurs de la première décennie du XXI^e siècle (OCDE, 2001²). Mais cet objectif de découplage (qui correspond à la réduction de l'impact environnemental négatif de la croissance économique) s'inscrit dans un processus dont le point de départ remonte au début des années 1970.

Au début des années 1970, le débat sur la crise économique avait favorisé un regain d'intérêt à l'égard de l'environnement. Car pendant toute la période des « Trente Glorieuses », les enjeux environnementaux étaient restés à la marge des autres préoccupations. C'est dans ce contexte que certains économistes (notamment Georgescu-Roegen, 1971 ; « Le Club de Rome » en 1972) s'intéresseront aux limites environnementales d'une croissance économique soutenue. Ces économistes attireront l'attention de la communauté internationale sur les dangers d'une croissance non respectueuse de l'environnement. Ainsi, les conclusions des travaux de ces économistes vont relancer le débat sur la question de la compatibilité entre croissance économique et protection de l'environnement.

L'une des premières manifestations de ce regain d'intérêt à l'égard des enjeux environnementaux a été la tenue de la première conférence internationale sur l'environnement et le développement à Stockholm en 1972. Dans cette conférence, on a surtout insisté sur l'importance que la préservation de l'environnement a pour la croissance économique (Bürghenmeir B, 2005). Mais il faut attendre les années 1980 pour voir la problématique environnementale prendre une nouvelle dimension. Notamment, avec la publication du rapport de l'union internationale pour la conservation de la nature en 1980 où apparaît timidement le concept de « développement durable ». Et ensuite en 1987 dans le rapport Brundtland « Notre avenir à tous » où l'idée d'un « développement durable » sera plus développée. Dans ce rapport, on prônait l'idée d'un développement « qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs ».

Une autre étape dans ce processus fut franchie en 1992 lors du sommet de la Terre à Rio. A l'occasion de ce sommet, un plan d'action donnait naissance à des Agendas 21. Ce plan d'action qui comportait 40 chapitres, devait guider les pays pour définir des stratégies nationales de développement durable. Dans le chapitre 40 de ce document, on reconnaissait déjà la nécessité pour les pays d'élaborer les indicateurs (fiables et pertinents) de développement durable. Après ce sommet, de nombreux pays et groupes de pays vont essayer de suivre les recommandations de l'Agenda 21. C'est dans cette optique que plusieurs pays de l'OCDE

¹ Doctorant en sciences économiques au CLERSE –Université de Lille 1 (France), moud1camara@yahoo.fr.

² Stratégie de l'environnement de l'OCDE pour les dix premières années du XXI^e siècle.

vont élaborer des indicateurs pour guider leurs processus de développement durable. Mais pour savoir s'ils sont en passe d'atteindre les objectifs fixés en termes de « développement durable », les pays doivent disposer des moyens de mesure. Ce besoin sera notamment manifesté en 2001 à l'occasion de la réunion des ministres de l'environnement des pays de l'OCDE, lorsqu'ils décident de faire du découplage l'un des objectifs majeurs de la décennie. D'après l'OCDE (2001), le découplage correspond à une rupture de lien entre « les maux environnementaux » et « les biens économiques ». Le concept de découplage se distingue de celui du développement durable par son caractère mesurable. Les indicateurs de découplage renseignent les pays sur le rythme auquel s'opère le découplage entre deux variables (économique et environnementale) dans le temps. Aujourd'hui, si la définition du concept de découplage semble faire l'objet de moins en moins de contradictions dans la littérature, les approches utilisées pour le mesurer, ainsi que les possibilités pour y parvenir continuent de susciter les débats. Ces deux problématiques se trouvent aussi au cœur de cet article.

Actuellement, dans la littérature nous pouvons distinguer deux approches de mesure du découplage. L'approche avec les données en temps discret (l'OCDE, 2002 ; le GIEC, 2007...) et l'approche avec les données en temps continu (avec la Courbe de Kuznets Environnementale)³. La principale limite des méthodes avec les données en temps discret est l'utilisation des données de deux années sur une longue période pour rendre compte des évolutions des variables (niveau de revenu et niveau de pollution) qui sont pourtant assez volatiles d'une année à une autre. Quant à la méthode avec la Courbe de Kuznets Environnementale, sa principale limite réside dans le fait que cette courbe ne donne pas une mesure du lien entre la variable économique et la variable environnementale, alors que parmi les objectifs de l'OCDE sur le découplage, la nécessité de disposer d'outils de mesure a été clairement exprimée. Pour dépasser ces deux principales limites, nous avons cherché dans cet article à construire un modèle économétrique permettant à la fois d'utiliser toutes les données de la période d'étude, et aussi d'avoir une valeur estimée des liens entre croissance économique et pressions sur l'environnement.

Quant à la question sur les possibilités de parvenir au découplage, l'hypothèse qui est généralement défendue (notamment dans « Prospérité sans croissance » de Jackson, 2010) est celle d'une quasi-impossibilité de parvenir à un découplage absolu, surtout pour le cas des émissions du dioxyde de carbone. Dans les études où on décèle ce découplage, on a tendance à attribuer ce résultat à la délocalisation des industries polluantes de ces pays vers les pays laxistes en matière de politique environnementale « fuites de carbone ». De notre côté, nous soutenons que le découplage absolu reste parfois bien possible, cependant ce découplage pourrait difficilement être pérenne. Il peut se réaliser principalement : suite à une innovation technologique de grande ampleur, pendant un important changement structurel dans l'économie, ou en présence d'un rapport socioéconomique favorable à l'environnement.

Pour traiter ces deux problématiques (mesure et déterminants du découplage), nous nous sommes intéressés au cas des émissions du dioxyde de carbone (CO₂). Ce polluant est non seulement parmi les polluants les plus liés aux activités humaines, mais aussi celui qui attire le plus d'attention au niveau international. Ce papier sera structuré en deux parties.

La première partie portera sur l'analyse du concept de découplage. A ce niveau, nous nous intéresserons aux différentes formes et à la mesure du découplage.

Dans la deuxième partie nous analyserons les déterminants du découplage. Nous essayerons aussi de mobiliser la théorie économique, plus précisément la Théorie de la

³ D'après cette courbe, il existerait une relation en U inversé entre le développement économique et la qualité de l'environnement.

Régulation dont les concepts fondamentaux pourraient se montrer pertinents pour analyser le découplage.

I. Analyse du concept de découplage

I.1 Différentes formes du découplage

Le découplage peut être étudié selon différents critères de classification : selon différentes formes (découplage relatif et découplage absolu), selon différents types (découpler l'utilisation des ressources de la croissance économique et découpler la pollution de la croissance économique), ou encore selon différents niveaux d'analyse dans l'économie (micro, méso et macro). Dans cet article, nous nous intéressons plus particulièrement à la distinction entre les formes de découplage.

Il y a découplage relatif (fig.1), lorsque les pressions sur l'environnement augmentent moins vite que les activités économiques. Il correspond à une baisse de l'intensité des pressions sur l'environnement (Pollution/PIB). Tandis qu'on parle de découplage absolu (fig.2), lorsque l'économie croît alors que les pressions sur l'environnement stagnent ou diminuent. Il décrit une baisse ou une stagnation des émissions de pollution. Le découplage en termes d'utilisation des ressources est en général moins difficile à réaliser que celui en termes de pollution. En effet, comme les ressources utilisées dans la production représentent un coût pour les firmes, la motivation du profit les entraînerait souvent à minimiser l'utilisation de ces ressources (Jackson, 2010).

Fig. 1 : Exemple de découplage relatif

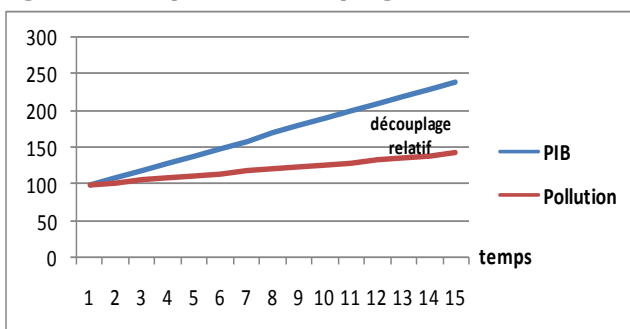
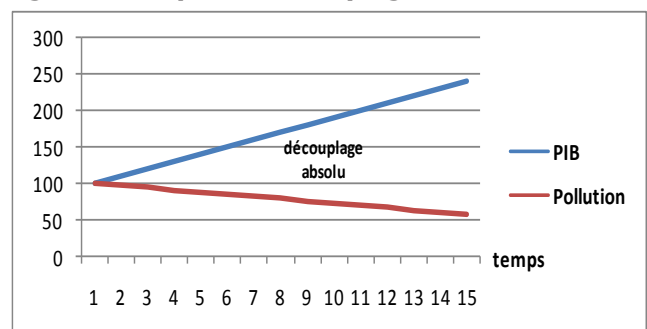


Fig. 2 : Exemple de découplage absolu



Source : M. Camara ; 2011

I.2 Mesure du découplage

I.2.1 Limites méthodologiques

L'analyse du découplage a bénéficié d'un intérêt croissant au cours des dernières années. Ce gain d'intérêt s'explique en partie par le caractère mesurable du découplage et par la simplicité des méthodes utilisées. Cependant, cette simplicité des méthodes cache parfois des limites bien réelles. Ces limites portent à la fois sur les indicateurs et sur les méthodes utilisées dans l'analyse du découplage.

a. Pertinence des indicateurs de découplage

Les indicateurs du découplage sont en général définis comme le rapport entre une variable environnementale et une variable économique. Ce ratio (Impact/PIB) qui correspond aussi à l'intensité technologique comporte certains biais. D'abord, dans la variable environnementale

on tient rarement compte du contenu en pollution des biens et services importés. Pour avoir une idée sur l'ampleur de ce biais, on fait la distinction entre la pollution en termes de production et la pollution en termes de consommation. Dans les études (Davis et Caldeira, 2010) où cette distinction est faite, on trouve parfois que la pollution en termes de consommation est beaucoup plus élevée que la pollution en termes de production.

Quant à la variable économique, elle est généralement réduite à la valeur du produit intérieur brut (PIB). Or dans le calcul du produit intérieur brut, on intègre certaines activités de pollution telle que la déforestation. Ce double comptage est une autre source de biais dans la mesure du découplage. Par ailleurs, l'utilisation du PIB comme mesure du bien-être est sujet à un certain nombre de controverses. Parmi ces controverses, il y a celle liée à la comptabilité des données environnementales. En effet, dans le calcul du PIB, on ne fait pas la différence entre ce qui est un coût de réparation et ce qui est un coût de production. Ainsi, les dépenses engagées dans la réparation de certains dommages environnementaux (déforestation, traitement des marées noires, ...) sont considérées dans le PIB comme des valeurs ajoutées. Dans cette logique, l'augmentation des pressions sur l'environnement entraîne aussi une augmentation de la valeur du PIB.

b. Pertinence du choix de l'échelle d'étude

Une autre question à laquelle l'analyse du découplage est constamment confrontée est celle liée au choix de l'échelle spatiale d'étude. C'est-à-dire, faut-il étudier le découplage à l'échelle mondiale ou à l'échelle des pays ?

Le recours aux données mondiales pour étudier le découplage est assez répandu dans la littérature (tels que : le GIEC, 2007 ; le PNUE, 2010, ...). Lorsqu'on fait le choix d'étudier le découplage à l'échelle mondiale, on se retrouve face à un biais d'homogénéité. Puisqu'il est souvent difficile d'évaluer la participation de chaque pays dans l'évolution du niveau de pollution. En revanche, cette approche possède tout de même quelques avantages. Le premier avantage est qu'elle permet de résoudre le problème de la non prise en compte du contenu en pollution des produits importés, les émissions de pollution étant évaluées à l'échelle mondiale.

Etudier le découplage à l'échelle nationale présente aussi des avantages et des inconvénients. Le principal avantage de cette approche est qu'elle permet d'évaluer l'efficacité des politiques environnementales des Etats. Ce qui est difficile à faire à l'échelle mondiale, les pays étant étudiés de façon homogène. Sa principale limite réside dans le fait que les résultats du découplage peuvent parfois être biaisés par certains effets pervers des politiques environnementales (notamment les « fuites de carbone »).

c. Pertinence des méthodes utilisées

On peut regrouper les méthodes d'analyse du découplage principalement en deux grandes catégories : les méthodes avec les données en temps discret et celles avec les données en temps continu. Les méthodes avec les données en temps discret sont les plus répandues. Quant aux méthodes avec les données en temps continu, on ne les utilise essentiellement qu'avec la Courbe de Kuznets Environnementale (CKE).

Le recours aux données en temps discret se fait principalement de deux façons : soit dans l'analyse de l'évolution des indicateurs de découplage entre deux périodes (cf. annexe 1), soit dans l'étude des différents scénarios de l'évolution des principaux déterminants de la pollution (cf. encadré 1). Cependant, malgré la simplicité de ces deux méthodes, leur pertinence paraît

limitée pour rendre compte de l'évolution du ratio Impact/PIB. Leur principale limite réside dans le fait de décrire l'évolution du ratio de découplage (Impact/PIB) sur une longue période en s'appuyant uniquement sur les données de deux années (première année et dernière année de la période d'étude), alors que les variables économiques et environnementales sont très instables d'une année à une autre.

Encadré 1 : Différents scénarios de parvenir au découplage

Cette méthode est utilisée principalement par le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2007) et dans certains travaux (Wang et al., 2011). Elle consiste à étudier les différentes possibilités de parvenir au découplage à partir de l'identité de Kaya ou de celle d'Ehrlich. L'autre inconvénient de cette méthode est qu'elle ne permet pas d'avoir une mesure du degré de découplage. La distinction entre l'identité de Kaya et celle d'Ehrlich réside dans leurs domaines d'application. L'identité de Kaya est souvent utilisée dans le domaine de l'énergie, tandis que celle d'Ehrlich est utilisée dans le cas des pollutions. Le point de départ de ces identités est une simple égalité :

$$I = I$$

Ensuite à partir d'un jeu d'opérations, on arrive à l'identité suivante :

$$I = P \times \frac{C}{P} \times \frac{I}{C}$$

Avec : I= impact environnemental ; P= la population ; C= niveau d'activité économique ; I/C= intensité technologique.

Il y a :

-Absence de découplage, lorsque l'intensité technologique augmente.

$$\Delta\left(\frac{I}{C}\right) > 0$$

-Découplage relatif, lorsque la diminution de l'intensité technologique (I/C) est inférieure à l'augmentation combinée de P et de C/P.

$$\Delta\left(\frac{I}{C}\right) \geq \left[\Delta P + \Delta\left(\frac{C}{P}\right) \right]$$

-Et de découplage absolu, lorsque la diminution de l'intensité technologique (I/C) est au moins égale à l'augmentation combinée de P et de C/P.

$$\Delta\left(\frac{I}{C}\right) \geq \left[\Delta P + \Delta\left(\frac{C}{P}\right) \right]$$

Dans la littérature, ces différents scénarios de découplage sont étudiés soit sur la base des données réelles (historiques), soit sur la base des projections (Ex : avec le GIEC, 2007). Dans le cas des émissions de CO₂, il arrive qu'on décèle l'existence d'un découplage relatif (ou les scénarios pour y parvenir). Cependant, les scénarios d'un découplage absolu (ou les scénarios pour y parvenir) sont pour l'instant très improbables.

Quant à l'utilisation des données en temps continu, elle se limite généralement à l'analyse de la Courbe de Kuznets Environnementale (CKE). Cependant, cette courbe ne permet pas d'avoir une mesure du découplage. Transposée de l'économie des inégalités à l'économie de l'environnement, la CKE décrit une évolution en forme de cloche du lien entre développement économique et pollution. Il arrive assez souvent qu'on utilise le terme découplage dans l'analyse de la CKE (Stagl, 1999 ; Panayotou, 2003). Or il existe une petite nuance entre la CKE et le concept de découplage (tel que défini par l'OCDE en 2001). La CKE est conçue pour décrire la forme de la relation entre une variable économique et une variable environnementale, alors que le concept de découplage s'intéresse plutôt à l'aspect mesure de cette relation. Sa principale limite dans l'analyse du découplage est qu'elle ne nous permet pas de faire un classement des pays par degré de découplage. En effet, avec la CKE, il est par exemple difficile de faire la distinction entre un découplage relatif et une absence de découplage. Car les deux alternatives possibles avec une CKE, c'est soit un découplage absolu (courbe en cloche), soit une absence de découplage (les autres formes de graphique : linéaire, cubique, courbe en U).

1.2.2 Analyse empirique du découplage

a. Méthode

Pour l'analyse empirique, nous proposons une méthode de mesure du découplage permettant de dépasser les principales limites des autres méthodes (citées ci-haut). Nous allons utiliser une spécification log linéaire pour mesurer le lien entre la variable économique et la variable environnementale.

$$I_t = f(C_t)$$

$$I_t = C_t^\alpha \Rightarrow \ln(I_t) = \alpha \ln(C_t) + \beta$$

Le recours à ce type de spécification s'explique principalement par un certain nombre de raisons : d'abord dans la littérature sur l'identité d'Ehrlich, on suppose généralement l'existence d'une certaine élasticité entre activités économiques et pollution. Ensuite, le modèle log linéaire permet une interprétation plus aisée du découplage. Enfin, dans les études sur la CKE, les analyses graphiques montrent souvent une relation log linéaire entre activités économiques et pollution dans les cas du CO₂, des déchets municipaux, et parfois du SO₂.

Il y a :

Absence de découplage, lorsque : $\alpha \geq 1$

Découplage relatif, lorsque : $0 < \alpha < 1$

Découplage absolu, lorsque : $\alpha \leq 0$

b. Données

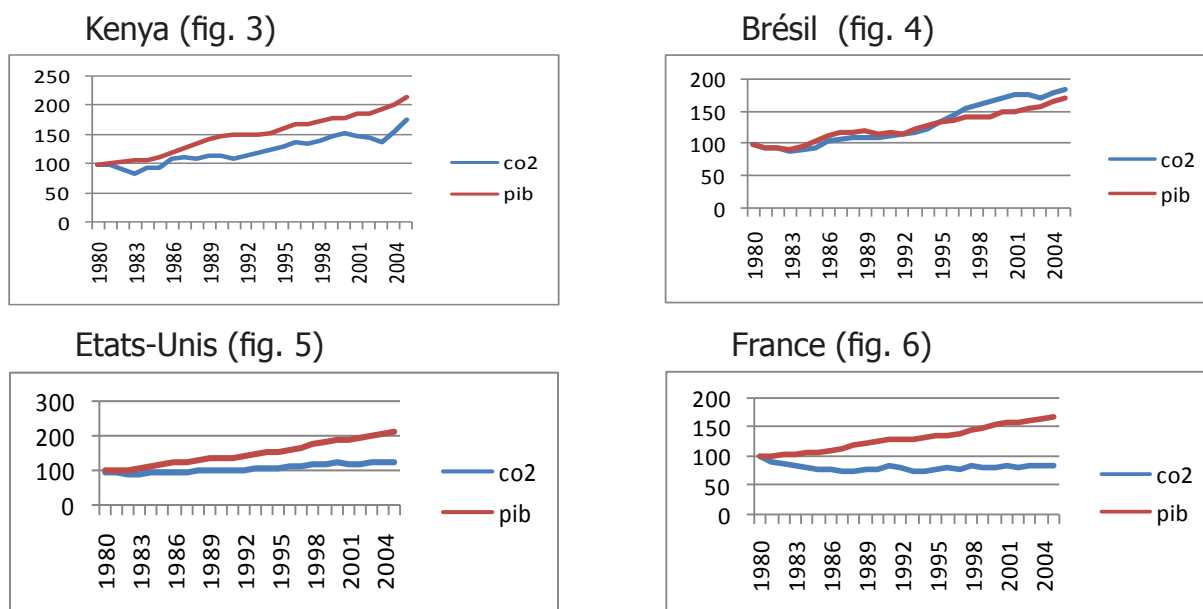
Les données utilisées dans cette étude proviennent de plusieurs sources et couvrent la période 1980-2005, avec un échantillon de 125 pays. Les données sur le PIB (en millions de \$US constant 2005) sont issues de la base de données du U.S. Department of Agriculture (USDA). Celles du dioxyde de carbone (en milliers de tonnes) sont tirées de la base de données du World Resource Institute (WRI).

c. -Résultats

Avant de passer à l'analyse économétrique, nous avons procédé dans un premier temps à une analyse graphique. Cette analyse nous a permis d'observer l'évolution des deux variables (PIB et CO₂) du découplage sur la période d'étude 1980-2005, en prenant à titre d'exemple le cas de quatre pays (Kenya, Etats-Unis, France, Brésil).

A partir de ces graphiques (fig. 4 à fig. 6), nous constatons un faible découplage absolu (un accroissement du PIB et une faible diminution du CO₂) pour la France, un découplage relatif (un accroissement plus rapide du PIB par rapport au CO₂) pour les Etats-Unis et le Kenya, et une absence de découplage pour le Brésil (un accroissement plus rapide du CO₂ par rapport au PIB). Cette analyse met aussi en évidence l'inconstance de ces deux variables (PIB et CO₂) dans leurs évolutions. D'où l'intérêt de prendre en compte dans les études, les données de toutes les années sur la période d'étude, pour avoir une meilleure estimation du degré de découplage.

Découplage entre croissance économique (PIB) et impact environnemental (CO₂) de 1980 à 2005 (Base 100 en 1980)⁴



Source : M. Camara ; 2012

Avec le modèle économétrique, nous obtenons: un découplage absolu pour 13 pays, un découplage relatif pour 57 pays, et une absence de découplage pour 55 pays. Cependant, pour ne pas trop encombrer le corps du texte, le tableau complet (des 125 pays) a été déplacé dans les annexes (cf. annexe 2). Donc, nous n'avons retenu dans le tableau 1 que les pays où il y a eu un découplage absolu entre 1980 et 2005. Par ailleurs, dans la lutte contre le changement climatique, seul un découplage absolu permet d'assurer un équilibre entre la croissance économique et la préservation de l'environnement.

⁴ Pour observer l'évolution réelle des variables, nous avons ramené les données à une même base d'unité (base=100).

Tableau 1 : degrés de découplage sur la période 1980-2005

Pays (13/125)	Degré de découplage (α)
Tchèque	-0,93
Pologne	-0,52
Slovaquie	-0,43
Allemagne	-0,43
Hongrie	-0,40
Suède	-0,29
Bosnie	-0,17
Bélarusse	-0,14
Ouzbékistan	-0,12
Danemark	-0,08
Royaume-Uni	-0,08
France	-0,07
Luxembourg	-0,06

Les résultats du tableau 1 nous emmènent à faire principalement deux remarques :

a-La possibilité de parvenir parfois au découplage absolu : comme nous le soutenons dans cet article, le découplage absolu reste parfois bien possible. Mais ce découplage paraît moins évident (13 pays sur 125), avec des valeurs relativement faibles (entre -0,06 et -0,93). Cette moindre évidence du découplage pourrait s'expliquer principalement : par l'intensité des liens entre activités humaines (déforestation et utilisation de combustibles fossiles) et émissions de dioxyde de carbone ; et du fait que le CO₂ soit un polluant aux effets diffus, donc les décideurs sont moins incités à lutter contre ce type de polluant par rapport à ceux (notamment le SO₂) dont les effets sont plus visibles (se manifestent au niveau local et à très court terme).

b-La présence d'une grande majorité de pays européens parmi les pays qui sont parvenus à un découplage absolu. Dans ce groupe, on peut distinguer deux sous groupes de pays : les pays de l'Europe du Nord et de l'Ouest (Allemagne, Suède, Danemark, Royaume-Uni, France et Luxembourg) et les économies en transition (Tchèque, Pologne, Slovaquie, Hongrie, Bosnie, Bélarusse, et Ouzbékistan). Le découplage dans ces pays peut s'expliquer principalement par trois facteurs : le niveau de développement du pays, la structure de l'économie, et le rapport socioéconomique à l'environnement.

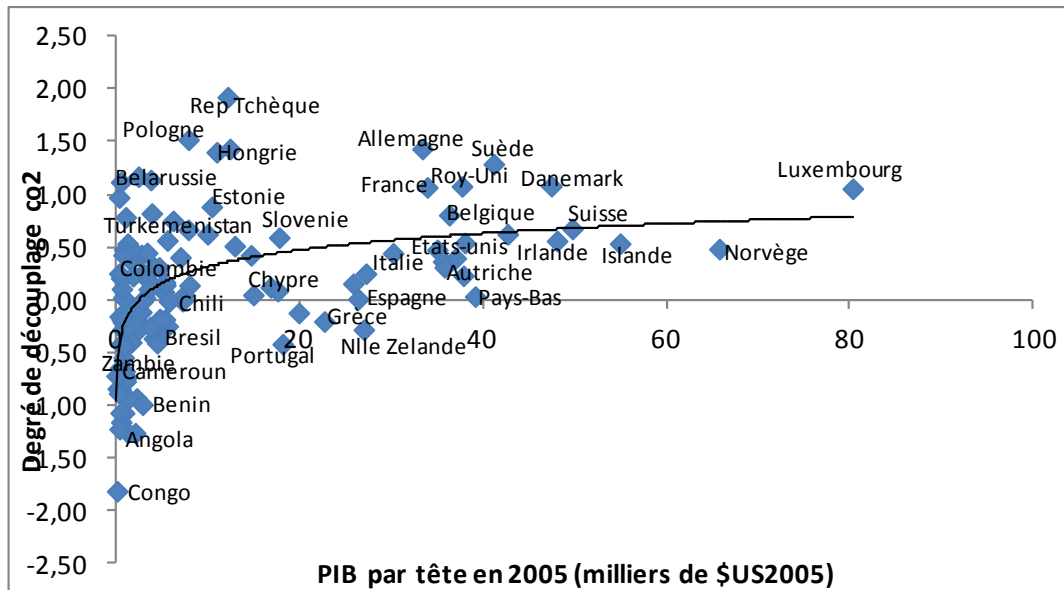
II. Principaux déterminants du découplage

II.1 Niveau de développement du pays

Dans la littérature (notamment Beckerman, 1992 ; Banque Mondiale, 1992 ; les défenseurs de la CKE), le niveau de développement est souvent perçu comme un facteur favorable à l'environnement. Dans cet article, lorsqu'on analyse (cf. graphique 7) la relation entre le niveau de revenu et le degré de découplage, nous observons aussi une corrélation positive. Cependant, cette corrélation nous paraît moins nette à cause de l'hétérogénéité par endroit des groupes de pays sur le graphique. En effet, certains pays en transition (République Tchèque, Pologne, Hongrie, ...) se trouvent dans la même partie (en haut) du graphique que les pays développés (Allemagne, France, Royaume-Uni, Suède, ...). Cela s'explique par le fait que le degré de découplage (α) n'estime que l'intensité du lien entre la variable économique et la variable environnementale. Mais il ne renseigne en rien sur le niveau de pollution ou de revenu d'un pays. C'est ainsi que dans l'utilisation d'une technologie efficace écologiquement,

un pays en transition qui vient de découvrir cette technologie peut sur une période donnée être au moins, tout aussi performant dans le découplage qu'un pays développé qui a presque épuisé toutes ses marges de réduction de la pollution avec cette technologie. Ce phénomène est rendu encore plus possible avec les transferts de technologies entre les pays. Mais ces transferts de technologies se font davantage entre les pays développés vers les pays en transition, en partie à cause de la main d'œuvre déjà qualifiée qu'on trouve sur place dans les pays en transition. Contrairement aux pays moins développés où la main d'œuvre locale n'a pas souvent les qualifications requises pour utiliser ces technologies.

Grahiqe 7 : Liens entre degré de découplage pour le CO₂ et revenu par tête en 2005



Source : M. Camara ; 2012

Parmi les caractéristiques du niveau de développement dans un pays, le niveau technologique est l'un des signes les plus éloquents. Le progrès technique peut avoir deux impacts sur l'environnement (Stern D, 2003) : le gain d'efficacité énergétique (moins d'intrants par unité de production) et moins d'émissions de pollution par unité de production. Dans l'analyse du découplage, on peut observer le découplage absolu dans un pays suite à la découverte d'une innovation technologique de grande ampleur (Ex : l'utilisation du nucléaire dans l'électricité). Le découplage se produit pendant la période de remplacement des anciennes technologies par la nouvelle technologie considérée beaucoup moins polluante (processus de destruction créatrice chez Schumpeter). Mais une fois ce processus de changement technologique achevé, le re-couplage va se produire mais pas forcément avec la même intensité qu'avant. Puisque les activités humaines vont continuer à engendrer de la pollution.

Certains pays (France, Suède, Royaume-Uni et Allemagne) du tableau 1 ont pu parvenir en partie au découplage absolu suite au développement du nucléaire. Il est encore aujourd'hui la principale source d'énergie électrique en France (75%), en Suède (47%), ... D'après la « société française d'énergie nucléaire », l'installation des centrales nucléaires en France entre les années 1970 et 1990 a entraîné une réduction de 40% des émissions de CO₂ et de 70% des émissions de SO₂ et de NO, alors que la production d'électricité a triplé pendant cette même période.

Quant au Danemark, sa performance dans le découplage s'explique par sa volonté affichée depuis la fin des années 1970 de réduire sa dépendance vis-à-vis des énergies fossiles. Pour atteindre cet objectif, il a misé sur le développement de son industrie éolienne et de la cogénération. En 2005, grâce à cette politique, le Danemark produisait près de 20% de son électricité grâce aux énergies renouvelables, et plus de 50% de l'électricité était produite par cogénération.

II.2 Structure de l'économie

Il arrive aussi qu'on observe le découplage absolu pendant un grand changement structurel dans l'économie. Ce découplage se produit lorsque le pays abandonne un secteur très polluant (les industries extractives par exemple) pour un secteur relativement moins polluant (comme les services). Cette situation intervient en général quand le pays traverse une crise économique majeure (perte de compétitivité du pays dans ce secteur, baisse de la demande au niveau mondial, ...). Pour se relever de cette crise, il arrive que le pays abandonne ce secteur et développe d'autres secteurs considérés moins polluants. C'est pendant cette période de reconversion qu'on peut observer le découplage. Mais une fois ce processus de reconversion achevé, le re-couplage va se produire (peut être moins fortement qu'avant). Puisque les activités de production vont toujours continuer à émettre de la pollution. Plusieurs pays (notamment les pays en transition) du tableau 1 ont connu des situations de ce genre.

Exemple : Les performances des pays de l'Europe Centrale et de l'Est, et de la communauté des Etats indépendants (CEI) dans le découplage peuvent s'expliquer par leur passage au début des années 1990 du régime communiste à une économie de marché (Rapport Mondial sur le Développement Humain, 2007/2008). Cette transition les a entraînés entre autres : à restructurer leurs économies dans lesquelles la demande d'énergie avait fortement baissée avec l'arrêt des industries lourdes (notamment les complexes militaro-industriels) ; à développer le secteur tertiaire ; à privatiser les entreprises (ce qui a aussi stimulé l'innovation technologique). Cependant, le niveau de la pollution a chuté dans ces pays selon différents rythmes. Ainsi, entre 1990 et 2004 l'intensité de carbone (CO_2/PIB)⁵ est passée de 1,03 à 0,66 pour la Rep Tchèque, de 1,24 à 0,68 pour la Pologne, de 0,50 à 0,37 pour la Hongrie, de 0,96 à 0,51 pour la Slovaquie, ...

Les pays de l'Europe du Nord et de l'Ouest (notamment la France, le Royaume-Uni, l'Allemagne, ...) depuis les années 1980, ont aussi avec la tertiarisation de leurs économies (en plus de l'utilisation du nucléaire dans l'électricité) pu réduire leurs émissions de dioxyde de carbone. Ainsi, selon l'IFEN⁶ (2004), les émissions de dioxyde carbone de l'ensemble des agents économiques en France ont baissé entre 1980 et 1997 de 17%.

II.3 Rapport socio-économique à l'environnement

Parmi les trois principaux déterminants du découplage, le rapport socioéconomique à l'environnement est celui qui nous paraît le plus susceptible de permettre aux pays de se maintenir plus régulièrement dans le découplage. Nous entendons par rapport socioéconomique à l'environnement, la place qu'on réserve à l'environnement dans un pays par rapport aux autres dimensions (économie et sociale) du développement durable.

5 Rapport mondial sur le développement humain 2007/2008.

6 La tertiarisation de l'économie et la réduction des émissions de CO_2 , n°95, les Données de l'Environnement, IFEN (institut français de l'environnement), septembre 2004.

En effet, lorsqu'on analyse les deux autres déterminants (une importante innovation technologique et un grand changement structurel) du découplage, nous apercevons que le découplage absolu n'était souvent qu'une conséquence collatérale d'autres objectifs recherchés (économique ou politique). Le changement structurel par exemple se produit en général dans un pays à la suite d'une crise économique. Quant au changement technologique, il intervient le plus souvent dans le but d'améliorer la productivité des entreprises, ou pour réduire la dépendance d'un pays par rapport à une ressource géostratégique (Exemple : le développement du nucléaire en France dans les années 1980). Par ailleurs, nous avons aussi montré dans les deux dernières sections que chacun de ces deux déterminants avait une efficacité limitée dans le temps.

A partir de l'analyse du rapport socioéconomique à l'environnement, il est possible d'avoir une idée sur la façon dont les problèmes environnementaux sont gérés, et sur l'intensité avec laquelle ils sont pris en compte dans un pays et selon les périodes. Cela dans la façon dont les pays préviennent la pollution et réparent les externalités environnementales. Cependant, la configuration socioéconomique d'un pays étant un élément qualitatif, l'analyse de son impact sur l'environnement pourrait difficilement se faire en dehors d'un cadre théorique. Parmi les théories économiques susceptibles d'analyser la problématique environnementale sous un angle socioéconomique, la Théorie de la Régulation nous semble l'une des plus pertinentes. Mais il convient déjà de préciser qu'au départ cette théorie n'avait pas pour ambition de traiter la problématique environnementale. C'est une théorie qui s'est construite pour répondre à la crise du système fordiste des années 1970 (Lipietz ; 1995). Or lorsqu'on regarde son cadre d'analyse, cette théorie pourrait se révéler très féconde pour traiter la problématique environnementale en général, et celle du découplage en particulier. Cette potentialité de la Théorie de la régulation a attiré ces dernières années de plus en plus d'auteurs régulationnistes (Gibbs, 2006 ; Becker et Raza, 2000 ; Gendron, 2001 ; Rousseau et Zuideau, 2007 ; Zuideau, 2001) à s'intéresser à la problématique environnementale. Cependant, ces contributions sont encore assez insuffisantes pour couvrir largement le domaine de l'économie de l'environnement.

Cette fécondité de la Théorie de la régulation dans l'analyse de la problématique environnementale pourrait s'illustrer davantage pour expliquer certaines caractéristiques du découplage, notamment : les dimensions temporelle et spatiale du découplage, la discontinuité d'un processus de découplage, ou encore l'inconstance de la dynamique de découplage.

Dans cet article, nous faisons l'hypothèse selon laquelle : l'intensité avec laquelle la dimension environnementale est intégrée dans les formes institutionnelles⁷ ainsi que le degré de cohérence de ces formes institutionnelles peuvent avoir une certaine influence sur la dynamique et la durée d'un processus de découplage.

a-Dimension temporelle du découplage :

Lorsqu'on analyse le découplage, on étudie l'évolution du rapport (Impact/PIB) sur une période. Cette période est en général portée sur un temps long, voire très long. De son côté, la Théorie de la Régulation est aussi très familière à des analyses historiques (Zuideau et al , 2009). Dans l'analyse du découplage, l'usage du temps est plutôt rétrospectif. Puisqu'on ne peut définitivement se rendre compte de l'efficacité d'une politique environnementale qu'après un certain temps après sa mise en œuvre. Dans la Théorie de la Régulation, les régimes

⁷ Les formes institutionnelles qui sont au nombre de 5 (rapport salarial, forme de la concurrence, forme de la monnaie, forme de l'état et l'insertion dans l'économie internationale) dans la Théorie de la régulation, « correspondent à la codification d'un ou plusieurs rapports sociaux » Boyer ; 2003.

d'accumulation⁸ (exemple : le régime fordiste) et les modes de régulation sont étudiés de façon historique (notamment dans les études monographiques sur un pays). Puisqu'on ne peut réellement évaluer la viabilité d'un mode de régulation⁹ qu'à partir d'une analyse ex-post. Donc, dans l'analyse du découplage, l'approche de la régulation peut nous permettre de savoir quel mode de régulation a permis à un pays de parvenir (et de se maintenir) au découplage pendant une période donnée. Lorsqu'on compare par exemple la performance environnementale de la France pendant les régimes fordiste et post fordiste, nous constatons que l'intensité de pollution (PIB/CO₂) dans le post fordisme (0,37 en 1990)¹⁰ a été plus faible que pendant le fordisme (0,93 en 1950). Nous pouvons imputer dans une certaine mesure ce résultat par l'accélération de la prise en compte de la problématique environnementale par l'état à partir du tournant des années 1970 (notamment avec la création d'un ministère de l'environnement dès janvier 1971). Avant les années 1970, l'aspect écologique n'était quasiment pas intégré dans les formes institutionnelles en France. Les compromis capital/travail étaient souvent réglés sur le dos de l'environnement (Lipietz et Leborgne ; 1991). Dans le post fordisme, l'environnement sera progressivement intégré dans les formes institutionnelles. Dans les compromis capital/travail de plus en plus d'entreprises vont commencer à allouer une partie de leur profit à la recherche développement des produits répondant aux normes écologiques. Au niveau de l'état, le ministère de l'environnement verra ses compétences s'élargir d'année en année. Avec par exemple la publication dès mai 1974, d'un décret relatif au contrôle des émissions polluantes dans l'atmosphère et à certaines utilisations de l'énergie thermique. Au niveau international, la France sera signataire de nombreux accords sur le commerce de certains produits dangereux ou menacés de disparitions (Ex : la convention CITES sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction à Washington en mars 1973). A cela s'ajoute les différents accords sur la réduction des émissions de pollution atmosphériques (Helsinki, 1985 ; Oslo, 1994 ; Kyoto, 1997).

b-Dimension spatiale du découplage :

Dans l'analyse du découplage, on reconnaît l'idée d'une diversité des modes de développement. Cette diversité des modes de développement signifie aussi que les pays n'auront pas forcément les mêmes rapports socioéconomiques à l'environnement. Et par conséquent, il est presque certain que les politiques environnementales ne seront pas les mêmes. Par ailleurs, de nombreux travaux (Wagner, 2007 ; Cole, 2004 ;...) sur les liens entre environnement et pollution à partir des données de panels, tombent sur des modèles à effets individuels (une hétérogénéité au niveau des pays). Dans cette diversité des modes de développement, on accorde un intérêt particulier à la comparaison entre les économies sur leurs performances environnementales. L'aspect comparatif des économies nationales se trouve aussi au centre de la Théorie de la Régulation (Zuindeau et al , 2009). Cet aspect est pris en compte au travers l'analyse des formes institutionnelles et des modes de régulation. Cependant, aussi bien que dans la Théorie de la Régulation, dans l'analyse du découplage nous pensons qu'il n'existe pas un mode de régulation qui sera meilleur que tous les autres. Autrement dit, il n'y a pas un « one best way » pour mieux parvenir au découplage. Ainsi, un pays par rapport à un autre peut en fonction de son mode de régulation, privilégier un outil économique particulier, mais au final ces deux pays peuvent avoir les mêmes performances dans le découplage. Exemple : Dans les économies ultra libérales, les systèmes de permis

8 On appelle régime d'accumulation « un mode de consommation conjointe et compatible des normes de production et de distribution, et d'usage ». Lipietz ; 1990.

9 Le mode de régulation « est l'ensemble des normes, incorporées ou explicites, des institutions qui ajustent en permanence les anticipations et les comportements individuels à la logique d'ensemble du régime d'accumulation » Lipietz ; 1989.

10 Calculs effectués par l'auteur à partir des données du WRI (World Resource Institute).

négociables à cause de leur flexibilité peuvent être plus préférés à une politique de taxation de la pollution. Inversement, une politique de taxation à cause de la présence assez forte de l'état peut être plus efficace dans les économies social-démocrates qu'un système de permis négociables. En revanche, les pays peuvent se distinguer par l'intensité avec laquelle ils tiennent compte de l'environnement dans leurs modes de régulation.

c-L'inconstance de la dynamique de découplage :

Dans ce papier, nous conjecturons aussi que la dynamique d'un processus de découplage ne peut pas toujours être régulière sur une longue période. Cette irrégularité est due à la présence de certains événements imprévus. Ces événements perturbent régulièrement la dynamique du processus de découplage en baissant (ou en augmentant) son rythme. Mais elles n'interrompent pas le processus lui-même (cf. tableau 2). Ce genre de situation peut intervenir suite à une crise économique d'ordre conjoncturel. Au niveau de la Théorie de la Régulation, l'analyse des crises bénéficie d'un grand intérêt à côté des autres notions fondamentales de cette théorie. On en distingue deux types (Lordon, 1995) : les « petites crises » et les « grandes crises ». Les « grandes crises » (cf. section suivante) sont qualifiées de crises d'ordre structurel. Quant aux petites crises, elles correspondent à ce que les régulationnistes qualifient encore de crises endogènes ou cycliques. Elles se développent sans modifications importantes des formes institutionnelles existantes. Souvent aucun changement institutionnel ou de politique économique n'est nécessaire pour y remédier (Boyer et Saillard, 2002). Dans l'analyse du découplage, on peut qualifier les événements imprévus qui déstabilisent le processus de découplage de « petites crises ». A l'apposé des crises endogènes, il y a ce que les régulationnistes qualifient de crises exogènes. Ce sont des crises qui ne prennent pas leur origine dans le mode de régulation (Boyer et Saillard, 2002). Nous estimons que ce genre de crise (comme les chocs pétroliers, une crise financière au niveau international, ...) peut aussi déstabiliser un processus de découplage de par son impact sur la croissance et donc sur la consommation d'énergie. Par exemple, lorsqu'on s'intéresse à deux sous-périodes (1980-1995 et 1990-2005) dans notre étude, nous constatons (cf. tableau 2) une inconstance de la dynamique de découplage (inconstance de la valeur de α) quasiment pour tous les pays. Par contre, ces perturbations n'ont pas forcément la même origine pour tous les pays, ou encore les mêmes ampleurs.

Lorsqu'on prend d'une part certains pays (notamment la République Tchèque, la Slovaquie, la Hongrie) qui ont connu une progression ($\alpha_1 > \alpha_2$) dans le découplage entre les deux sous-périodes, nous pouvons expliquer ces évolutions par certains facteurs qui ont impacté la dynamique du processus de découplage. En effet, en plus du changement structurel qui était déjà en cours dans les années 1990, ces pays ont traversé une crise économique qui a été marquée par des périodes de fortes inflations¹¹ (en 1993 : 23% pour la Hongrie, 21% pour la Rep. Tchèque et 33% pour la Slovaquie). Cette crise économique nous semble être à l'origine de l'accentuation du découplage pendant la seconde sous-période (1990-2005) via la baisse de la consommation d'énergie.

Quand aux pays (entre autres, la Pologne, la Suède et la France) qui ont régressé ($\alpha_1 < \alpha_2$) dans le découplage entre les deux sous-périodes, ils tous ont tous connu un ralentissement des facteurs à la base de leurs performances pendant la première sous-période (1980-1995). La Pologne bien qu'ayant connu une crise économique au début des années 1990, elle y était sortie plutôt que les autres économies en transition. Et dès 1993, la consommation d'énergie

11 (OECD, 2000), Les pays en transition face à l'environnement : Progrès en Europe centrale et centrale et dans les nouveaux Etats indépendants, OECD Publishing.

a amorcé une reprise¹². Ce qui a ralenti la dynamique du processus de découplage dans ce pays pendant la seconde sous-période.

Quant à la Suède et la France, elles ont toutes été confrontées à un ralentissement de leurs programmes nucléaires qui jusque là les avaient permises de parvenir à un découplage absolu. Mais la Suède par rapport à la France, a très tôt (début des années 1970) commencé à intégrer la problématique environnementale dans ses politiques socio-économiques (notamment avec le développement des énergies renouvelables). Cette stratégie lui a permise contrairement à la France, de rester dans le découplage absolu dans la seconde sous-période malgré le ralentissement de son programme nucléaire. En 2002, d'après l'agence Suédoise de l'environnement, 35% de l'énergie produite en Suède provenait des sources renouvelables.

Tableau 2 :
degrés de découplage (α) sur les périodes 1980-2005, 1980-1995 et 1990-2005

Pays	1980-2005 (α)	1980-1995 (α^{13}_1)	1990-2005 (α_2)
Tchèque	-0,93	-0,18	-0,33
Pologne	-0,52	-0,51	-0,33
Slovaquie	-0,43	-0,03	-0,31
Allemagne	-0,43	-0,37	-0,58
Hongrie	-0,40	1,31	-0,15
Suède	-0,29	-0,64	-0,19
Bosnie	-0,17	-2,10	0,07
Biélorussie	-0,14	0,99	0,19
Ouzbékistan	-0,12	0,04	0,21
Danemark	-0,08	0,20	-0,39
Royaume-Uni	-0,08	-0,04	-0,08
France	-0,07	-0,50	0,27
Luxembourg	-0,06	0,06	-0,06

¹³ Toutes les valeurs de α ont été estimées à partir de la méthode des moindres carrés ordinaires (mco) en utilisant les mêmes bases de données.

d-La discontinuité du processus de découplage :

Dans ce papier nous défendons aussi l'hypothèse selon laquelle un processus de découplage pourrait difficilement être pérenne. En effet, il arrivera un moment où une rupture va se produire. Cette rupture se produit généralement lorsque ce processus n'est plus tout à fait en phase avec l'évolution des formes institutionnelles qui assuraient sa dynamique. Dans la Théorie de la Régulation, ces situations peuvent correspondre à ce qu'on qualifie de « grande crise » ou de crise structurelle. Ce type de crise affecte le mode de régulation et le régime d'accumulation (Boyer et Saillard, 2002). La sortie dans une telle crise (Ex : crise de 1929, crise du régime fordiste) peut nécessiter un renouvellement partiel ou total des formes institutionnelles. Dans l'analyse du découplage, l'apparition d'une telle crise se traduit par la destruction des formes institutionnelles qui stimulaient les innovations technologiques, ou qui favorisaient des modes de vie à la base du processus de découplage. Remédier à une telle crise, nécessite un renouvellement du processus de découplage ou du mode de régulation (l'état et l'agencement des formes institutionnelles) qui le soutenait. Par exemple, un pays qui intègre une zone économique (ex : l'union européenne) peut se voir contraint au nom de la libre concurrence imposée aux pays de cette zone économique, de supprimer les subventions accordées à ses firmes pour le développement des technologies vertes. Cette contrainte

¹² OECD, 2000.

peut entraîner une interruption du processus de découplage en cours dans ce pays. Cette intégration économique peut aussi conduire ce pays, au nom du libre échange dans la zone économique, à supprimer certaines réglementations environnementales sur les importations, ce qui peut conduire aussi à un arrêt de son processus de découplage. Car cette intégration économique va directement toucher au moins trois formes institutionnelles (adhésion au régime international, forme de l'état et forme de concurrence) sur les cinq. Le bouleversement de ces formes institutionnelles entraîne une crise du mode de régulation qui était à la base du processus de découplage. Pour se relever de ce type de bouleversement, le pays est amené à renouveler partiellement ou totalement ses formes institutionnelles en tenant compte de ces nouvelles contraintes. Donc pour revenir au découplage, il sera nécessaire d'enclencher un nouveau processus de découplage.

Conclusion

Dans ce papier, nous avons tenté de traiter la question du découplage en nous intéressant particulièrement à la pertinence des méthodes de mesure et aux déterminants du découplage. Pour cela, nous avons étudié le cas du dioxyde de carbone qui est l'un des polluants les plus répandus dans l'atmosphère sur 125 pays de 1980 à 2005.

D'abord, l'analyse de la pertinence des méthodes de mesure du découplage nous a amenés à relever un certain nombre de limites. Parmi ces limites, il y a le fait que dans les études, on ne tient généralement compte que les données de deux années sur une période, alors que les variables environnementales sont très volatiles d'une année sur une autre. Pour dépasser cette limite, nous avons proposé un modèle économétrique permettant de tenir compte de toutes les données sur la période d'étude, et par conséquent d'avoir une meilleure estimation du degré de découplage.

Ensuite, nous avons montré aussi que contrairement à certaines positions dans la littérature (notamment, Jackson, 2010), le découplage absolu était parfois bien possible (13 pays sur 125) à l'échelle des pays. Ce découplage s'expliquerait principalement par trois facteurs : le niveau de développement, la structure de l'économie et le rapport socioéconomique à l'environnement. Cependant, à cause des liens très étroits entre activités humaines et émissions de dioxyde de carbone, les pays peuvent difficilement rester de façon pérenne dans le découplage absolu.

Enfin, la présence de certains effets pervers des politiques environnementales, principalement les « fuites de carbone », nous amènent à un peu relativiser les résultats de certains pays (pays développés en particulier) dans le découplage. Car ces « fuites de carbone » correspondent à une délocalisation des industries très polluantes des pays plus sévères (pays développés en général) en termes de politiques environnementales vers les pays laxistes (pays en développement en général). Ce phénomène se traduit par une diminution en apparence de la pollution dans les pays développés, ce qui biaise aussi les études.

Bibliographie :

- Banque mondiale (1992). Le développement et l'environnement. Rapport sur le développement dans le monde, Washington.
- Becker J et Raza W. G (2000). « Theory of regulation and political ecology: an inevitable separation ? ». *Economies et Sociétés*, Série «Théorie de la regulation», 11, p.55-70.
- Beckerman W (1992). Economic growth and the Environment: whose growth ? whose environment ? *World Development*, vol. 20, No 1992, p.481-496.
- Boyer R et Saillard Y (2002). *Théorie de la Régulation : l'état des savoirs*. Nouvelle édition complétée, Paris, la Découverte.
- Boyer R (2003). Les institutions dans la Théorie de la Régulation. *Cahiers d'économie Politiques /Papers in Political Economy*, 44: 79-101.
- Burghenmeir B (2005). *Economie du développement durable*. Editions de Boeck & Larcier, 10-35.
- Camara M (2012). Croissance économique et Impact environnemental: le découplage est-il possible ? Le cas des émissions de CO₂ et SO₂, une étude comparative. Papier présenté aux XXVIIe journées ATM-LEO «Mobilités internationales, déséquilibres et développement : vers un développement durable et une mondialisation décarbonée ?», Orléans, 11, 12, 13 Juin 2012.
- Cole M. A (2004). Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: examining the linkages. *Ecological Economics*, p.71-81.
- CMED (1987). *Notre avenir à tous*. Rapport de la commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'ONU, Avril.
- Davis S.J et Caldeira K (2010). Consumption-based accounting of CO₂ emissions, *PNAS*, mars.
- Dietz T., Rosa A.E. et York R. (2003). STIRPAT, IPAT and ImpACT: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts, *Ecological Economics*, 46(2003), pp. 351-365.
- Georgescu-Roegen N (1986). The Entropy Law and the Economic Process in retrospect. *Eastern Economic Journal*, volume XII, n°1, January-March.
- Gendron C (2001). « Ethique et Développement Economique: le Discours des Dirigeants sur l'Environnement », Thèse de doctorat, Université du Québec, Montréal.
- Gibbs D (2006). «Prospects for an environmental economic geography : linking ecological modernisation and regulationist approaches ». *Economic Geography*.
- IFEN (2004). La tertiarisation de l'économie et la réduction des émissions de CO₂. *Les données de l'environnement*, N°95, septembre.
- IPCC (2007). Working Group III. Contribution to the fourth Assesment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, NY 10013-2473, USA.
- Jackson T (2010). *Prospérité sans croissance : la transition vers une économie durable*. Editions de Boeck.
- Leborgne D et Lipietz A (1991). L'après-fordisme : idées fausses et questions ouvertes. *Espaces et Sociétés* : « Restructuration économique et territoire », p. 66-67.

- Lipietz A (1989). Bases pour une alternative démocratique. Intervention au colloque GRETSE. Les nouvelles formes de la démocratie, Montréal, Février.
- Lipietz A (1990). Après Fordisme et démocratie. Les temps modernes, n°254, mars.
- Lipietz A (1995). Ecologie politique régulationniste ou économie de l'environnement ? », in Boyer & Saillard, L'état de la Régulation, La Découverte, Collection « Recherches », Paris.
- Lordon F (2005). Formaliser la dynamique économique historique. Présenté lors des rencontres régulationniste organisées par la FUNDAP, Sao Paulo, 4-6 avril.
- Meadows D. H et al (1972). Halte à la croissance. Rapport sur les limites de la croissance. Fayard, Paris.
- OCDE (2001). Stratégie de l'environnement de l'OCDE pour les dix premières années du XXIe siècle, OCDE, 16 Mai.
- OCDE (2003). Indicators to measure Decoupling of Environmental pressure from Economic Growth, OCDE, 16 Mai.
- Panayotou T (2003). Economic Growth and the Environment. Economic survey of Europe, 2003, n° 2, 2-11.
- PNUD (2008). Rapport sur le Développement Humain (2007/2008). La lutte contre le changement climatique : un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé. Chapitre 3 : Eviter un changement climatique dangereux : stratégies d'atténuation, PNUD.
- Rousseau S, Zuindeau B (2007). «Théorie de la régulation et développement ». La revue de la Régulation, n°1.
- Stagl S (1999). Delinking Economic Growth from Environmental degradation? A literature survey on the environmental Kuznets curves hypothesis. Working paper series of research focus growth and employment in Europe: sustainability and competitiveness, n°6.
- Stern D.I (2003). The Environmental Kuznets Curve. International Society for Ecological Economics, June.
- UNEP (2010). Decoupling and sustainable resource management: scoping the challenges.
- Wagner M (2007). The carbon Kuznets : A cloudy picture emitted by bad econometrics ? Resource and Energy Economics, p.408-388.
- Wang D, Nie R, Shi H (2011). Scenario Analysis of China's Primary Energy Demand and CO₂ Emissions Based on IPAT Model. Energia Procedia, p.365-369.
- Zuindeau B (2001). «L'analyse des externalités environnementales : éléments pour un programme de recherche régulationniste », Géographie, économie, société, 3, p.71-72.
- Zuindeau B, Camara M, Bécue M, Douai A, Elie L, Meunier A (2009). Théorie de la Régulation et environnement : Analyse de la diversité des dispositifs institutionnels des pays de l'OCDE, Forum de la Régulation, 1-2 Décembre 2009, Paris.

Annexes :

Annexe 1 :

Deux autres méthodes de mesure du découplage :

Méthode 1 : Principalement utilisée par l'OCDE, elle consiste à comparer l'indicateur de découplage entre deux périodes :

Soit **I/PIB** un indicateur de découplage (I= impact environnemental et PIB= niveau d'activité). Il y a au moins découplage relatif entre t et t+1, lorsque le ratio de découplage est inférieur à 1.

$$\frac{\left(\frac{I}{PIB}\right)_{t+1}}{\left(\frac{I}{PIB}\right)_t} < 1$$

Découplage absolu, lorsque : $I_{t+1} \leq I_t$ tandis que $PIB_{t+1} > PIB_t$

Découplage relatif, lorsque : $\left(\frac{I}{PIB}\right)_{t+1} < \left(\frac{I}{PIB}\right)_t$

Absence de découplage, lorsque : $\left(\frac{I}{PIB}\right)_{t+1} > \left(\frac{I}{PIB}\right)_t$

Méthode 2 : Principalement utilisée par le programme des nations unies pour l'environnement (cf. UNEP 2010), elle consiste à comparer les taux de croissance des deux variables qui composent le ratio de découplage entre deux périodes. Le ratio de découplage correspond au rapport entre le taux de croissance de l'impact environnemental (ΔI) et le taux de croissance du niveau de l'activité (ΔPIB). Il y a au moins découplage relatif entre t et t+1, lorsque ce ratio est inférieur à 1.

$$\frac{\Delta I}{\Delta PIB} < 1 \Rightarrow \Delta I < \Delta PIB$$

$$\text{Avec : } \Delta I = \frac{I_{t+1} - I_t}{I_t} \quad \Delta PIB = \frac{PIB_{t+1} - PIB_t}{PIB_t}$$

Il y a :

Découplage absolu, lorsque : $\frac{\Delta I}{\Delta PIB} \leq 0$

Découplage relatif, lorsque : $0 < \frac{\Delta I}{\Delta PIB} < 1$

Absence de découplage, lorsque : $\frac{\Delta I}{\Delta PIB} \geq 1$

Annexe 2 :

Tableau 2 : degrés de découplage absolu sur la période 1980-2005

Formes de découplage pour le CO₂ (125 pays)	Degrés de découplage (α)
Découplage absolu (13 pays)	Degrés de découplage absolu
Tchèque	-0,93
Pologne	-0,52
Slovaquie	-0,43
Allemagne	-0,43
Hongrie	-0,40
Suède	-0,29
Bosnie	-0,17
Bélarusse	-0,14
Ouzbékistan	-0,12
Danemark	-0,08
Royaume-Uni	-0,08
France	-0,07
Luxembourg	-0,06
Découplage relatif (57 pays)	Degrés de découplage relatif
Mozambique	0,03
Estonie	0,12
Bulgarie	0,18
Belgique	0,19
Turkménistan	0,22
Gabon	0,25
Suisse	0,33
Libye	0,33
Croatie	0,38
Etats-Unis	0,38
Slovénie	0,41
Botswana	0,44
Irlande	0,44
Finlande	0,46
Islande	0,47
Indonésie	0,47
Trinité et Tobago	0,49
Norvège	0,52
Mongolie	0,52
Chine	0,52
Canada	0,53
Serbie	0,55
Italie	0,56
Birmanie	0,57
Albanie	0,57
Nigeria	0,57
Bahreïn	0,58
Lettonie	0,60
Autriche	0,60
Azerbaïdjan	0,62
Japon	0,64
Koweït	0,69
Cuba	0,69
Argentine	0,69
Pérou	0,74
Tadjikistan	0,75
Singapore	0,75
Australie	0,77
Ukraine	0,77
Kenya	0,79
Soudan	0,80
Colombie	0,82
Uruguay	0,83
Espagne	0,85
Russie	0,86
Mexique	0,86
Chypre	0,88

RDC	0,90
Kazakhstan	0,90
Rep Corée	0,92
Afrique du sud	0,93
Malte	0,95
Chili	0,95
Pays-Bas	0,97
Algérie	0,98
Inde	0,98
Brunei	0,99
Absence de découplage (55 pays)	Degrés de couplage
Lituanie	1,01
Tunisie	1,01
Venezuela	1,02
Syrie	1,02
Egypte	1,02
Turquie	1,04
Emirats Arabe Uni	1,08
Géorgie	1,09
Thaïlande	1,12
Israël	1,12
Tanzanie	1,16
Costa Rica	1,18
Malaisie	1,19
Vietnam	1,19
Panama	1,20
Grèce	1,21
Moldavie	1,21
Maroc	1,23
Equateur	1,24
Liban	1,25
Sri Lanka	1,25
Rep Dominicaine	1,26
Pakistan	1,28
Nlle Zélande	1,28
Jordanie	1,28
Bésil	1,35
Arabie Saoudite	1,37
Jamaïque	1,37
Arménie	1,40
Roumanie	1,41
Portugal	1,42
Ghana	1,42
Bolivie	1,44
Yémen	1,44
Sénégal	1,44
Iran	1,55
Bengladesh	1,65
Nicaragua	1,68
Zimbabwe	1,72
Philippines	1,73
Cameroun	1,77
Ethiopie	1,84
Oman	1,85
Cambodge	1,85
Népal	1,89
Guatemala	1,94
Honduras	1,94
Salvador	1,99
Kirghizstan	2,07
Côte d'Ivoire	2,07
Benin	2,16
Togo	2,23
Paraguay	2,26
Angola	2,27
Congo	2,82

Un renouvellement méthodologique à l'appui de la transition énergétique



Hélène CLEMENT-PITOT¹

1 Economiste au Centre des modes d'industrialisation de l'Ecole des Hautes Etudes en Science Sociale - Paris.

Introduction : La dimension économique de la crise, le besoin de penser la dynamique

La nature et l'ampleur de la crise économique qui touchent fondamentalement le monde occidental remettent en question les modes de fonctionnement de nos économies et de nos sociétés, commandant de repenser la répartition des activités économiques, de modifier les modes de consommations, les modes d'accès aux ressources naturelles, financières, environnementales et humaines ainsi que leurs transferts respectifs. Cette crise de système pourra être une opportunité en accélérant l'émergence d'une transition économique plus viable qui passera entre autre par une transition énergétique. Pour ce faire, les principes d'évaluation et de décision traditionnels du raisonnement économique devront être revus à l'aune d'impératif nouveaux quant à l'utilisation des ressources, l'emploi du capital et du travail, corrigeant la division spatiale du travail qui s'est imposée par des arbitrages motivés par le calcul économique standard. Cette transition est conditionnée à une refonte du raisonnement économique au delà du cadre strict de l'approche orthodoxe de l'économie et de son point focal, l'équilibre. La dynamique de la transformation requiert des processus alternatifs de décision en matière de choix économiques dans des contextes complexes et incertains.

Pour mener à bien le programme de transition méthodologique capable de fournir une approche pragmatique de l'économie, nous développons une méthodologie nouvelle (partie I) apparentée à l'approche du contrôle dynamique pour rendre compte des mécanismes économiques dynamiques en œuvre. Ces dynamiques évoluent dans des environnements contextualisés et contraints, en proie à l'incertitude. Des acteurs différents vont interférer dans le système. L'imbrication de ces comportements, de l'incertitude et des contraintes va déterminer les caractères de la viabilité du système et ses capacités de développement durable.

Cette contribution propose en sus que cette réflexion théorique et méthodologie serve de cadre de référence pour examiner des mécanismes économiques dynamiques plus concrets (partie II). Nous proposons ainsi une démarche d'économie expérimentale destinée à décrypter les modes de justifications des changements qui vont pouvoir être mobilisés pour soutenir les transitions énergétiques. Le développement du secteur des énergies renouvelables d'origine végétale (bioénergie) par exemple fournit déjà dans le monde bon nombre d'expériences d'amorces de transitions énergétiques locales ; ce qui nous intéresse est de tenter de repérer les déterminants globaux qui peuvent permettre que les nouvelles énergies et les nouvelles pratiques se diffusent. Nous souhaitons mettre l'accent sur l'articulation entre la transition énergétique et l'amorce de la réflexion en terme d'aménagement du territoire. Articulation que l'approche pragmatique de la viabilité rend impérative.

I. Une Transition méthodologique pour une économie pragmatique

I.1. l'approche de la viabilité et la prise en compte du temps

Le concept de de viabilité, fait référence à une notion formalisée en mathématique¹, en théorie du contrôle. Dans cette approche, la viabilité correspond à une sorte d'efficacité dynamique du système, compte tenu de contraintes d'état du système. Elle repose sur la capacité de régulation du système qui permet d'assurer sa survie et son adaptabilité. Ces travaux de viabilité découlent de résultats mathématiques du contrôle alliant l'analyse multivoque² (set-valued analysis) à un cadre de contraintes sur les variables d'état du système. Précisons aussi, que cette approche fournit un cadre d'analyse dynamique, non déterministe et qu'aucune loi de probabilité n'est posée sur l'évolution des variables.

On comprend l'intérêt que suscite cette approche qui permet de formaliser des processus de régulation et d'adaptation. Mathématiquement l'espace viable³ qui est recherché, aussi appelé «noyau de viabilité», recouvre une infinité de trajectoires possibles y compris celle d'équilibre du système. L'équilibre est donc une solution viable particulière parmi d'autres aussi viables.

I 2. Construire des compromis viables : la méthode de la viabilité

La construction de compromis viable se réfère au mode d'action des stratégies des autorités publiques et est mise en forme à l'aide de l'approche de la viabilité. Cette approche repose sur des travaux mathématiques qui traitent d'évolutions non déterministes pour prendre en compte les phénomènes contingents (incertitude).

Contrairement aux modélisations habituelles des mécanismes dynamiques en économie où les approximations locales sont privilégiées par facilité ouverte par les possibilités de linéarisation locale. La méthode de la viabilité étudie les évolutions contingentes au cours du temps sans recourir à des études locales par les linéarisation.

Une distinction peut être faite entre deux sortes de paramètres «actifs», c'est à dire variants dans le temps:

Les paramètres cybernétiques aussi appelés contrôles ou commande en automatisme ou bien encore régulateurs en sciences sociales et en biologie.

Les paramètres stochastiques sont directement reliés à l'incertitude (endogène et exogène) et rendent compte de la difficulté d'une totale connaissance de leur état. On pose dans la formalisation qu'on n'en connaît que les bornes extrêmes, sorte de pire des cas et de meilleur des cas.

L'ambition de l'approche de la viabilité en économie⁴ est d'examiner si les évolutions non-déterministes (contingentes) des systèmes économiques dynamiques peuvent avoir des évolutions régulières ou aussi stable (dans un sens très souple) que possible permettant de rester viable (en dehors de la crise). L'adaptation étant commandée par la nécessité d'échapper à la crise en restant viable. Les résultats mathématiques et les théorèmes de

1 J.-P. Aubin (1991), *Viability Theory*, Birkhäuser ; J.P. Aubin (1997) *Dynamic Economic Theory: A viability Approach*, Springer Verlag.

2 Dans deux publications récentes C Azariadis apporte un début de légitimité à l'utilisation de l'analyse multivoque en économie, C. Azariadis, B. Smith, " Financial intermediation and regime switching in business cycles " AER vol 88, n°3 1998, C. Azariadis et S. Chakraborty , " Agency costs in Dynamic Economic models ", The Economic Journal 109, avril, 222-241, 1999

3 dont la détermination utilise les résultats de l'analyse multivoque et des inclusions différentielles.

4 Le premier travail publié dans une revue mi économie mi population dont l'éditeur est N. Bonneuil démographe et spécialiste de viabilité, est du à A. Valence , (2005), Demand dynamics in a psycho-socio-Economic evolving network of consumers, *Mathematical Populations Studies*, vol. 12 n°3, July-Sept., pp. 159-179.

viabilité permettent de réduire les choix sur les évolutions possibles, en sélectionnant les états soutenables/viables sans qu'il soit nécessaire de mettre en oeuvre un critère d'optimalité. C'est une sélection plus large que celle de la recherche d'un optimum. Dans cette logique on peut montrer facilement que des décisions non optimales prises à temps sont plus viables que des décisions optimales prises à contre temps. C'est le temps de réaction qui importe plus. Ainsi on comprend directement que l'irréversibilité que l'on identifie dans les mécanismes économiques peut jouer un rôle clef dans les dérapages et les crises.

C'est un peu comme si la méthode de la viabilité procédait à l'envers des méthodes traditionnelles d'étude de systèmes dynamiques à paramètres fixés. Ceux ci analysent les propriétés dynamiques de ces systèmes (existence d'équilibres, stabilité locale ou globale) en fonction de valeurs attribuées aux paramètres (analyse des portraits de phase). La méthode de la viabilité procède à l'inverse : que faire pour rester viable? Quel changement et quelle régulation entreprendre?

A. Formalisation de base:

La formalisation, vise aussi à une simplification dans l'expression, elle est critère d'élégance pour les mathématiciens qui récuse les résolutions de pages et de pages de calcul optimal qu'affectionnent les économistes mathématiciens.

Pour donner une formulation générale : on considère un système dynamique contraint (par K) de variables d'état dépendantes du temps.

Le système dynamique

Le vecteur X des variables d'Etat, sous contrôles du vecteur U.

U est un vecteur de paramètres de contrôle variant dans le temps (paramètres cybernétiques). Le système s'écrit alors simplement:

$$(i) \ x'(t) = F(x(t), u(t))$$

$$(ii) \ u(t) \in U(x(t))$$

(i) est un équation différentielle classique avec F qui commande «les grandes lignes» de l'évolution seulement.

(ii) est une inclusion différentielles, elle fait référence à une formalisation spécifique signifiant que U évolue dans un espace dépendant des variables d'état du système de base.

L'espace des contraintes :

Soit K, qui représente le domaine des contraintes sur les variables d'état, en fonction de considérations soutenables ou simplement possibles⁵.

A priori il n'y a pas de raison que le sous ensemble K de X soit viable relativement au système contrôlé. La finalité de l'approche de la viabilité sera alors d'examiner ce dilemme. Pour ce faire elle adoptera une posture non normative. Cette caractéristique en fait une méthode adéquate pour l'analyse des mécanismes pragmatiques en oeuvre dans les systèmes économiques.

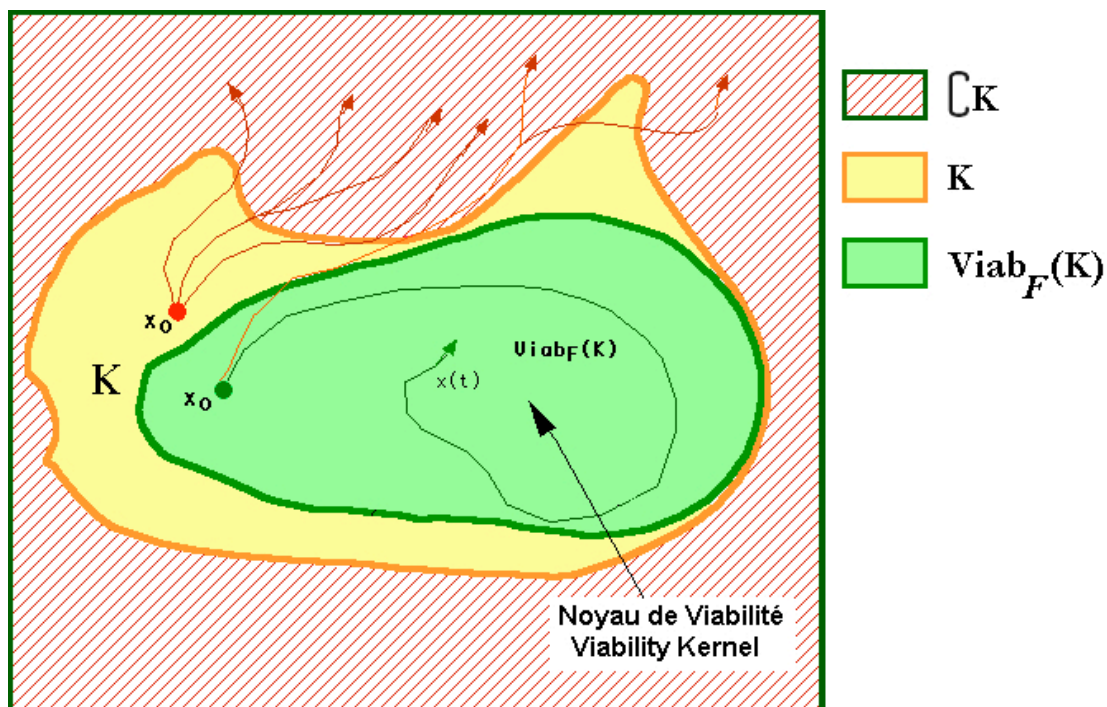
⁵ En économie le domaine de viabilité peut faire référence à des principes de rareté à des stocks minimaux par exemple pour des stock de pêche, les réserves d'une banque centrale, un minimum de salaire institutionnel, une régulation financières...etc.

K sera considéré comme viable du point de vue du système contrôlé dans le sens où à partir de tout état initial $x \in K$ part au moins une évolution $x(\cdot)$, conforme au système contrôlé qui reste dans K pour toujours.

L'objectif de la théorie de la viabilité est de rechercher dans K le noyau de viabilité, $\text{Viab}_F(K)$.

$\text{Viab}_F(K)$ est l'ensemble des positions initiales x_0 , qui $x_0 \in K$ pour lesquelles part au moins une évolution $x(\cdot)$ conforme au système contrôlé, telle que $x(t)$ reste dans K pour toujours.

La méthode permet aussi de mettre en évidence des stratégies de régulation viables (plusieurs peuvent exister) pour le contrôle u , afin d'assurer la viabilité dans le cadre des contraintes et du système contrôlé ⁶. Ainsi peuvent être définies des alternatives pragmatiques qui résultent de choix institutionnels, juridiques ou politiques afin que soit assuré le caractère soutenable du processus (formellement viable).



Les conditions de viabilité dans l'incertitude

Si on considère deux types de contrôlés (paramètres dépendants du temps) régulés par des acteurs économiques différents dans une dynamique d'affrontement (non coopératifs). Prenons pour donner un exemple, un contrôle via une politique de taxation/subvention u dans les mains de l'autorité publique et un autre instrument dans les mains d'acteurs exogènes (les prix internationaux de l'énergie).

⁶ Une résolution mathématique peut permettre de déterminer le noyau de viabilité et les régulations qui y sont associées sous forme analytique. Cependant, grâce aux travaux de Patrick Saint-Pierre (cf. P. Saint-Pierre (1994)), des méthodes algorithmiques permettent de donner des approximations des noyaux de viabilité avec des exemples de régulations et d'en donner des représentations graphiques.

Alors le système dynamique de variable d'état x sous le contrôle de u et de v s'écrit comme suit:

$$(iii) \quad x'(t) = F(x(t), u(t), v(t))$$

$$(iv) \quad u(t) \in U(x(t)) \text{ et } v(t) \in V(x(t))$$

Sur la base d'un tel système avec deux types distincts de contrôles: les contrôles cybernétiques $u(t)$ d'un côté et de l'autre les tychastiques $v(t)$, l'approche de la viabilité propose d'analyser la viabilité du système quelque soit les actions des adoptés par les acteurs qui régulent les contrôles tychastiques (les marches). La viabilité découle du fait que l'on puisse obtenir au moins un contrôle approprié pour que le système dynamique soit conforme à la soutenabilité espérée⁷ (c'est à dire conforme à des propriétés que l'on souhaite voir vérifier, -les contraintes) et ceci quelle que soit l'action menée sur les contrôles tychastiques. Il s'agit de trouver des modes de régulation pour parer tous les cas, par précaution, vis à vis de l'incertitude qui est introduites dans le système de façon exogène par les acteurs extérieurs, en l'occurrence ici le marché de l'énergie).

Une telle problématique permet d'établir en recourant à la théorie des jeux dynamique (jeux différentiels) des «noyaux discriminants», appelés aussi «noyaux de viabilité garantie».

En mettant l'accent sur les comportements à caractère institutionnel et les moyens de mettre en œuvre des coopérations entre des acteurs, la méthode de viabilité permet de dégager des espaces d'arbitrage politique dans les domaines économiques en tenant compte de contextes spécifiques et des degrés de coopérations entre acteurs.

B. Gérer les crises

Dans le cas d'échec de viabilité : quand la dynamique sort des contraintes, on peut déterminer la durée de cet échec, «le temps de crise» et surtout analyser son caractère réversible ou irréversible. Dans le premier cas, il s'agit de déterminer la trajectoire appropriée et les possibles contrôles qui assurent un pilotage efficace, permettant de rétablir la viabilité (cas de réversibilité).

C. La viabilité pour des contextes en transition

Des développements spécifiques ont pu être menés pour fournir un instrument d'analyse des transitions.

La notion de «fonction de versatilité» et les théorèmes qui y sont associés donnent un moyen de mesurer l'impact des paramètres contrôlables sur les évolutions. Elle donne une idée de l'intensité de la réponse aux instruments institutionnels (via le contrôle u) afin de préserver la viabilité des évolutions. Ce cadre conceptuel peut fournir une argumentation de référence de nature scientifique pour mettre en perspective le débat qui se pose en matière de dynamique de transition : gradualisme versus choc.

Un moyen aussi pour restaurer la viabilité d'une situation est de changer plus ou moins instantanément la condition initiale quand la viabilité est remise en question. La formalisation pour se faire est de faire référence à une carte de redémarrage (reset map) Φ qui représente l'ensemble des états de K relatif à un ensemble $\Phi(x) \in X$, de nouvelles «conditions initiales».

⁷ parmi les propriétés classiques des évolutions il y a les équilibres, les évolutions périodiques et les convergences asymptotiques vers une cible ou des contraintes d'état.

En économie encore, les contextes de transition peuvent être caractérisés suivant une «évolution ponctuée» (punctuated evolution) définie comme suit:

Définition : Une évolution ponctuée est une évolution (hybride), combinant des évolutions continues ponctuées par des impulsions discontinues relatives à des temps d'impulsions⁸.

Nombreux sont les exemples qui viennent de différents champs disciplinaires qui utilisent ce cadre de raisonnement des «systèmes hybrides» dès qu'il s'agit de phénomène découlant de l'approche du contrôle.

Des modèles démographiques prenant en compte des discontinuités de processus, tout simplement des décès ou des naissances⁹.

Pour la propagation d'influx nerveux le long des axes des neurones, la neuro-science et la biologie privilégient ces approches plus réalistes que les mécanismes continus analogues à la transmission de courant en électricité.

En intelligence artificielle aussi c'est le cas lorsqu'il est question d'aspects qualitatifs.

Plus généralement ces techniques sont employées pour tous les contrôles qui se déclenchent à la limite (threshold impulse control)¹⁰, quand le contrôle saute au moment où la limite est en passe d'être atteinte.

Les systèmes hybrides peuvent être décrits par une famille de systèmes contrôlés associés à une famille de contraintes de viabilité (sur les états), et qui sont indexés à des paramètres dit «de situation».

En partant d'une condition initiale et d'un espace qui lui est associé, le système contrôlé à partir de la condition initiale gouverne son évolution dans l'ensemble pour une période de temps, jusqu'à ce qu'une nouvelle impulsion remette à jour le système en imposant une nouvelle situation de départ et donc aussi un nouveau système contrôlé, nouveau ensemble de contraintes et de condition initiale.

Le concept de la viabilité s'adapte bien à de tels systèmes d'impulsions et fournit une gamme étendue d'options qui doivent pouvoir guider l'analyse de situation de transition en économie. Par exemple concevoir une cible repérée dans un ensemble de contraintes associé à un système contrôlé par impulsion (évolutions discrètes et continues combinés), on peut étudier plusieurs caractéristiques du noyau de viabilité ainsi que le bassin de capture¹¹ de la cible viable dans l'espace de contraintes. C'est le sous ensemble des chemins/évolutions initiaux, desquels part au moins une évolution viable dans l'espace contraint qui atteint la cible en temps fini. La méthode fournit aussi un algorithme et une loi de régulation gouvernant des options différentes si elles existent pour atteindre la cible, tout en respectant les contraintes.¹²

8 dans la littérature des systèmes hybrides bien connues en ingénierie on les appelle aussi «run» ou exécution. Cf. J.-P. Aubin (2002), A viability approach to impulse control and hybrid systems, « Conférence internationale sur les mathématiques appliquées et les sciences de l'ingénieur », Casablanca, October 23, 2002.

9 Cf. Bonneuil, N. and P. Saint-Pierre (2008), « Beyond Optimality: Managing Children, Assets, and Consumption over the Life Cycle », *Journal of Mathematical Economics* 44 (3-4), 227-241

10 En matière financière on voit bien ici les exploitations possibles pour des régulateurs comme pour des acteurs de marchés.

11 La connaissance mathématique relative à l'approche de la viabilité permet d'étudier des évolutions viables dans un ensemble, des évolutions capables d'atteindre une cible en temps fini. Eventuellement aussi elle pourrait respecter un critère intertemporel (un critère d'optimalité, ou d'autres aussi) J. -P. Aubin, Haddad, « Systèmes évolutionnaires : déterminismes et Chaos », www.lastre.fr, p. 5

12 ref. J. P ; Aubin (2002), p. 1

I.3. De la métaphore à l'exemple

L'approche de la viabilité apporte à la fois un vocabulaire et un mode de réflexion «stylisé», par métaphore. Elle offre un programme de recherche qui permet de faire la synthèse entre les nécessités de terrain et les modes de décisions de différents acteurs concernés. Une réalité complexe en mutations est appréhendée d'un point de vue de sa cohérence.

Le challenge le plus lourd à relever pour l'approche de la viabilité est qu'elle est encore trop récente, peu familière aux économistes, et elle emploie des notions mathématiques aussi relativement récentes. Ainsi, même si on perçoit qu'il faudra du temps pour qu'elle puisse avoir une réelle perspective en économie on peut compter sur la valeur de l'exemple, le prétexte. L'exemple peut jouer ici, de la viabilité en tant que mode de raisonnement, soubassement théorique qui peut s'adapter et clarifier quelque peu un problème qu'on sait complexe.

II. Une réflexion pragmatique et viable pour appréhender les dynamiques de la transition énergétique

L'examen de mécanisme de transition pousse à la limite nos économies standards et révèle des besoins nouveaux en méthodologie. L'exemple des transitions énergétiques qui tentent d'émerger hors des impasses des fonctionnements à long termes de nos économies et de ses crises, offre un cadre de raisonnement à l'approche de la viabilité. Nous allons explorer certain des ressorts de l'analyse pour mettre l'accent sur les mécanismes de cette transition en œuvre pour illustrer des exemples de mécanisme en œuvre. Nous adoptons ici une démarche d'économie expérimentale pour mettre en évidence les connaissances nouvelles fruit de la méthodologie de la viabilité. En effet ces connaissances vont permettre de comprendre d'une manière plus fine les phénomènes économiques réels que ne le permet la théorie standard (centrée sur l'équilibre et les anticipations rationnelles et la certitude associée) ne pouvaient pas expliciter.

Parmi les développements de ses connaissances qui s'ouvrent nous avons choisis d'éclairer en priorité les notions de valeur d'option et de précaution à l'aune de l'approche de la viabilité. Ces considérations de prudence face au temps sont emblématiques des motivations de transition énergétique et des processus globaux de décisions qui l'accompagnent. Dans une dimension plus micro/méso - économique ces priorités se déclinent à travers les efforts qui doivent être entrepris pour dépasser les comportements inertiels. Le pragmatisme devient le mode de gestion de la transition capable d'accompagner le développement durable. L'opposition marché, acteur public n'est aussi plus de mise et le pragmatisme viable rend possible le compromis entre des acteurs économiques divers.

II. 1. De la valeur d'option à la régulation viable : le souci de précaution

Aborder des questions des changements et des transitions, comme aussi les évolutions de long terme en environnement, requiert des analyses en terme de trajectoire et doit faire une large place au concept d'adaptabilité. L'adaptabilité est nécessaire parce que le contexte est incertain. Ainsi la recherche de flexibilité (trajectoire flexible ou contrôlable au sens de l'approche de la viabilité) plutôt que la quête d'optimal normatif mal identifiable dans un futur incertain est plus appropriée. Les réflexions menées sur «les valeurs d'option»¹³ ont fournit des justifications théoriques pertinentes au développement de concept sur la précaution face à l'incertitude. C'est bien dans une telle perspective que peuvent être comprise la

13 C. Henry (1974), "Option Values in the Economics of Irreplaceable Assets", *Review of Economic Studies*, Symposium on the Economics of Exhaustible Ressources. O. Favereau (1988), «Valeur d'option et flexibilité : de la rationalité substantielle à la rationalité procédurale», P. Cohendet et P. Llerena, eds. *Flexibilité, information et décision*, Economica, Paris, pp.122-182.

pertinence économique des recherches locales d'autonomie régionale que l'on peut observer (ex: énergétique, agro-énergie). C'est le cas de l'expérience menée dans la localité Le Mené en France dans la région Bretagne qui fournit un exemple de fonctionnement complexe pour une auto suffisance énergétique

L'évocation de phénomène de «path-dependence»¹⁴ illustre bien que les choix présents conditionnent les trajectoires. Les choix de structures et d'organisation s'inscrivent dans les modes de coordination des agents par l'émergence de formes intermédiaires spécifiques et vont déterminer les comportements des agents dans le temps. De ce fait, les opportunités de développement, de restructuration et de croissance économique vont être affectées par le contexte. L'analyse économique est contextualisée, les décisions sont prises dans des espaces contraints par le réel. L'analyse économique s'inscrit dans les territoires et l'aménagement du territoire retrouve un s

II 2. Pragmatisme versus principe d'inertie

Le rôle du principe d'inertie dans les sciences des organisations et son application à la stratégie des entreprises a été souligné par Pierre Tabatoni et son équipe depuis déjà de nombreuses années¹⁵. Jean-Pierre Aubin en a exprimé le sens en illustrant le propos de ses collègues par l'approche de la viabilité. C'est en procédant par analogie, mais en changeant l'échelle, que nous allons traiter des questions liées à l'inertie des comportements qui paralyse les systèmes économiques. Dans ce cadre aussi il sera possible d'appréhender la place des stratégies pragmatiques qui assurent les réussites des mutations et des transitions. C'est ici une manière d'aborder le rôle de l'Etat dans l'économie en prise dans la dynamique.

Le principe d'inertie, souvent cause de souffrance et des dysfonctionnements.

L'inertie est le fruit d'une suite d'actions passives, d'inactions délibérées. Ces actions, mises bout à bout, causent l'inertie d'ensemble et sont des exemples type d'évolution ponctuées dont la particularité est d'être des familles (concaténations) d'évolutions à régulateurs constants (d'où l'inertie). Ces systèmes rencontrent des contraintes internes et externes, conditions et contraintes de l'environnement ou choix stratégiques de l'entreprise/du pays.

L'enjeu pour une organisation (entreprise ou état) est de faire évoluer (renverser l'inertie) les groupes humains dont des membres poursuivent des objectifs propres et parfois contradictoire pour faire «changer» ces situations de blocage stratégique non viable. L'incapacité à faire évoluer de façon viable pour l'entreprise, elle s'illustre dans la faillite alors que pour le pays c'est le défaut, la chute de production (à l'image de la situation de la Russie en 1998).

«Une stratégie viable, et même optimale, à un instant donné cesse de l'être lorsque le temps s'est écoulé et que les contraintes de viabilité se sont modifiées. Il est alors trop tard pour changer de régulateur avec une vitesse raisonnable. Seule une nouvelle équipe, débarrassée des contraintes du passé, de l'ancienne « culture d'entreprise », a la capacité psychologique de changer de directions.»¹⁶. Echech, scandales divers sont des modes de dénonciations de compromis «culturel», conventionnel aussi qui rendent compte d'un positionnement du système à la frontière du noyau de viabilité.

Alors, le retour à la viabilité, ne repose plus que sur l'innovation et la capacité de s'extraire des états de crise. Différentes options se présentent à nos régulateurs : modifier les régulateurs (agir sur les prix, les taxes, les taux...) soit en changeant les contraintes portant sur les régulateurs eux-mêmes (accélérer ou ralentir les effets), soit en assouplissant les contraintes de rareté (ressources supplémentaires, progrès technologique ou scientifique).

14 G.Dosi et alii (1988) ed, *Technical Change in Economic Theory*, Pinter Publisher

15 Cf. J.-P. Aubin (2010), *La Mort du devin, l'émergence du démiurge. Essai sur la contingence, la viabilité et l'inertie des systèmes*, Ed. Beauchesnes.

16 Cf. J.-P. Aubin (2010) op. cit.

Dans cette façon de concevoir l'analyse du système économique, le fait que la maximisation quitte le statut de diktat théorique universel¹⁷ est certainement le point le plus novateur. L'adaptabilité, le pilotage des stratégies et des dynamiques l'emportent sur la recherche d'optimum dont la signification dans le temps est relative.

Le thème de la diversification des modes d'actions et des acteurs renvoie aussi à une ouverture théorique au delà de l'optimum. Eviter la polarisation et les dérèglements mimétiques générateurs de paniques devient un principe de viabilité et donc de précaution. Les excès de prédation par capture excessive de rente et quête de profit sans fin signalent des situations critiques qui font courir des risques au système économique. Il n'y a donc plus lieu de les justifier et de laisser sans régulation les agissements qui perturbent la viabilité d'ensemble.

Le raisonnement métaphorique¹⁸ permet de comprendre aussi pourquoi «plus les ensembles de régulateurs viables déterminés par la loi de régulations sont grands, plus le système est robuste et résistant aux perturbations et autres erreurs». Ainsi plus les autorités publiques ont d'instruments, plus elle peuvent agir pour assurer la viabilité. C'est presque du sens commun, plus il y a de chance et de moyen d'agir plus le pilotage va avoir des chances de réussir.¹⁹

II.3. La régulation publique et marché : l'heure des compromis

Un dialogue peut ainsi se mettre en place entre la transition méthodologique qu'ouvre l'approche de la viabilité et le pragmatisme mis en œuvre dans les projets concrets de transition énergétique. C'est une nouvelle voie ouverte de réappropriation de l'analyse économique par ses acteurs et ses territoires. Les autorités publiques ont un rôle majeur à jouer pour accélérer et/ou initier les processus de transition et parer à la crise (de viabilité). Elle le font soit par des procédures directes (subventions aux infrastructures) soit indirectes (bonifications d'intérêt, incitations fiscales, taxe sur les énergies...) qui doivent être adaptées et inventées à chaque étape de façon graduelle. En Italie, c'est la taxation sur les énergies fossiles qui passent pour être à l'origine du développement d'un marché domestique des pellets et des chaudières individuelles. Ainsi c'est affirmé le positionnement de l'industrie italienne comme leader mondial du secteur des chaudières individuelles. De plus la demande italienne en combustible bois dont la dynamique passe pour fournir un repère de la dynamique à venir dans les autres pays sert à structurer l'organisation de la production en Europe et au delà. Il est à regretter cependant que l'austérité en Espagne a eu comme premier impact l'arrêt de projet de transition énergétique et le gaspillage d'infrastructure industrielle en cours de mise en place. L'austérité n'est pas un moyen de gérer le développement durable, c'est une méthode fondée sur les équilibres comptables en niant l'impact récessif sur le développement des activités réelles et l'emploi. En conséquence l'austérité est à l'origine de moindres rentrées fiscales qui handicapent à nouveau les équilibres budgétaires.

17 Les sciences cognitives reconnaissent que le cerveau humain ne peut être réduit à une activité de maximisation d'une fonction d'utilité dont l'existence même est depuis des décennies. En témoigne cette remarque du mathématicien Henry Poincaré à Léon Walras: "Satisfaction is thus a magnitude, but not a measurable magnitude"

On pourra se reporter aux vastes travaux de psychologie expérimentale de D. Kahneman sur le sujet : D. Kahneman (2011), *Thinking, Fast and Slow*, Farrar, Straus and Giroux.

18 dont la démonstration mathématique peut être faite sans grande difficulté dans le cadre de la formalisation de la viabilité.

19 La règle de Tinbergen qui énonce le besoin d'un instrument par objectif de la politique économique, est une sorte de version minimale de ce point que la viabilité démontre. Jan Tinbergen, prix en mémoire de A. Nobel en 1969, chercha à déterminer les conditions d'efficacité des politiques économiques. Pour ce faire, il intègre les objectifs que se fixent les gouvernements (contraintes stratégiques) et étudie les instruments nécessaires (régulateurs et leurs vitesses) pour avoir une politique économique cohérente. De cette méthode il tire la conclusion qu'une politique économique, pour être efficace et cohérente (une forme de viabilité), nécessite d'avoir autant d'instruments (fiscalité, politique monétaire, etc.) que d'objectifs (chômage, inflation, etc.). Ainsi s'exprime la «règle de Tinbergen», règle dite de cohérence, Cf. J. Tinbergen (1959) *Selected papers*, Amsterdam.

La justification de l'intervention publique repose sur un impératif de viabilité face à la crise et de gain de temps : une décision prise à temps est plus viable qu'une décision optimale à contre temps. L'approche mathématique de la viabilité permet de démontrer dans un espace dynamique avec contrainte cette proposition. Pour rendre viable les paris sur le futur en matière de reconstruction des équipements et des infrastructures, le raisonnement en terme de gestion viable sera développé par les acteurs décisionnaires pour guider l'action pragmatique et piloter le développement (coordination géographique et coordination des acteurs).

La transition énergétique s'appuie sur le développement de secteurs des énergies renouvelables et leurs intégrations dans les projets locaux, elle combine la prise en compte de contraintes locales et globales en matière énergétiques avec l'évaluation d'atouts géographiques et économiques sectoriels (agriculture, sylviculture). Différents acteurs se trouvent impliqués dans une coopération active qui va pouvoir restructurer le marché du travail local en fournissant de nouvelles activités comme des opportunités de re-industrialisations locales. En fonction des moyens et des coordinations développés, l'ambition peut aller jusqu'à l'autonomie régional en matière énergétique. C'est le cas de l'expérience menée dans la localité Le Mené en France dans la région Bretagne qui fournit un exemple de fonctionnement complexe pour une auto suffisance énergétique.

Une perspective plus globale de la transition énergétique inclue le rôle de marchés standardisés des produits alternatifs à l'énergie non renouvelable. Ces marchés ont connu un développement important depuis plusieurs années (tant pour la fourniture domestique qu'industrielle). Loin d'être absents du raisonnement économique et industriel qui sous-tend la transition énergétique ils sont aussi parties prenantes de cette transition. Ils assurent la fonction de viabilité. En effet, ils servent à gérer les excédents ou les chutes de production, jouent le rôle d'intermédiaires pour lisser les décisions productives dans les périodes d'aménagement des équipements. Ils fournissent une alternative temporaire à la demande dans la phase de mise en place des infrastructures et des équipements alternatifs (chaufferie, réseau de chaleur). C'est aussi par leur existence que se développent des marchés extérieurs qui contribuent à modifier progressivement les comportements des acteurs sur des échelles plus vastes.

La transition énergétique passe ainsi du local au global grâce à une coordination d'ensemble des acteurs: des mécanismes combinant l'intervention des acteurs publics, l'implication d'acteurs locaux en coopération et les mécanismes de marchés avec leurs acteurs institutionnels. Cette coordination pragmatique fait fi de l'alternative traditionnelle marché versus intervention publique qui a longtemps servi de mode de raisonnement pour promouvoir une idée «idéologiquement située» d'efficacité économique fondée sur le calcul financier et la critique systématique des services publics.

On est loin des raisonnements qui confèrent aux marchés une toute puissance sur l'économie et la société dont la perversion amène à justifier la spéculation mondiale et l'incitation à la prédation à grande échelle. Le marché retrouve dans le compromis viable sa vocation d'instrument parmi d'autres de l'économie.

Conclusions : l'économie responsable enfin!

Les transitions et les crises économiques contemporaines ont contribué à faire perdre à l'équilibre et à la certitude leurs positions centrales dans la théorie économique contemporaine amorçant ainsi un tournant paradigmatique. La prédominance de la théorie de l'équilibre général en économie est de plus en plus ouvertement sujette à caution.

C'est une opportunité pour la discipline économique d'acquérir plus de cohérence par rapport au réel. Mais là n'est pas le simple enjeu car cette perception serait bien trop réductrice et facilement critiquable. Le vrai enjeu, loin de laisser de côté l'aspect formel et scientifique

de la discipline, est la détermination d'une formalisation plus adéquate à la dynamique et à la complexité du réel : le progrès méthodologique. Par exigence de réalisme et de pragmatisme, il ne s'agit pas de réduire le débat en terme de formel versus non-formel. La question est plus ample : quel formalisme doit-on proposer pour prendre le relais et englober l'équilibre ? Nous avons tenté de proposer une réponse à cette question en promouvant l'approche de la viabilité et sa vertu de métaphore pour développer une économie plus pragmatique et proposer l'amorce d'une réflexion plus responsable (socialement et environnementalement) en économie avec une fondation méthodologique.

L'universalisme - l'idée de boîte à outil de l'économiste-, valable sur l'ensemble de la planète et portée par des institutions internationales détentrices de la vraie vérité- devient dépassable. Cette croisade des démocraties occidentales au nom de la vérité économique frise l'anachronisme. La perte de la certitude - le cadre de référence à l'analyse économique qui fondait la méthode universelle- a accusé l'incomplétude de l'hypothèse d'anticipation rationnelle. Cet hypothèse fut longtemps un moyen commode de cacher le besoin d'un formalisme plus élaboré pour rendre compte des comportements des acteurs économiques. Cette simplification pratique n'avait de sens que dans un monde immuable et inertiel. Ce n'était qu'une hypothèse momentanée de travail...faute de mieux faire pour l'économiste. Il est maintenant impossible de reculer devant le besoin d'un investissement scientifique nouveau dans la discipline économique: l'ouverture méthodologique est une nécessité. La même exigence s'est imposée dans d'autres domaines liés à la vie et les efforts ont portés des fruits incontestables²⁰. Les progrès dans le domaine de la connaissance du vivant et des applications en biologie ont révolutionné les disciplines connexes. L'économie ne peut plus reporter cette question sur les générations futures.... en feignant d'ignorer.

La portée contemporaine de l'approche dynamique de la viabilité tient aussi à un point central de l'analyse : La place y est faite pour l'action et les choix politiques dans un contexte incertain. L'adaptation institutionnelle et ses évolutions, qu'on sait jouer un rôle dans le développement des économies marchandes dans une dimension historique, n'est plus alors un sujet annexe. La discipline peut trouver là un instrument pour renforcer la cohérence interne entre les aspects formels et institutionnels sans renier la dimension historique. Elle offre une perspective pour dépasser la justification fondée sur cette forme de rationalisme universel et ce système auto-stabilisé que la réalité poursuit en vain.

La société est lasse d'attendre la main invisible stabilisatrice des marchés, tout acteur est maintenant conscient qu'on peut plus compter sur la main visible des états pour peu que ceux-ci soient légitimes et responsables. La souveraineté, le rôle de l'état reprennent alors leur place face à l'abstraction des marchés²¹ .

20 modulo certes des préoccupations morales, mais là aussi tout dépend du cadre de contraintes posées : ce que la société accepte en prenant ses responsabilités en pleine conscience.

21 et non plus comme de simples correctifs de second rang.

Bibliographie complémentaire:

- Aubin Jean-Pierre, (1991), Viability Theory, Birkhäuser
- Aubin Jean-Pierre, (1997) Dynamic Economic Theory, : a viability approach, Springer
- J.-P. Aubin (2010), La Mort du devin, l'émergence du démiurge. Essai sur la contingence, la viabilité et l'inertie des systèmes, Ed. Beauchesnes.
- Robert Barbault et Jacques Weber (2010), La Vie, quelle entreprise ! Pour une révolution écologique de l'économie, Ed. du Seuil.
- Bonneuil Noël. (forthcoming) Maximum under continuous-discrete-time dynamic with target and viability constraints, Optimization.
- Bonneuil, Noël. et P. Saint-Pierre (2008), Beyond Optimality: Managing Children, Assets, and Consumption over the Life Cycle, *Journal of Mathematical Economics* 44 (3-4), 227-241.
- Clément-Pitiot Hélène., (2011), «L'insoutenable légèreté de la globalisation financière», *Revue de Défense Nationale*, dec 2011, n° 745.
- Clément-Pitiot Hélène, Patrick Saint-Pierre (2006) "Goodwin's models through viability analysis methodological investigation for contemporary political economics regulation", *Computational Economics Conference*, Chypres. Juin 2006
- Eber Nicolas, Willinger Marc (2012), L'économie expérimentale, Nv. Édition, Coll. Repère, la Découverte.
- Economistes atterrés (les), (2011), Changer d'économie, nos propositions pour 2012, LLL les liens qui libèrent.
- G.Dosi et alii (1988) ed, Technical Change in Economic Theory, Pinter Publisher
- Dostaler Gilles, Bernard Maris (2009), Capitalisme et Pulsion de Mort, Albin Michel.
- Henry Claude. (1974). – « Investment Decisions under Uncertainty: The Irreversibility Effect », *American Economic Review*, 64(6), pp. 1006-1012.
- D. Kahneman (2011), Thinking, Fast and Slow, Farrar, Straus and Giroux.
- Lawson, Tony. 1997. Economics and reality. London: Routledge and Cambridge social ontology: an interview with Tony Lawson, *Erasmus Journal for Philosophy and Economics*, Volume 2, Issue 1, Summer 2009, pp. 100-122. <http://ejpe.org/pdf/2-1-int.pdf>
- Nieddu Martino., Vivien F.-D., Garnier E., Bliard C., Kurek B., Béfort N. : « Diversity in biorefinery : an interdisciplinary approach on Science, Business and « doubly green » Chemistry », 2nd International Conference on Sustainability Transitions Diversity, plurality and change : breaking new grounds in sustainability transition research, 13-15 juin 2011, Université de Lund, Suède
- Orléan André. (1999), Le pouvoir de la finance, O. Jacob
- Orléan André. (2011) L'empire de la valeur, refonder l'économie, Seuil.
- Passet René (2012), Les grandes représentations du monde et de l'économie, à travers l'histoire, Thesaurus Actes Sud.
- Sapir, Jacques, (2000), Les Trous noirs de la science économique, Albin Michel.



Le mouvement des initiatives de transition : discours, limites et pistes

Simon DE MUYNCK

Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire de l'Université Libre de Bruxelles

Introduction : une crise environnementale avérée

Le mode de vie actuel de nombreux états, basé sur le pétrole bon marché, est indubitablement non soutenable. La crise protéiforme est acceptée par des acteurs de plus en plus nombreux et variés - milieux académique, associatif, institutionnel, et citoyen. Chaque jour, de nouvelles preuves empiriques sont publiées et viennent s'ajouter pour confirmer ce constat alarmant (GIEC, 2007 ; OCDE, 2008 ; WWF, 2012).

Au plan environnemental, en 1972 déjà, le rapport du Massachusetts Institute of Technology (MIT), commandé par le Club de Rome (Meadows et al, 1972) posait l'hypothèse suivante : la perpétuation de la croissance matérielle conduira à un effondrement systémique qui se traduira par la diminution brutale de la population, la chute du PIB et du quota alimentaire par habitant etc.

Depuis, les travaux successifs du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) observent depuis le début des années 1990 de nombreux changements climatiques – variations des températures, des glaces arctiques, des volumes de précipitations, des aspects des phénomènes climatiques extrêmes parmi lesquels sécheresses, vagues de chaleur et cyclones tropicaux (GIEC, 2007). Ils étudient également les impacts et analysent les moyens d'atténuation à mettre en œuvre.

Les organisations non gouvernementales ne sont pas en reste. WWF publie tous les deux ans le « Rapport Planète Vivante » qui a popularisé le concept d'empreinte écologique issu du milieu académique durant les années 1990. La version 2012 de ce rapport confirme l'impact du mode de vie humain observé depuis des décennies sur l'écosystème de la terre. L'indice de Planète Vivante global (IPV) indique une perte de 28% de la biodiversité animale entre 1970 et 2008. En 2008, l'empreinte écologique de l'humanité était de 2,7 hectares globaux par personne, tandis que la bio capacité de la Terre s'élevait à seulement 1,8 hectare global. Cela signifie que le dépassement écologique atteignait les 50%. Durant cette année, la Terre a eu besoin d'un an et demi pour reconstituer les ressources consommées par les êtres humains sur une année. L'empreinte écologique par personne varie évidemment d'un pays à l'autre. Mais on observe une corrélation positive entre le développement d'un pays - mesuré par l'importance de son PIB et les hauts revenus par habitant -, et son empreinte écologique par habitant.

En fait, le dépassement écologique est avéré depuis les années 1970, période durant laquelle la littérature de l'écologie politique radicale était luxuriante. Parmi les six composantes de l'empreinte écologique – terrains bâtis, surfaces de pêche, forêts, pâturages, terres cultivées et empreinte carbone - cette dernière pèse pour 55% (WWF, 2012).

Il est intéressant de constater que le trio de tête des pays dont les empreintes écologiques par habitant sont les plus élevées est composé du Qatar, du Koweït et des Emirats Arabes Unis. Suivent ensuite la quasi-totalité des pays dits développés occidentaux (Danemark, États-Unis d'Amérique, Belgique, Australie ...), mais pas seulement (Singapour ...) (WWF, 2012). Ainsi, la majeure partie des pays dont les empreintes écologiques par habitant sont les plus élevées

ont construit leur mode de vie sur base du bas coût de l'énergie maitresse de notre époque: le pétrole.

Celui-ci présente deux inconvénients de taille : la limitation de ses quantités – certains experts estiment que le pic du pétrole est déjà atteint¹ –, et la dépendance qu'il engendre sur les modes d'habiter, de se mouvoir, de se nourrir, de vivre.

Ce double enjeu – pic pétrolier et changement climatique – inspire une série d'attitudes, de postures, de mouvements, de paradigmes.

Les partisans de la modernisation écologique veulent relancer la machine de la croissance et donc le système économique. Ils promeuvent le primat de la technologie et de la science qui pourraient selon eux résoudre une série de problèmes environnementaux. Ceux-ci ignorent toutefois le célèbre effet rebond, qui annule bien souvent les gains énergétiques acquis.

D'autres optent pour les idées dites décroissantes et veulent remplacer ce qu'ils nomment « l'idéologie croissanciste »² actuelle – qui est créatrice d'un bien-être factice (Cassiers et Delain, 2006), par une société conviviale, relocalisée et porteuse d'une justice sociale forte.

Rob Hopkins, fondateur du mouvement des initiatives de transition³ s'est positionné en faveur d'idées similaires aux idées décroissantes (ou a-croissantes). Il a initié ce mouvement citoyen qui émerge depuis 2006, au Royaume-Uni et qui s'est depuis propagé dans 34 pays, en ciblant au préalable les deux enjeux actuels majeurs précités auxquels l'humanité devra faire face selon lui : le pic pétrolier et le changement climatique.

Il tente de catalyser les énergies et les créativité des citoyennes locales pour adapter un certain nombre de pans sociétaux (énergie, transports, agriculture, etc.) afin que l'homme atteigne une soutenabilité effective, via la diminution de ses émissions de gaz à effet de serre (GES) et via l'amélioration de la résilience⁴ des lieux de vie des populations concernées.

Questions de recherche

Cet article a plusieurs objectifs. Il entend d'abord analyser le discours du théoricien du mouvement de la transition naissant (transition towns), en regard notamment de celui du mouvement de la décroissance, afin d'en extraire les sources d'inspirations mutuelles potentielles.

Il vise également à pointer les limites du mouvement des initiatives de transition qui peuvent freiner sa pérennité à long terme. Partant, il propose des pistes pour favoriser sa reproductibilité, son efficacité et sa durabilité.

Méthode

Nous avons analysé la littérature relative à la décroissance (Ariès, 2007 ; Latouche, 2004 et 2006) et l'avons comparée aux livres fondateurs du mouvement (Hopkins, 2008 ; Chamberlin, 2009) ainsi qu'au contenu idéal du mouvement des initiatives de transition provenant des

1 Pour un examen détaillé de la date estimée du pic du pétrole de la part d'experts indépendants, de divers gouvernements et de différentes compagnies pétrolières, voir Gras, 2007. Peu d'experts estiment l'occurrence du pic au-delà de l'année 2020.

2 Qui consiste en la croyance que la croissance économique est le remède à de nombreux maux, économiques notamment.

3 Nous utilisons le vocable « initiatives de transition » pour caractériser le mouvement initialement baptisé « mouvement des villes en transition » (Hopkins, 2008) car ce dernier s'est propagé dans presque tous les lieux habités et occupés par l'homme : îles, villages, villes, mégapoles et même universités (Edimbourg en transition notamment).

4 La résilience, concept polymorphe, est définie ici comme « la capacité d'un système à absorber les perturbations et à se réorganiser tout en subissant un changement, pour finalement conserver l'essentiel de ses fonctions, structure, identité et rétroaction » (Walker et al, 2004).

sites internet, blogs, radios et films de la Transition culture. Nous avons ainsi pu souligner les postulats différents mais convergents de ces deux discours ainsi que la similarité partielle mais non complète de leurs idées (1).

Après l'analyse des forces et faiblesses inscrites dans le discours du mouvement des initiatives de transition, nous avons éprouvé la réalité vécue du mouvement (2). Six questions ouvertes identiques ont été envoyées aux représentants des initiatives de transition répertoriées comme officielles sur le site Internet du Transition Network. L'examen des réponses recueillies nous a permis de dresser le profil-type d'une initiative de transition (De Muynck, 2010).

L'étude précise des discours respectifs du mouvement des initiatives de transition et de la décroissance ainsi que de la réalité vécue de ses membres nous a permis de délimiter les limites du mouvement des initiatives de transition (3) et de proposer des pistes de réflexion destinées à surmonter ces limites, parfois inspirées de la pensée décroissante (4).

Résultats

1. Analyse du discours

La genèse théorique du mouvement des initiatives de transition est née à Kinsale (Irlande), en 2005. Rob Hopkins, alors professeur de permaculture⁵, engage un plan d'action de descente énergétique avec ses étudiants, en vue d'explorer les pistes possibles de transition vers un futur plus pauvre en énergie. Ce plan, qui couche sur papier les visions prospectives souhaitables concernant les domaines tels que les transports, l'énergie, l'économie, (...) de la ville, verra son application échouer pour deux raisons : le manque de planification préparant les citoyens et les hommes politiques à l'indépendance énergétique et le manque d'implication de la population locale (Hopkins, 2008).

La même année, Rob Hopkins part à Totnes (Royaume-Uni) où il rédige le livre fondateur du mouvement (2008) et établit la première ville en transition. Depuis, des initiatives de transition sont créées partout dans le monde. Leur discours et leur enthousiasme envahissent les esprits. En 2012, le réseau compte 2.803 initiatives parmi lesquelles 421 initiatives officielles et 566 initiatives en cours de démarrage⁶ dans 34 pays, principalement en Europe et aux Etats-Unis.

Les éléments qui font le succès du mouvement

Le mouvement s'appuie sur une série d'éléments clés qui garantissent selon nous la pérennité du mouvement à court et moyen termes. En voici l'aperçu (De Muynck, 2011a).

a. Les deux enjeux sur lesquels s'appuie le discours de Rob Hopkins sont pertinents – les preuves scientifiques de leur véracité sont de plus en plus nombreuses –, et expliqués de manière soignée et accessible dans un livre fondateur – et dans de nombreux écrits connexes ultérieurs - qui décrit la théorie et les principes de base mais aussi les outils servant le lancement pratique des initiatives.

b. Il rend accessibles des concepts jusque-là peu utilisés (indicateurs de résilience territoriale, relocalisation, plans prospectifs) hors des milieux académiques et associatifs travaillant sur la ville, et fixe un cadre d'action pratique mais souple⁷.

5 Le mot «permaculture» – contraction des mots « permanent » et «agriculture» – fut inventé par Bill Mollison et David Holmgren au milieu des années 1970 et désignait à l'origine le projet de créer un ensemble de «systèmes intégrés, évolutifs de plantes et espèces [...] utiles à l'homme» (Mollison et Holmgren, 1978) qui s'éloignaient de la monoculture pour créer des écosystèmes multi-étages, pérennes et comestibles. L'ambition s'est ensuite élargie à l'idée d'un système culturel soutenable, qui envisage la culture dans sa globalité (Holmgren, 2002, p. xv). (De Muynck, 2011a).

6 Qui postulent pour obtenir le label officiel.

7 Notamment via les douze étapes de la transition, qui doivent pour bien faire être respectées, mais qui peuvent faire l'objet d'adaptation en fonction des réalités des lieux concernés par l'initiative de transition : parmi ces étapes on trouve :

b. Il promeut une démarche « bottom up ». Désormais, le génie citoyen est valorisé. Ce sont les citoyens qui agissent, qui proposent des solutions, qui décident de l'avenir de leur quartier, de leur ville, de leur village. Cette nouveauté tranche fortement avec le fonctionnement politique actuel qui accorde au citoyen une influence bien souvent réduite au rôle stérile de consultation. Pour Rob Hopkins, cette impulsion citoyenne n'est pas suffisante. Les idées provenant de la collectivité doivent percoler jusqu'aux organes politiques pour que le changement soit effectif – il encourage donc la création de liens avec les autorités locales (Hopkins, 2008).

c. Rob Hopkins encourage également l'utilisation de méthodes de psychologie du changement destinées à engendrer des réactions collectives positives face aux conséquences effrayantes du changement climatique et de la sortie nécessaire d'un mode de vie complètement dépendant du pétrole. Pour ce faire, il fait appel au Transtheoretical Change Model (TTM) (DiClemente, 2006) qui postule que « le processus de changement par lequel un individu entre et sort d'une addiction est le même que tout processus de changement » (DiClemente, 2006 in : Hopkins, 2008), y compris de comportement. Le TTM vise à enrayer la dissonance cognitive pouvant résulter de la confrontation du mode de vie et du changement sociétal annoncé⁸.

Ce modèle est utilisé conjointement aux modèles FRAMES⁹ et de l'entretien motivationnel (Motivational Interviewing) qui fournissent un cadre et un espace d'expression ayant les mêmes objectifs que le TTM en ce qu'ils faciliteraient la mise en pratique des étapes du changement de comportement (De Muynck, 2011a).

d. Il utilise une série d'outils de facilitation et de techniques d'intelligence collective (open space) afin d'augmenter l'efficacité des réunions et de créer le sentiment que chaque participant a son mot à dire.

e. Il encourage la rédaction de journaux du futur (transition tales), sorte de méthode Couet britannique, qui permet, selon lui, aux citoyens de tracer les contours d'une société décarbonisée et résiliente et de renforcer l'émulsion d'idées collectives. Les plans d'actions de descente énergétique s'inscrivent également dans l'idée de coucher sur le papier les visions du futur désiré, bien que ces derniers comportent une dimension plus stratégique et surtout plus opérationnelle. Ces plans sont l'aboutissement des douze étapes de la transition édictées dans le manuel.

f. Le mouvement assume une sorte de « retour vers le futur » en ce qu'il promeut la réhabilitation de manières de faire et de vivre qui étaient d'application quelques décennies auparavant, sans toutefois faire l'apologie du passé.

g. Enfin, le mouvement s'est très vite consolidé autour d'un réseau très performant qui inspire, encourage, relie, soutient et entraîne les collectivités qui sont engagées dans le mouvement (Hopkins, 2008). Le transition Network Ltd assure la structuration du mouvement. Il accorde le label officiel à chaque initiative, fournit de très nombreux outils (cartes, graphiques, schémas à utiliser lors des présentations), organise des événements, des conférences, des formations (transition trainings), définit formellement les objectifs et les principes, met en place un forum (Transition forum), diffuse les très nombreux livres du mouvement et gère une radio dédiée à la transition (Transition Radio). L'objectif à terme étant de constituer une

la création d'un groupe (1), le grand lancement (4), la réalisation d'actions visibles et concrètes (7), l'initiation à la grande requalification des savoir-faire (8), la création de liens avec les autorités locales (9), l'élaboration du plan d'action de descente énergétique (12) (Hopkins, 2008).

⁸ Des réactions primaires comme le déni, la foi en des solutions irréalistes, la peur qui sclérose, le « survivalisme » seraient de la sorte également évitées (Hopkins, 2008).

⁹ FRAMES : Feedback (rétroaction des risques personnels de continuer dans cette voie), Responsibility (responsabilisation de tous dans le problème actuel), Advice (conseils avisés en vue du changement), Menu of options (présentation d'un panel d'options en vue du changement), Empathy (encouragements en vue du changement), Self-efficacy (renforcement de la capacité de chacun à atteindre l'objectif poursuivi) (Hopkins, 2008).

véritable Transition Culture. Ce réseautage très performant assure la reproduction efficace du mouvement.

La comparaison des discours décroissants et de la transition

Le discours de la transition peut être comparé à celui du mouvement de la décroissance (De Muynck, 2011b).

Si la décroissance s'est imposée en France comme l'étendard derrière lequel émergent les critiques radicales du système actuel et au nom de laquelle sont théorisées les alternatives et les nouveaux possibles, c'est le concept de transition qui domine le mouvement écologiste citoyen dans le monde anglo-saxon (De Muynck, 2011b).

Selon Harribey (s.d.), les sources de la décroissance sont nombreuses. On y retrouve notamment la critique de l'économie conventionnelle et les acquis du Rapport Meadows et al. (1972), le contenu de la pensée radicale de l'écologie politique des décennies 1970 et 1980 (André Gorz, Ivan Illich, Cornelius Castoriadis)¹⁰ ainsi que les écrits de Nicolas Georgescu-Roegen, qui avançait que les activités et le développement économiques s'inscrivent dans un univers physique soumis à la loi de l'entropie (dégradation de l'énergie), ce qui rend leur finitude certaine. La croissance économique matérielle est donc impossible dans un monde aux ressources finies.

Les sources du discours de la Transition se trouvent dans la permaculture. Les soubassements théoriques de ce concept sont les crises et les impacts environnementaux de la société industrielle ainsi que la déplétion du pétrole qui amènerait l'humain à vivre selon un mode de vie préindustriel dépendant uniquement des ressources naturelles et des énergies renouvelables. La permaculture imagine la conception d'une société post-pétrolière au moyen d'un cadre philosophique bien établi (De Muynck, 2011b).

Il est aisé de constater des analogies entre les discours du mouvement des initiatives de transition et la pensée décroissante.

En 2006, Serge Latouche écrivait que le mouvement des initiatives de transition était « peut-être la forme de construction par le bas qui se rapproche le plus d'une société décroissante » (Latouche, 2006). Rob Hopkins lui-même a été inspiré par Ivan Illich, maître-à-penser de ce qui allait devenir la décroissance.

Les analogies s'observent au niveau des critiques portées à l'encontre du fonctionnement des sociétés développées. Citons la démesure des modes de vie occidentaux ainsi que des pays ayant assis leur fonctionnement sur le pétrole bon marché ; la nécessité de diminuer nettement les consommations d'énergie ; l'hyper dépendance au pétrole bon marché des sociétés développées et la nécessité de lier le double enjeu du pic pétrolier et du changement climatique ; la critique du paravent technologique et techniciste ; le stress lié au travail à la fois non épanouissant et dicté par le management productiviste ; l'omniprésence de l'économisme ; le libre-échange mondialisé au détriment de la production locale et nationale ; la détérioration des villes et la faible emprise politique des citoyens.

De nombreuses similitudes peuvent être soulignées dans les propositions.

Rob Hopkins estime qu'il est pertinent de s'inspirer de ce que Mike Davis (2008) a appelé « l'écologie en temps de guerre ». Durant cette période, aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne notamment, de nombreuses décisions politiques (top down) ont été prises en faveur de la relocalisation de l'agriculture (GASAP, AMAP), de l'écologie urbaine, de la diminution de la consommation et de la préservation des ressources issues du pétrole - ces ressources étant

¹⁰ André Gorz a centré la réflexion sur « *la notion de suffisant, incompatible avec celle de rendement maximum* » du capitalisme (Harribey, s.d.), Jacques Ellul et Bernard Charbonneau ont critiqué le système technicien et industriel tandis qu'Ivan Illich a dénoncé (notamment) la contre-productivité des institutions modernes qui, lorsqu'elles ont dépassé un seuil critique (une situation de monopole), deviennent l'obstacle de leur intention première (De Muynck, 2011b).

destinées prioritairement à l'armée et à la promotion des transports alternatifs (Wilt, 2001; Simms, 2005; Gardiner, 2005 ; Davis, 2008). Ces valeurs de préservation, de récupération, de reconversion, de rationnement sont très comparables à cinq des « huit R » que Serge Latouche (2006) utilise comme formule résumant les idées décroissantes: « réévaluer, re conceptualiser, restructurer, redistribuer, relocaliser, réduire, réutiliser, recycler ». « La décroissance fait du neuf avec du vieux » (Ariès, 2007). En outre, Serge Latouche (2006) cite les années 1960-1970 comme étalon en termes d'empreinte écologique. Les deux mouvements promeuvent la relocalisation et les nouvelles formes d'habiter (co-habitat, Community Land Trust), de se déplacer (promotion des vélos, des voitures partagées,...), de penser les rapports économiques (SEL, banques de temps, zones de gratuité) et soulignent la nécessité de modifier l'enseignement tel qu'il est dispensé ainsi que de redonner aux collectivités locales un pouvoir de décision plus important. La permaculture, paradigme du mouvement des villes en transition est peut-être d'ailleurs le nouveau paradigme que réclament les décroissants.

Certaines divergences apparaissent toutefois.

Le postulat de départ des décroissants est celui de « la perte de sens des limites rendue possible et nécessaire par/pour le passage du capitalisme à l'hyper capitalisme » (Ariès, 2007). Le constat liminaire à la pensée de Rob Hopkins est davantage celui de l'imminence de l'épuisement des ressources et du changement climatique. De plus, une divergence claire apparaît entre le discours altermondialiste et anticapitaliste des décroissants et le discours écologiste neutre des « transitionneurs » (Semal, 2010).

La radicalité du discours décroissant tranche avec le caractère tantôt radical, tantôt consensuel du mouvement des initiatives de transition (Semal, 2010b). La critique de la croissance, centrale dans la réflexion décroissante, est absente de façon explicite du discours de Rob Hopkins. Sans doute pour éviter une question politique brûlante et un débat théorique pour le moment confinés aux milieux académiques (Jackson, 2009). Certains avancent que la question ne se pose pas de cette manière : « le mouvement [des initiatives de transition] ne se définit pas comme un mouvement anticapitaliste : sa position serait plutôt de dire que la question ne se pose en ces termes, mais qu'en revanche, il serait intéressant d'envisager que le capitalisme ne puisse pas survivre à la fin du pétrole abondant et bon marché » (Semal et Szuba, 2010a). Reste que le souci d'action, de positivité du discours et d'inclusion d'un maximum d'acteurs sociétaux est crucial pour Rob Hopkins.

La question de la politisation du mouvement est également intéressante et ne pas fait l'unanimité, même au sein du mouvement décroissant. Paul Ariès (2007) pense que ces « (...) expérimentations collectives où s'inventent le monde décroissant doivent être articulées à la construction d'un mouvement politique ». Sans cela, elles ne représenteront que « des robinsonnades » qui non seulement « ne changeront rien aux rapports de forces » mais seront « récupérées par les logiques dominantes ». En France, le Parti pour la décroissance a été créé en 2006. En Belgique, le parti Vélorution a été fondé en 2007 et le mouvement politique des objecteurs de croissance a vu le jour en 2009.

Serge Latouche estime que la création de ces partis est prématurée et que les conditions d'expansion d'une société décroissante ne sont pas réunies (2006). Quant à Rob Hopkins, il pense que les douze étapes de la transition, dont l'une promeut la création de liens avec les autorités locales, seront suffisantes pour faire percoler les idées de la transition vers le monde politique. L'absence de radicalité et de confrontation constitue selon lui un des atouts de son approche.

Par ailleurs, les décroissants théorisent la critique du système en place de façon holistique en pointant des aspects sociaux autant qu'économiques, environnementaux ou même existentiels. Ils avancent la nécessité d'utiliser des indicateurs alternatifs, fustigent la société du travail, visent à renchérir le mésusage (Ariès, 2007), à internaliser les coûts de transports,

à instaurer le revenu maximum autorisé, à abolir l'obsolescence programmée des produits etc. Ainsi, la critique théorique décroissante semble plus complète et plus aboutie que celle du mouvement des initiatives de transition. Toutefois, le mouvement de la décroissance est également critiqué (Di Méo, 2006 ; Harribey, 2007 ; Zaccai, 2011)¹¹.

2. Analyse de la réalité

Takis Fotopoulos (2002) pense que le grand problème d'une politique d'émancipation est « de trouver comment unir tous les groupes sociaux qui forment la base potentielle du nouveau sujet de libération, comment les rassembler autour d'une vision commune du monde, d'un paradigme commun (...) ». Rob Hopkins l'a bien compris puisqu'il conscientise les citoyens et tente de les réunir autour du paradigme de la permaculture.

Néanmoins, la construction de tout discours relève d'un contexte culturel, géographique et idéologique particulier (De Muynck, 2011a). Le discours de Rob Hopkins n'échappe pas à cette règle.

Gil Seyfang (2009a) a analysé le public engagé dans les initiatives de transition de la ville de Norwich et en a montré le caractère peu commun. Il se compose d'une population post-matérialiste, travaillant davantage à temps partiel, plus diplômée que la moyenne et qui évite les statuts élevés d'emplois et de consommation en faveur de l'épanouissement et de l'activisme, principalement à dimension environnementale.

Nous avons analysé 33 initiatives répertoriées comme officielles par le Transition Network. Cela nous a permis de dresser le profil-type d'une initiative : une petite ville (ou sa banlieue) de moins de 10.000 habitants de classe moyenne, abritant des élus politiques et des citoyens fortement sensibilisés aux enjeux écologiques, recelant un passé historique lié à ces questions (De Muynck, 2010). Le profil de Totnes, berceau historique de la transition, est parfaitement concordant avec ce profil-type (Semal, 2010a). La ville compte 7.700 habitants historiquement impliqués dans des activités économiques durables et abrite une communauté new age. Elle accueille également le Schumacher College, un établissement alternatif qui propose notamment un Master en Sciences Holistiques ...

Paul Hatterton et Alice Cutler (2008) estiment aussi que le mouvement doit sortir de sa « niche sociotechnique » et tisser des liens avec des acteurs qu'il a jusque-là peu approchés: « compagnies de bus, promoteurs, supermarchés ». Ajoutons à cette liste les intercommunales de développement économique, de gestion des eaux, de gestion des déchets etc. Cela élargirait son audience et permettrait possiblement de dégager des fonds financiers à injecter dans les initiatives. A ce jour, aucune initiative officielle en Belgique n'a réalisé une telle inclusion d'acteurs.

En termes de soutien financier, soulignons que seuls 58% des 33 initiatives de transition ont demandé un soutien (financier, matériel ou logistique) auprès de leur autorité politique locale. Parmi celles-ci, 40% en avaient reçue. La majorité de ces aides financières ponctuelles oscillaient entre 250 et 6.000 euros.

3. Les limites du mouvement

Après avoir analysé le discours du mouvement en comparaison avec celui de la décroissance et après avoir étudié le mouvement tel qu'il est vécu, il est possible de pointer les limites du mouvement des initiatives de transition (De Muynck, 2011a).

¹¹ Les critiques portant principalement sur la dimension malthusienne du mouvement de la décroissance, sur la défection politique qu'elle engendre, sur ses relents spiritualistes, biologisants, réactionnaires, ruralistes, antiféministes (Di Méo, 2006), sur sa confusion entre croissance et développement et sur les conséquences économiques d'un programme inspiré par ces idées (Harribey, 2007 ; Zaccai, 2011).

Le profil-type de l'initiative de transition qui fonctionne et qui pérennise ses actions est assez peu courant et est difficilement reproductible (De Muynck, 2011a).

Par ailleurs, concernant le financement des initiatives, ceux-ci sont très souvent ponctuels et en très grande majorité dérisoires au regard des enjeux que celles-ci décident d'affronter. Seules deux initiatives sur 33 étaient financées de manière plus imposante. Parmi ces deux initiatives, la durée de l'aide la plus longue recensée provenait du Low Carbon Community Challenge (LCCC) et durait deux ans. Or, le financement structurel et permanent est une des conditions évidentes de la pérennité du mouvement à moyen et long termes (De Muynck, 2011a).

Si Rob Hopkins insiste sur l'importance de la dynamique citoyenne locale « bottom up », il est conscient que des mécanismes nationaux et internationaux devront être mis en place. Il en cite d'ailleurs quelques-uns dans le Manuel de la Transition : protocoles internationaux forts sur le changement climatique, application du scénario de contraction et convergence, moratoire sur la production de biocarburants, protection de la biodiversité, quotas d'émission carbone personnalisés, dévolution du pouvoir aux collectivités locales etc. (Hopkins, 2008). Mais nous nous interrogeons sur les moyens utilisés par le mouvement pour générer les forces de changement ascendantes partant de la collectivité vers les entreprises, organisations et enfin institutions locales, nationales et internationales. La seule réponse d'Hopkins à cette interrogation se situe dans l'assertion suivante : « les réponses nationales et internationales sont plus probables dans un environnement où les collectivités locales sont nombreuses et enthousiastes » (Hopkins, 2008). Mais les changements devront à l'avenir être significatifs au niveau des pratiques mais aussi et surtout au niveau des « politiques et des institutions » (Zaccaï, 2011). Nous pensons donc que l'assertion de Rob Hopkins surestime la capacité de changement politique des citoyens a fortiori dans les conditions de fonctionnement politique actuelles. L'anti militantisme explicite du mouvement (Semal, 2010) risque de poser problème à plus long terme, lorsqu'il faudra peser politiquement sur des décisions importantes (décisions sur les dynamiques économiques d'importation et d'exportation de produits, sur l'isolation de l'habitat, sur le réseau de transports collectifs locaux, sur la gestion des eaux, des déchets, de l'aménagement du territoire etc.). Nous avançons que le niveau de prise de décision et la percolation des idées du mouvement semble excessivement faible pour espérer quelque changement notable que ce soit. En clair, la dynamique « bottom up » ne suffira pas et l'institutionnalisation du mouvement est insuffisante.

Dans la plus grande enquête menée à ce jour sur le mouvement des initiatives de transition, Gill Seyfang (2009b), a interviewé 74 coordinateurs d'initiatives de transition britanniques à propos des réalisations des initiatives qu'ils géraient.

Graphique 1. Réalisations les plus courantes des initiatives de transition britanniques (Seyfang, 2009b).

Domaine de réalisation Sous-domaine lié	%
Gestion du groupe / Gouvernance	52,1
Etablissement du groupe	27,4
Formalisation / Officialisation du groupe	9,6
Création de sous-groupes	20,5
Communication	9,6
Création de liens	46,6
Avec le gouvernement local	28,8
Avec d'autres groupes locaux	12,3
Avec les écoles	11
Sensibilisation et participation / engagement de la collectivité	68,5
Activités liées à l'Alimentation et au jardinage	39,7
Promotion de l'alimentation locale	13,7
Agriculture soutenue par la collectivité	8,2
Allotements / Parcelles	13,7
Jardins communautaires et vergers	11
Partage / Soutien de jardins	5,5
Activités liées aux déchets	12,3
Projets liés aux sacs de courses	8,2
Activités liées à l'énergie	11
Activités liées à l'économie	5,5
Activités liées aux transports	5,5

Comparons ces réalisations avec les secteurs qui contribuent le plus aux émissions de gaz à effet de serre (GES) en Wallonie (IWEPS, 2011).

Tableau 1. Répartition sectorielle des émissions de GES en Wallonie en 2008 en Kt éq. CO₂ (IWEPS, 2010). (Source : AWAC, Inventaire GES, 2010^{12,13})

Secteurs	Nombre de Kt éq.CO2	%
Industrie (combustion)	13.463	28,1
Transports	10.148	21,2
Industrie (procédés)	7.587	15,9
Résidentiel	6.403	13,4
Agriculture	4.591	9,6
Energie (centrales électriques ...)	2.767	5,8
Tertiaire	1.822	3,8
Autres	734	1,5
Déchets	314	0,7
TOTAL (hors gaz fluorés)	47.831	100

On ne peut que constater la très faible part des initiatives ayant œuvré dans les secteurs clés que sont l'industrie, l'énergie, les transports, les activités économiques, le résidentiel ...

Il est donc permis de questionner l'impact, en termes de diminution carbone, des initiatives de transition.

Le manque de ressources, d'ailleurs cité comme deuxième défi que les coordinateurs des initiatives de transition rencontrent (Seyfang, 2009b) et la faible institutionnalisation du mouvement constituent donc selon nous deux lacunes majeures du mouvement.

Rob Hopkins avance que le mode de vie occidental, dépendant du pétrole, est comparable à celui d'un individu victime d'une addiction. Il mêle des modèles de psychologie du changement (TTM) et promeut la création de groupes ou d'espaces d'expressions (FRAMES, Interviews motivationnelles). L'idée paraît séduisante, mais des travaux imposants portant sur la consommation et les motivations humaines estiment qu'il est « pratiquement impossible de construire des modèles causaux universels avec lesquels on pourrait construire des politiques de changement de comportement dans différents domaines » (Jackson, 2005). Les biens et les services employés par les humains sont insérés dans la structure culturelle de nos vies. A travers eux, l'humain satisfait ses besoins, ses désirs, communique symboliquement à propos de son identité, de sa culture. Le simple caractère habituel de la consommation constitue un écueil au changement de comportement de consommation, tout comme, de façon plus évidente, les normes sociales et les attentes de la culture dans lesquelles il s'inscrit. De plus, le comportement de consommation est fortement influencé par les émotions, et peut connaître des ressorts altruistes autant qu'égoïstes (Jackson, 2005). Dès lors, changer le comportement nécessite une action holistique ayant un effet sur tous les volets (psychologiques, sociaux, affectifs, liés aux normes sociales etc.) qui lui sont associés. Se servir d'un seul modèle de psychologie du changement semble donc réducteur (De Muynck, 2011a). En outre, selon Jackson (2005), il y a un manque de preuves empiriques démontrant que les processus initiés par les collectivités locales puissent atteindre les niveaux de changements de comportements

12 Kt éq. CO₂ : kilo tonne équivalent CO₂.

13 Emissions brutes de GES (c'est-à-dire sans déduction des quantités de CO₂ stockées au niveau des puits de carbone - forêts, sols agricoles). Sont exclues pour le calcul de ces émissions dans le cadre du Protocole de Kyoto, les émissions de CO₂ liées à la biomasse (bois résidentiel, biomasse dans les déchets et biomasse dans l'industrie) et au transport aérien international (civil). L'aviation militaire a été incorporée dans le secteur des transports. Il n'a pas été tenu compte des gaz fluorés (ces émissions sont difficiles à répartir). IWEPS, 2008, <http://www.iweps.be/repartition-sectorielle-des-emissions-de-gaz-effet-de-serre>

nécessaires pour rencontrer les objectifs environnementaux et sociaux annoncés. On ne sait pas encore à l'heure actuelle « quelles formes ces initiatives doivent prendre, comment elles doivent être soutenues, quelle forme devrait prendre la relation avec le gouvernement pour que celle-ci soit la plus efficace (...) et quels types de ressources ces initiatives requièrent (...) » (Jackson, 2005).

Les journaux du futur (Transition Tales) sont un bon exercice d'imagination prospective, destiné à favoriser l'exaltation d'idées citoyennes en faveur des changements structurels jugés nécessaires. Cette proposition positive et inclusive – chaque citoyen est invité à y prendre part –, se démarque des positions parfois contestataires des militants écologistes et des médias plus radicaux (journal La Décroissance en France). Si ces exercices ont le mérite de préciser les contours du futur souhaité par le mouvement de la Transition, ils ne franchissent pas l'étape des robinsonnades théoriques qu'évoquait Ariès (2007). « Un projet social et politique ne vaut jamais uniquement par l'horizon idéal qu'il décrit, ses conditions de réalisation comptent tout autant, et peut-être plus » (Rumpala, 2009). Quant aux Plans d'action de descente énergétique, ils comportent une dimension stratégique et opérationnelle, mais rares sont les initiatives de transition ayant mis en œuvre un tel plan, parmi les 2.803 initiatives répertoriées au réseau. La percolation des idées de la transition dans le monde politique semble donc encore déficiente. Et quid de la valeur réellement transformatrice de ces plans ?

4. Pistes de réflexion

Malgré toutes ces critiques, le mouvement des initiatives de transition n'en constitue pas moins une piste expérimentale prometteuse au vu des enjeux actuels. Le mouvement, tel qu'il vécu, pourrait en effet bien être « l'idéal de vie difficile à trouver » qu'évoquait Lipovetsky (2009). Il bénéficie d'une organisation et d'un réseautage internes impressionnants qui favorisent indéniablement sa reproductibilité. L'élan positif qu'il a su insuffler doit servir d'exemple aux partisans des idées décroissantes. En outre, le caractère actuel du discours du mouvement des initiatives de transition jouera, à terme, en sa faveur.

Nous pensons que le mouvement des initiatives de transition devra toutefois surmonter les obstacles inhérents à sa propre approche et au cadre institutionnel et politique dans lequel il s'inscrit.

Le profil-type des initiatives devra être étendu via une inclusion plus efficace de tous les citoyens et de tous les acteurs sociétaux, en particulier ceux dont le niveau de décision est le plus élevé (intercommunales de développement économique, de gestion des eaux, des déchets, des transports etc.). Les initiatives devront chercher à bénéficier d'aides permanentes et structurelles. Les moyens de générer des forces de changement ascendantes devront être précisés. Le caractère réducteur des modèles de psychologie du changement utilisés devra être surmonté en activant davantage de leviers en faveur de changement (psychologiques, sociaux, affectifs, liés aux normes sociales, aux habitudes) (Jackson, 2005). Le caractère opérationnel du mouvement devra être amélioré en optimisant son institutionnalisation et en réfléchissant à l'opportunité de la politisation du mouvement. Ce dernier point pourrait favoriser son expansion et son opérationnalité (Semal, 2009).

La décroissance pourrait quant à elle trouver dans le mouvement des initiatives de transition un « second souffle en confrontant sa théorie à des territoires » (Semal, 2010b).

Enfin, nous pensons que le mouvement des initiatives de transition – axé sur l'action – pourrait s'inspirer des écrits décroissants pour optimiser son discours, étendre son champ d'action et améliorer notamment sa relation avec le levier politique. Car si « c'est du vécu concret des citoyens que procèdent les attentes et les possibles » (Latouche, 2005), il ne faut pas occulter la réalité des rapports de forces modernes, la complexité et la multiplicité des

problèmes. A ce titre, d'aucuns ont démontré que « l'écologie en temps de guerre » a été une expérience politique écologique efficace et inclusive dès lors que les forces de changement ont été conjointement initiées par les pouvoirs publics et par les citoyens (Wilt, 2001; Simms, 2005; Gardiner, 2005 ; Davis, 2008), tout comme la période spéciale à Cuba (Servigne et Araud, 2012).

Le temps passe et les défis sont immenses.

Simon De Muynck, 2012.

Bibliographie

- ARIES, P. (2007), *La décroissance, un nouveau projet politique*, Golias.
- CASSIERS, I. et DELAIN, C., (2006), «La croissance ne fait pas le bonheur: les économistes le savent-ils?», *Regards économiques*, n°38
- CHAMBERLIN, S. et HOPKINS, R. (2009), *The Transition Timeline: for a local, resilient future*, Greenbooks, Totnes.
- DAVIS, M. (2008), « Ecologie en temps de guerre. Quand les Etats-Unis luttèrent contre le gaspillage des ressources », *Mouvements*.
- DE MUYNCK, S. (2010), « Les villes en transition : discours, réalité, reproductibilité », *Mémoire de fin d'études*, ULB, 165p.
- DE MUYNCK, S. (2011a), « Initiatives de transition : les limites du mouvement », *Barricade ASBL*, 12p.
- DE MUYNCK, S. (2011b), « Transition et décroissance : analogies et divergences », *Barricade ASBL*, 11p.
- DICLEMENTE, C. (2006), *Addiction and Change: how addictions develop and addicted people recover*, Guilford Publications.
- DI MEO, C. (2006), *La face cachée de la décroissance. La décroissance : une réelle solution face à la crise écologique ?*, L'Harmattan, Paris, 202p.
- FOTOPOULOS, T. (2002), *Vers une démocratie générale. Une démocratie directe, économique, écologique et sociale*. Seuil, 244p.
- GARDINER, J. (2005), *Wartime Britain 1939-1945*, London, Headline Book Publishing.
- GIEC, (2007), « Rapport du Groupe de travail I du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat », *Résumé à l'intention des décideurs*, 18p.
- GRAS, A. (2007), *Le choix du feu. Aux origines de la crise climatique*, Fayard, 277p.
- HARRIBEY, J.-M., (s.d.), « La décroissance, nouvelle utopie ou impasse ? », *Encyclopedia Universalis Forum*
- HARRIBEY, J.-M., (2007), « Les théories de la décroissance : enjeux et limites », *Cahiers Français, « développement et environnement »* n°337, Mars-Avril, pp.20-26.
- HATTERTON, P. et CUTLER, A. (2008), « The rocky road to a real transition: the transition towns movement and what it means for social change », *Trapese Collective*.
- HOLMGREN (2002), *Permaculture. Principles and Pathways beyond Sustainability*. Hepburn, Victoria: Design Services.
- HOPKINS, R. et al, (2005), "Kinsale Energy Descent Action Plan (KEDAP) – Version.1", Kinsale Further Education College.
- HOPKINS, R. (2008), *The Transition Handbook; from oil dependence to local resilience*, Totnes, Greenbooks.
- ILLICH, I. (2005), *Œuvre complètes, Volume 1*, Fayard, 952p.
- ILLICH, I. (2009), *Œuvre complètes, Volume 1*, Fayard, 786p.

- IWEPS, (2011), Répartition sectorielle des émissions de gaz à effet de serre en Wallonie en 2008, <http://www.iweps.be/repartition-sectorielle-des-emissions-de-gaz-effet-de-serre> .
- JACKSON, T. (2005), «Motivating Sustainable Consumption: a review of evidence on consumer behaviour and behavioural change», SDRN, London, Policy Studies Institute, University of Surrey, 154p.
- JACKSON, T. (2009), Prosperity without growth, the transition to a sustainable economy, Sustainable Development Commission (SDC), 136p.
- LATOUCHE, S. (2004), Petit traité de la décroissance sereine, Mille et une nuits.
- LATOUCHE, S. (2005), « Vers la décroissance. Eco fascisme ou éco démocratie », Le Monde Diplomatique.fr.
- LATOUCHE, S. (2006), Le pari de la décroissance, Fayard.
- LIPOVETSKY, G. (2009), « la société d'hyperconsommation : sommes-nous plus heureux? » Conférence, ULB.
- MOLLISON, B. et HOLMGREN, D. (1978), Permaculture One: A Perennial Agriculture for Human Settlements. Melbourne, Transworld.
- OCDE, (2008), « Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2030 », Résumé en français.
- RUMPALA, Y. (2009), « La décroissance soutenable face à la question du comment ? », Mouvements.
- SEMAL, L., SZUBA, M. (2009), « Les Transition Towns : résilience, relocalisation et catastrophisme éclairé », Entropia n°7, Parangon.
- SEMAL, L. et SZUBA, M. (2010a), « Villes en transition : imaginer des relocalisations en urgence », Mouvements.
- SEMAL, L. (2010b), « Plans de limitation énergétique pour la décroissance », Entropia n°9, Parangon.
- SERVIGNE, P. et ARAUD, C. (2012), « La transition inachevée. Cuba et l'après-pétrole », Barricade, Centre d'éducation permanente, 12p.
- SEYFANG, G. (2009a), « Report of the 2009 membership survey », Transition Norwich, University of East Anglia.
- SEYFANG, G. (2009 b), « Green shoots of sustainability. The 2009 UK Transition Movement Survey », University of East Anglia, 14p.
- SIMMS, A. (2005), Ecological Debt: The Health of the Planet and the Wealth of Nations. London, Pluto Press, 241p.
- WACKERNAGEL, M. et REES, W. (1998), Our ecological footprint: reducing human impact on the earth, New Society Publishers, 178p.
- WALKER, B. et al, (2004), "Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems", Ecology and society 9 (2).
- WWF (2012), « Rapport Planète Vivante », Synthèse, version française. 27p.
- WILT, A.F. (2001), Food for War – agriculture and rearmament in Britain before the Second World War. Oxford, Oxford University Press.
- ZACCAÏ, E. (2011), 25 ans de développement durable, et après ?, PUF, Université de Lausanne, 237p.



Transition de la société vers un développement durable et objectifs à long terme

Alain HENRY

Task force Développement durable du Bureau fédéral du Plan¹

1. Introduction

Nos sociétés n'ont atteint des sentiers de développement durable ni au niveau belge, ni au niveau mondial. L'approche par pilier permet de décomposer ce diagnostic en commençant par le pilier économique, dont la crise actuelle va notamment de pair avec une augmentation du chômage (ILO 2012) et de grandes incertitudes sur le financement des futures politiques sociales (pensions, santé publique, sécurité sociale) et environnementales (lutte contre les changements climatiques, protection de la diversité biologique). Dans tous les pays, même ceux privilégiés comme la Belgique, le pilier social est touché par une pauvreté creusant une inégalité multidimensionnelle croissante, par exemple en matière de santé (Dierckx et al. 2010, Vranken et al. 2012, ONU 2011). C'est le cas aussi du pilier environnemental, les limites physiques de la planète étant dépassées, que ce soit pour le climat, la diversité biologique ou le cycle de l'azote (Rockström et al. 2009, IPCC 2007, MEA 2005). Cette situation appelle des réponses reconnaissant que, comme le souligne Meadowcroft (2009), la gouvernance pour un développement durable est *irréductiblement politique*. L'état actuel du pilier institutionnel ne permet pourtant ni de formuler ni d'adopter ces réponses politiques qui orienteraient le développement vers un développement durable.

La gravité de ce constat contraste avec la lenteur des changements rapportés sur tous ces piliers (TFDD 2009). La question posée est donc celle d'une transition, c'est-à-dire une transformation «*progressive, qui s'étend sur de longues périodes d'au moins une génération (25-50 ans)*». Une transition est un «*changement structurel de la société qui est le résultat de développements, qui interagissent et se renforcent mutuellement, dans les domaines de l'économie, de la culture, de la technologie, des institutions et de l'environnement*» (Rotmans 2003, p. 14). Une telle transition vers un développement durable est jugée nécessaire par de nombreux auteurs (comme Loorbach et Rotmans 2006, NRC 1999).

Avant d'établir des chemins de transition, il est toutefois nécessaire de définir une vision à long terme (VLT) de développement durable vers laquelle la société pourrait évoluer. Ce processus est éminemment politique (Meadowcroft 2009). Le gouvernement belge a ainsi mis en place un processus (Moniteur Belge 2010, BFP 2013) pour établir une VLT fédérale en 2012. Le noyau d'une telle VLT est un ensemble d'objectifs à long terme. Cette notion est au cœur du débat sur la transition et selon certains il serait même possible de définir le développement durable par les objectifs qu'il cherche à réaliser (Kates et al. 2005). Une démarche politique possible pour définir le noyau d'une VLT est de partir des accords politiques existants, en particulier de ceux adoptés dans le cadre de conventions internationales (NRC 1999, TFDD 2005 et 2007). Certains objectifs de long terme ont en effet déjà été adoptés ou proposés par la communauté internationale: les objectifs de développement du millénaire (ONU 2002a), l'objectif de limiter le réchauffement global à 2°C au dessus des températures pré-industrielles (CCCC 2010) et les objectifs de développement durable (ODD) lancés à Rio+20 (ONU 2012). Mais s'il est possible d'établir un consensus sur des objectifs de long

¹ Corresponding author: Alain Henry, ah@plan.be, 02.507.74.76

terme dans de nombreux engagements internationaux, l'accord est toutefois beaucoup plus difficile à établir sur les politiques et les moyens à mettre en œuvre pour réaliser ces objectifs, notamment dans le domaine de l'environnement (Jabbour et al. 2012). Il est donc utile de définir plusieurs scénarios qui conduiraient chacun, mais avec des politiques différentes et avec une VLT différente, à la réalisation du même ensemble d'ODD. L'utilisation de scénarios permet en outre d'intégrer dans une analyse de développement durable la complexité et le caractère systémique des défis que nos sociétés doivent relever, ainsi que les incertitudes qui y sont liées (Swart et al. 2004).

Dans la prospective en matière de développement durable, les scénarios existants sont le plus souvent sectoriels ou thématiques, par exemple limités au domaine de l'énergie et des changements climatiques (IPCC 2000, Anderson et al 2008), du transport (Bannister et Hickman 2012), de l'économie (Fouré et al. 2010), de la consommation (Crivits et al 2010) ou de l'aménagement du territoire (Robert et Lennert 2010). Pourtant le développement durable demande une approche systémique reliant entre elles toutes les composantes d'une société (comme dans Rotmans et al 2000). C'est pourquoi les travaux de prospective de la Task force Développement durable (TFDD) présentés dans cet article couvrent plusieurs domaines et piliers du développement. Ils relient une proposition d'ensemble d'objectifs de développement durable (ODD), d'une part, à des scénarios traçant un chemin de transition pour les atteindre, d'autre part.

La démarche de prospective adoptée pour ces travaux est articulée sur la méthode de *backcasting* (Dreborg 1996) et sur la *prospective participative*. La section 2 présente le cadre institutionnel sur lequel ces travaux sont fondés. La section 3 présente les méthodes, les modèles et les outils participatifs utilisés dans cette démarche. Elle explicite les principales hypothèses, en particulier celles portant sur la définition des ODD. La section 4 expose les deux scénarios qui ont été proposées pour 2050 à partir des ODD, y compris des propositions de mesures politiques. La section 5 présente une discussion de ces travaux, notamment en reliant les ODD à la VLT définie dans la loi. Elle tire quelques enseignements du travail participatif réalisé et propose une réflexion sur la nature des objectifs de développement durable.

2. Contexte institutionnel

Le développement durable a été adopté comme projet à l'échelle mondiale (Gouzée et al. 1999a) pour apporter des réponses aux problèmes globaux décrits ci-dessus (pauvreté croissante, croissance démographique, réchauffement global, épuisement des ressources naturelles, réduction de la biodiversité, etc.). La nécessité d'une transition vers un autre mode de développement économique et social avait été progressivement reconnue dans les années '60 et '70, notamment par le Club de Rome en 1972. Il avait posé le concept de limites physiques à la croissance économique, et déjà annoncé que la poursuite d'une telle croissance, compte tenu de ces limites, aurait de graves conséquences économiques, sociales et environnementales (Meadows *et al.* 1972; Endl, Berger & Sedlacko 2012). Dans les années '80, la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, dite Commission Brundtland, avait plaidé en faveur d'un nouveau type de développement qui permette de lutter contre la pauvreté pour aider le monde tout en protégeant et en valorisant mieux les ressources naturelles de la planète (CMED 1987). La communauté internationale sous l'égide de l'ONU a ensuite défini cet engagement politique au plus haut niveau à la *Conférence sur l'Environnement et le Développement* à Rio en 1992, puis elle l'a renouvelé et confirmé en 2002 au *Sommet mondial du Développement durable* de Johannesburg et en 2012 à la Conférence sur le Développement durable de Rio.

En Belgique fédérale comme dans d'autres pays du monde et comme dans les entités

fédérées en Belgique (TFDD 2013), des aménagements ont été apportés progressivement au pilier institutionnel pour pouvoir mettre en œuvre ces engagements et pour aider la société et les gouvernants à orienter la décision politique vers un développement durable. C'est au niveau fédéral que les premiers pas ont été faits en créant par la loi de mai 1997 le mécanisme à la base de la stratégie fédérale de développement durable ainsi que ses principaux instruments (Moniteur belge 1997). Cette stratégie organise une boucle d'apprentissage de la politique fédérale de développement durable à l'aide de rapports scientifiques d'évaluation et de prospective, suivis de plans élaborés par l'administration fédérale et d'avis de la société civile. Dans le même contexte, un cadre de stratégie nationale de développement durable a été proposé en 2005 (CIMDD 2005) et le développement durable a été introduit dans la constitution belge en 2007.

La Déclaration de Rio (ONU 1992a) ayant défini 27 principes de développement durable, cinq d'entre eux ont été sélectionnés par les Rapports fédéraux (RFDD) de la stratégie fédérale (TFDD 1999, pp. 32-40). Ils ont été utilisés pour définir ce concept d'une façon suffisamment transversale et innovante et ils ont formé un cadre pour l'élaboration et l'évaluation des politiques de développement durable. Outre leur mission d'évaluation, les RFDD ont également une mission de prospective. Des objectifs de développement durable à l'horizon 2050 ont ainsi été proposés dès 2005 dans les RFDD, associé à des objectifs concrets, ainsi qu'à une méthodologie pour les établir (TFDD 2005, 2007). En outre les RFDD doivent contenir *«un exercice de prospective présentant les évolutions prévues eu égard aux développements aux niveaux européen et international et contenant des scénarios de développement durable alternatifs pour atteindre les objectifs de développement durable fixés dans la vision à long terme»*.

Les scénarios de prospective présentés ici ont été publiés dans le RFDD 2007. Ils ont influencé les étapes ultérieures de la boucle d'apprentissage en montrant pour la première fois en Belgique qu'il est possible d'esquisser des chemins vers une vision 2050 crédible et respectant les grands principes de développement durable. Cette notion ayant été concrétisée en Belgique, la loi révisée en 2010 a stipulé que le gouvernement fédéral doit fixer une vision fédérale à long terme de développement durable (VLT). *«La vision à long terme comprend les objectifs à long terme poursuivis par le gouvernement fédéral dans les politiques qu'il mène. [...] Elle fixe également un ensemble d'indicateurs permettant de rendre compte de l'atteinte de ces objectifs»*.

3. Méthodes et matériel

3.1 Démarche prospective

Sur la base d'une revue de la littérature et de l'analyse de 6 projets de prospective réalisés en Belgique (Zuinen et Delbaere 2008), la démarche prospective adoptée répond à la préoccupation de M. Godet (2006): *«la prospective s'attache à « voir loin, large et profond, penser à l'homme, prendre des risques » (Gaston Berger), mais aussi à voir autrement (innovation) et ensemble (appropriation) et à utiliser des méthodes aussi rigoureuses et participatives que possible pour réduire les inévitables incohérences collectives»*. En outre, sur la base de Jouvenel (2002), les exigences suivantes caractérisent aussi notre démarche:

- porter sur le long terme;
- offrir une certaine marge de manœuvre;
- être quantitative et qualitative;
- être systémique et pluridisciplinaire;

- intégrer ruptures et discontinuités.

a. Approche par scénarios

La démarche prospective de la TFDD est une démarche par scénario. Chaque scénario comprend trois éléments (également repris à la démarche de Jouvenel 2002):

- une base, qui est la description de la situation actuelle;
- une image finale, qui est la description de la situation à l'issue du scénario;
- un sentier de développement, qui relie la base à l'image finale.

Les scénarios construits par la TFDD répondent à une exigence supplémentaire : ce sont exclusivement des scénarios de développement durable, c'est-à-dire que le sentier de développement respecte les principes d'un développement durable (ONU 1992a et TFDD 1999) et que l'image finale correspond à un monde en développement durable.

b. Objectifs de développements durable et vision à long terme de développement durable

L'image finale d'un scénario de développement durable est constituée d'objectifs de développement durable (ODD) et d'une description de l'organisation de la société et des conditions dans lesquelles les ODD sont atteints dans cette société. Cette image finale peut donc être appelée *vision à long terme de développement durable*.

Les ODD ont les caractéristiques suivantes (TFDD 2007 pp. 6 et 7):

- ils placent l'être humain au centre des préoccupations relatives au développement durable;
- ils ont trait aux différentes composantes des capitaux de base du développement (les capitaux humain, environnemental et économique);
- ils doivent être considérés comme un ensemble, un développement durable suppose leur réalisation conjointe;
- ils sont valables pour le monde entier;
- ils sont largement acceptés puisqu'ils sont basés sur des textes – traités, déclarations de principe, programmes – adoptés par la communauté internationale;
- ils portent sur le long terme, ici 2050, et sont autant que possible quantifiés;
- ils peuvent être adaptés en fonction de l'état des connaissances.

Pour construire ces scénarios de développement durable dans une approche participative (voir ci-dessous), des micro-scénarios ont d'abord été proposés pour un ensemble de sous-systèmes. Ces micro-scénarios ont ensuite été rassemblés en plusieurs macro-scénarios en utilisant l'analyse morphologique. L'approche par micro- et macro-scénarios est décrite par de Jouvenel (2002). L'analyse morphologique est la plus ancienne méthode d'analyse structurelle et de décomposition des systèmes. D'abord conçue dans une perspective de prévision technologique (Zwicky 1947), elle a ensuite été utilisée en prospective (Bertrand 1999, Collet et Winnen 2005).

Les scénarios ont également été organisés suivant un système d'axes. Dans les systèmes d'axes utilisés pour organiser des scénarios, ces axes portent souvent sur l'attention portée à l'environnement ou à l'économie, la globalisation, la gouvernance mondiale, l'importance relative des secteurs privé et public, la technologie, l'individualisation des comportements, etc. (voir par exemple IPCC 2000, Mooi et Tang 2004, Zuinen et Delbaere 2008).

Dans la démarche suivie ici, un même ensemble d'ODD est réalisé dans tous les scénarios. Ce choix, typique de la démarche de backcasting décrite ci-dessous, restreint le nombre d'axes de différenciation des scénarios. Les scénarios présentés sont différenciés sur le seul axe de la gouvernance, de mondiale à locale. Une différenciation parallèle sur le progrès des connaissances, sur l'état des techniques ou sur l'organisation de la société, en est toutefois déduite (voir 4.1).

c. Backcasting

Pour construire des scénarios de développement durable, une approche de backcasting a été choisie. Cette approche permet d'envisager les changements structurels très importants et les politiques à très long terme qui sont nécessaires pour réaliser une VLT de développement durable et atteindre les ODD qu'elle comprend. L'exploration par projection ne permet pas toujours d'identifier des politiques suffisamment ambitieuses, notamment parce que les changements structurels nécessaires ne peuvent pas être évalués par des modèles quantitatifs utilisés en projection, ces modèles étant construits à partir d'observations de la société actuelle et de son passé récent.

Une démarche de backcasting commence par définir l'image finale. Cette approche est particulièrement adaptée pour des scénarios de transition vers un développement durable, et ce pour les raisons suivantes (Dreborg 1996):

- les tendances à l'œuvre conduisent à des difficultés grandissantes;
- des coûts externes importants ne sont pas internalisés spontanément;
- les problèmes à analyser sont complexes;
- les changements à opérer sont de type systémique;
- la réflexion s'inscrit dans le long terme, ce qui permet au facteur temps de rendre possibles les changements de tendance.

En outre, l'approche de backcasting peut être utilisée pour fonder un dialogue sur l'avenir avec toutes les parties prenantes. Ce dialogue commencerait par un débat sur les objectifs à fixer pour les stocks de capitaux et sur les changements structurels nécessaires pour atteindre ces objectifs. Ce dialogue pourrait également aborder les conséquences de tels changements et la manière dont les différents acteurs concernés seraient appelés à y contribuer. Un tel dialogue fait partie intégrante du processus d'apprentissage (principe de participation) lié au développement durable (Vergragt et Quist 2004).

d- Mesures politiques

Quel que soit le scénario de développement durable considéré, la réalisation d'ODD aussi ambitieux n'est possible que si la transition vers un tel mode de développement s'accélère grâce à des mesures politiques volontaristes. Les scénarios de développement durable développés par la TFDD incluent donc de façon explicite des propositions de mesures politiques de court et moyen termes pouvant contribuer à enclencher la transition vers un développement durable.

3.2 Démarche participative

Le principe de participation est l'un des 27 principes de développement durable adopté dans la Déclaration de Rio, ainsi que l'un des 5 principes retenus par la TFDD (section 2). Etant

donné le rôle de la TFDD du BFP, à l'interface entre les mondes scientifique et politique², dans la stratégie fédérale de développement durable, le caractère participatif de la préparation des scénarios prospectifs a été assuré avec l'aide d'un panel d'experts principalement issus du monde académique.

L'analyse d'autres projets de prospective réalisés en Belgique (Zuinen et Delbaere 2008) avait en effet mis en évidence le fait que la tenue d'un exercice participatif pour analyser le futur permet d'impliquer un public très varié, de prendre en compte différents points de vue, d'enrichir l'argumentation pour proposer des changements et ainsi d'élargir le spectre des futurs possibles. Cette analyse préalable, de même que notre propre expérience de ce type d'exercice (un deuxième ayant été mené depuis lors), nous permettent de souligner l'importance qu'il convient d'accorder aux points suivants dans son organisation:

- définir des termes de références, alterner les phases participatives et les phases de construction des scénarios;

- proposer de bons documents de départ sur la matière à travailler et fournir des informations claires et de façon régulière;

- assurer une mixité au sein des participants et rassembler une quinzaine de personnes au minimum, mais pas beaucoup plus, de façon à assurer une interaction suffisante entre les participants;

- utiliser l'analyse morphologique et/ou l'analyse par système d'axes et échelonner l'exercice en plusieurs étapes;

- assurer une bonne communication avec les décideurs, l'administration et la société civile tout au long de l'exercice, par exemple en invitant certains d'entre eux à participer à l'exercice.

Ce processus participatif a été décrit en détail dans TFDD 2008. Un second exercice participatif, réalisé en 2011-2012 est décrit dans TFDD 2012a.

3.3 Modèles utilisés

Deux modèles développés au sein de la TFDD ont été utilisés dans cette démarche:

- *TransGovern*, un modèle conceptuel représentant les relations systémiques qui relient les conditions de vie de la société aux politiques menées;

- *TransAccount*, un modèle comptable calculant les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre (GES) à partir d'hypothèses portant sur les niveaux de vie et d'activité économique ainsi que sur les choix technologiques.

a- Le modèle *TransGovern*

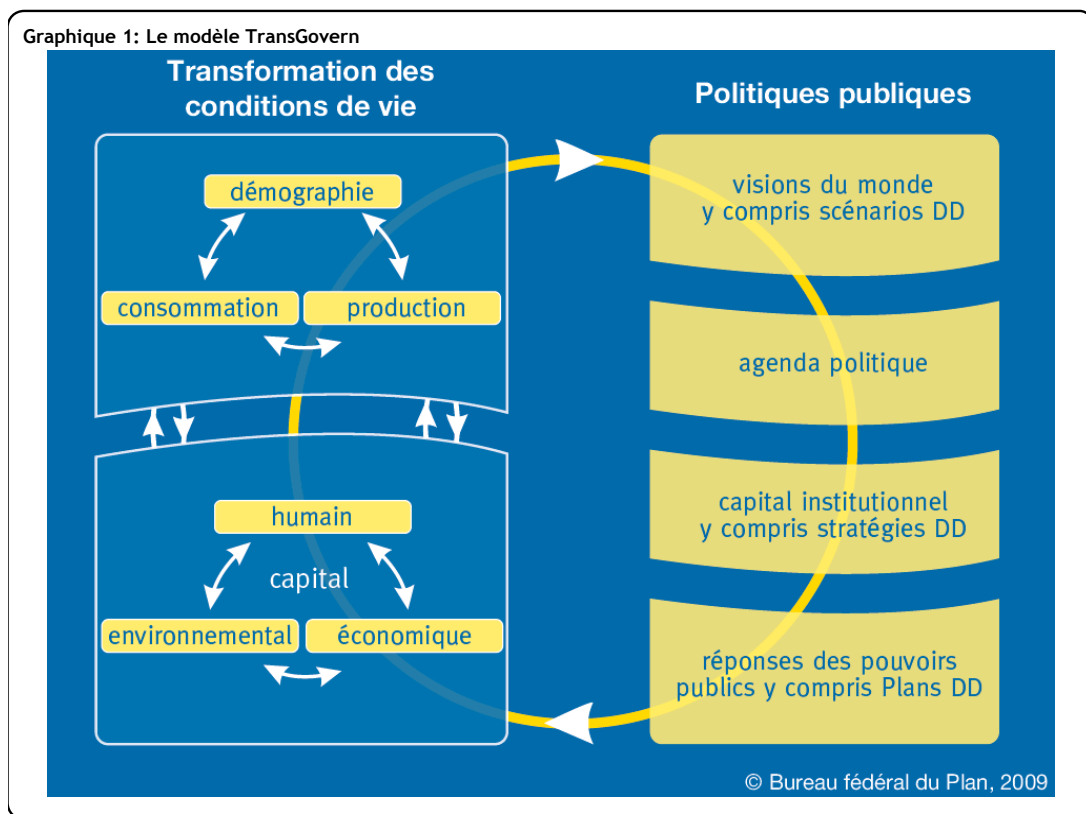
TransGovern (TFDD 2005) est un modèle systémique global représentant le développement d'une société donnée et l'influence que les autorités publiques sont susceptibles d'exercer à long terme sur ce développement. Il permet une organisation systématique de l'information sociale, environnementale, économique et politique disponible.

Le modèle *TransGovern* (voir graphique 1) comporte deux parties: la *transformation des conditions de vie* et les *politiques publiques*. Sa représentation des transformations des

² Le Bureau fédéral du Plan (BFP) est un organisme d'intérêt public. Le BFP adopte en toutes circonstances une démarche caractérisée par l'indépendance, la transparence et par le souci de l'intérêt général. Il recourt à des données de qualité, à des méthodes scientifiques et à la validation empirique des analyses (BFP 2012)

conditions de vie part du modèle DPSIR³ développé à l'origine par l'OCDE, en identifiant comme *forces motrices* la démographie, la consommation et la production. Le modèle TransGovern élargit aussi la notion d'*état des capitaux* au modèle dit triangulaire, ciblé sur les interactions entre les trois capitaux fondamentaux du développement: l'humain, l'environnemental et l'économique. L'autre partie du modèle leur ajoute le capital institutionnel. Celui-ci fait l'objet du module des *politiques publiques* représentant le processus de décision politique des pouvoirs publics en matière de développement durable. Les autorités publiques, sur la base des informations reçues à propos des conditions de vie, optent en effet pour des réponses politiques qui visent à infléchir et à réorienter la transformation de ces conditions de vie.

Les conditions de vie sont donc représentées par trois forces motrices, trois capitaux et leurs interactions. Les forces motrices, à savoir la démographie, les modes de production et les modes de consommation, sont des processus humains et des activités économiques qui exercent une influence sur l'état de ces capitaux. Le *capital humain* comprend le niveau de vie, la santé, ainsi que les connaissances et les capacités. Le *capital environnemental* comprend les ressources naturelles et la diversité biologique. Le *capital économique* comprend les équipements, les infrastructures et les technologies, ainsi que le patrimoine financier.



Les forces motrices interagissent entre elles et exercent des *pressions* sur les trois capitaux. Les pressions sont produites par une force motrice et modifient l'état d'un capital. Le changement d'état d'un capital peut aussi résulter d'un changement dans l'état des autres capitaux. Ces changements génèrent aussi des effets de retour (*feedbacks*) sur les forces motrices. Les conditions de vie dans le modèle TransGovern constituent donc un système complexe. Influencer ce système dans le sens du développement durable de la société nécessite par conséquent une approche intégrée.

Le processus de décision politique est représenté en quatre étapes: la représentation du monde, l'agenda politique, le capital institutionnel, la formulation et la mise en œuvre de

³ Forces motrices (Driving forces), Pressions (Pressures), Etat des capitaux (States), Impacts sur les capitaux (Impacts), Réponses politiques et stratégie (Responses)

politiques. Puisque les connaissances scientifiques disponibles pour les autorités publiques ne seront jamais suffisantes pour étayer toutes leurs réponses, les représentations du monde et la perception des risques existants jouent un rôle essentiel. Il s'agit d'éléments subjectifs influencés par des normes, des valeurs et des priorités politiques. Quant à l'agenda politique, il est le résultat du débat démocratique entre les différentes composantes de la société. La capacité des pouvoirs publics à concrétiser les points inscrits à cet agenda politique est déterminée par l'état des structures organisationnelles, légales et sociales d'un pays.

b. Le Modèle TransAccount

Les scénarios présentés dans cet article comprennent un volet quantitatif sur l'énergie et les émissions GES. Ce volet a été construit à l'aide du modèle comptable TransAccount. Une première version de ce modèle a été utilisée dans la partie consacrée à l'horizon 2050 de l'étude *La politique climatique post-2012: analyse de scénarios de réductions d'émissions aux horizons 2020 et 2050* (BFP 2006).

TransAccount est constitué d'un ensemble d'équations, qui sont toutes des équations de définition (c'est-à-dire des identités et non des équations de comportement). Il calcule les consommations d'énergie et les émissions de GES de toutes les activités présentes sur le territoire belge, en les supposant liées aux évolutions de variables exogènes telles que la production, la population et les technologies utilisées. Les calculs du modèle sont donc faits sur la base d'hypothèses portant sur ces variables exogènes.

TransAccount a été conçu pour être compatible avec une approche de backcasting. Dans cette approche, les objectifs choisis sont cohérents avec une VLT, y compris un ensemble d'ODD. Dans le cadre de ce modèle consacré à l'énergie et aux émissions de GES, l'ODD portant sur le réchauffement planétaire est prépondérant, ainsi que le niveau d'émission de GES à atteindre en 2050 qui en découle. La VLT dans son ensemble est également prise en compte, de façon plus qualitative, lors du choix des hypothèses sur les variables exogènes.

Dans ce modèle, les secteurs d'activité sont définis à partir de la classification *Common reporting format*, utilisé notamment dans les inventaires nationaux d'émissions de GES. Les équations qui calculent la consommation d'énergie de chaque secteur sont en général du type:

$$\text{Consommation d'énergie} = \text{niveau d'activité du secteur} * \text{intensité énergétique} \quad (1)$$

Les consommations d'énergie sont donc calculées à partir:

- du niveau d'activité de ce secteur et de la répartition de cette activité entre les différentes technologies utilisées dans ces activités;
- d'un indicateur de l'intensité énergétique, c'est-à-dire de la consommation d'énergie par unité d'activité, pour chaque technologie utilisée.

Les équations qui calculent les émissions de GES sont en général de la forme

$$\text{Emissions de GES} = \text{consommation d'énergie} * \text{facteur d'émission} \quad (2)$$

Ce modèle comptable a été conçu pour être utilisé dans une approche de backcasting. Le niveau d'activité de chaque secteur en 2050 est estimé à partir de l'évolution du PIB entre 2008 et 2050 et des caractéristiques de chaque scénario. Les technologies utilisées en 2050 sont choisies en fonction des caractéristiques de chaque scénario et de la possibilité qu'elles donnent de respecter l'objectif global de réduction d'émission de GES.

Les consommations d'énergie et les émissions sont d'abord calculées en 2050, à partir (suivant les équations (1) et (2)) du niveau d'activité en 2050 de chaque secteur, et des technologies utilisées en 2050 dans chaque secteur, chaque technologie étant caractérisée par une intensité énergétique et par des facteurs d'émission de GES.

3.4 Données et hypothèses

a. Sources des données

Les sources utilisées pour construire des scénarios de développement durable doivent refléter la complexité de la société. Elles sont donc nombreuses et variées.

Les données historiques quantitatives viennent principalement de l'institut des comptes nationaux (inr-icn.fgov.be), des inventaires nationaux d'émissions de GES (www.climat.be), de la Direction générale Statistique et Information économique du SPF Economie (statbel.fgov.be) et des bilans d'énergie (Eurostat). Des enquêtes européennes, comme les résultats des enquêtes SILC (Statistiques de l'Union Européenne sur le revenu et les conditions de vie) ont également été utilisées.

b. Les hypothèses

L'hypothèse clé des scénarios de développement durable présentés dans cet article est que les ODD sont atteints en 2050. Ces ODD ont été construits à partir de textes adoptés par la communauté internationale, tels que la Déclaration universelle des droits de l'homme (ONU 1948), les résultats des conférences de Rio (ONU 1992a, b et c,) et de Johannesburg (ONU 2002) et les rapports d'évaluation du GIEC. Les conclusions du Conseil européen (notamment Conseil européen 2005) ont également été utilisées pour définir des ODD dans le contexte belge.

Ces ODD, définis suivant les critères expliqués ci-dessus, portent sur les trois capitaux du développement et sont donnés au Tableau 1. Il faut noter que la formulation de ces objectifs date de 2006. Certains de ces objectifs ont, depuis lors, été adaptés pour tenir compte de l'évolution des connaissances, notamment dans TFDD (2012b).

Dans le cadre de l'utilisation du modèle comptable décrit ci-dessus, l'ODD portant sur le réchauffement global a été traduit en une réduction de 70% des émissions de GES en Belgique entre 1990 et 2050. Cette réduction correspondait à la moyenne de la fourchette 60%-80% décidée par le Conseil européen (Conseil européen 2005). Atteindre cet objectif impose une contrainte aux émissions de GES et donc, suivant l'approche du backcasting, aux niveaux d'activités et aux choix technologiques dans chaque secteur, pour que, au total, les émissions de 2050 respectent cette contrainte.

Les niveaux d'activité de chaque secteur ont en outre été calculés de façon à être compatibles avec le scénario de croissance à long terme utilisé dans le rapport 2007 du Comité d'étude sur le vieillissement (CSF-CEV 2007). Ce scénario fait l'hypothèse d'un taux de croissance annuel moyen du PIB de 1,8% par an, ce qui permet d'assurer la soutenabilité des finances publiques face au défi du vieillissement de la population. Les hypothèses démographiques ont également été tirées de ce scénario.

Enfin, pour établir les hypothèses liées à l'image finale de chaque scénario, à leur sentier de développement, ainsi qu'aux mesures politiques qu'ils incluent, les résultats de l'exercice participatif organisé avec un panel d'experts (voir ci-dessus et TFDD 2008) ont été largement utilisés, de même que la littérature scientifique et des travaux de prospectives menés par d'autres institutions (voir la bibliographie de TFDD 2007).

Tableau 1: Objectifs de développement durable à l'horizon 2050

Capital humain: généralités
ODD 1. Tous les pays auront atteint un haut degré de développement humain, c'est-à-dire un indice de développement humain (IDH, indicateur qui tient compte à la fois du niveau de vie, de la santé et des connaissances) d'au moins 0,8. Aucun pays n'obtiendra un score inférieur à celui atteint en 2004. De plus, l'écart entre les sexes (dont il est tenu compte dans le "gender-related development index") se sera réduit, si bien que l'égalité des droits entre les hommes et les femmes sera une réalité.
Capital humain: niveau de vie
ODD 2. La pauvreté sera éradiquée. Cela signifie que dans tous les pays du monde, le niveau de vie de chacun(e) sera suffisamment élevé pour répondre à ses besoins essentiels, notamment en logement, en énergie et en alimentation.
ODD 3. L'écart de niveau de vie entre les 20 % de pays les plus riches et les 20 % de pays les plus pauvres (en fonction du PIB par habitant) aura diminué.
ODD 4. Conformément à la notion de "justice en matière d'environnement", aucune personne ni groupe de personnes ne devra supporter une part non proportionnelle des impacts environnementaux d'activités industrielles ou autres, ou de la mise en œuvre de décisions politiques. Les avantages de l'utilisation (commerciale ou autre) des ressources génétiques seront répartis de façon juste et équitable.
ODD 5. Toute personne disposera au moins de vingt litres d'eau pure et potable par jour.
Capital humain: santé
ODD 6. L'espérance de vie moyenne dans le monde augmentera progressivement pour atteindre 76 ans (65 ans en 2002).
ODD 7. L'espérance de vie sera d'au moins 60 ans, quel que soit le pays concerné. En Belgique, elle sera au moins de 84 ans pour les hommes et de 89 ans pour les femmes. Les différences d'espérance de vie entre les diverses catégories socio-économiques en Belgique diminueront par rapport à la situation actuelle.
Capital humain: connaissances
ODD 8. Chacun aura la possibilité d'obtenir un diplôme de l'enseignement secondaire.
ODD 9. Chaque personne aura la possibilité, au cours de sa vie, d'acquérir des connaissances et de se recycler via différentes formes d'enseignement, ce qui lui permettra de mener une vie digne dans la société de 2050, d'améliorer ses chances sur le marché de l'emploi et de s'informer sur l'état de l'environnement, du capital humain et du capital économique.
ODD 10. Les avantages découlant de l'utilisation de connaissances traditionnelles, d'innovations et d'usages propres à des communautés autochtones et locales – pour autant qu'ils soient importants pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique et du capital humain – seront répartis de façon équitable.
Capital environnemental: généralités
ODD 11. Chaque pays se développera dans les limites de la capacité de charge des écosystèmes. La Belgique réduira les pressions qu'elle exerce sur l'environnement de façon à découpler la croissance économique de la dégradation de l'environnement. Elle diminuera ainsi son empreinte écologique, c'est à dire la surface géographique requise par un pays pour satisfaire ses besoins.
Capital environnemental: ressources naturelles
ODD 12. Les normes internationales en matière de pollution de l'atmosphère, de l'eau et du sol, ainsi que celles relatives aux rayonnements, seront respectées.
ODD 13. Afin d'éviter une perturbation anthropogène dangereuse du système climatique, la température en 2050 et après sera tout au plus de 2 degrés Celsius plus élevée que durant la période préindustrielle.
ODD 14. Des matières premières non renouvelables ne seront exploitées à des fins de consommation que si le recyclage n'offre aucune alternative à une telle exploitation.
ODD 15. Les ressources énergétiques non renouvelables ne seront utilisées que pour produire l'énergie nécessaire à la prestation de services jugés essentiels ou indispensables.
ODD 16. Les ressources renouvelables seront exploitées en dessous de leur "niveau de renouvellement".
Capital environnemental: diversité biologique
ODD 17. Le taux d'extinction des espèces sera stabilisé au niveau du taux naturel d'extinction.
Capital économique: capital physique et technologique
ODD 18. Le développement et la mise en œuvre des technologies, en ce compris les actifs incorporels comme les logiciels, seront mis au service de la réalisation des objectifs du capital humain et du capital environnemental.
ODD 19. Le niveau du capital physique sera suffisant pour permettre un développement durable. Le capital physique sera conforme aux meilleures normes sociales et environnementales en vigueur à ce moment.
Capital économique: patrimoine financier
ODD 20. Dans tous les pays du monde, la dette publique atteindra à terme un niveau supportable et pourra être portée par les budgets annuels. Pour la Belgique, cela signifie que la dette publique atteindra au maximum 60 % du PIB. De plus le coût du vieillissement de la population sera réparti de manière équitable entre les générations.
ODD 21. Tous les actifs financiers en possession des acteurs économiques consisteront en des titres de propriété dans des entreprises publiques ou privées et/ou des institutions reconnues dans le cadre de la responsabilité sociale des entreprises.

Note: Les sources utilisées pour définir ces ODD sont explicitées dans TFSD 2007, page 7 à 9.

4. Résultats

Les scénarios de développement durable présentés dans cet article concernent principalement le développement de la société en Belgique. Il est fait l'hypothèse que l'ensemble des ODD sont atteints en 2050 en Belgique, le reste du monde évoluant dans une trajectoire similaire de façon telle que les ODD sont réalisés au niveau de la planète.

En outre, ces scénarios appliquent les principes d'un développement durable (Rio 1992 et TFDD 1999) mentionnés ci-dessus:

- des principes généraux comme celui de responsabilité (tant celles de tous les pays que celles spécifiques aux pays les plus riches), d'équité (au sein de notre génération de même que par rapport aux générations futures), d'intégration (de l'environnement dans développement mais aussi du développement dans l'environnement), de précaution et de participation;

- de principes spécifiques, comme le principe d'égalité des genres, concernant la qualité des relations sociales, les soins aux personnes les plus vulnérables, l'entretien du milieu de vie...

Toutefois, si cet ensemble d'ODD est unique et doit, par hypothèse, être complètement réalisé en 2050, l'organisation de la société qui permet de les atteindre n'est pas définie de façon univoque. L'ensemble des ODD pourrait a priori être atteint par une société qui mettrait l'accent sur le rôle du secteur privé ou qui le mettrait sur le rôle du secteur public. L'espérance de vie peut être améliorée en privilégiant les démarches curatives ou les démarches préventives. Le développement de la société peut privilégier le progrès des techniques ou le progrès des sciences sociales, ou dans tous ces exemples, se situer à n'importe quel point du continuum de possibilités entre les deux extrêmes mentionnés.

A ce même ensemble d'ODD peuvent donc correspondre plusieurs images finales, qui ont en commun ces ODD mais qui diffèrent par l'organisation de la société, les conditions dans lesquelles ces ODD sont atteints. Ces images finales sont appelés VLT de développement durable. A chacune de ces VLT correspond un, ou éventuellement plusieurs, sentiers de développement qui montrent le développement de la société entre la situation actuelle et cette VLT.

4.1 Deux scénarios de développement durable

Le Rapport fédéral sur le développement durable de 2007 (TFDD 2007) présente deux scénarios de développement durable, appelés *Pyramide* (voir 4.2) et *Mosaïque* (voir 4.3).

Pyramide et Mosaïque ont en commun le fait de réaliser l'ensemble des ODD définis à la section 2. Mais Pyramide et Mosaïque sont différents, dans la répartition des rôles moteurs joués respectivement par les producteurs et les consommateurs.

- Pyramide, scénario le plus mondial, met plus d'accent sur le changement des modes de production et la maîtrise de l'offre de biens et services à grande échelle.

- Mosaïque, scénario le plus national, met plus d'accent sur le changement des modes de consommation et la gestion de la demande de biens et services des pays.

Ces scénarios sont présentés ci-dessous en mettant l'accent sur deux sous-systèmes de la société dont els évolutions ont plus particulièrement été étudiées.

- Sous-système *Alimentation*: ensemble des processus dont les interactions déterminent les conditions d'approvisionnement alimentaire et d'équilibre nutritionnel et rendent accessible à tous les individus une nourriture saine et suffisante. Leur intégration dans un développement durable dépend de l'instauration de modes de production et de consommation agro-alimentaire

qui assurent à tous des conditions de travail décentes, limitent les pollutions de l'atmosphère, de l'eau et des sols et préservent la diversité biologique.

- Sous-système *Habitation*: ensemble des processus dont les interactions déterminent les conditions d'habitation et de logement et rendent accessible à tous les individus un habitat sain et suffisant. Leur intégration dans un développement durable dépend de l'instauration des modes de production et de consommation d'énergie pour les fonction de chauffage et de transport qui assurent à tous des conditions de travail décentes et qui contribuent à la réduction des émissions de GES de plus de 70 % entre 1990 et 2050.

Ces scénarios sont des explorations d'un futur en développement durable qui en appellent d'autres. Il ne faut en aucun cas les considérer comme des plans. Aucune préférence n'est marquée envers l'un ou l'autre de ces scénarios.

Quel que soit le scénario de développement durable considéré, la réalisation d'ODD à long terme aussi ambitieux n'est possible que si la transition vers un tel mode de développement s'accélère grâce à des mesures politiques volontaristes. Des exemples de mesures précises, sont donnés au point 4.4.

4.2 Le scénario Pyramide

Pyramide imagine un développement durable de type *top-down*, entraîné par une accélération des progrès du système multilatéral de gouvernance. Ce développement est surtout marqué par un progrès de l'état des connaissances techniques, y compris celles applicables à une échelle nettement supérieure à celle d'un pays. La production de biens et services devient de plus en plus durable grâce à ces progrès techniques, à la réglementation internationale de ces techniques et aux contrôles de leur utilisation. Elle modifie ainsi significativement les modes de consommation.

a. Production et société

Dans ce scénario, les producteurs sont de plus en plus conscients de la menace que représentent les dégradations du capital environnemental (changements climatiques, perte de diversité biologique, pollutions atmosphériques, etc.) et du capital humain (maladies chroniques dont les maladies liées à l'état de l'environnement, etc.), qui sont des facteurs de production essentiels. Par ailleurs, ces producteurs souhaitent investir dans la recherche de nouveaux avantages concurrentiels pour faire face à la concurrence des entreprises des pays à bas salaires.

Le moteur des changements et de l'élévation du niveau de vie est par conséquent plutôt situé du côté des modes de production que du côté des modes de consommation. La maîtrise de l'offre, associée à des progrès techniques importants, contribue largement aux ODD. Dans ce contexte, les principaux vecteurs de la croissance économique sont, d'une part, la forte accumulation d'un capital physique très performant et, d'autre part, une productivité du travail élevée. La productivité de l'énergie augmente quant à elle d'un facteur supérieur à 4 (4,2) entre 2005 et 2050.

Ces changements importants des modes de production sont encouragés par les achats et la gestion durables des administrations publiques qui jouent un rôle de levier important au cours des dix prochaines années. Les modes de transport et de consommation d'énergie sont notamment au centre de la gestion durable des administrations publiques.

Sous-système d'alimentation

Les modes de production agricole et de production alimentaire tiennent de mieux en mieux compte des préoccupations environnementales et humaines. L'agriculture recourt à

des technologies de plus en plus respectueuses de l'environnement permettant de continuer à utiliser de façon intensive des intrants agricoles. Ces technologies permettent de réduire les pollutions des sols et des eaux et donc de mieux protéger la diversité biologique. A cette fin, les recherches sur les biotechnologies et les nanotechnologies dans l'agriculture sont très poussées. Ces technologies sont appliquées dans un cadre international très strict, transparent et contrôlé, en veillant à l'application du principe de précaution. A côté de ce type d'agriculture, se développe en Belgique une agriculture biologique sur une partie limitée des superficies agricoles.

Les entreprises agro-alimentaires investissent massivement dès 2010 dans la fabrication d'aliments préparés ayant une valeur nutritionnelle élevée et dans les aliments fonctionnels pour préserver et améliorer l'état de santé de la population. Elles travaillent en interaction étroite avec les agriculteurs pour que les produits agricoles répondent à des normes nutritionnelles et environnementales strictes. Leurs produits sont soumis à des contrôles stricts et réguliers.

Sous-système d'habitation

Le progrès des techniques permet de rendre les biens et les services produits pour les ménages plus recyclables et éco-efficaces. Les performances énergétiques des bâtiments augmentent d'année en année. En Belgique, en 2050, l'ensemble du parc de logements atteint la norme d'isolation K20 pour les bâtiments construits à partir de 2010 et K30 pour les autres bâtiments. Les systèmes de chauffage sont à très haut rendement. Les développements des TIC, notamment sous forme de systèmes domotiques qui font baisser la consommation d'énergie par logement, sont largement répandus.

Ces évolutions du sous-système habitation permettent de réduire les émissions de GES du secteur résidentiel de 81 % entre 1990 et 2050. D'autres pollutions atmosphériques affectant la santé environnementale des êtres humains sont aussi réduites. Cette évolution demande un effort d'investissement particulièrement important pour renouveler le parc immobilier. Mais cet effort d'investissement a non seulement des retombées environnementales positives, mais aussi un impact favorable sur l'emploi et le niveau de vie.

Dans ce scénario, l'habitat et les activités de production sont réorganisés géographiquement de façon à les densifier, mais de façon modérée. Cette densification permet de diminuer les distances à parcourir et les besoins de transport des individus. Elle inclut notamment l'augmentation de la part des appartements dans le parc de logement, qui atteint 30% en 2050 (contre environ 23 % lors du dernier recensement en 2001). Cette évolution est favorable à l'efficacité énergétique des bâtiments et permet de mieux répondre aux besoins de logement d'une population qui vieillit et dont la taille des ménages diminue entre 2005 et 2050.

La réorganisation géographique des entreprises qui est parallèle à celle des logements, permet de limiter la croissance de la demande de transport de marchandises. Dès lors, le transport de marchandises n'augmente que de 25% entre 2005 et 2050. Toutefois, la croissance de la part de la voie d'eau et du rail (de 20% en 2005 à 40% en 2050) et l'augmentation des taux de chargement entraînent une diminution de 19% du trafic routier. Ce transport de marchandises s'effectue principalement par des véhicules non polluants. En 2050, 90% des véhicules routiers sont propulsés à l'hydrogène (avec des piles à combustible) et 10% utilisent des agrocarburants produits en Belgique. Ces modifications des équipements et des modes transport permettent de réduire quasiment de 100% les émissions de GES et donc l'impact du transport sur le climat. L'hydrogène nécessaire est produit principalement par des éoliennes en mer du Nord.

b. Consommation et société

Dans Pyramide, les modes de consommation ont tendance à suivre les modes de production, mais connaissent aussi une certaine évolution autonome pour que la société

évolue vers un développement durable.

Sous-système d'alimentation

Pour leur alimentation, les consommateurs restent très friands de produits transformés mis sur le marché par les entreprises agro-alimentaires. La maîtrise des prix alimentaires grâce à des accords mondiaux entre Etats permet aux consommateurs de continuer à acheter en quantité importante ces produits transformés. De plus, étant donné l'évolution des modes de production, la consommation de ces produits permet d'atteindre les recommandations nutritionnelles relatives aux consommations de fruits, de légumes et de viande dès 2020. Ceci favorise une bonne santé de la population. Cela réduit aussi les dépenses de santé et contribue de ce fait à la soutenabilité à long terme du patrimoine financier de l'Etat. La consommation de fruits et légumes augmente en moyenne dans la population pour atteindre 400g/j/pers en 2020 et 500 g/j/pers en 2050. La consommation de viande passe d'une moyenne de 161 g/jour/pers en 2004 à 100 g/jour/pers en 2020 et à 50 g/jour/pers en 2050.

Sous-système d'habitation

Les consommateurs adaptent leurs comportements d'habitation aux caractéristiques techniques des nouveaux logements très éco-efficaces. Le parc immobilier est modérément réorganisé et densifié, ce qui permet une meilleure utilisation des transports publics (TP). L'augmentation de la demande de déplacements (de 50% entre 2005 et 2050) est ainsi absorbée par les TP, dont la part modale passe de 20% à 40%, et par une plus grande occupation des véhicules individuels. Dès lors, en 2050, le trafic automobile reste au même niveau qu'en 2005.

Le secteur résidentiel et le secteur du transport contribuent largement, grâce aussi aux évolutions des modes de production, à la réduction de la consommation d'énergie finale (-47% entre 2005 et 2050) et des émissions de GES (-70% entre 1990 et 2050). La diminution de la consommation d'énergie et la meilleure éco-efficacité des équipements ont un impact important sur l'utilisation des ressources naturelles, notamment énergétiques. Elles permettent aussi de réduire significativement les niveaux de pollution, ce qui a un impact très positif sur la santé environnementale. La densification modérée des zones de logement et la stabilisation du transport routier permet de ne plus créer de nouvelles infrastructures routières. Cette évolution arrête le morcellement du territoire, voire inverse cette tendance, ce qui est favorable à la diversité biologique.

4.3 Le scénario Mosaïque

Mosaïque imagine un développement durable de type *bottom-up*. Ce développement est surtout entraîné par des initiatives nationales et la maîtrise d'outils nationaux. Quant au système multilatéral de gouvernance, il reste au niveau actuel. Le progrès des connaissances est très ciblé sur les formes d'organisation sociale, y compris les possibilités de changements de comportements et de modes de vie en société. Ainsi le changement des modes de consommation des ménages constitue un moteur important du développement, car c'est lui qui tire fortement le changement des modes de production vers un développement durable.

a. Consommation et société

Dans ce scénario, c'est le citoyen consommateur qui est vu comme l'agent de changement qui met en marche la transition vers un développement durable et réorganise les routines des comportements quotidiens (RIVM(2004), p 9). Ces changements sont tels qu'ils permettent de fortes réductions structurelles de la demande d'énergie et une augmentation de la productivité de l'énergie finale d'un facteur supérieur à 4 (4,6) entre 2005 et 2050.

Ces changements de comportements sont notamment suscités par la hausse des prix

de nombreux biens et services qui n'est pas maîtrisée au niveau international au cours des 10 prochaines années. Les achats et la gestion durables des administrations publiques, notamment en matière d'énergie et de transport, contribuent également à ce changement des modes de consommation des ménages au cours des dix prochaines années.

Sous-système d'alimentation

Les consommateurs demandent surtout des produits frais, saisonniers, cultivés localement en particulier selon les principes de l'agriculture biologique et peu transformés. Ces produits sont relativement moins chers étant donné que leur production nécessite moins d'énergie fossile: moins d'intrants agricoles synthétiques et moins de km parcourus.

Les consommateurs modifient progressivement leur consommation de fruits, de légumes et de viande pour des raisons environnementales mais aussi pour respecter les recommandations nutritionnelles dès 2020. Cela réduit aussi les dépenses de santé et contribue de ce fait à la soutenabilité à long terme du patrimoine financier de l'Etat. Les consommations de fruits et légumes atteignent au minimum 400g/jour/pers en 2020 et en moyenne 700 g/jour/pers en 2050 (265,5g/j/pers en 2004). Par ailleurs, la consommation de viande est réduite de 160 g/jour/pers en 2004 à 100 g/jour/pers en 2020 et à 75 g/jour/pers en 2050.

Sous-système d'habitation

Pour leurs logements, les consommateurs demandent surtout des biens réparables, éco-efficaces, de longue durée de vie et recyclables ainsi que des services pouvant allonger la durée de vie des biens. Ils privilégient les formes d'habitat collectif et les logements aux performances énergétiques élevées. Au-delà des performances individuelles des bâtiments, l'organisation spatiale des logements est guidée par le souci de réduire la demande d'énergie. Les habitations mitoyennes ou regroupées ont en effet moins de déperdition d'énergie.

Dans ce scénario, le parc immobilier est donc fortement réorganisé et densifié, ce qui permet une utilisation optimale des transports publics. Ainsi, la demande de déplacements est stabilisée au niveau de 2005, avec une augmentation de la part modale des transports publics de 20% à 60% et une plus grande occupation des véhicules individuels. Cela mène à une diminution du trafic automobile de 58% entre 2005 et 2050. Le secteur résidentiel et le secteur du transport contribuent dès lors largement, grâce aussi aux évolutions des modes de production, à la réduction de la consommation d'énergie finale (52% entre 2005 et 2050) et des émissions de GES (-70% entre 1990 et 2050).

Tous ces changements des modes de consommation (et de production) réduisent significativement l'utilisation des ressources naturelles, notamment énergétiques, ainsi que les niveaux de pollution. Cela a un impact très positif sur la santé des êtres humains, en particulier la santé environnementale. La densification élevée des zones de logement et la diminution du transport routier permettent quant à elle de ne plus créer de nouvelles infrastructures routières. Cette évolution inverse la tendance au morcellement du territoire et favorise la diversité biologique.

b. Production et société

Dans Mosaïque, les modes de production changent principalement pour répondre à la demande des consommateurs et font plus de place aux changements de l'organisation sociale qu'aux changements des techniques. Par conséquent, les principaux vecteurs de la croissance économique et de l'élévation du niveau de vie sont, d'une part, la forte utilisation de la main d'œuvre et, d'autre part, une productivité du capital physique accrue grâce au progrès dans l'organisation de la production. Ces changements des modes de production sont amorcés dès 2010 et entraînent une réduction des pressions exercées sur les ressources naturelles et sur la diversité biologique.

Sous-système d'alimentation

Les agriculteurs changent leurs modes de production, dès 2010. Ils le font sous la pression des consommateurs pour une alimentation de qualité et des coûts liés aux prix croissants de l'énergie et à la pollution des ressources naturelles (eau, sol, air y compris le climat). L'agriculture biologique se répand à un rythme rapide à partir de 2020 et contribue fortement à l'ODD portant sur la diversité biologique. Cette agriculture devient très intensive en connaissances. Des découvertes significatives sont faites pour augmenter la productivité des techniques de l'agriculture biologique. Les agriculteurs s'organisent à un niveau plus local pour échanger des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement.

Les grandes marques de production et de distribution alimentaires sont petit à petit délaissées par les consommateurs qui préfèrent les produits locaux achetés dans des magasins de proximité. Les grandes entreprises changent leur structure de distribution et/ou laissent la place à un ensemble de petites et moyennes entreprises locales travaillant avec les agriculteurs locaux.

Sous-système d'habitation

L'ensemble du parc de logements atteint la norme d'isolation K20 pour les bâtiments construits à partir de 2010 et K30 pour les autres bâtiments en 2050 de façon à réduire les consommations d'énergie. En outre, les systèmes de chauffage atteignent un très haut rendement énergétique. La cogénération et les réseaux locaux en matière de chauffage sont de plus en plus répandus. Ainsi, entre 1990 et 2050, les émissions de GES du secteur résidentiel diminuent de 73%. D'autres pollutions atmosphériques affectant la santé environnementale des êtres humains sont aussi réduites.

Cette évolution demande un effort d'investissement particulièrement important pour renouveler le parc immobilier et les équipements, ce qui a un impact favorable sur l'emploi et le niveau de vie. Au total, le parc comprend 30 % d'appartements en 2050, une proportion plus élevée qu'actuellement (environ 23 % lors du dernier recensement en 2001). Cette évolution est favorable à l'efficacité énergétique des bâtiments et permet de mieux répondre aux besoins de logement d'une population qui vieillit et qui connaît des changements familiaux, notamment une réduction de la taille des ménages.

Le transport de marchandises, quant à lui, se stabilise au niveau de 2005, grâce notamment à de meilleures localisations des entreprises et à l'utilisation de produits locaux. La croissance de la part de la voie d'eau et du rail dans le transport de marchandises (de 20% en 2005 à 50% en 2050) et des taux de chargement entraînent une diminution de 38% du trafic routier. En 2050, 50% des voitures et 90% des camions sont propulsés à l'hydrogène (avec des piles à combustible), tandis que 50% des voitures et 10% des camions utilisent des combustibles fossiles (avec des moteurs performants) complétés par des agrocarburants produits en Belgique. Ceci permet de réduire de 89% les émissions de GES et donc l'impact du transport sur le climat.

4.4 Exemples de mesures à court et moyen termes

Des mesures politiques volontaristes doivent être menées pour atteindre les ODD. Ces politiques doivent au minimum porter sur 3 grands domaines d'action:

- soutenir la politique internationale;
- coordonner la politique fédérale belge;
- encourager la responsabilité sociétale des producteurs et des consommateurs.

Plusieurs exemples de mesures politiques sont fournis au tableau 2 pour le domaine de

la politique fédérale belge. D'autres exemples sont fournis dans TFDD (2007). Ces exemples portent sur deux périodes: 2008-2010 (court terme) et 2011-2050 (moyen-long terme). Pour la période 2011-2050, les exemples diffèrent en fonction du scénario.

Tableau 2: Exemples de mesures pour coordonner la politique fédérale belge

Exemples de politiques 2008-2010
<ul style="list-style-type: none"> • Créer, dans le domaine de l'énergie, une structure pérenne, à expertise équilibrée, indépendante, transparente, plurale et accessible aux parties prenantes • Veiller à ce que les nouvelles grandes implantations commerciales soient facilement accessibles en transports publics • Préparer un label sur le contenu en CO₂ des produits alimentaires qui pourrait être utilisé dès 2010 par les entreprises
Exemples de politiques 2011-2050 - Pyramide
<ul style="list-style-type: none"> • Négocier au niveau européen un étiquetage nutritionnel obligatoire • Renforcer le programme fédéral de réduction des pesticides à usage agricole et des biocides pour répondre aux objectifs de la stratégie nationale de biodiversité • Accroître progressivement les exigences environnementales et sociales dans les marchés publics, sur la base de décisions européennes • Stabiliser la tendance à l'étalement urbain pour maîtriser la croissance de la demande de transport • Transférer la fiscalité, au niveau européen, du travail vers les ressources naturelles, afin d'améliorer le taux d'emploi et de réduire les consommations de ressources naturelles
Exemples de politiques 2011-2050 - Mosaïque
<ul style="list-style-type: none"> • Définir au niveau belge un étiquetage nutritionnel obligatoire avec des informations sur l'origine et les saisons des produits alimentaires • Renforcer le programme fédéral de réduction des pesticides à usage agricole et des biocides pour répondre aux objectifs de la stratégie nationale de biodiversité • Accroître progressivement les exigences environnementales et sociales dans les marchés publics, sur la base de décisions prises en Belgique • Inverser la tendance à l'étalement urbain pour stabiliser la demande de transport • Transférer, simultanément avec quelques pays voisins, la fiscalité du travail vers les ressources naturelles afin d'améliorer le taux d'emploi et de réduire les consommations de ressources naturelles

Source: TFDD (2007)

5. Discussion

Cet article résume les travaux de prospective à l'horizon 2050 de la Task force développement durable du Bureau fédéral du Plan. Ce résumé est centré sur les deux scénarios de développement durable, appelés Pyramide et Mosaïque, présentés dans le 4^{ème} Rapport fédéral sur le développement durable (TFDD 2007). Ces deux scénarios, réalisés avec une approche de backcasting, présentent deux visions à long terme de développement durable différentes par leur organisation de la société, mais incluant le même ensemble d'objectifs de développement durable (ODD), notamment l'éradication de la pauvreté et la réduction des émissions de GES.

Dans Pyramide, la gouvernance mondiale a continué à progresser, le progrès des connaissances porte surtout sur l'état des techniques et l'accent est mis sur les changements de modes de production et l'offre de biens et services à grande échelle. Dans Mosaïque, la gouvernance mondiale est au même niveau qu'aujourd'hui, le progrès des connaissances porte surtout sur l'organisation de la société et l'accent est mis sur les changements de modes de consommation et la gestion de la demande de biens et services des pays. Une attention particulière est portée aux systèmes d'alimentation et d'habitation. Ces scénarios incluent des propositions concrètes de politique à court-terme pour renforcer la transition vers un développement durable.

Ces travaux nous ont amenés aux conclusions suivantes.

1. Utilité des ODD en politique: l'adoption d'objectifs assortis d'échéances à cinq ou dix ans en politique, fort dévalorisée au cours des années '90, a regagné du terrain aujourd'hui. Mais l'intérêt de définir des objectifs de long terme génère encore du scepticisme. Les travaux de prospective de la TFDD, aussi bien que les travaux préparatoires à la définition d'une vision fédérale à long terme de développement durable, montrent qu'il est possible de définir des objectifs à long terme et que ces objectifs soient considérés comme pertinents par une large part de la société.

2. Explicitation des politiques de mise en œuvre des ODD dans les scénarios: les scénarios peuvent être considérés comme une forme d'évaluation ex ante des politiques de mise en œuvre des ODD. La Task force dispose également d'une expertise sur l'évaluation ex post des politiques (TFDD 2013). Travailler conjointement sur ces deux types d'évaluation permet de faire des propositions de politiques plus réalistes, dans la mesure où elles tiennent compte des contraintes de la préparation des politiques par l'administration fédérale.

3. Liste commune d'ODD mais diversité des VLT: un consensus assez large peut exister sur l'état désiré d'un capital (par exemple l'éradication de la pauvreté, une augmentation de l'espérance de vie ou un réchauffement global limité à 2°C). L'accord est, par contre, nettement plus difficile à trouver sur l'état désiré de forces motrices, telles que les modes de consommation et de production. Les propositions d'objectifs dans ces domaines dépendent des conceptions du monde de chacun. La diversité de la société et les conditions du débat démocratique sur les conditions de la transition doivent être respectées. Il faut donc produire plusieurs VLT, incluses dans plusieurs scénarios ayant en commun cet ensemble d'ODD et les principes de développement durable.

4. Révision régulière des ODD selon l'évolution des connaissances: la définition des ODD fait apparaître la nécessité de pouvoir les réviser régulièrement, en particulier en fonction de l'évolution des connaissances scientifiques et des engagements internationaux. De même les VLT peuvent également être amenées à évoluer, non seulement parce que les ODD seraient revus, mais aussi parce que les préférences des citoyens pour telle ou telle organisation de la société pourraient évoluer. Les scénarios de développement durable sont donc eux aussi amenés à être mis à jour pour incorporer les évolutions récentes de la société.

Un exemple de processus pouvant produire une révision des ODD est le récent débat sur la définition d'une vision fédérale à long terme de développement durable demandée par la révision (Moniteur belge 2010) de la loi de 1997 sur le développement durable. La contribution de la TFDD (TFDD 2012b) basée sur les travaux décrits ici et sur un nouvel exercice participatif, y a proposé un nouvel ensemble d'objectifs et d'indicateurs.

5. Préparation minutieuse des interactions avec le panel scientifique: l'expérience acquise lors de l'exercice participatif réalisé pour préparer ces scénarios (TFDD 2008), confirmée lors d'un exercice participatif plus récent (TFDD 2012a), montre que l'apport d'un panel d'experts enrichit beaucoup le résultat du travail de prospective. La qualité de l'apport dépend particulièrement d'une bonne préparation, par le secrétariat scientifique qui encadre l'exercice, de la matière discutée par le panel. Cette qualité dépend aussi d'une organisation efficace des travaux du panel et des interactions entre le panel et ce secrétariat scientifique.

6. Pluralité des scénarios et des évolutions de la société vers un développement durable: des deux scénarios résumés dans cet article, Pyramide est celui qui met plus l'accent sur les changements de technologie. Mosaïque met plus l'accent sur les changements de comportement et les responsabilités des consommateurs et des producteurs. Ces deux scénarios ne doivent pas être vus comme mutuellement exclusifs, mais bien comme les deux

pôles d'une perspective de développement durable. Selon les secteurs d'activité, l'avenir pourrait ressembler plus à l'un ou l'autre de ces deux scénarios. Autrement dit, tant le potentiel d'évolution de la technologie que celui des comportements responsables doivent être exploités pour mettre en œuvre un développement durable. Et ce d'autant plus que depuis 2006, année de conception de ces scénarios, certains ODD sont devenus plus contraignants, en particulier celui concernant les émissions de gaz à effet de serre.

Les travaux présentés dans cet article ont été réalisés à l'intérieur du pilier institutionnel, dans le cadre de la boucle d'apprentissage définie par la loi de 1997 (Moniteur belge 1997). Dans l'esprit de cette boucle d'apprentissage, les objectifs et scénarios présentés demandent à être améliorés régulièrement (Ostrom 2007), en fonction de l'état des connaissances et du développement de la société et de ses institutions. Pour mieux suivre la réalisation des objectifs proposés, un travail régulier de définition de nouveaux indicateurs est nécessaire, d'autant plus que ces objectifs sociétaux sont amenés à évoluer dans le temps.

Enfin, les outils et modèles actuels de projection intègrent insuffisamment les dimensions sociale, environnementale et économique. Ceux-ci devraient, en particulier, mesurer mieux l'impact de cette transition sur la croissance économique ou sur la productivité et intégrer dans les scénarios de références l'impact connu de ces défis, par exemple le réchauffement global et la perte de biodiversité⁴. Tant les techniques de backcasting que de forecasting, et en particulier les modèles quantitatifs, devraient porter plus d'attention à cette intégration.

4 Le Climate vulnerability monitor de 2012 (DARA 2012) estime les changements climatiques en cours et l'organisation actuelle de l'économie ont déjà fait diminuer le niveau du PIB global de 1,6%. Cette perte atteindrait 3,2% en 2030.

Bibliographie

- Anderson, Mander, Bows, Shackley, Agnolucci et Ekins (2008), *The Tyndall decarbonisation scenarios – Part II: scenarios for a 60% CO₂ reduction in the UK*, Energy Policy (2008) 3764-3773.
- Bannister et Hickman (2012), *Transport futures: Thinking the unthinkable*, Transport policy 20 août 2012.
- Bertrand coord. (1999), *Scenarios Europe 2010. Five Possible Futures for Europe*. Bruxelles: Commission européenne (Forward Studies Unit).
- BFP (2006), *La politique climatique post-2012: analyse de scénarios de réduction d'émissions aux horizons 2020 et 2050*. Bruxelles: Bureau fédéral du Plan.
- BFP (2012), *Présentation du Bureau fédéral du Plan*, www.plan.be (consulté le 8 octobre 2012).
- CCCC (2010). *Décision 1/CP.16, Accords de Cancun*. <http://www.unfccc.int> (consulté le 13/07/2011).
- CIMDD (2005), *Stratégie nationale de développement durable (texte cadre)*. Conférence interministérielle du développement durable ad hoc.
- CMED (1987). *Notre avenir à tous*. Rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement. Montréal: Editions du Fleuve (aussi appelé Rapport Brundtland).
- Collet, Winnen (2005), *La province de Liège à l'horizon 2020. Un exercice de prospective régionale pour choisir son avenir*. Futuribles, novembre 2005, N° 313, 55-71.
- Conseil européen (2005), *Conseil européen, les 22 et 23 mars 2005, Conclusions de la présidence*. http://europa.eu/european_council/conclusions/index_fr.htm (31/10/07).
- CSF-CEV (2007), *Rapport annuel, juin 2007*, Bruxelles: Conseil supérieur des finances - Comité d'étude sur le vieillissement.
- Crivits, Paredis, Boulanger, Mutombo, Bauler, Lefin (2010), *Scenarios based on sustainability discourses: Constructing alternative consumption and consumer perspectives*, Futures 42 (2010) 1187-1199.
- DARA (2012), *Climate vulnerability monitor, 2nd edition*. DARA, www.daraint.org.
- de Jouvenel (2002), *La démarche prospective. Un bref guide méthodologique*. Futuribles, novembre 1999, N° 247, révisé en 2002.
- Dierckx, Van herck et Vrankend (eds) (2010), *Armoede in België*, Leuven: Acco.
- Dreborg Karl H. (1996), *Essence of backcasting*. Futures Vol. 28, No 9, 813-828.
- Endl A., Berger G. & Sedlacko M. (2012) *Renewing the commitment for SD: Stocktaking of international and European SD objectives and goals pre-Rio+20*. ESDN. http://www.sd-network.eu/quarterly_reports/report_files/pdf/2012-March-Renewing_the_commitment_for_SD.pdf (consulté le 8/7/2012).
- Fouré, Bénassy-Quéré, Fontagné (2010), *The world economy in 2050: a tentative picture*, Working paper 2010-27 du CEPII.
- Godet M., en collaboration avec P. Durance, (2006), *Prospective stratégique - Problèmes et méthodes*. Cahier du Lipsor n°20, Paris.
- Gouzée N., Willems St., Zuinen N. (1999), *Le développement durable: un projet à l'échelle*

- mondiale*. Planning Paper n°85, Bureau fédéral du Plan, janvier 1999.
- IEA (2011), *World energy outlook 2011*. Paris: International energy agency.
- ILO (2012), *World of work report 2012: Better jobs for a better economy*. Geneva: ILO, 2012.
- IPCC (2000), *Special report on emissions scenarios*, Cambridge: Cambridge University press.
- IPCC (2007), *Climate change 2007, Synthesis report*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Jabbour, Keita-Ouane, Hunsberger, Sanchez-Rodriguez, Giluth, Patel, Singh, Levy, Schwarzer (2012), *Internationally agreed environmental goals: a critical evaluation of progress*, *Environmental Development* 3 (2012) 5-24.
- Kates, Parris et Leiserowitz (2005), *What is sustainable development ? Goals, indicators, values and practice*. *Environment: Science and policy for sustainable development*, Vol 47, number 3, 8-21.
- Loorbach et Rotmans (2006), *Managing transitions for sustainable development, in Understanding industrial transformation*, *Environment & Policy*, 2006 Vol 44, 187-206.
- MEA (2005), *Millenium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being, Biodiversity Synthesis, A Report of the Millenium Ecosystem Assessment*. World Resources Institute, Washington DC.
- Meadowcroft (2009), *What about the politics? Sustainable development, transition management, and long term energy transitions*. *Policy Science* (2009) 42:323-340.
- Meadows et al. (1972), *Limits to Growth*. New York: Universe Books.
- Moniteur belge (1997), *Loi du 5 mai 1997 relative à la coordination de la politique fédérale de développement durable*. Moniteur belge du 18/06/1997.
- Moniteur belge (2010), *Loi du 30 juillet 2010 modifiant la loi du 5 mai 1997 relative à la coordination de la politique fédérale de développement durable*. Moniteur belge 14/10/2010, 61445-61450.
- Mooij, Tang (2004), *Four futures for Europe*, Den Haag: Centraal Planbureau.
- ONU (1948), *La déclaration universelle des droits de l'homme*.
- ONU (1992a), *Déclaration de Rio de Janeiro sur l'environnement et le développement*.
- ONU (1992b), *Convention sur la diversité biologique*.
- ONU (1992c), *Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques*.
- ONU (2002a), *Application de la Déclaration du Millénaire, Rapport du Secrétaire général*. Nations unies, Assemblée générale, 31 juillet 2002. A/57/270.
- ONU (2002b), *Plan de Mise en œuvre du Sommet mondial pour le développement durable (Johannesburg-2002)*.
- ONU (2011), *Accelerating progress towards the Millennium Development Goals: options for sustained and inclusive growth and issues for advancing the United Nations development agenda beyond 2015, Annual report of the Secretary-General*. United Nations, A/66/126.
- ONU (2012), *L'avenir que nous voulons*. Rio+20 Conférence des nations unies sur le développement durable, Point 10 de l'ordre du jour, Résultats de la Conférence, A/CONF.216/L.1.
- Ostrom, 2007, *Challenges and growth: the development of interdisciplinarity field of institutional analysis*, *Journal of institutional Economics*, Vol 3, issue 3, dec. 2007, 239-264.

- RIVM(2004). *Maatschappelijke waardering van duurzame ontwikkeling. Achtergrondrapport bij de Duurzaamheidsverkenning*. Rapport 500013007/2004.
- Robert et Lennert (2010), *Two scenarios for Europe: "Europe confronted with high energy prices" or "Europe after oil peaking"*, *Futures* 42 (2010) 817-824.
- Rockström et al. (2009), *A safe operating space for humanity*, *Nature* Vol 461, 472-475.
- Rotmans, van Asselt, Anastasi, Greeuw, Mellors, Peters, Rothman, Rijkens (2000), *Visions for a sustainable Europe*, *Futures* 32 (9-10) (2000) 809–831.
- Rotmans (2003), *Transitiemanagement: sleutel voor een duurzame samenleving*. Assen (NL): Koninklijke Van Gorcum.
- Rotmans, Kemp, van Asselt, Geels, Verbong & Molendijk (2000), *Transities & transitiemanagement: de casus van een emissiearme energievoorziening*. International centre for integrative studies (ICIS), Maastricht.
- Swart, Raskin, Robinson (2004), *The problem of the future: sustainability science and scenario analysis*. *Global environmental change* 14 (2004) 137-146.
- TFDD (1999), *Sur la voie d'un développement durable ?, Rapport fédéral sur le développement durable 1999*. Bruxelles: Bureau fédéral du Plan.
- TFDD (2005), *Comprendre et gouverner le développement, Rapport fédéral sur le développement durable 2005*. Bruxelles: Bureau fédéral du Plan.
- TFDD (2007), *Accélérer la transition vers un développement durable, Rapport fédéral sur le développement durable 2007*. Bruxelles: Bureau fédéral du Plan.
- TFDD (2008), *Organisation de l'exercice participatif de prospective à l'horizon 2050 préparatoire au 4^e Rapport fédéral sur le développement durable*. Working paper 15-08 du Bureau fédéral du Plan.
- TFDD (2009). *Indicateurs, objectifs et visions de développement durable. Rapport fédéral sur le développement durable 2009*. Bruxelles: Bureau fédéral du Plan.
- TFDD (2012a), *Organisation de l'exercice participatif de prospective 2011-2012 préparatoire à la vision à long terme 2050*. Working paper 9-12 du Bureau fédéral du Plan.
- TFDD (2012b), *Contribution du Bureau fédéral du Plan au débat sur la vision à long terme de développement durable*. Note 20292 du Bureau fédéral du Plan, www.plan.be.
- TFDD (2013), *Visions à long terme de développement durable: concepts, applications et élaboration au niveau fédéral*. Planning Paper du Bureau fédéral du Plan (à paraître), www.plan.be.
- Vergragt P.J. & Quist J. (2004). *Backcasting for Industrial Transformations and System Innovations towards Sustainability: is it Useful for Governance ?* In Jacob, K., Binder, M. & Wiczorek, A., eds. (2004). *Governance for Industrial Transformation*. Proceedings of the 2003 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change. Berlin: Environmental Policy Research Centre, 409 – 437.
- Vranken, Lahaye, geerts et Coppée (eds) (2012), *Armoede in België*, Leuven: Acco.
- Zuinen N. et Delbaere P. (2008), *Examen des méthodes et analyse de 6 projets de prospective participative*. Working paper 14-08 du Bureau fédéral du Plan, www.plan.be.
- Zwicky (1947), *Morphology and Nomenclature of Jet Engines*. *Aeronautical Engineering Review*, June 1947.

Transitions towards bioeconomy? The case of the biorefinery¹

Martino NIEDDU, Franck-Dominique VIVIEN

Université de Reims Champagne Ardenne
martino.nieddu@univ-reims.fr, fd.vivien@univ-reims.fr

1. Introduction: The Biorefinery as a place of observation

The case study presented here provides a framework in which to document both questions of technological variety (with regard to actors' strategies) and the process of transition (with regard to sustainable development). The emergence of the biorefinery concept can be seen as that of an "intermediate object", in the sense that Vinck (2009) gives this term: a object having a dimension and material attributes, as well as an abstract and conceptual dimension which make it a tool of co-ordination, intended to think of a specific normative outcome at the transition of our societies towards the usage of renewable resources, and towards what the chemists call "green chemistry".²

The "biorefinery object" has been worked on in USDA "technological roadmap" exercises, as well as in such European projects as the *Biorefineries Joint co-ordination and Support Action Call* (2008), financed not to produce scientific progress, but to render explicit the "vision for the future" around which research programmes will be written. Interest in this object really has exploded in the chemistry journals: the Scopus and Wiley database lists at most one or two articles per year from 1987 to 2000, just 14 in 2003, when oil prices really started to take off, reaching, on Science Direct (on the keyword *biorefinery* alone) 232 articles in 2009, 367 in 2010, 675 in 2011 – and its 14th January 2012 consultation already lists 155 articles for 2012. This literature contains vast "states of the art", drawn up by the world's finest researchers. Our hypothesis is that they constitute "accounts" having bearing not just on scientific matters, but that they also deploy a reflection – explicit or not – on the variety of technologies that are potentially candidates for biorefinery development, competition between trajectories, and the scope of collective productive assets which must be mobilized to conduct the transition.

We therefore wanted to analyse this literature, by comparing it with sources of a different nature, interviews with scientists working in the field, and product monitoring (Box 1). This work was conducted with a focus group which included scientists and economists, within the context of an ANR in progress. This introductory section on the context of the study will be followed, in section 2, by discussion of the contributions and limits of sustainable transition management literature, focusing on the problems posed by the 'dominant design' hypothesis; we introduce the notion of collective productive assets which is then used in a narrative approach to restore the variety of biomass conversion strategies. Section 3 is intended to show that, far from emerging from nowhere out of the transition problematic, the biorefinery is part of the productive assets of agribusiness. Section 4 thus identifies four productive

1 This work has been supported by the ANR (ref. ANR-09-CP2D-01-01 AEPRC2V)

2 "Green Chemistry is defined as the design of chemical products and processes to reduce or eliminate the use and generation of hazardous substances." (Anastas and Eghbali, 2010 :301). The emergence of the green chemistry concept lies in the remarkable shaping and dissemination of a non-constraining approach that was perfected within the US Environmental Policy Agency, on 12 principles that the chemists are expected to respect, wherever possible (Linthorst, 2010). This explains its success across the Atlantic while the Reach directive was being established in Europe. The dissemination, from 1993, of these 12 principles which no chemist is now unaware of, the creation of such journals as Green Chemistry (1999), or ChemSusChem (2008) devoted to the interface between chemistry and sustainable development attests to the significance of the movement.

heritages, corresponding to the main biomass conversion strategies, and analyses how they fit into inter-industrial relations. In the conclusion, we discuss how each of these assets seeks to integrate the principles of green chemistry.

2. Discussion of the sustainable transition management literature

The literature on the transition towards usage of renewable resources borrows from three major types of theoretical underpinnings (Grin et al, 2010): "Science & Technology Studies",³ the evolutionist economy, and a sociology drawing inspiration from Giddens' theory of structuration, which seek to unify their respective contributions in a general theory of the transition from one socio-technical regime to another. This literature seeks to analyse the transitions from a Multi-Level Perspective (MLP) (Smith, VoB & Grin, 2010) and to offer a "*paradigm for sustainable innovation policies*" (Nill & Kemp, 2009: 677).

2.1. Discussion of a dominant design

Evolutionary economics relies on a representation of sectorial systems of innovation and production delimited by a scientific and technological knowledgebase, forms of inter-industrial relations, a specific set of institutions and the nature of the request addressed to the industry (Malerba, 2002). It offers three keys to change: institutional incentives to produce "environmental innovation", conversion of the sector's scientific and technological knowledgebases to the new 'green chemistry' paradigm, and transformation of the structure of the demand towards less-polluting products (Oltra and Saint Jean, 2009). It also suggests the idea that technological change tends to follow a two-stage cycle: the first stage being an exploration of the spectrum of possibilities and the creation of a powerful technological variety; and the second, selection by the markets of a *dominant design* (Abernathy & Utterback, 1978; Arthur, 1988; Jolivet, 1999).

This vision raises two specific problems for the process of transition management in a multi-level perspective as discussions within this school of thought have shown. In their reassessment of the MLP model of technological transition, Genus & Coles (2008: 1444) write: "*There has been a tendency to focus on 'winning' technologies and methodological issues concerning the functionalism of the MLP, and the poor conduct of historical case studies appear to have been undervalued. Moreover, there is a danger that some of the ideas implicit in this treatment of the MLP can seep into the policy making domain so that the 'reality' of a neat, mechanistic model of transition could become the dominant interpretation of the MLP.*" They consider one of the problems with this model to be that of having the start and end point for the transition (as exogenous variables) to establish transition strategies.

The point of view we want to support here is that it is necessary to *empirically* document the variety of emerging technological trajectories. Indeed, the idea of a unique green chemistry paradigm which would allow determination of which are the "good" environmental innovations presupposes that we will manage to define *a priori* the "green technology" and environmental innovation technologies – a matter which is now hotly disputed⁴. Moreover, it does not resist the study of the behaviour of actors: these people, in specific situations related to their specialisations, seek to assemble viable compromises between their bodies of knowledge and

³ Unlike epistemology, which seeks to discuss the universal rules of scientific rationality, Science Studies refuses to conceive of science as an autonomous field (in relation to particular interests), but rather as human constructions, in the same way as are other social practices. In D. Bloor's 'strong programme', this school of thought defends the principle of symmetry in the analytical processing which forces equal consideration of successes and failures, winners and losers. In this paper, we therefore rely on this approach to pay special attention to minority visions as being revealing of dominant strategies.

⁴ This question was the subject of an R. Kemp keynote: "Sustainable technologies do not exist!" at the DIME Conference on "Innovation, Sustainability and Policy", Bordeaux, 11-13, September 2008.

the 12 principles of green chemistry, amongst which they mobilize only those principles they are capable of sticking to, given the technologies they have available [Lancaster, (2002); our own interviews].

Furthermore, the idea of a transition pathway via selection of the "*winning technology*" from among the various niches, because it would be the most efficient solution for the transition, allows neither the dynamics of formation of the scientific and technological corpus to be taken into account, nor correct documentation of the stylized facts on which collective deliberation can draw. The difficulty lies in the fact that the cumulative effects related to growing yields cannot stand in for explanation, since they are largely unknown *ex ante*. The selection of technologies therefore leads back to the logic of actors, and to their representations of the future at the moment of making their decisions. It is necessary to "*...consider them not just in the context of the current regime, but also in competition with unsustainable practices in niches more closely aligned with the interests of the regime (...). Others have also argued that sustainability analysis must include the counter-veiling effects of unsustainable transitions in the making (...). There is a contest between various niches, each positioned differently in relation to regimes (...).*" (Smith & al., 2010:443).

Recent literature suggests, then, that the competition/selection model of technologies is in need of re-evaluation: "*this model is attractive due to its simplicity, but could be too simple to effectively describe change processes*" (Sanden & Hillman, 2011:403). These can be at once both complementary and in competition; certain technologies "*catalyse development and open the way up towards others*" (idem): innovations are therefore only worthwhile if they allow the organisation of interactions with existing collective productive assets. They can then be qualified as "*bridging*" or "*two-world*" technologies. (Kemp and Rootmans, 2005: 335).

2.2. Technological trajectories and collective productive assets

The evolutionist sequence "exploration of a variety / exploitation of a dominant design" to benefit from the cumulative effects of rising yields functions like a "black box" which raises a set of questions (Jolivet, 1999). In particular, it supposes: (1) that new knowledge is generated about the emerging family of technologies, and (2) that the related learning translated into a collective capitalization of knowledge, so as to result in technological convergence. Since the actors (laboratories or companies) hold heterogeneous knowledge that is partially contradictory, they are obliged, in order to stabilize technologies, to use collective theorizing about technology, so as to knit together the fragmented and piecemeal knowledge they carry. We realise, then, that economic activities can only exist where a certain number of resources are "lumped together" as collective productive assets. "*In innovative, fast-changing environments it becomes more and more difficult to pinpoint firms (whether systems integrators or mere assemblers) as the correct unit of analysis. Problems are solved 'socially', and understanding how problem-solving strategies unfold within communities of specialists that cut across firm boundaries is a challenge to both practitioners and scholars.*" (Brusoni et alii, 2004:20). In the same way, a rereading of Marshall invites us to consider that technical change cannot be reduced to an exploration/exploitation sequence but rather "*takes shape in a social, economic and technical organisation of production!*" (Lecoq, 1993: 201). And this last depends, in large part, on how the division of labour is organised at industrial level.

A further reason leads us to be attentive to the dynamics of collective productive assets. The literature on transitions towards new socio-technical regimes, and on path dependence, invites us to consider that mutations happen "on the edges" of existing technologies and productive specializations, starting out as "niches" [Grin et al. 2010, op.cit.]. Yet it is

important to note that these are treated *as assets*. They are protected from competition and from economic calculation in the course of the exploration of their potential, because of the technological hopes associated with them. This orients the work of the scientists, who are called upon to make a reality of “an eagerly-awaited novelty” in a niche, or to explore a range of possibilities, depending on whether the actors want to move forward along a particular path or whether they prefer to keep real options open [Avadikyan & Llerena, (2009)].

The notion of the collective productive asset takes these different aspects into account (inter-organisational pooling of resources, path-dependency, desire to maintain technological variety, or preserve niches). As O. Godard (1993) states, this notion indicates heritage as much as it does the desire for projection into the future: what we want to see recognised, preserved and developed as assets in the future aims to organise taking control of this future. This notion has to be accompanied by that of “technological hopes” which will be tested on the development cycles of particular products [Rosenberg (1976)]. “*Expectations and visions about the future are increasingly acknowledged as a central aspect of science and technology development processes and as key elements in analysing and understanding scientific and technological change*”. [Borup et alii, (2006)]. The inevitable advent of disappointments [Ruef and Markard, (2006)] can force these hopes to be rejigged; yet the point of such manipulation is to preserve the core.

What we refer to as collective productive assets are resources which (1) are sought-after for their collective value, (2) have to be shared in order to exist, and (3) justify, through their own characteristics, the effort expended in preserving them, in phases of strong doubt as to their actual ability to result in new objects at acceptable market conditions (Nieddu, 2007). As stylized facts, productive assets are, first and foremost, non-material resources (visions of the future, the possibility of truly leaving options open through the technological interview is one, construction of intermediate objects is another) producing learning between users and producers (Foray, 1994), and shared cognitive tools. These are systems which recognise free resources – scientific knowledge, for example – as being ripe for mobilization as assets in a given sector or network (Billaudot, 2004). In material terms, it is a matter of ‘localized’ facilities which allow scientists and economic actors to meet: dedicated public or private collective laboratories and technological development activities, demonstrators, pre-industrialisation pilot units. Later, it is a matter of dedicated institutions (Barrère, 2007) and institutional tools for the constitution of a community, such as Europe’s ‘technological platforms’ or competitiveness clusters in France.

The “biorefinery” is an example of these resources, at once material and non-material: in its abstract and conceptual dimension, this functions as a guide to action which leads to the pooling of collective resources along a particular development path. It sums up the thesis, according to which the ‘sustainable development challenge’ happens through a substitution for oil, ending up with ‘organic’ carbon (in the sense of: its being made out of agricultural raw materials), where other socio-technical paths to innovation would be foreseeable (Clark et alii, 2008).

2.3. The narrative approach as a tool for the representation of the variety of assets

The narrative approach is essentially an “*exploratory technique which proceeds on the basis of heterogeneous empirical materials, and seeks to highlight the relations between the decisions made by actors, dominant trends, and structures*” (Dumez and Jeunemaitre 2005:993). In its “rich version” (to pick up the expression used by these two authors) it takes account of the way in which these actors “assign meaning” to situations with which they are

faced. Hence, it seems to us that, in order to be mobilized, not just to bring out the stylized facts from major stories of technological choices past (David, 1985 on the AZERTY keyboard), but also to take account of the way in which actors develop visions of the future in current situations of technological uncertainty. This isn't a matter of trying to locate the "end of the story", of identifying the technology which should win out, but rather of drawing a snapshot of "knowledge held by the actors, their interpretations of what is happening, [which] is part of the [...] objective [...] determinants of a situation" (Dumez and Jeunemaitre idem: 996), and thereby documenting, in a precise way, the roots of a variety of potential solutions.

In collecting the reflections travelling through scientific sources, the narrative approach aims to produce a "story of stories" on the dynamic of the formation/recomposition of collective productive assets which accompanies the transition towards renewables. Dumez (2006: 5) stresses the importance in this approach, of identifying ex-ante and ex-post visions, both those of actors and those of researchers.

Table 1: an analytical interactive model (Dumez, 2006, p.5)

	Ex ante	Ex post
The actor's view (intention)	A	A'
The observer's view (interpretation)	I	I'

In the next part, we will therefore be revisiting these representations and their variations so as to bring out - beyond the initial intention to organise the biorefinery concept as the product of a dominant design - the variety of productive assets mobilized in the field delimited by this concept.

Box No.1: Sources

We used three types of sources, which were drawn from a focus group bringing together scientists and economists:

- (1) The journals analysed cover the competences of the chemical, biochemical, and chemical engineering sciences necessary to the development of the biorefinery.
- (2) An analysis of the texts for research projects related to the use of biomass, relying on complete documents and interviews, and, for some, ex ante and ex-post evaluation reports (Garnier thesis, in progress);
- (3) A watch on company sites, particularly those involved in the sector (in France, ARD, Roquette, Sofiproteol, and elsewhere, Dupont, Cargill, Novamont, etc.).

Moreover, the construction of the narrative approach rests on the economist's immersion in the scientific communities of the domain thanks to an ANR project with which we have associated a physical chemist having led a programme on starch and a biochemist in charge of a lignocelluloses programme. These people have helped us with interviews with key actors (scientists or leading researchers). We also participated in scientist days and researcher establishments, presenting our problematic at chemistry conferences. The interviews were accompanied by the production of researchers' monographs which allow, through the evolution of their publication themes, identification of the trials and errors of their subscription in collective productive assets.

3. biorefinery and collective productive assets

We were able to follow the evolution of these representations via scientific projects conducted in the field of agrimaterials since 1995 [Nieddu & *alii* (1999)]. These projects were part of an instrumentalisation of oil shocks, and were designed to support agribusiness development agendas, in hope of finding a quick route to a "plant-based refinery" by transferring know-how from petrochemicals. This has made us aware of a long history of non-food usage

strategies of plant-based products, centred on know-how issuing from agribusiness, rather than petrochemicals, which the actors themselves probably under-estimated (3.1.), since they were led to discuss representation from the starting point of the biorefinery suggested by the scientific literature (3.2.) and the variety within it (3.3.).

This story takes root in the long period of cycles of excess agricultural production and saturation of the agribusiness markets. In the United States, the “*chemurgy*” movement, and the 1935 creation of the *National Farm Chemurgic Council* (Finlay, 2003) bear witness to this investment. Certain pathways presented in section 4 have thus long since been documented. The technological foresight exercises of the late 1970s, following the first oil shock, did no more than pick up the technological ideas and hopes of chemurgy. And it is striking to note, in consulting documents of the time (Chesnais, 1981: 226) that it could be reproduced today without modification.

3.1. A linear history? Representations in recent scientific literature

The scientific journal literature gave rise to the biorefinery at the start of the 1980s, with reference to an article by Levy et al. (1981). It describes a three-phase history (Kamm *et alii*, 2006, Clark & Deswarte, 2008). The first biorefinery would have been dedicated to the production of biodiesel and ethanol, on the basis of “*a single raw material, a single major product*”. Yet, within this logic, waste remains – and therefore, questions about the management of these co-products. In the case of biodiesel, for example, the development of the production mechanically generates a “fatal” product - glycerol.

The second generation is always based on the process of a single raw material. Yet it suggests using all the biorefinery co-products⁵ and so to extract a whole range of products for energy, chemistry and the materials. This generation would thus correspond to exceeding the first units of the 1990s. The experts consider that they are now emerging from the pilot stage.

The third generation may be in a phase of emergence, set to reach maturity as a process around 2020. Sharing the same multi-product approach as the previous one, it diverges in two ways. Firstly, it would be capable of using different types of raw materials and transformation technologies. Secondly, it would be capable, depending on price developments, of modifying the technical itineraries to reverse the hierarchies between key-products and sub-products. This possibility - of instantaneously selecting the most profitable combination of raw materials and process -relies on a vision of the ideal production tool that would be fully adaptable to market fluctuations.

Derived from chemical literature, this linear, three-phase representation must be considered as a proposal for logical classification – more of an educational tool than a historical reality. It is centred on liquid fuels, and organised around the inflection point of the oil shocks of the 1970s. Yet, although those oil shocks of 1973 and 1979 did lead (especially in the first European framework programme of 1984) to the launch of ‘Energy from biomass’ themes, separated from chemistry, it seems to us that a re-evaluation of the role of actors in agriculture and agribusiness is necessary, particularly given the fact that the productive assets shaped by their know-how and units of transformation were likely to be redeployed in other projects.

⁵ Production of biodiesel-sourced glycerol has exploded, completely replacing fossil-sourced glycerol and also partially replacing that issuing from soap production. The problematic thus moves from the gene constituted by undesirable co-products towards the idea that these become, in a biofuel economy, a stable, abundant and cheap source of potentially profitable substrata, on condition that the research finds these solutions adequate: this one will find itself much in demand around the issue of the formation of a “glycerol community”.

3.2. The origins of the biorefinery: the agribusiness fractionation model

Indeed, the “cracking” of agricultural resources is a generic process. The emergence of industrial engineering in the industrialization of food in the 1960-1970 period is dominated by an agribusiness fractionation model: *“the IFP [Intermediate Food Products] phenomenon became important mainly through the development of raw materials fractionation, which entails the extraction and purification of proteins, fats and carbohydrates, with compositions studied at the request of customers: soy proteins, caseinates, glutens, as well as diverse milk- or plant-sourced glucose formulae, have multiplied to become part of the composition [of industrial products]”*. [Nicolas and Hy, (2000),p.35].

The collective assets contributing to a “plant refinery” are not, therefore, historically organised around fuels – even though, with installation in a world of structural agribusiness excesses (which arrived in Europe via the Mansholt plan of the late 1960s) the idea of regulatory constraints aimed at incorporating a minimum amount of “biofuel” in petrol, coming all the more naturally because of the fact that the agricultural profession has merely reactivated solutions that are deeply engraved on its memory⁶.

How is this important to what we have to say about the emergence of collective productive assets? Actors in industrial agriculture and agribusiness (the Champagne Céréales co-operative in France, the industrial player Roquette, Novamont, in Italy, linked to major agriculture on the Po Plain, Cargill, etc.) are a long way from the discovering fractionation technologies. They are very familiar with the variety of potential non-food outlets that are not agrifuels. Over time, they have positioned themselves as suppliers to industry: their job is to be producers of intermediate agricultural products (=APII). They complete the functionalities of these products for agribusiness customers (additives) or other sectors (stationery and cosmetics, for example).

During the 1970s, research into the fractionation of the main agricultural substrata (cereals, milk and sugars) sought to recompose any food using any raw material. Agricultural substrata *“can be woven like nylons and result in a texture that is identical to that of lean meat. “Texturized vegetable proteins” have been successfully promoted, and seem likely to have a growing impact on food markets”* (Hudson, 1976, p.579). The fast biotechnological progress made in the 1980s seemed capable of turning these hopes to reality (our 2009 interview with Hervé Bichat, Director General of INRA (French National Institute for Agronomic Research), 1990-1992).

How is this technological fractionation model set to transform itself? On the one hand, an impasse emerges as soon as food ceases to be conceived of from the single perspective of unitary nutritional values in undifferentiated carbons, and starts taking into account organoleptic dimensions or social acceptability. On the other hand, in the course of the 1980s, although oil-related prices fell significantly, the widespread incidence of excess foods led actors from the agricultural world, and researchers at INRA, to continue their efforts by theorizing an overall value development strategy for biomass aimed at compensating for the low level of added value in agribusiness, via “VANA” (non-food uses). This was the context in which the concept of biorefinery emerged.

It is therefore necessary to track the progress of biorefinery along two pathways, each of which saw the emergence of research and production communities: the first being related to problems of substitution for liquid fossil fuels (the main purpose of cracking being for

⁶ The first French law concerning the incorporation of alcohol in petrol dates back to 1923; the vineyards of Southern France sought to protect themselves from competition from sugar beet and cereal based alcohols, pushing the farmers of Northern France into industrial usages, particularly “ternary superfuel” (supercarburant ternaire), which was in use right up to the end of the 1950s.

energy), and the second being the broadening of the range of products supplying materials and basic products for a specialty chemistry founded on sugars or oils. The paper industry is experiencing the same market saturation with the emergence of excess production capacity, which is leading it to draw the same conclusions (Stuart, 2006).

Following major foresight exercises conducted in the late 1970s, the notion of biorefinery could only be constructed gradually. VANA actors, in parallel to the pick-up of plant-based fuels, seek to transfer competences from the field of biomedical technologies and so-called 'white' (or 'industrial') biotechnologies, so as to produce 'biopolymer' materials. This is when, for the first time, the 'sustainable development' qualities of agricultural substrata made progress, in the form of a functional advantage in terms of biodegradability (Nieddu *et alii*, 1999).

It took until the 1999-2005 period to see the actors shaping up their overall vision through major 'technological roadmap' exercises.⁷ These exercises were to give rise to a joint Europe-USA working group in 2004, and the work was extended by two European projects (Biorefinery Euroview and Biopol, 2007-2009), carried by the 6th PCRD and explicitly dedicated to the construction of a long-term 'vision' of the biorefinery. They brought together scientists and private decision-makers with collective status (international chemical industrial federations and agricultural co-operatives). They integrated works aimed at ensuring the social acceptability of biorefinery (Peck and alii, 2009). Prior to making recommendations, these works inventoried the diversity of biorefineries.

3.3. The two traditionally described forms of variety

These works describe two sources of diversity. The first concerns the origins of the biomass: either dedicated plants (cereals, sugar beet, palm oil, etc.), or raw materials issuing from the processing of waste and sub-products from agriculture (straw, sugar cane), agribusiness (chicken, milk, cheese, etc.). The second leads back to two major areas of the refinement process – thermochemicals and biochemicals.

⁷ Here, we can cite three major reference documents: (1) USDA DOE (1999) "Vision" document *Plant/ Crop-Based Renewable Resources 2020: A Vision to Enhance U.S. Economic Security Through Renewable Plant/Crop-Based Resource Use* ", <http://www.oit.doe.gov/agriculture/>, DOE/GO-10099-706. (2) The determining document for the major intermediates of agricultural origin (T T Werpy & G Petersen (ed.) (2004) *Top Value Added Chemicals from Biomass: Volume 1—Results of Screening for Potential Candidates from Sugars and Synthesis Gas*, Report for the U.S. DOE, by the NREL, 76p.) (3) The summary of opportunities drawn up for the European Commission by Wolf, O. et alii (2005) *Techno-economic feasibility of large-scale production of bio-based polymers in Europe*, European Commission: Technical Report EUR, 22103 EN 256 p.

Table 2 :Representation of variety through processes		
Thermochemical processes	usable on all substrata –results in biomass variability via burning to syngas or liquors – well-suited to oilseeds and to biomass produced from organic waste	
gasification	<ul style="list-style-type: none"> - Easily re-integrated to petrochemical productive assets. - Relies on processes long since mastered (e.g.: the Fischer-Tropsch process, dating from WWII) 	<ul style="list-style-type: none"> - Recent concerns about hopes of lifting barriers to purification - "<i>Gasification will have its place but it will be a limited market</i>"⁸
pyrolysis	<ul style="list-style-type: none"> - Complementarity with productive assets related to electricity (e.g.: French <i>Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives</i>) - Raw material or organic waste from highly diverse sources. - highly modular installations (e.g.: from 100 to 30,000 t in the finaxo process) 	<ul style="list-style-type: none"> - pathway referred to as "allothermal" – interesting in environmental assessment if the electricity doesn't produce CO₂ (translation: of nuclear origin); environmental assessment discussed if complementarity with electricity from coal-fired power stations....⁹
Biochemical processes	Traditionally better suited to alcohol-producing plants (resulting in sugars which can be fermented so that their alcohol is used as a substrata for fuels and chemicals)	
	<ul style="list-style-type: none"> - Integrated to both agribusiness and chemical know-how - Acid hydrolysis known and controlled - carried by advances in biotechnologies (enzymes for enzymatic hydrolysis) - research on celluloses and hemicelluloses for biorefinery on 'non-food' substrata 	<ul style="list-style-type: none"> - technological barriers: - biomass recalcitrant to the extraction of sugars; - the potential production of inhibitors rendering control of cracking reactions, or certain usages of products issuing from enzymatic fractionation, problematic

On the basis of our own survey, we have documented this second source of variety presented in European projects, adding to the table above the comments we collected about the characteristics of each of the families of processes. The important point is that the scientists agree on the fact that there is no key to getting *a priori* definitive advantages to one type rather than another, as Hayes has shown in a review for *Catalysis Today*. The fact that there is a variety of processes, each of which must be seen as "*having its strengths and weaknesses*" (Hayes, 2009:148) is attested to by several other general overviews (e.g.: Gallezot (2007) in *Green Chemistry*, Octave and Thomas (2009) in *Biochimie*). In the *Catalysis Today*, article, Hayes stresses the fact that assessments of technological hopes will be differentiated depending on the places and timescales used.

For example, the acid hydrolysis pathways on a sugar platform are better controlled today, whereas the enzymatic hydrolysis routes provide technological hopes that are higher, but more distant. Hayes highlights the fact that the Biofine process is immediately operational, can be adapted to several raw materials (including solid municipal waste), and the idea that it is highly unlikely that we will one day enter a "winner takes all" scenario. Indeed, according to him there are "*numerous examples of cases in which the competitive advantage between technologies varies in line with the specificity of conditions and raw materials; whence it becomes necessary to conduct a holistic examination to determine the most appropriate*

8 cf. Cecil Massie PE (2009) Gasification: What Have We Learned? *Biorenewable Conference*, December 2, 2009, University of Minnesota.

9 Cf. Brothier M. (2008) Définition des règles de design et évaluation des potentialités de la gasification Allothermique de Ligno-cellulose Appliquée à la production de bio-Carburant de Synthèse, presentation of ANR Galacsy project , Presentation PNRB, Paris (26/02/08)

biorefinery regime for the place it must be processed"(Hayes, 2009:149.).

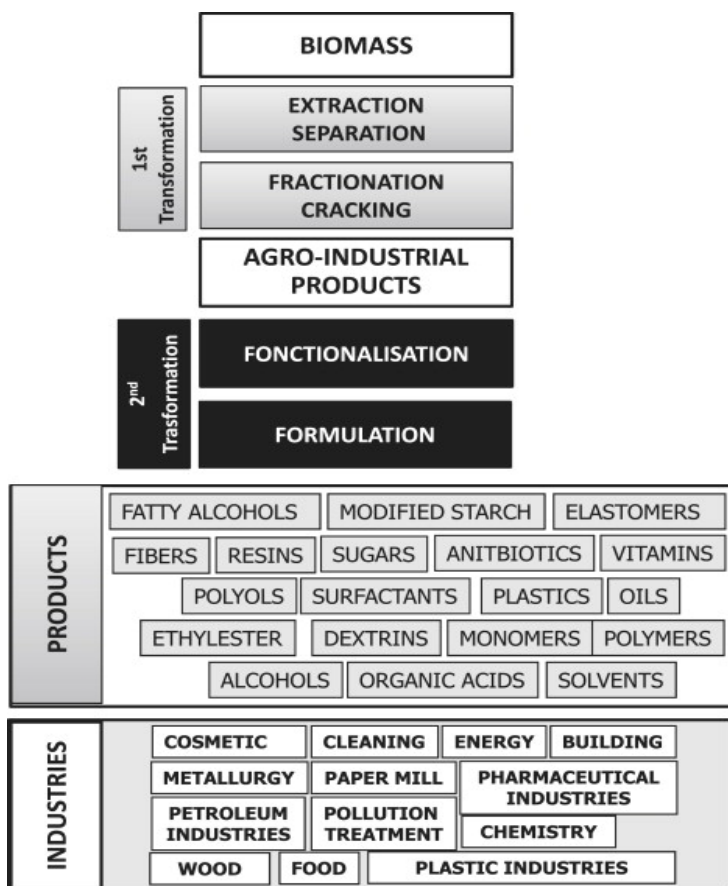
Nevertheless, another source of variety isn't explicitly addressed in the technological foresight literature, although it can be found in the scientific *reviews*. This is what we want to stress. It can be understood using the logic of inter-industrial relations and the emergence of the type of intermediate agribusiness products expected by the actors.

4. The intermediate agribusiness product, at the heart of mobilized assets

The documents resulting from the Biorefinery Euroview and Biopol project submission days in March 2009, and the debates with the scientists responsible for leadership of the research communities, suggest that the "vision of the future" of the institutional documents is a compromise between the actors of the thermochemical and biochemical pathways, concentrating on the production of biofuels which masks the diversity in the conceptions of this rapport with the intermediate product. Having conducted a series of interviews, Bennett (2009) stresses the tensions that are perceptible between actors concentrating mainly on bioethanol or biodiesel technologies (coupled with the transformation of co-products to chemical products with high added value), and other actors from agribusiness and specialty chemistry reticent, seeking to influence the definition of initial fractionation strategies.

4.1. A generic diagram of sector breakdown

In the figure below, taken from Octave & Thomas (2009: 660), the breakdown of the productive system between the first and second transformations gives rise to the central figure of the intermediate agribusiness product. Its nature orients the breakdown of the productive system into independent units, necessitating the formation of *shared knowledge at industry level*.



A certain number of applied research projects brought by businesses to the first transformation are "demonstrative projects", aimed at inciting the business of the second transformation and of specialty chemistry to come and participate in the collective learning process that is necessary to perfecting these intermediate agribusiness products (Nieddu, 2000).

This extremely generalized diagram, is set within the context of a strong interrogation within the agribusiness industry about the recomposition of sectors and value chains for which it must prepare. American foresight exercises (1999-2004) suggest defining the intermediate product on the basis of a strategy of substitution, term by term, of existing intermediates of petrochemical-origin. Yet this question of "*how should it be fractionated, and which intermediate agribusiness products should be delivered?*" has led us, on the basis of discussions on the literature from major reviews with scientists working in the field, at research schools of biorefinery chemists, and with the team of chemists from Reims with whom we are collaborating, to put these exercises into perspective in comparison with other strategies. We have therefore produced a stylized vision of the four main refinery paths towards intermediate products, founded on biomass conversion strategies, arising out of *philosophies and organisation of various value chains* and not just the competition of the two abovementioned processes. To understand our reasons, it is necessary to come back to the chemistry paradigm which serves as the sectorial knowledgebase.

The modern chemistry paradigm rests on the idea of breakthrough and recomposition of links between chemical elements: the stages go from the *fractionation* of products into elementary units (with significant energy costs), their *purification* (within processes and using solvents which can be harmful to the environment) so as to isolate and control elementary reactions – this is the first transformation is the above diagram. Next we come to key-intermediates, and then we conduct *reforming* operations on complex products, via a cascade of multi-stage chemical reactions (which are also costly in terms of energy, and mobilize catalysers, the safety of which is hotly debated).

The constant dilemma of chemists using renewable resources, as was remarked by A. Lattes, honorary chairman of the *Fédération Française pour les sciences de la Chimie*, in response to a presentation of the various fractionation-modification pathways we have covered at the CNRS research establishment; "Which chemistry for a sustainable society?" (October 2009), is to choose between two strategies: the perfecting of the "destructuring" fractionation pathways that are typical of the oil industry, although conceptually well-mastered by the chemists, and the "non-destructuring" pathways (i.e. : which preserve the functional properties or active principles contained in the complexity of living organisms). The chemists interviewed thus deliver stories in which they describe the products issuing from petrochemicals as "statistical", "amorphous", or "linear" materials whereas, for example, starches are materials that are at once interesting and difficult, because they are "highly organised", "hyperbranched", and "equipped with self-structuring ability" (Nieddu, 2011).

This leads some of them to identify the fractionation-modification pathways so as to obtain functionalities without having to go through the full destructuring phases: "*Rather than following current industrial practice, where macromolecules present in the biomass are broken into C1 building blocks first, which are next reassembled into the desired functional molecules, the synthesis power of nature should be used to the maximum possible extent. For this purpose, the rich molecular structure in the biomass has to be accessed without significant degradation*" (Marquardt *et alii*, 2010, p.2229).

In the same way, the biomass conversion strategy passing via biochemical pathways

is under discussion in the recent major scientific “critical reviews” (Sheldon, 2010, Gallezot, 2012, yet to be published). At this point, chemists in search of alternatives refer to a heritage from the agribusiness and oleochemistry sector, which will lead us to characterise each of these pathways on the basis of the productive heritage which carry them:

“In the future the platform molecule value chain could become more and more successful to produce high tonnages of bioproducts, but in the meantime most of the high tonnage industrial bioproducts are produced by a different strategy which does not aim at producing pure isolated chemicals competing with those derived from petroleum. This strategy consists of converting biomass in minimum steps to functional products such as surfactants, lubricants, plasticisers, polymers, ..., paints, food additives, and cosmetics. Many examples illustrating this approach are given in Sections 4 and 5 of this review. As practised in the food industry, it is not always needed to isolate pure chemicals to make marketable products. This value chain is more likely to be cost competitive because it reduces drastically the number of conversion, extraction and purification steps.” (Gallezot, 2012 to be published in *Chem Soc Review*, non-paginated)

4.2. The “majority” pathways: a single biomass conversion strategy?

The American exercises inventory substitution pathways for the products which were of agricultural origin before oil became cheap, by directing scientific learning towards these. An example of this emblematic product at the end of the 1990s being lactic polyacid (=PLA). Polyester has been known since the early 20th century. It was synthesised by petrochemical means for medical purposes during the 1980s. Biotechnological advances have let to the perfecting of fermenting processes, breaking down of renewable resources such as starch into building blocks¹⁰, monomers identical to petrochemicals; then by polycondensation (i.e. a chemical reaction), we reach this “biopolymer –which is in fact chemical-synthetic – that is PLA.

This pathway sets out a strategy which comes back to “mimicking” the traditional organisation of petrochemicals, the basic chemistry of which is founded on five major oil intermediates (ethylene, propylene, butadiene, benzene and toluene) that were precursors to specialty chemistry. The “technological roadmap” exercises will determine around thirty major intermediates issuing from biomass - which is a lot, if you consider the cost of learning and the very high number of itineraries which will have to be explored. These exercises offer to reduce this number and invite both public and private actors to concentrate their learning efforts on a “Top 12” platform molecules identified by experts as being the most promising. The industrial and research issues thus travel through this limited list of precursors, which builds, very largely, on perspectives foreseen in the late 1970s.

This diagram was to be specified by some actors, from 2004, as going in a very particular direction: towards strict complementarity with existing petrochemistry. This is an installation strategy for a biorefinery in major chemical industry strongholds such as the ports of Gand, Rotterdam, or Singapore. The challenge lies in making the transition towards renewables sustainable for these currently petrochemical industrial areas by mobilizing an agricultural resource delivered to world markets. The article which best describes this is a Dutch exercise listing the main intermediates produced and consumed by the chemical complex at the port of Rotterdam to envisage, term by term, their supply by biomass: for example, the conversion of “bio” ethanol into ethylene and propylene or glycerol, in a 1.3-propanediol to produce the

¹⁰ Building blocks are chemical molecules having low molecular mass as well as at least one reactive chemical function. These molecules constitute, in the language of the chemist, ‘molecular bricks’ as in a set of LEGO.

same propylene glycols as petro chemistry [Van Haveren et alii, (2008)].

The chemical industry could thus remain essentially identical, even as the “biosourced” revolution happens. The processing of plants aims to return towards known chemical intermediates, modifying neither their structure, nor their intrinsic properties. “Biosourcing” thus requires no evolution in production processes for plastics manufacturing, with only the early stages of the chain having to adapt to the change of resources; and the applicative scope remains similar to that of existing markets.

This, then, comes back to a very particular way of selecting research programmes and learning pathways on the transformation of the intermediates “Top 12”. For example, whilst we know it to be possible in the laboratory, those colleagues questioned in 2005-2006 dismissed the transformation of agricultural ethanol into ethylene as not making much sense because of the energy cost of the reaction; and yet this “complementarity pathway” has imposed itself on observers, as is proven by the construction of production units by oil group Braskem in Brazil, so as to be able to rapidly “greenify” the carbon footprint of industries using a lot of plastic bottles.

4.3. Minority reports?

Despite the significance it has taken on, in the foresight exercises, the logic of fractionation into small molecules (syngas or platform molecules) entering into this fundamental chemistry), we have seen that it is possible to document other biomass conversion strategies, which are part of the agribusiness competences heritage. Here, too, it is important to accept a momentary excursion into the language of chemists.

One feeds on the tradition of agribusiness or oleochemistry processes which isolate natural polymers, then, using their structure, modifies them in limited ways, without fractionating and purifying them: In their own language, chemists thus contrast the works cited in the preceding section regarding fractionation into C1, C2, and C4 for thermochemistry or C5 and C6 for the biochemistry of platform molecules, into long, complex chains. If we take the example of starches, we are not seeking to attain the monomer stage, through fractionation operations, but to achieve a *limited* transformation of “native” starches so as to “functionalise” them - that is, to endow them with specific functions that are of interest to a particular market; these treatments mobilize the families of know-how which can be physicochemical (through the extruder with the addition of a reagent for thermoplastic starches) or photochemical (grafting of additives to the starch via treatment radiation or triggering of self-organisational reactions on the basis of the properties of its structure to obtain PVC substitutes, for example.)¹¹.

The alternative pathway relies on agribusiness which, during the traditional separation of the plant’s major components, has conserved their structure so as to make exploration of potentially useful qualities, by means of physical or physico-chemical treatment which is respectful of their complexity. Good illustrations of this are hemp cement and wool insulation, compounds integrating natural fibres to reduce the use of fibreglass as a resin matrix in the automobile industry, and products issuing from the sunflower-oilseed crushing industry, such as those of the Vegemat® brand, which aim to produce limited-lifespan plastics. [(Garnier et alii, 2007)] In contrast to the fractionation into “platform molecules” strategy, this compound is described as drawing its properties from the simultaneous presence of fibres (playing a

¹¹ See surveys such as: (1) Fengwei Xie *et alii*, Starch Modification Using Reactive Extrusion, *Starch/Stärke* 58 (2006) 131-139 - (2) Protti S. *et alii* (2009) Assessing photochemistry as a green synthetic method. Carbon-carbon bond forming reactions, *Green Chem.*, 2009, 11, 239-249 - (3) Averous L., Halley P.J. (2009) « Biocomposites based on plasticized starch. » *Biofuels, Bioproducts & Biorefining*. Vol. 3 (3) : 329-343.

reinforcement role which improve mechanical properties), starch and proteins (thermoplastic properties), fats (lubrifying action that is useful to the process) [Evon, 2008]. Programmes such as Lignostarch (2007) seek to combine the plant's major components to obtain materials directly, in the same way, and as indicated by the programme name, Lignin + starch.

Table 3: Four productive assets (marked= PH for productive heritage)

PH1 - Radical thermal deconstruction into C1- C2 chains	Pyrolysis and thermochemistry of biomass to syngas and reforming using these syngases
PH2 – Radical biotechnological deconstruction for C2 – C10s	Enzymatic transformation of biomass into small molecules, known as synthons, which are building blocks for chemical-synthetic polymers (e.g.. PLA PHA)
PH3 - Extraction of macromolecules containing a C5-C30 active substance (for example : oleochemistry)	Use of existing synthons in the natural state (e.g.. modified fatty acids for polymers) and limited chemical transformations of these
PH4 – Deconstruction limited to major Cx-Cn components, and 'functionalization'	Use of the plant's major components and their complexity by using innovative processes (e.g.. reactive extrusion, modified starches, whole plant process)
Source: Bliard, Nieddu et alii (2011) <i>Communities and creation of knowledge as common goods in doubly green chemistry</i> , 3rd Intern. Conf. on Biodegradable and Biobased Polymers (BIOPOL-2011), 29-31 August 2011, University of Strasbourg	

5. Discussion and Conclusion

It would be easy to think that productive assets 3 and 4 would fade away as mimicry with the petrochemical pathway is set up, thus marking a major inflexion point towards a dominant design in plant chemistry. Such an interpretation would arise out of a 'poor version' of the theory of *sustainable transition management* which, as we saw in section 2, was worthy of discussion. In fact, since 2007 we have been witnessing a return to these productive assets and to demands being made of scientists to develop them, among certain of the very actors who participated in the construction American and European institutional visions of the future. The pathway defended by Végémat in France can be considered to be neither the sole prerogative of small businesses, nor outdated: for example, in 2008, Dupont communicated about the same type of product – Biomax® TPS Renewably Sourced™ thermoplastic starch, which was bought up by Australian company Plantic, to complete its product portfolio, while Roquette is reopening communication on the same type of products with its Gaiahub programme (For all of these examples, please see the websites of the companies quoted). In the same way, the scientific head of Archer Midlands, P. B Smith, explicitly described, at an American Chemistry Society (2011) conference, his firm's double strategy on pathways for the direct replacement of oil-producing molecules and on bio-advantaged molecules.

It is all happening, then, as though the strategies of certain big firms were finding themselves modified with regard to the "ex-ante" visions they were involved in forging in the foresight exercises. This change of attitude can therefore be reinterpreted "ex post" in a research model for the maintenance of real options (Avadikyan & Llerena, 2009) rather than in a scenario of convergence towards the single solution for the renewal of petro chemistry, which these actors themselves had sought to impose.

Table 4: Interpretation in the Dumez analytic model, 2006

	Ex ante	Ex post
The actor's view (intention)	Substitution of the oil refinery by the plant refinery	Search for a variety of technologies portfolio
The observer's view (interpretation)	Transition towards a new green chemistry paradigm and a new sociotechnical regime	<ul style="list-style-type: none"> - Four productive heritages - Cycles of technological hope and independent disappointment - Technical-economic innovations or to introduce the principles of green chemistry which are emerging along the trajectories of these productive heritages

We are therefore able to specify here a certain number of questions being asked in the literature with regard to *sustainable transition management*. By empirically documenting the question of niches and transition, we note that these niches become automatically established in the particular productive heritage arena, and that they tend to seek to renew themselves. In the same way, it is difficult to translate the transition effort towards the use of renewable resources as the full expression of the emergence of a new socio-technical regime. One part of this effort is devoted to suggesting solutions that would render the transition towards the use of renewable resources sustainable through certain segments of the traditional chemical industry, by contributing to the integration of this usage to the old socio-technical regime, and while satisfying a demand from industrial actors to quickly improve their carbon performance. The deployment of the analysis in terms of *transition management* – which has been mobilized by the European Commission to build the Suschem (Sustainable Chemistry) platform 'vision for the future' – can therefore draw neither upon a single point of departure, nor on a clearly-defined arrival point to support the technological roadmaps, but must rather reintegrate actors' strategies and the productive assets on which they rely.

The narrative approach selected also enables analytical separation among the materials available, drawing on economic process optimization strategies and which belongs with the introduction of green chemistry principles, and innovations to improve environmental performance. Yet, here too, this effort doesn't appear as a convergence towards a unique paradigm, but rather as a *localized* exploration in each of the productive heritages, making the use of incremental innovation categories difficult (small steps along a trajectory) and radical (novelty furnished by a niche).

For example, those who uphold a "*complete breakdown of biomass into small molecule (known as C1) building blocks through gasification or methanation*" [intend to] "*re-use existing value chains, the most economic scenario, at first sight*" (Marquardt & alii, 2010: 2228). The dynamic of environmental innovations can therefore only happen along these value chains and once these exist. Innovations which are (rightly) perceived in the literature of their field as being radicals in terms of green chemistry (through catalysis or solvent substitutions), appear above all to be destined to maintain the sustainability of the thermochemical pathway. Presented as a major principle of green chemistry, advances in catalysis to economise on reaction and purification costs do in fact comprise an obligation to ensure economic viability.

Those who uphold biotechnological fractionation (fermentation) pathways have different objectives in terms of green chemistry, beyond that which arises from innovations to improve the enzymatic catalysis process to obtain economically efficient biomass conversions. In particular, they are faced with questions regarding the availability of water related to the type

of process used¹². Some of these then come to envisage technological breakthroughs which, in the same way as in the previous case, aim to contribute to the conservation of the trajectory of the biochemical pathway, by mobilizing inherited know-how issuing from food heritage in an original way, such as the passage from fermentation in a humid environment fermentation in a solid environment¹³.

We have seen that “minority pathways” lead away from the strategy corresponding to these two initial pathways – which seeks to build a “biobased chemistry” which does not entail any profound reorganisation of the next stages in the value chain, and so of the current socio-technical chemistry regime. These minority pathways bring about a paradigmatic breakthrough, in terms of how green chemistry principles are applied: the logic of extraction of complex biopolymers and “expression” of specific functionalities, without worrying about impurities or purification stages conducted through its very design to minimize both stages and waste. In the same way, photo-cross-linking or reactive extrusion processes have the advantage of using small amounts of energy and solvents. This leads Gallezot¹⁴ to consider that what he calls *‘the single-stage modification of biopolymers into functional polymers could be more sustainable, from both the economic and environmental points of view, than the multi-stage value chain based on the breaking down of biopolymers into small molecules which can serve monomers, such as ethylene or propylene, to rebuild the polymers. A complete change of strategy could very significantly accelerate the industrial development of chemical materials and products based on renewable carbon’* (Gallezot, 2012, advance article, non-paginated)

What is at stake in taking account of this diversity of pathways, and exploration by the actors in technological hopes of environmental innovations along these pathways?

The first probably lies in the following alternative: production can either be “aterritorialized” and concentrated in a small number of big biorefinery complexes on the model of the existing port-based refinery, or it can be anchored on local biomass resources, drawing from the variety of technological pathways the one which is best suited to the agricultural specificities and the resources (especially water) of a given territory.

The second lies in the way in which the effects of the institutional facilities set up to stimulate the transition towards the usage of renewable resources; for example, actors in oleochemistry (corresponding to our PH3 productive heritage) complain that the development of biodegradable surfactants and lubricants is hindered by the growth of subsidized biodiesel production¹⁵. On another matter - that of the allocation of public and private research resources, the recognition of a map of the variety of working communities should also allow better documentation of the intrinsic advantages and limitations of each pathway.

12 For example, one of the recognised specialists in green chemistry, who is also leader of the Cost programme on biorefineries, Professor Sheldon states in one of his reviews the fact that *‘it has been recently reported... that a cellulosic ethanol factory processing 10,000 tons of lignocellulosic raw materials per day produces 870 tons of ethanol and generates 32 million litres of waste water per day, which is enough water to supply a city of 300,000 inhabitants. Moreover, this water is contaminated by organic sub-products, which demands a sophisticated industrial waste water treatment system with a view to allowing the water to be re-used.’* (Sheldon 2011 advance article, non paginated).

13 See our interview with Prof. Duchiron (2011), microbiology researcher, and his “review” of this question, published in “Techniques de l’ingénieur” in 2011.

14 P. Gallezot, Researcher Emeritus at IRCElyon, and one of the best European connoisseurs in the field of catalysis is one of the researchers on which we conducted the monographic study. His results are the outcome of work within a COST action by the 7th PCRD.

15 See R. Verhé’s editorial in *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2010, 112, 427(2010) Dilemma: Petrochemistry and oleochemistry as resources for fuel and oleochemicals

Bibliography

- Abernathy, W.J., Utterback, J.M., 1978. Patterns of industrial innovation. *Technology Review* 80, 40–47.
- Anastas P., Eghbali N., (2010) *Green Chemistry: Principles and Practice*, *Chem. Soc. Rev.*, 2010, 39, 301–312
- Arthur, B.W., 1988. Competing technologies: an overview. In: Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., Soete, L. (Eds.), *Technical Change And Economic Theory*. Pinter Publishers, London, 590–607.
- Avadikyian A., Llerana, (2009) *Transitions technologiques, stratégies d'investissement et options réelles: le cas des véhicules hybrides (Rapport PREDIT-ADEME, Mars 2009)*
- Bennett S.J. (2009) *The socio-technical Dynamics of Chemical feedstock transitions: the case of renewable raw materials in the UK*, Thesis of Imperial college, London, 275p. + annexes
- Borup, M. et alii (2006) *The sociology of expectations in science and technology*, *Technology Analysis and Strategic Management*, V. 18, (3-4), 285-298
- Brusoni S., Marengo L., Prencipe A., and Marco Valente (2004) *The Value and Costs of Modularity: A Cognitive Perspective*, SPRU Electronic Working Paper Series, Paper No. 123, 23p.
- Chesnais F. (1981) *Biotechnologie et modifications des structures de l'industrie chimique : quelques points de repère*, *Revue d'Eco. Industrielle*. Vol. 18, 4, 218-230.
- Clark, J.H. & Deswarte F.E. (2008), *Introduction to Chemicals from Biomass*, Wiley (ch1 : The biorefinery concept-an integrated approach).
- Dumez H., Jeunemaitre A. (2005), «La démarche narrative en économie», *Rev. Eco.*, 56(4), 983-1005
- Dumez H. (2006) *Introduction : Why a special issue on methodology*, *European management review*, vol 3(1),1-5.
- Evon P. (2008) *Nouveau procédé de bioraffinage du tournesol plante entière par fractionnement thermo-mécano-chimique en extrudeur*, Université de Toulouse, dir. L. Rigal, 388p.
- Gallezot P (2011) *Critical Review : Conversion of biomass to selected chemical products*, *Chem. Soc. Rev.*, 2012, Advance Article, non paginé)
- Genus A. Coles A.M. (2008) *Rethinking the multi-level perspective of technological transitions*, *Research Policy*, 37, 1436–1445
- Garnier E., Nieddu M., Barbier M., Kurek B. (2007)- *The dynamics of the French hemp system and its stakeholders*, in *Journal of Industrial Hemp*, 67-88.
- Grin J., Rotmans J, Schot J. & alii, (2010) *Transitions to Sustainable Development*, Routledge, 381 pages.
- Hayes D.J. (2009), *An examination of biorefining processes, catalysts and challenges*, *Catalyst Today*, 145, 1-2.
- Hudson J.P. (1976) *Food crops to the future*, *J. of Royal Soc. for the Encourag. of Arts /*, 124(5242), 572-585
- Jolivet E. (1999) *L'innovation technologique comme processus d'apprentissage industriel : analyse de la Formation et de la diffusion des connaissances en France et au Japon*,

Thèse de l'Université de la Méditerranée, 579p.

- Kamm B., et alii, (2006) *Biorefineries, – Biobased Industrial Processes and Products.* , Vol. 1 et 2, Wiley-VCH, Weinheim.
- Kemp R., Rootmans, J. (2005) *Management of the co-evolution of technical, environmental and social systems*, in Weber M., Hemmelskamp J. *Towards environmental Innovation Systems*, Springer, Berlin, 2005, 33-57
- Lancaster, M.(2002) *Green chemistry, an Introductory text*, Royal society of chemistry, 310p.
- Lecoq B (1993) *Dynamique industrielle et localisation : Alfred Marshall revisité*, *Revue Française d'Economie*, 8-4, 195-234.
- Kemp R., Rootmans, J. (2005) *Management of the co-evolution of technical, environmental and social systems*, in Weber M., Hemmelskamp J. *Towards environmental Innovation Systems*, Springer, Berlin, 2005, 33-57
- Malerba F. (2002) "New Challenges For Sectoral Systems of Innovation in Europe", DRUID Summer Conference 2002 on Industrial, Copenhagen, Denmark, June 6-8, 2002.
- Marquardt W. et al., (2010) *The Biorenewables Opportunity - Toward Next Generation Process and Product Systems*, *AIChE* September 2010 Vol. 56 (9)
- Nicolas F., Hy M.. *Apprentissage technologique et innovation en agro-alimentaire*, *Économie rurale*. N°257, 27-41
- Nieddu M. (2011) *Le vivant doit-il être (seulement) réduit à de grands intermédiaires chimiques? un point de vue d'économiste* in Maxim, Laura (ed.), 2011. *La chimie durable, au-delà des promesses*, Paris, CNRS Editions.
- Nieddu M., Garnier E., Bliard C. (2010) - *L'émergence d'une chimie doublement verte*, *Revue d'Economie Industrielle*, n°132, 4ème trimestre 2010, pp.53-84.
- Nieddu M. (2007), « Le patrimoine comme relation économique » in *Econ. Appliquée LX*, n°3, 2007, 31-57.
- Nieddu M. (2000) *Science et dynamiques économiques, le cas des biopolymères*, *Sciences de la Société*, 49, 87-104.
- Nieddu M. et alii (1999) *Biopolymères et agromatériaux : les entreprises prennent position*, *Industries Alimentaires et Agricoles*, 11/12, 52-59.
- Nill J., Kemp R. (2009) *Evolutionary approaches for sustainable innovation policies: From niche to paradigm?* *Research Policy*, 38(4), 668-680.
- Peck P. et alii (2009) *Examining understanding, acceptance, and support for the biorefinery concept among EU policy-makers*, *Biofuels, Bioprod. Bioref.*, 3(3), 361 - 383.
- Octave S., Thomas D. (2009) *Biorefinery : Toward an industrial metabolism* *Biochimie*, 91, 659–664
- Oltra V. , Saint Jean M. (2007) *Incrementalism of environmental innovations versus paradigmatic change: A comparative study of the automotive and chemical industries*, <http://cahiersdugretha.u-bordeaux4.fr/2007/2007-14.pdf>.
- Ruef A., Markard J. (2006) *What happens after a hype? Changing expectations and their effect on innovation activities*, *EASST Conference 2006*, August 23-26, University of Lausanne.
- Rosenberg, N., 1976, *On Technological expectations* *Economic journal*, 86, 523-535.
- Sandén B.A., Hillman K.M., (2011) *A framework for analysis of multi-mode interaction among*

technologies with examples from the history of alternative transport fuels in Sweden, *Research Policy* 40, 403–414

Smith, A.; Voß, J.-P.; Grin, J. (eds.) (2010): Innovation studies and sustainability transitions. *Research Policy* 39/4: Special Section on Innovation and Sustainability Transitions.

Stuart P. (2006) The forest biorefinery : Survival strategy for canada's pulp and paper sector? *Pulp & paper Canada*, V. 107 (6), 13-16

Van Haveren, J., Scott E.L., Sanders J. (2008) Bulk chemicals from biomass, *Biofuels, Bioprod. Bioref.* 2, 41–57

Vinck D. (2009) De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière. Vers la prise en compte du travail d'équipement, *Revue d'anthropologie des connaissances*,3(1),51-72

Sur quelles représentations fonder la transition écologique ?

Dominique MEDA

Université Paris-Dauphine
Irisso-CEE

Nous savons désormais que les siècles que nous considérons comme ceux du progrès ont également été producteurs de destructions, de maux et de dégâts sociaux et environnementaux (Beck, 2001) dont tous ne sont d'ailleurs pas encore advenus et qui ont été systématiquement occultés par les sciences de l'époque et plus particulièrement par les systèmes de comptabilité nationale (Jouvenel, 1968). Alors que la philosophie, l'économie et la sociologie ont élaboré au 19^{ème} siècle des représentations du monde dans lesquelles l'homme occupait une position centrale et qui s'intéressaient prioritairement aux interactions des hommes entre eux, la prise de conscience de la finitude des ressources naturelles et des effets délétères de l'action humaine sur les équilibres naturels dans les années 1970 (Meadows et al., 1972) a conduit à la remise en cause du paradigme de « l'exception humaine » (Catton and Dunlap, 1978), à la révision des objets de ces disciplines et à la prise en considération des relations entre l'homme et la nature, de leurs interactions et de leur interdépendance. Ces adaptations ont eu lieu dans la philosophie, sous la forme de l'éthique de l'environnement (Afeissa, 2007), dans l'économie, avec les deux branches que constituent l'économie de l'environnement et l'économie écologique (Passet, 1979 ; Daly, 1996 ; Georgescu Roegen, 1979 ; Martinez-Alier, 1992) et dans la sociologie sous la forme de la sociologie de l'environnement (Catton et Dunlap, 1978 ; Picon, 2012 ; Larrère et Larrère, 2012 ; Candau et Lewis, 2012). Elles n'ont néanmoins pas conduit à l'adoption de postulats épistémologiques communs et chaque discipline a donc conservé son langage, sa grammaire et son axiomatique propre. Quant au système dans lequel la production est représentée, la comptabilité nationale, il est resté fidèle aux grands principes qui avaient déterminé son élaboration dans les années 1940 et 1950 (Kuznets, 1941 ; Fourquet, 1980 ; Vanoli, 2003) : le PIB continue d'être considéré par la population et les gouvernements comme l'agrégat majeur permettant de représenter et comparer les performances et la réussite de la société, alors même qu'il est incapable de mettre en évidence le coût humain et naturel de la production et constitue donc un indicateur faux et trompeur (Méda, 1999 ; Gadrey et Jany-Catrice, 2005 ; Sen, Stiglitz, Fitoussi, 2009).

Engager la transition écologique qu'exige la prise au sérieux des données dont nous disposons aujourd'hui sur le changement climatique (GIEC, 2007), l'état de la bio-diversité (Barnosky et al., 2012), et des pollutions nécessite l'élaboration d'une représentation chiffrée de l'état du monde que nous souhaitons atteindre à moyen terme (2050 ?) et des étapes qui permettront d'y conduire. Dans quel langage devons-nous écrire ou décrire ces différentes représentations ? Devons-nous utiliser le langage économique et pouvons nous encore faire confiance à celui-ci après les critiques internes qui lui ont été adressées par les économistes eux-mêmes (Martinez-Alier, 1992 ; 2008 ; Vivien, 2005). Pouvons-nous continuer d'utiliser les systèmes actuels de comptabilité nationale alors même qu'ils nous égarent ? Et dans le cas contraire, à partir de quelles disciplines, à l'aide de quels langages et selon quels principes pouvons nous refonder une comptabilité qui nous permettra d'orienter nos actions ?

Le présent article s'interroge dans un premier moment sur les principes à respecter pour adopter une nouvelle comptabilité et propose un ensemble de principes pour adopter un indicateur de progrès susceptible d'encadrer les évolutions de la production dans des contraintes chiffrées. Il envisage dans un second moment la manière dont cette nouvelle comptabilité peut être mise au service d'une approche permettant de rendre la production

« éthique » et examine quelques questions théoriques et pratiques auxquelles cette perspective nous confronte.

I. De nouveaux indicateurs au service de la permanence d'une vie authentiquement humaine sur terre

Si notre comptabilité nationale nous mène dans le mur (Jouvenel, 1968 ; Méda, 1999 ; Gadrey, Jany-Catrice, 2005 ; Cassiers, Delay, 2006 ; Stiglitz, 2009), nous devons la refonder entièrement pour lui permettre d'intégrer les conséquences des découvertes scientifiques les plus récentes et notamment le fait que nos manières de produire sont à l'origine de progrès mais aussi de maux et que les actions humaines sont profondément insérées dans une nature qu'elles contribuent à transformer radicalement. La maxime proposée par Hans Jonas peut servir de principe permettant l'adoption d'un nouvel indicateur de progrès.

I.1 Qui est légitime pour élaborer une nouvelle représentation du monde ?

Comment procéder à la refondation de notre comptabilité nationale, c'est-à-dire de l'une de nos principales représentations du monde et de nos activités ? Qui a la légitimité pour le faire ? Sur quels principes devra-t-elle s'appuyer ? Que s'agit-il de représenter : devons-nous rester dans le paradigme antérieur et améliorer la représentation de la production, la manière dont les êtres humains créent des utilités ? Devons-nous au contraire nous focaliser sur les interactions entre homme et nature pour mettre en évidence comment les différentes actions humaines modifient les équilibres naturels ? Ou bien nous intéresser à la seule Nature ? Quel langage, quelle grammaire devons-nous mobiliser pour construire cette comptabilité, pour dessiner l'état du monde désirable et pour tracer les chemins permettant d'y accéder ? Faut-il employer le langage universel qui est aujourd'hui le langage économique ou monétaire ou au contraire prendre au sérieux ce que les physiciens, biologistes et quelques rares économistes soutiennent, à savoir que nous devons désormais nous intéresser aux flux d'énergie et de matière (Passet, 1979; Georgescu Roegen, 1979; Vivien, 2005 ; Martinez Alier, 2008; ? Et dans ce dernier cas, comment ouvrir entre les différentes représentations des passages, comment jeter des passerelles, comment organiser des traductions de l'un dans l'autre ?

Il existe aujourd'hui une véritable course dans l'élaboration de nouveaux indicateurs de richesse complémentaires ou alternatifs au PIB. Florence Jany-Catrice et Jean Gadrey (2005) l'ont bien montré, le marché est florissant : des centaines de nouveaux indicateurs - synthétiques ou non, monétaires ou non - ont été proposés par ceux qui ont pris conscience de l'inadaptation du PIB pour orienter et évaluer les actions humaines. Ne nous y trompons pas : cette compétition est déterminante. C'est une compétition où sont en jeu les cadres d'interprétation du monde et les normes encadrant l'action pour les décennies qui viennent, une compétition pour la détermination des principes qui seront choisis pour orienter les politiques publiques et privées, une compétition dont l'enjeu est donc de rendre légitimes certains comportements, certains usages du monde, certaines actions, au détriment d'autres. Une compétition dont sortiront la nouvelle grammaire et le nouveau Code organisant les rapports des êtres humains entre eux et de ceux-ci avec la Nature et donc les nouvelles normes qui définiront notamment les modes de production et d'appropriation légitimes. Témoignent de l'importance des enjeux le fait que l'Organisation pour la coopération et le développement économique y ait jeté des forces impressionnantes (dans un programme précisément intitulé *Mesurer le progrès*, (OCDE, 2007)), que le président français ait voulu (à la surprise générale de ceux qui s'intéressaient à ces questions) réunir une Commission dont le mandat consistait à reconnaître officiellement les limites du PIB et que la Commission européenne et le Parlement européen aient décidé de se doter de tels indicateurs (Parlement européen, 2011).

Mais cette compétition se déroule avec des règles du jeu extrêmement peu claires, entre experts et avec des termes qui ne permettent à l'ensemble de la population ni de prendre clairement conscience des enjeux ni de prendre part à la réflexion. La réunion de la Commission Stiglitz a constitué un moment essentiel dans ce processus (Stiglitz, Sen, Fitoussi, 2009). Alors qu'il s'agissait de « refaire les comptes » et d'élaborer une nouvelle manière d'aborder, pour nos sociétés, la question de ce qui compte, c'est en effet une assemblée d'experts, sans aucun représentant de la société civile, ni du Parlement, composée quasi exclusivement d'économistes (masculins de surcroît) qui a travaillé en cénacle clos (Fair, 2009 ; Jany-Catrice, Méda, 2010, 2011).

Le contenu des réflexions de la Commission permet de comprendre en quoi les enjeux d'une telle refonte sont fondamentaux. Le rapport de la Commission reconnaît les limites du PIB et fait trois grandes propositions : mieux intégrer les inégalités de revenus ; mieux mesurer la qualité de vie et mieux mesurer la soutenabilité. Dans cette troisième partie, la Commission opère un véritable basculement en recommandant de « prendre en compte la richesse en même temps que les revenus et la consommation ». Elle reconnaît que, comme les entreprises, l'économie dans son ensemble doit se doter d'un bilan et que pour ce faire, il nous faut disposer d'états chiffrés complets de son actif (capital physique voire, selon toute probabilité, capital humain, naturel et social) : « ce qui est transféré vers l'avenir doit nécessairement s'exprimer en termes de stocks, qu'il s'agisse de capital physique, naturel, humain ou social. Là encore, l'évaluation appropriée de ces stocks joue un rôle crucial » (Stiglitz et al., 2009, p. 15).

Ce renversement complet de perspective prend en partie son origine dans le rapport *Where is the Wealth of the Nations ? Measuring Capital for the First Century* de la Banque Mondiale, publié en 2006, dans lequel cette institution proposait une définition nouvelle de la richesse. A partir de la prise en compte de l'ensemble des « capitaux », capital productif, capital humain mais aussi capital naturel, il s'agit de comparer les variations annuelles du capital global grâce à la notion d'Épargne Nette ajustée. Cette dernière se calcule comme l'épargne nette d'un pays diminuée de la valeur des dégradations du capital naturel et augmentées de la valeur de l'investissement dans le capital humain (Thiry, 2010 ; Antonin, Mélonio, Timbeau, 2011 ; Harribey, 2010). Les implications de cette représentation sont immenses : elle consiste en effet, d'une part, à donner une valeur monétaire à des éléments qui ne sont pas marchands et ne sont pas destinés à faire l'objet d'un échange sur un marché et à les comptabiliser à cette « valeur d'échange » et d'autre part, à considérer comme substituables, c'est-à-dire parfaitement remplaçables l'un par l'autre, les trois types de capitaux. La vérité d'une telle représentation qui peut paraître séduisante au sens commun peut donc se traduire ainsi : il y aura toujours suffisamment de capital humain et de capital technique, donc de forces humaines capables de produire du progrès technique pour fabriquer l'équivalent du capital naturel. Peu importe que celui-ci soit peu à peu détruit, les êtres humains sont assez intelligents pour produire un capital artificiel qui – et c'est là le fond de l'affaire – générera pour les hommes un flux d'utilités équivalent à celui qui est aujourd'hui généré par le capital naturel.

Dans cette conception de la soutenabilité, dite faible, l'utilitarisme est patent : ce qui doit avant toute chose être préservé et notamment transmis aux générations futures, c'est un « X », une sorte de noumène qui devra être capable de générer le même flux « d'utilités » que ce que nous parvenons à générer aujourd'hui (Faucheux et O' Connor, 2002 ; Milanesi, 2010 ; Vivien, 2005). Si l'économie de l'environnement - la théorie économique néo-classique qui cherche à intégrer la contrainte environnementale dans ses équations – accorde aujourd'hui une place à la Nature, c'est donc en tant que capital support de flux d'utilités ou de services et non en tant que réalité constituée de terrains, de forêts, de ressources, d'espèces, de faune, de flore et d'écosystèmes.

C'est pour cette raison qu'aujourd'hui se multiplient les rapports décrivant la Nature en termes de « services rendus » de la même manière d'ailleurs que les comptes nationaux

décrivent les activités qui se passent à l'intérieur de la famille comme des services, qui peuvent être qualifiés ainsi parce qu'ils ont leur équivalent dans le monde marchand. Depuis les travaux de Costanza et al. en 1997, les économistes s'attachent notamment à définir la valeur des services rendus par les éco-systèmes et du capital naturel du monde ou de la biodiversité. Celle-ci vaudrait 33 billions de dollars. Les évaluations contingentes, les méthodes couts-bénéfices, les estimations, toutes mobilisant la monnaie comme langage commun, se multiplient sous le prétexte que les ressources naturelles seraient aujourd'hui pillées parce qu'elles n'auraient pas de valeur. Il faudrait donc leur en donner une et ce processus passerait par la fiction d'un marché destiné finalement à donner un prix aux différents services que la Nature rend à l'homme. Des économistes proposent même le concept de valeur économique totale, considérée comme la somme des valeurs d'usage (usage direct, usage indirect, option et de non-usage : legs et existence) dans laquelle la valeur d'option représente les bénéfices futurs et les valeurs de non usage, les bénéfices que tirera un agent du maintien dans le temps de la disponibilité d'un bien, sans que celui-ci soit destiné à être utilisé). Pour approcher de telles valeurs, on procède par évaluation contingente et on interroge les personnes sur leur consentement à payer (Weber, 2003 ; Milanesi, 2010). Dans cette représentation, la Nature constitue autant de « réservoirs d'utilités » pour l'homme (les fameux magasins de la Nature de Say), l'homme est la mesure de toutes choses.

On comprend mieux l'émergence, face à un tel anthropocentrisme, non seulement de la *deep ecology* mais plus généralement d'un ensemble de travaux, économiques et non économiques, visant, d'une part, à dénier aux êtres humains le droit de mettre la Nature en coupe réglée et d'autre part, à reconnaître à la Nature une valeur, indépendante de l'homme et surtout non réductible à la valeur économique. C'est pour lutter contre l'utilitarisme que le philosophe américain Baird Callicot, introduit en France notamment par Catherine Larrère, a défendu la thèse d'une valeur intrinsèque de la Nature (Larrère et Larrère, 1997 ; Callicot, 1989 ; Afeissa, 2007). La théorie de la valeur intrinsèque ou inhérente permet d'échapper à l'utilitarisme économique et « aux analyses en termes de coûts et de bénéfices dans lesquelles la valeur naturelle des expériences esthétiques, religieuses ou épistémiques, parce qu'elles ne possèdent aucun prix, ne représente pratiquement rien au regard des bénéfices économiques matériels considérables que procurent le développement et l'exploitation » (Callicot, 1989).

La compétition engagée pour forger de nouveaux indicateurs de richesse et une nouvelle comptabilité s'appuie donc sur des conceptions de la richesse, de la valeur et des rapports entre l'homme et la nature qui ne sont jamais explicités et constituent de véritables « paquets normatifs » passés en contrebande. Comment avancer dans la mise en œuvre d'une nouvelle comptabilité qui pourrait nous permettre de constituer un véritable guide pour nos actions ? Quels principes devons-nous adopter pour parvenir à déterminer « ce qui compte » ? Sur quelles définitions de la valeur devons-nous fonder nos recherches ? Quel est le langage, la grammaire, et l'axiomatique légitimes avec lesquels nous pouvons décrire l'état du monde ou de la société désirable à moyen terme (par exemple en 2050) et les objectifs intermédiaires permettant d'y parvenir ? Comment est-il possible de surmonter les conflits de langage et de valeurs qui sont légion dès lors qu'il s'agit de dire ce qui compte pour nous ?

La Commission Stiglitz a écrit ce monde futur en langage économique, avec les postulats de l'économie standard actuelle, en proposant une conception de la soutenabilité faible et se fondant sur une représentation de la valeur qui est celle de l'économie de l'environnement. La même année, Juan Martinez Alier, l'un des papes de l'écologie économique, posait la question : « les valeurs écologiques n'ont-elles de valeur que si on les traduit en argent ou ont-elles une valeur propre qui se mesure en unités de biomasse et de biodiversité ? Faut-il argumenter directement en termes de subsistance, santé et bien-être humains ou faut-il traduire ces valeurs en argent ? Que vaut la valeur esthétique d'un paysage non traduite en argent ? Que vaut la vie humaine non traduite en argent ? (...) Qui dispose d'assez de pouvoir social

et politique pour simplifier cette complexité en imposant un langage précis d'évaluation ? » (Martinez-Alier, 2008). Parallèlement se développait une « éthique de l'environnement » se donnant, comme l'écrit Hicham Stéphane Afeissa (2007) : « un nouvel objet, le monde naturel non humain, jugé digne de considération morale pour lui-même, c'est-à-dire indépendamment de tout coefficient d'utilité pour l'existence des hommes et envisagé comme lieu de valeurs intrinsèques ou comme détenteur de droits dont l'existence comme telle commande un certain nombre d'obligations morales et juridiques ». Une grande partie des analyses menées par ce courant vise à démontrer que si certaines valeurs sont issues de l'opération d'évaluation menée par les êtres humains, d'autres existent dans le monde indépendamment de ceux-ci et donc qu'il « est possible d'accepter que quelque chose a de la valeur indépendamment de la valeur que l'homme lui accorde ». Comme l'écrit Afeissa : « en apprenant à reconnaître la valeur de ce à quoi nous n'attachons personnellement aucune valeur, il est possible de découvrir que nous avons encore des devoirs au-delà de nos préférences et de nos préoccupations humaines, ce qui permet de jeter les premières bases d'une éthique de l'environnement (...) susceptible d'avoir une application politique concrète en attaquant de front la tendance des décideurs à traduire toute stratégie environnementale en termes économiques (comme si les intérêts économiques pouvaient à eux seuls épuiser le champ des valeurs humaines) ».

La question de la discipline dont le langage et la grammaire vont être utilisés pour dessiner le monde désiré est donc centrale. Aucune bonne raison ne permet de soutenir que ce langage et cette conception de la valeur devraient être ceux de l'économie standard. Au contraire, nous pouvons déjà conclure du caractère stratégique, politique et pluriel des définitions de la valeur, que toutes les sciences, humaines, sociales et naturelles devront coopérer pour choisir ou élaborer le langage dans lequel ce monde sera finalement décrit, avec l'aide des citoyens qui devront aussi nécessairement être impliqués dans la détermination de ce qui compte pour tous.

I.2. Un indicateur de progrès au service d'une maxime érigée en règle universelle

Quel principe supérieur, transcendant toutes les limites et tous les cloisonnements disciplinaires serait-il capable de guider l'ensemble du processus : il semble bien que la maxime édictée par Hans Jonas dans *le Principe Responsabilité* (1990) puisse constituer la base minimale sur laquelle nous pouvons nous accorder pour travailler sur la représentation du monde souhaitable : « Agis de façon que les effets de ton action soient compatibles avec la permanence d'une vie authentiquement humaine sur terre ». De cette maxime, nous pouvons déduire plusieurs éléments susceptibles de servir de fondement aux différentes sciences auxquelles il incombe d'imaginer le monde qui vient : une conception de la soutenabilité forte ; le renoncement à une position anthropocentrée ; l'obligation de nous comporter à l'égard de la Nature comme des usufruitiers et non comme des propriétaires ; le devoir de transmettre aux générations futures le patrimoine dont nous avons hérité et qui leur permettra à leur tour de mener une vie décente. Nous devons le conserver et le transmettre à la génération suivante, sans le considérer comme une réserve d'utilités ou un support permettant la fabrication de biens et services mais comme un bien commun dont nous devons organiser la gestion la plus respectueuse possible et définir collectivement les modalités d'usage.

Tout converge donc désormais vers ce patrimoine qu'il incomberait à chaque génération de préserver et de transmettre. Sur le fait qu'il importe de léguer des actifs et pas seulement des flux, toutes les disciplines peuvent s'accorder. Mais de quoi ce patrimoine doit-il se composer ? Comment décrire ses éléments constitutifs ? En quel langage les décrire ? Bertrand de Jouvenel écrivait en 1968, que le progrès est « l'accroissement successif du patrimoine social, tellement que chaque génération active lègue à la suivante un plus riche actif, tangible et intangible »

(Jouvenel, 1968). S'agit-il uniquement de patrimoine social ? Et quelle méthode adopter pour cerner son périmètre et dénombrer ses composants ? Imaginer la possible disparition de la société et *a contrario* ce qui est indispensable pour s'inscrire dans la durée permet de distinguer au moins deux composantes : une composante naturelle et une composante sociale. Une société peut périr du fait de la disparition ou de la trop grande dégradation de son capital naturel mais aussi de sa balkanisation et de sa résolution en composants premiers, en agrégats inorganisés d'individus. Il nous faudra alors recenser les facteurs de cohésion sociale permettant de garantir la persistance de celle-ci (Méda, 1999).

Cette conception patrimoniale de la richesse exige, comme le proposait Malthus dans ses *Principes d'économie politique* de réaliser un inventaire précis des quantités et des qualités des patrimoines et des situations qui nous semblent devoir être transmis. Elle exige donc une implication forte des citoyens, aux différentes échelles locales, nationales et mondiales, pour réaliser cet inventaire de ce qui compte pour nous mais pourrait également compter pour les générations suivantes. Dresser un inventaire du patrimoine naturel constitue une tâche immense. Des travaux ont déjà commencé pour la biodiversité, les minerais, les ressources non renouvelables, les forêts, les nappes phréatiques, les stocks de poissons. Il s'agit à la fois de comptabiliser des quantités (des stocks) et des états, des qualités (de l'eau, de l'air...), des niveaux, aux différentes échelles locales, nationales et mondiales de manière à suivre précisément les évolutions. Certaines approches de la soutenabilité forte proposent de considérer un « capital critique » (Faucheux, O'Connor, 2002) : nous devrions pouvoir collectivement nous accorder sur les éléments du patrimoine naturel qui doivent être intouchables ou dont la qualité ne doit pas diminuer (parmi lesquels l'eau, le climat, la biodiversité, les forêts). Le travail n'est pas moins difficile s'agissant du « patrimoine social ». Des approches en termes de « santé sociale » ont été développées avec l'appui de chercheurs dans le Nord Pas de Calais (Jany-Catrice, 2008) : élaborées au terme de conférences citoyennes, elles ont mis au cœur de ce qui compte la qualité et la répartition de l'emploi, les conditions de travail, les inégalités de revenus. Il serait tentant d'élaborer aussi des approches intégrant des situations plus difficiles à mesurer comme le niveau de civilité, l'aptitude à la paix, la résolution pacifique des conflits, qui permettrait d'accéder non pas à la « qualité de vie » mais à la « qualité civique » susceptible d'être transmise d'une génération à une autre.

Que faire d'une telle représentation ? Si notre progrès est mesuré non plus par le taux de croissance du PIB ou par l'Épargne nette ajustée mais par les évolutions de notre patrimoine naturel et social, une telle représentation peut-elle suffire ? Est-elle suffisamment dynamique ? Autrement dit, comment organiser le lien entre cette représentation et notre comptabilité actuelle qui exprime les choses en termes de production et de revenus ? Comment passer de l'un à l'autre ? Je propose que nous considérions cette représentation en termes patrimoniaux comme un indicateur permettant à la fois de décrire le monde souhaité en langage purement comptable (des variations de quantités ou de qualité par rapport à un objectif fixé) et comme une règle que devra respecter la production, donc comme un ensemble de contraintes chiffrées constituant les normes encadrant la production. Il ne s'agit donc pas de substituer une comptabilité à une autre mais plutôt de nous doter d'un nouvel indicateur, qui représentant l'état final recherché et les objectifs intermédiaires balisant la transition vers le nouvel état. Cela suppose de donner pour cette période une priorité absolue aux contraintes exprimées en termes physiques et non en termes monétaires, et de construire les étapes de notre prospective en partant des objectifs quantifiés à atteindre.

Cet indicateur de progrès pourrait ainsi définir, pour sa composante naturelle, une série d'objectifs exprimés en termes de taux d'émissions de GES, de qualité de l'eau et de l'air, déclinés par période pendant que la composante sociale, pourrait décliner de manière identique une série d'objectifs concernant l'accès à l'emploi et à l'éducation, la qualité des

conditions de travail, et l'égalité des revenus (Harribey, 1997, 1998 ; Gadrey et Jany-Catrice, 2005 ; Méda, 2005 ; Fair, 2009). C'est à partir de cette contrainte que les politiques concrètes de transformation pourraient être définies et permettre d'engager concrètement la transition écologique et sociale. Le réglage des paramètres de l'indicateur de progrès relèverait d'un choix collectif, élaboré avec les scientifiques appartenant à toutes les disciplines concernées et principalement à celles relevant des sciences naturelles : biologistes, climatologues, géographes, agronomes. Une instance de type forum hybride mélangeant représentants des populations et scientifiques pourrait être chargée de son élaboration. L'indicateur de progrès serait susceptible d'agrégation : il concernerait l'ensemble de l'humanité mais serait aussi individualisable par pays et par entreprise ou organisation. Il constituerait donc la règle, la métrique dans laquelle la production, de l'humanité, de chaque pays, de chaque organisation devrait s'intégrer.

Le nouvel indicateur constituerait ainsi notre véritable boussole, ses évolutions mesureraient de véritables progrès ou de véritables dégradations et non l'augmentation des quantités de biens et services appropriés par les individus. Il devrait donc être ce sur quoi nous devons avoir désormais les yeux fixés, l'indicateur destiné à structurer nos comportements, publics et privés. Ce nouveau cadre comptable organiserait ainsi le devenir-éthique de la production.

II. Devenir éthique de la production et enjeux des politiques de transition

Dans une telle perspective, la croissance devient un sous-produit de notre efficacité dans l'atteinte des objectifs fixés par l'indicateur de progrès. Ce qui importe est notre capacité à élaborer de nouvelles règles publiques d'usage des biens naturels et à produire en prenant soin de notre patrimoine naturel et du travail humain. La traduction de ces principes en politiques concrètes pose de nombreuses questions théoriques et pratiques.

II.1. Réintroduire des considérations éthiques dans la production

Que devient dans un tel cadre, éthiquement réglé, la croissance du PIB ? Elle n'est plus l'objectif prioritaire recherché. La priorité est devenue la satisfaction des besoins humains essentiels sous la contrainte de la prise en considération de la Nature et de la cohésion sociale. La croissance du PIB devient donc dépendante de notre capacité collective à atteindre les objectifs fixés par l'indicateur de progrès, c'est-à-dire de notre capacité à produire des biens et services de la manière la plus efficace possible. Mais l'efficacité a désormais un autre sens qu'auparavant : il ne s'agit en effet plus seulement de maximiser la production mais de réaliser celle-ci en respectant les critères édictés par l'indicateur de progrès c'est-à-dire en effectuant le moins de prélèvements bruts sur les ressources non renouvelables et la biodiversité, en respectant les limites fixées en matière d'émissions de GES et autres polluants, en dégradant le moins les sols et la qualité de l'air et de l'eau, mais aussi en faisant en sorte que l'usage de ce qui était représenté comme « facteur travail » ou « ressource humaine » soit également réglementé, de manière à ce que la qualité du travail et de l'emploi et la cohésion sociale soient toujours prises en compte dans le processus de production.

Une telle vision permet de mettre d'accord ceux qui croient et ceux qui ne croient pas dans la capacité du progrès technique à tirer l'humanité d'affaire. D'un côté en effet, au nom du progrès « ancienne manière », c'est-à-dire du progrès gros de tous les dégâts réalisés et à venir, ceux qui ne jurent que par la croissance du PIB rappellent que les êtres humains,

maîtres de l'univers, ont toujours réussi jusqu'à aujourd'hui, à trouver de nouvelles ressources et à inventer de nouveaux dispositifs pour faire face à la rareté et à l'adversité : dès lors que les prix du pétrole auront atteint un certain seuil, d'autres ressources deviendront rentables à exploiter, d'autres innovations viendront prendre le relai des minerais, énergies et ressources que nous utilisons jusqu'alors (Fitoussi, Laurent, 2008). Il nous faudrait donc conserver comme objectif prioritaire la croissance, mais une croissance propre, verte ou encore durable. Ce qui exigerait un véritable découplage entre les quantités de biens et services produits, d'une part, et les prélèvements et les rejets matériels occasionnés par la production, d'autre part. Ces croyants appuient notamment leur optimisme sur les progrès réalisés par l'Europe ces dernières années en matière de découplage « relatif ». D'un autre côté, les prudents rappellent que nous n'avons pas le droit de prendre de tels risques, qu'il n'est pas exclu que les progrès techniques attendus n'adviennent pas ou pas en quantité suffisante, que nous n'avons pas le droit de remplacer complètement la Nature par une seconde nature, issue de la main de l'homme, et que, même si l'on observe un découplage relatif entre le PIB et son empreinte matérielle, notamment en Europe, il n'y a en revanche pas de découplage absolu et que le rythme actuel du découplage ne suffira en aucune manière à régler le problème (Jackson, 2010).

Le ré-encastrement de la croissance du PIB dans les bornes fixées par l'indicateur de Progrès permet dès lors de mettre tout le monde d'accord : si nous parvenons collectivement à continuer d'obtenir une quantité de biens et services toujours plus grande à l'intérieur des limites fixées, cela signifie que nous aurons réussi la révolution consistant à dématérialiser notre production et à la rendre de plus en plus indépendante des flux matériels. Si nous n'y parvenons pas, cela signifiera que nous devons ou bien encore augmenter le rythme du progrès technique et trouver des dispositifs encore plus puissants de dématérialisation ou renoncer à l'ambition d'augmenter sans relâche la quantité de biens et services produits et appropriés. Le fait d'adopter quoi qu'il en soit comme indicateur de référence l'indicateur de progrès véritable permet de ne pas se prononcer sur le caractère « bon » ou « mauvais » en soi de la croissance du PIB, et d'opérer un tri parmi les propositions actuellement sur la table pour organiser le règlement de la question écologique. Je voudrais m'arrêter sur deux en particulier, celle de l'OCDE et celle du PNUE.

Dans son rapport « Vers la croissance verte », rendu en mai 2011, l'OCDE propose une politique de croissance verte, et prend comme postulat le caractère non négociable du niveau de vie des générations actuelles. L'objectif prioritaire est la croissance. Celle-ci doit s'opérer sous la contrainte que les actifs naturels continuent de garantir un flux de services et d'utilités pour les êtres humains. Dans une telle configuration, le respect des contraintes fixées par l'indicateur de progrès véritable n'est pas organisé et la conception sous-jacente de la soutenabilité est clairement une conception faible : l'objectif exclusif est de garantir le flux d'utilités fourni par la Nature, peu importe que celle-ci disparaisse. C'est l'innovation et non la Nature qui importe : « nous savons qu'en l'absence d'innovation, la capacité de substitution d'un capital naturel (épuisé) par un capital reproductible (par exemple des machines) est limitée ». Une telle solution n'est donc pas conforme à la pluralité des conceptions de la valeur en vigueur dans le monde. Elle ne peut donc pas être adoptée en tant que telle même si, parmi les mesures proposées par l'OCDE, un grand nombre sont tout à fait appropriées et devraient être mises en œuvre au plus vite : taxation des énergies carbonées ; investissements massifs dans les énergies renouvelables et dans les dispositifs permettant de produire en réduisant considérablement les dégradations opérées sur la Nature, attention portée à la nécessaire reconversion des travailleurs employés dans les secteurs qui devront connaître des pertes d'emploi.

Une autre proposition, assez peu éloignée, est actuellement au centre des discussions. Il s'agit du rapport du PNUÉ, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement, également publié en 2011, intitulé : *Vers une économie verte*. Le rapport est tout entier construit comme une réponse aux peurs et aux résistances engendrées par la prise de conscience que le rythme actuel de la croissance est devenu insoutenable. Peurs et résistances liées aux relations traditionnellement établies entre la croissance et l'emploi, la croissance et les revenus, la croissance et le progrès. Le rapport est tout entier tendu vers l'objectif de rassurer les populations et de démontrer que contrairement aux apparences, il n'y a pas d'opposition irréconciliable, pas de contradiction entre le règlement de la question écologique et celui de la question sociale – notamment celle de l'emploi. Le rapport présente un scénario dans lequel, avec un investissement d'un montant de 2% du PIB mondial, il est possible d'offrir une croissance à long terme au moins égale à celle d'un scénario de statu quo, une réduction des émissions de GES ramenant le niveau global à celui de 1990, une augmentation de l'emploi supérieure à ce qui se serait passé dans le scénario du statu quo et une amélioration de la situation des plus pauvres. Il constitue une importante contribution dans la mesure où il donne l'ordre de grandeur des investissements nécessaires, essaie de montrer que la prétendue contradiction entre le progrès économique et la durabilité environnementale est un mythe », accepte l'idée que la croissance pourra à court terme être moins importante que dans le scénario de référence, se donne pour objectif le découplage complet entre la croissance et l'utilisation intensive des matières premières et de l'énergie, s'attaque à la question du financement de la transition et met en évidence l'ampleur des efforts à consentir pour organiser de manière sérieuse la reconversion écologique, notamment en ce qui concerne les travailleurs qui devront pouvoir passer en toute sécurité des secteurs en déclin aux secteurs d'avenir. Mais le rapport se fonde, à l'instar du rapport de l'OCDE, sur la nouvelle conception de la richesse développée par la Banque Mondiale et adopte l'ENA comme indicateur central. Il compte lui aussi sur la libéralisation du commerce et la marchandisation de nouveaux éléments du capital naturel.

Comment comprendre la diffusion extrêmement rapide et l'adoption par une partie des organisations internationales de cette théorie du capital naturel et de sa nécessaire valorisation par les prix ? Il semble bien qu'il y ait derrière cette position un postulat non explicité : la gestion des ressources naturelles s'opérerait de manière infiniment plus efficace si au lieu de n'appartenir à personne, elles appartenaient à quelqu'un en propre, à qui incomberait dès lors la charge d'en prendre soin. Où l'on retrouve l'idée développée par Hardin dans la Tragédie des Communs (1968) et sa démonstration que ce qui appartient à tout le monde est considéré comme n'appartenant à personne et conduit à l'inefficacité dans la gestion du bien. Elinor Ostrom (1990) a montré au contraire qu'une gestion collective des ressources communes, à partir du moment où elle respecte des règles collective d'usage, peut au moins aussi bien que la propriété privée garantir une gestion efficace notamment lorsque les gestionnaires ont intégré le long terme dans leurs comportements, c'est-à-dire sont parvenus à faire en sorte que la ressource génère une production sans que sa capacité à le faire à long terme ou son existence ne soit remise en cause.

On le voit : la question du type de gestion de ce qui n'appartient à personne mais est essentiel pour le bien-être de tous et doit faire l'objet d'un soin constant est centrale. Ce soin, ce souci pour ce que les économistes appellent les « facteurs de production », sera-t-il mieux assuré par un propriétaire privé, par l'État ou par une communauté ? Mais avons-nous même le droit de poser cette question ? Elle suppose que nous avons répondu positivement à la question préjudicielle : savoir si ce qui n'appartient à personne mais est nécessaire à tous peut faire l'objet d'une appropriation privée. Un particulier aurait-il le droit de détourner les rayons du soleil pour vendre ensuite à ses congénères les services innombrables que rend

celui-ci ? Ne devons nous pas considérer que la Nature et l'être humain ont une valeur autre qu'économique, qui exigent un soin particulier et des règles d'usage précises.

Comment déterminer les règles d'usage des biens naturels permettant d'éviter à la fois leur dilapidation et leur marchandisation ? Ce qui s'est passé pour le règlement de la question sociale au 19^{ème} et 20^{ème} siècle peut-il nous servir de référence pour le traitement de la question écologique ? Il a fallu plus d'un siècle, dans les pays européens pionniers de la Révolution industrielle, pour que s'impose l'idée que l'usage de la force de travail devait faire l'objet d'une réglementation publique. Le règlement de la question sociale s'est opéré, au long des 19^{ème} et 20^{ème} siècle, par un ré-aménagement complet de la relation liant l'employeur et le salarié et par la définition de règles supérieures encadrant la relation de travail, et grâce au développement d'un droit particulier, le droit du travail. L'intervention de l'Etat au cœur de la relation de travail et l'institution de normes supérieures encadrant le contrat de travail ont consisté à mettre en œuvre des règles collectives d'usage du travail humain visant à éviter que celui-ci ne soit traité comme une simple marchandise.

La publicisation de la relation employeur-salarié, le fait qu'elle soit devenue une affaire publique régie par des règles publiques, peut à l'évidence constituer pour le traitement de la question écologique un modèle : il s'agit en effet dans les deux cas de parvenir à organiser la « dé-marchandisation » du travail ou de la Nature, de reconsidérer radicalement leur statut en entourant leur gestion de règles publiques d'usage. Mais le traitement de la question sociale a exigé de surmonter les résistances de tous ceux qui ne pouvaient que perdre à ce processus. Par ailleurs, deux éléments différencient le traitement de la question sociale au 19^{ème} et celui de la question écologique : la communauté dont l'intérêt est lésé en matière écologique est plus difficile à former. La communauté des générations futures n'est pas encore constituée, l'humanité n'est pas encore une communauté consciente constituée en sujet. D'autre part, la définition de règles nationales destinées à régler la question sociale a contribué à déplacer le travail indécemment dans d'autres pays, où ces législations n'existaient pas. Désormais les délocalisations concernent tout autant les productions indécemment en matière de conditions de travail qu'en matière de pollution, d'émissions de GES, de développement de processus nuisibles à la santé humaine. Contrairement à la question sociale pour laquelle chaque pays peut se considérer quitte dès lors que la production nationale a respecté les règles en vigueur, les délocalisations des productions indécemment en matière d'environnement vers des pays moins réglementés ne changent rien au problème écologique : toute production indécemment dans n'importe quel coin du monde augmente mécaniquement le problème global de l'humanité. Son règlement exige donc la mise en œuvre et le respect de règles publiques internationales d'usage de la Nature.

L'indicateur de progrès censé contraindre l'acte productif à prendre soin de la Nature et du travail humain en l'enserrant dans des règles publiques d'usage suppose que soient déterminés des objectifs quantifiés à l'échelle mondiale et nationale, en matière de patrimoine naturel et de santé sociale. Une des questions centrales consiste dans la déclinaison nationale et temporelle des quotas d'émissions de GES : si l'objectif principal est d'obtenir à l'échelle mondiale une réduction de 85% de celle-ci en 2050, quels seront les objectifs fixés à chaque pays par l'indicateur de progrès, et qui déterminera la règle de répartition ? Dès 1992, dans le premier numéro de la revue *Ecologie et Politique*, Juan Martinez-Alier (1992) rappelait la nécessité de tenir compte de la dette écologique pour en établir les principes. Cette question a donné lieu à de très nombreux travaux dans le cadre du courant de la justice environnementale : reste à concilier celle-ci avec l'éthique environnementale (Larrère, 2011).

En ce qui concerne ce que nous avons appelé « patrimoine social », « dimension sociale » ou encore « santé sociale », nous avons vu qu'un indicateur de progrès prendrait en considération

les conditions de travail, l'égal accès à l'emploi et la répartition des revenus. Le respect de cet indicateur exige de développer les productions les moins consommatrices de ressources naturelles tout en améliorant continuellement les conditions de travail et en répartissant l'emploi existant sur l'ensemble de la population active. Un tel processus, qui permet de redistribuer en permanence l'emploi disponible suppose des politiques d'emploi et du temps de travail très ambitieuses, nécessitant un recours plus ou moins intense à la réduction du temps de travail. Tim Jackson (2010) indique ainsi qu'étant donnée l'impossibilité actuelle d'un découplage absolu, il nous faut dans l'immédiat réduire la taille de nos économies et accommoder ce choc par de vigoureuses réduction du temps de travail. Gadrey (2010) défend quant à lui l'idée que nous aurons besoin ou non de réduire considérablement le temps de travail pour organiser l'accès à l'emploi de tous selon que les modalités de production et les types de production engagés sont plus ou moins intensifs en main d'œuvre (l'agriculture biologique demandant beaucoup plus de main d'œuvre que l'agriculture intensive de même que la rénovation des bâtiments, le retour du ferroviaire, le soin apporté aux forêts ou à la fabrication de produits durables de qualité...) et selon le résultat des profondes réorganisations issues de la disparition ou de la reconversion de certains secteurs et du renforcement d'autres. La question de la productivité est centrale : devons-nous, comme le suggèrent Jackson et Gadrey, ralentir considérablement les gains de productivité ou devons-vous comme le soutient Harribey maintenir les gains de productivité horaire mais diminuer les gains de productivité par tête grâce à la réduction du temps de travail. Dans tous les cas, des changements importants sont à attendre en matière d'organisation du travail, de contenu du travail et du contenu du travail, comme en matière de chômage et d'emploi. Dans tous les cas aussi, la réintégration de toutes les personnes à la recherche d'un emploi à la production et la reconversion des travailleurs des secteurs contraints à se réorganiser nécessite des politiques et des mécanismes de sécurisation des parcours des travailleurs infiniment plus puissants et efficaces que ceux que nous tentons de mettre en place depuis vingt ans dans notre pays mais aussi en Europe (CGDD, 2011).

II.2. Questions théoriques et pratiques

La mise en oeuvre concrète d'un tel processus (encadrement éthique de la production, reconversion des secteurs polluants vers des secteurs propres, dématérialisation de l'économie, concentration sur des activités plus intenses en intelligence et en relation et moins en dépenses d'énergie, mise en place de politiques publiques et d'institutions organisant la transition à moindres coûts humains) pose d'innombrables questions théoriques et pratiques. Au moins quatre questions méritent d'être mentionnées.

La première concerne le pilotage du processus de transition. Deux thèses s'opposent sur cette question : d'un côté, ceux qui dans le sillage d'Hans Jonas, doutent de la capacité de gouvernements démocratiques soumis à la nécessité d'être réélus à prendre les mesures nécessaires et pensent que seule « une tyrannie bienveillante, bien informée et animée par la juste compréhension des choses » pourra y parvenir et ceux qui jugent au contraire que seul un approfondissement démocratique rendra le processus acceptable. Plus concrètement, une des questions principales, si nous sommes persuadés qu'il importe d'enserrer le processus de production dans des règles éthiques consiste à comprendre comment y inciter ou y contraindre les acteurs privés. Faut-il pour y parvenir utiliser les procédures et les moyens mobilisés en cas de Guerre ou de Reconstruction ? Les conditions décrites par Beveridge dans son rapport de 1944 *Full employment in a free society*, ne sont-elles pas aujourd'hui requises ? Dans ce rapport Beveridge, qui considérait le plein emploi comme l'un des piliers essentiels d'une société libre et dessinait les traits du Monde nouveau qui sortirait de la Guerre mettait quatre conditions au développement de celui-ci : un haut montant de dépenses publiques ;

l'exercice d'un contrôle sur la localisation des entreprises ; l'organisation de la mobilité de la main d'œuvre et la restriction des échanges multilatéraux aux seuls pays définis comme éthiquement convenables, c'est-à-dire poursuivant une politique de plein emploi, assurant la balance de leurs comptes et exerçant un total contrôle sur leur commerce. La définition des secteurs dont la reconversion doit être engagée au plus vite n'exige-t-elle pas de la part de l'Etat la mise en place d'un véritable processus de planification, comme cela fut le cas au moment de la reconstruction française, et la définition d'une prospective des métiers et des qualifications ambitieuse élaborée au terme d'un vaste travail de réflexion avec les partenaires sociaux et les scientifiques de toutes les disciplines, permettant de définir à la fois les secteurs et les métiers d'avenir. La réintroduction de considérations éthiques n'oblige-t-elle pas à ré-encadrer la production dans un processus de choix collectif des besoins sociaux satisfaisant en priorité ? Une telle solution ne revient-elle pas à « publiciser » les questions de la production et du travail, c'est-à-dire à réintroduire la délibération démocratique à l'intérieur même de ce qui en était tenu écarté depuis le 18^{ème} siècle, depuis la séparation de l'économie et de l'éthique ?

La seconde question concerne le rôle des syndicats et des mouvements sociaux dans le règlement de la question écologique. Si les deux premières années de la crise dans laquelle nos pays sont toujours embourbés ont conduit à une prise de conscience de la profondeur des dysfonctionnements de l'économie mondiale et permis l'élaboration d'alliances entre le mouvement écologique et les syndicats, comme en a témoigné la définition, au niveau européen, d'un Agenda Vert, l'approfondissement de la crise sociale a rendu la situation beaucoup plus compliquée : l'Agenda Vert a disparu des discours, des coalitions telles que la Spring Alliance ont décliné et la contradiction est à nouveau totale entre la résolution de la question sociale – qui exige plus de croissance, tout de suite – et celle de la question écologique, qui exigerait des révisions radicales mais qui est repoussée aux calendes grecques. Les promoteurs d'un règlement conjoint de la question écologique et de l'emploi se retrouvent très isolés dans une Europe où le nationalisme et le court terme ont repris leurs droits. Et la tentation est grande, on l'a vu, au nom du niveau de vie, de la croissance et de l'emploi de renforcer encore la mise en valeur marchande du monde, en contradiction directe avec une approche visant au contraire à soustraire aux tendances prédatrices les biens naturels : des débats riches se sont intensifiés ces dernières années autour de l'idée de biens publics mondiaux puis de biens communs, qui devraient être en quelque sorte sanctuarisés de manière à pouvoir continuer à n'appartenir à personne mais à profiter à tout le monde, y compris aux générations futures. Les travaux d'Elinore Ostrom mettant en évidence que les communs sont des lieux de négociation et les prolongements que leur ont donnés les mouvements sociaux comme le Forum Social Mondial de Bélem ont ouvert des perspectives et des questions désormais urgentes : quel statut donner aux communs naturels et humains ? Comment les protéger de la marchandisation ? Quels sont les biens et les droits qui doivent être considérés comme biens communs de l'humanité ou de communautés particulières ? Au cours de quel processus un tel statut peut-il être affecté ? Quelles sont les communautés légitimes pour engager celui-ci ? Quelles seront les règles qui l'organiseront et qui en décidera ? Quel type de gestion doit s'en déduire ?

La troisième concerne la re-conceptualisation et la révision de la hiérarchie traditionnelle des activités à laquelle devrait nous conduire le fait de prendre au sérieux la menace écologique et l'engagement dans un processus de transition. Que l'on accepte ou non les sombres prévisions de ceux qui pensent que les politiques d'investissement dans les énergies renouvelables, l'isolation des bâtiments et les reconversions écologiques de plusieurs secteurs ne suffiront pas et qu'il nous faut nous résigner, si nous voulons en effet réduire nos émissions de GES de 85%, à une diminution drastique de la taille de nos économies (Michel Husson indique par exemple que cet objectif ne pourrait être atteint qu'à condition que le PIB mondial diminue

de 3,3% par an, donc de 77% entre 2007 et 2050), donc de notre production et de notre consommation, dans tous les cas nous devons donner la priorité aux activités qui prennent soin de l'environnement. Le concept de care, envisagé par la philosophe Joan Tronto comme « une *activité générique qui comprend tout ce que nous faisons pour maintenir, perpétuer et réparer notre « monde », de sorte que nous puissions y vivre aussi bien que possible* » nous est-il utile dans cette reconceptualisation ? Si Tronto ne donne pas de pistes concrètes permettant d'appliquer ce concept à l'environnement en posant que le care exige une réciprocité, Laugier ou Larrère le font en utilisant ce terme pour attirer l'attention sur toutes les activités souvent invisibles qui permettent de maintenir les humains en vie et sur le caractère vulnérable du monde commun que nous partageons avec les non-humains. Utiliser le terme de care pour repenser les activités humaines permet une triple revalorisation : revalorisation des activités qui, parmi celles qui ont leur corrélat dans le PIB (le travail) sont les plus « légères » en termes d'empreinte physique sur la Nature et les corps humains ; revalorisation des activités considérées comme productives mais exclues du PIB (la fameuse production non marchande des ménages) ; revalorisation aussi de toutes les activités non productives, qui ne mettent pas le monde sous la forme de l'usage pour autrui, qui n'augmentent pas les échanges monétaires mais contribuent aussi à la satisfaction des besoins fondamentaux des êtres humains.

Nous suivons donc Juliet Schor (2010), qui voit dans le développement de l'auto-production un moyen de répondre aux défis auxquels la crise écologique nous confronte, mais nous soutenons également que l'auto-production ou ce que Gorz appelait « les activités autonomes » ou « le travail pour soi » n'est pas la seule catégorie d'activités à devoir être reconsidérée. Dans quelle mesure cette réhabilitation, à côté des activités de mise en forme pour l'usage et l'échange monétaire, doit-elle entraîner une reconsidération de la rémunération attachée à l'exercice des différentes activités ? Est-il légitime de n'attacher une rémunération qu'aux activités qui contribuent à amener un bien ou un service sur le marché, quelque soit l'utilité sociale et l'impact social et environnemental de celles-ci alors que certaines activités d'auto-production, par leur caractère « léger », non agressif mais également le plus souvent respectueux et « soucieux » de l'environnement et des modalités d'exercice de l'activité contribuent à l'atteinte des objectifs fixés par notre indicateur de progrès ? Ne faudrait-il pas relâcher au maximum le lien entre production inscrite dans le PIB et rémunération, et mettre en place un Revenu minimum universel qui inciterait peut-être chacun à moins développer des productions indécentes (Arnsperger et Johnson, 2010) ? Comment nos politiques sociales peuvent-elles participer à l'objectif de développer une production éthique ? Un tel sujet fait partie des thèmes à mettre en discussion. Car le risque est grand, avec ce type de revenu, ou bien d'enfermer certaines personnes, spécialisées dans des activités « légères » dans des ghettos ou des situations de vie peu épanouissantes, voire d'inciter certaines catégories de personnes – les femmes notamment – à obtenir une rémunération en échange des activités tout à fait importantes qu'elles continuent encore à prendre en charge majoritairement.

La quatrième question, et à mes yeux, la plus déterminante, concerne les instruments, le langage et les disciplines que nous devons mobiliser pour représenter, accompagner et soutenir la transition. Elle comprend plusieurs sous questions. Et d'abord celle de la monétarisation. Devons-nous, pour accélérer la transition et rendre sa nécessité plus manifeste adopter, comme je l'ai proposé, un nouvel indicateur de progrès capable d'imposer des contraintes à la production, dont les évolutions continueraient d'être mesurées par les comptabilités actuelles (nationale et d'entreprise) ou devons-nous réviser drastiquement celles-ci, en ajoutant à la CN un bilan et en obligeant la comptabilité générale à formaliser une dotation aux amortissements pour dégradation du capital naturel et du capital humain et dès lors à comptabiliser une charge qui viendrait diminuer d'autant le profit ? C'est ce que propose par exemple un collectif de

comptables alternatifs qui viennent de publier un *Manifeste pour une comptabilité universelle* (2012) ou Jacques Richard (2012) qui propose un nouveau système comptable intitulé CARE (Comptabilité Adaptée au Renouvellement de l'Environnement), appuyé sur la prise en compte des trois capitaux naturel, financier et humain mais dont la philosophie se veut radicalement différente de celle de la Banque Mondiale puisqu'il ne s'agit pas de donner un prix à la Nature ou à l'homme mais de calculer le coût de création ou de reproduction de ceux-ci ?

Par ailleurs, peut-on, pour aider à la conceptualisation des effets de la reconversion écologique, notamment en termes d'emplois, utiliser des modèles macro-économiques ou des maquettes fondés sur l'économie standard alors que celle-ci a montré ses limites ou du moins le caractère situé et non acceptable par tous de ses postulats. Peut-on élaborer des modèles macro-économico-écologiques neutres ? Des équipes d'économistes, de physiciens et d'ingénieurs seraient-elles à même de concevoir de nouveaux modèles permettant d'envisager les effets d'une reconversion en termes physiques, climatiques, biologiques, énergétiques et économiques sans dépendre des représentations et des postulats de l'une ou de l'autre de ces disciplines ? Peut-on le faire sans détour par les prix alors même que le prix constitue le langage universel de l'économie mais que par exemple le modèle des Meadows avait été fortement critiqué pour cette raison ?

Plus généralement enfin, peut-on pour penser la transition écologique faire confiance à la science économique, parvenir à envisager une véritable coopération des différentes disciplines capables de réviser radicalement leurs fondements et leurs épistémologies ou devons nous élaborer une nouvelle science, au-delà des limites et des cloisonnements disciplinaires et réhabiliter, contre Durkheim, l'intérêt d'une vision synthétique, non spécialisée ?

L'économie écologique est née de la remise en cause des postulats de l'économie standard puisque comme l'indiquait Martinez Alier, « la science économique conventionnelle n'envisage pas l'économie en termes de métabolisme social alors que l'économie écologique propose de tenir compte des aspects biologiques, physiques, chimiques mais aussi sociaux. Mais ajoutait-il : « pourquoi, lorsqu'il s'agit de questions de vie ou de mort, devons-nous prendre des décisions en nous fondant sur des critères strictement économiques ? Qui a donné ce pouvoir aux économistes ? ». La solution qu'il proposait était double : réinscrire l'économie dans un espace plus vaste, la réarticuler avec les autres disciplines, d'une part, et en faire une science réalisée « avec le peuple », d'autre part.

Une telle solution suffit-elle ? Je voudrais laisser le dernier mot sur cette question à un mathématicien, Nicolas Bouleau, qui en appelait récemment à une nouvelle façon de faire de la science, et au développement d'une science capable elle aussi de prendre soin de son objet à la différence de celle promue par Bacon. Il écrivait ceci : « Je suis stupéfait qu'on ose encore raisonner sur l'environnement en pensant l'humanité sur la planète comme une entreprise avec un bien interne et un bien externe et régie par une fonction de production, petite équation paramétrée comme on en emploie pour raisonner en micro économie pour le bilan d'une entreprise. C'est ce qui est fait encore aujourd'hui aux plus hautes instances académiques... C'est une imposture. La logique économique est foncièrement incapable de penser ses propres limites. ...L'économie lorsqu'elle fait appel aux raisonnements de la théorie néo classique demande une adhésion. Elle propose un cadre de pensée auquel on doit faire confiance. Mais devant les profits indus et les dégâts constatés, on ne peut plus lui faire crédit, son capital de confiance s'effondre...S'il est une chose dont il faut se méfier, c'est bien le tempérament dominateur et l'audace des humains. Au contraire il faut développer une connaissance scientifique qui accompagne et prend soin des équilibres naturels et tient compte des savoirs construits par les groupes sociaux concernés. Une connaissance de meilleure qualité. Qu'est-ce que c'est ? C'est une connaissance dans laquelle on puisse avoir davantage

confiance compte tenu de la situation humaine, sociale et géopolitique actuelle sans faire un chèque en blanc aux spécialistes passionnés par leur spécialité ».

Bibliographie

- Hicham-Stéphane Afeissa, *Ethique de l'environnement. Nature, valeur, respect*, Vrin, 2007
- Céline Antonin, Thomas Mélonio, Xavier Timbeau, « L'épargne nette ré-ajustée », *Revue de l'OFCE*, n° 120, 2011
- Christian Arnsperger et Warren A. Johnson, « le revenu garanti comme outil pour la transition vers la frugalité », in Thomas Coutrot, David Flacher, Dominique Méda, *Pour sortir de ce vieux monde. Les chemins de la transition*. Les éditions Utopia, 2010
- Banque Mondiale, *Where is the Wealth of the Nations ? Measuring Capital for the First Century* 2006
- Remi Barbier et al., *Manuel de sociologie de l'environnement*, Presses universitaires Laval, 2012
- Anthony D. Barnosky et al. "Approaching a state shift in Earth's biosphere", *Nature*, vol. 486, 7 June 2012, p 52-58
- Ulrich Beck, *La société du risque*, Aubier, coll. Alto, 2001
- Lord Beveridge, *Full employment in a free society*, 1944
- Nicolas Bouleau, « Une pensée devenue monde », *Esprit*, novembre 2009, p. 130-146
- Nicolas Bouleau, « Raisonement économique et biodiversité », avril 2011 (blog de Jean Gadrey)
- Dominique Bourg, *L'homme artificiel*, Gallimard, 1996
- Dominique Bourg, *Nature et technique*, Hatier, collection « Optiques Philosophie », 1997
- Dominique Bourg et Jean-Michel Besnier (eds.), *Peut-on encore croire au progrès ?*, P. U. F. 2000.
- Dominique Bourg et Kerry Whiteside, *Vers une démocratie écologique : Le citoyen, le savant et le politique*, La République des idées, Seuil, 2009
- G.H Brundland, *Notre avenir à tous*, Rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, 1987
- Baird Callicot, *In defense of the Land Ethic. Essays in Environmental Philosophy*, State University of New York Press, Albany, 1989
- Baird Callicot, « La valeur intrinsèque dans la nature : une analyse méta-éthique », in Hicham-Stéphane Afeissa, *Ethique de l'environnement. Nature, valeur, respect*, Vrin, 2007
- Jacqueline Candau et Nathalie Lewis, « Un regard particulier sur les postulats sociologiques de Marx et Durkheim à l'heure de la sociologie de l'environnement », in Rémi Barbier et al., *Manuel de sociologie de l'environnement*, PUL, 2012
- William R Catton et Riley E Dunlap, « Environmental sociology: a new paradigm", *The American Sociologist*, vol. 13, February, p. 41-49
- Isabelle Cassiers (dir.), *Redéfinir la prospérité. Jalons pour un débat public*, Les Editions de l'Aube, 2011
- Isabelle Cassiers, et Géraldine Thiry, « du PIB aux nouveaux indicateurs de prospérité : Les enjeux d'un tournant historique ». In : Cassiers, I, *Redéfinir la prospérité. Jalons pour un débat public*, La Tour d'Aigues : Editions de l'Aube, p. 49-76, 2011

- Isabelle Cassiers et Catherine Delain, *La croissance ne fait pas le bonheur : les économistes le savent-ils ?*. In : *Regards économiques* (mars 2006), p. 1-14, 2006
- Commissariat général au développement durable, GPEC dans les secteurs de l'industrie et de l'énergie dans le contexte d'une économie verte, avril 2011
- Thomas Coutrot, Jean Gadrey (2012), « La croissance verte en question », Etui Policy Brief, n° 3, 2012
- Costenza et al., "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, vol. 387, pp 253-260
- Thomas Coutrot, David Flacher, Dominique Méda, Pour sortir de ce vieux monde. Les chemins de la transition. Les éditions Utopia, 2010
- Herman E. Daly, *Beyond Growth. The economic of sustainable Development*, Boston Beacon Press, 1996
- Christophe Degryse et Philippe Pochet, « Changer de paradigme : la justice sociale comme pré-requis au développement durable », working paper 2009.2, Institut syndical européen, 2009
- Jacques de Saint-Front, Pauline de Saint-Front, Gérard Schoun, Michel Veillard, Manifeste pour une comptabilité universelle, L'Harmattan, 2012
- FAIR (Forum pour d'autres indicateurs de richesse), « Le rapport Stiglitz : un diagnostic lucide, une méthode discutable et des propositions qui ne sont pas à la hauteur des enjeux », 2009
- Sylvie Faucheux et Martin O'Connor, Le capital naturel et la demande sociale pour les biens et les services environnementaux, en ligne sur le site de l'UVSQ, mars 2002
- Jean Paul Fitoussi et Eloi Laurent, *La nouvelle écologie politique*, La République des idées, Seuil, 2008
- Fabrice Flipo, *La Décroissance ; Pour des droits de la Nature*, Mouvements, 2012/2, n° 70, pp 122-137
- François Fourquet, *Les Comptes de la puissance. Histoire politique de la comptabilité nationale et du plan*, Encres, Éditions Recherches, 1981,
- Jean Gadrey et Florence Jany Catrice, *Les nouveaux indicateurs de richesse*, Repères, La Découverte, 2005
- Jean Gadrey, *Adieu à la croissance*, Les petits matins, 2010
- Salvator Juan, *La transition écologique*, Eres, 2011,
- Nicholas Georgescu-Roegen, *La décroissance. Entropie - Écologie - Économie*, Les éditions Sang de la Terre, 1979
- Groupe d'experts intergouvernemental sur le climat, *Rapports 1990, 1995, 2001, 2007*
- Garrett Hardin, *The tragedy of the Commons*, *Science* 13, Vol. 162 no. 3859 pp. 1243-1248, December 1968
- Jean-Marie Harribey, *Le développement soutenable*, *Economica*, 1998
- Jean-Marie Harribey, *L'économie économe. Le développement soutenable par la réduction du temps de travail*, L'harmattan, 1997

- Jean-Marie Harribey, « Richesse : de la mesure à la démesure, examen critique du rapport Stiglitz », Revue du Mauss, n° 35, 1er semestre 2010, p. 63-82
- Michel Husson, « Croissance sans CO2 », note n° 24, octobre 2010
- Tim Jackson, Prospérité sans croissance, De Boeck-Etopia, 2010
- Florence Jany-Catrice et Dominique Méda, « Le rapport Stiglitz et les limites de l'expertise », note de travail de l'IDIES, n° 14, 2011
- Florence Jany-Catrice et Dominique Méda, 2010, « Les conditions sociales de la production du rapport Stiglitz sur les indicateurs de performance économique et de progrès social », in F. Degavre, D. Desmette, É. Mangez, M. Nyssens, P. Reman (dir.), « Transformations et innovations économiques et sociales en Europe : quelles sorties de crise ? » vol.1, numéro 4, Regards interdisciplinaires, Cahiers du CIRTES, Presses universitaires de Louvain
- Jany-Catrice Florence, 2008, 2009, "the French regions and their social health", Social indicators research, SpringerLink, published online 8 October, Soc Indic Res DOI 10.1007/s11205-008-9330-8. Publication dans Revue papier en 2009 : [Volume 93, Number 2](#), pp. 377-391.
- Hans Jonas, Le principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique, Les Editions du Cerf, « coll. Passages », 1990
- Bertrand de Jouvenel, Arcadie. Essais sur le mieux-vivre, Futuribles, Sedes, Paris, 1968.
- Simon Kuznets, "National Income and Its composition", 1919-1938, National Bureau of Economic Research, 1941
- Catherine et Raphaël Larrère, Du bon usage de la Nature, Aubier, 1997
- Catherine Larrère, « La justice environnementale », Multitudes, n° 36, 2009/2, 2009
- Catherine Larrère, « Care et environnement. La Montagne ou le jardin », in Sandra Laugier (dir.), Tous vulnérables ?, Petite bibliothèque Payot, 2012
- Serge Latouche, « Nature, écologie et économie, une approche anti-utilitariste », Revue du Mauss, 2001/1, n° 17, 2001
- Sandra Laugier (dir.), Tous vulnérables ?, Petite bibliothèque Payot, 2012
- Eloi Laurent, Social-Ecologie, Flammarion, 2011
- Jean Louis Laville et Antonio David Cattani, Dictionnaire de l'autre économie, Desclée de Brouwer, 2005
- T. Malthus, Principes d'économie politique considérés sous le rapport de leur application pratique, Calmann-Lévy, coll. « Perspectives économiques », 1972
- Juan Martinez-Alier, « Conflits écologiques et langages de valorisation », Ecologie et politique, n° 35, 2008/1, 2008
- Juan Martinez-Alier, « Valeur économique, valeur écologique », Revue Ecologie politique, n° 1, janvier 1992
- Dominique Méda, Le travail. Une valeur en voie de disparition, Aubier, " Alto ", 1995, rééd. Flammarion, " Champs ", 1998 ; Qu'est-ce que la richesse ?, Aubier, " Alto ", 1999, rééd. Flammarion, et " Champs " ; Au-delà du PIB. Pour une autre mesure de la richesse. Champs Actuel, 2008.

- Dominique Méda, « article Richesse » in Jean Louis Lavilleet Antonio David Cattani, Dictionnaire de l'autre économie, Desclée de Brouwer, 2005
- Dominique Méda, « Préface » à I. Cassiers (dir.), Redéfinir la prospérité, Les éditions de l'Aube, 2010
- D.H Meadows, Meadows D.L, Randers J., Behrens W.W, Halte à la croissance, Fayard, 1972
- Julien Milanési, Ethique et évaluation monétaire de l'environnement : la nature est-elle soluble dans l'utilité ?, Vertigo, volume 10, n° 2, septembre 2010
- National Bureau of Economic Research, 1972, "Economic Growth", Columbia University Press.
- W. Nordhaus et J. Tobin, 1973 « Is Growth Obsolete ? » in The Measurement of Economic and Social Performance, Studies in Income and Wealth, National Bureau of Economic Research, vol.38.
- OCDE, Mesurer et favoriser les progrès des sociétés, Forum d'Istanbul, 2007
- OCDE, Vers la croissance verte, mai 2011
- Elinore Ostrom, Governing the commons: The evolution of institutions for collective action, Cambridge: Cambridge University Press., 1990
- René Passet, L'économie et le vivant, Payot, 1979
- Philippe Pochet et Christian Degryse, Sortie de crise : trois options pour l'Europe, in Thomas Coutrot, David Flacher, Dominique Méda, Pour sortir de ce vieux monde. Les chemins de la transition. Les éditions Utopia, 2010
- Pnue, Vers une économie verte, 2011
- Jacques Richard, Comptabilité et développement durable, Economica, 2012
- Juliet Schor Plenitude. The true economics of wealth, Pinguin Press HC, 2010
- Stiglitz, Sen, Fitoussi, Rapport sur la mesure des performances économique et du progrès social, 2009
- Géraldine Thiry, Indicateurs alternatifs au PIB : « Au-delà des nombres. L'Épargne nette ajustée en question » Emulations, n° 8, 2010
- Joan Tronto, Un monde vulnérable. Pour une politique du care, La Découverte, 2009
- A. Vanoli, Une histoire de la comptabilité nationale, Manuel Repères, La Découverte, 2002
- UNEP, ILO, IOE, ITUC, Green Jobs : toward decent work in a sustainable, low-carbon world, 2008
- Franck Dominique Vivien, « Weak versus strong sustainability : un clivage fort ou faible ? », Babel, session 20, 17 février 2011
- Franck Dominique Vivien, « : une nouvelle pensée du patrimoine ?, L'Harmattan et la nature devint patrimoine... », in Barrère C. et al. (eds), Réinventer le patrimoine. De la culture à l'économie
- Franck Dominique Vivien, Le développement soutenable, Repères, La Découverte, 2005
- Franck Dominique Vivien, « Economie de l'environnement ou économie écologique » ?, Responsabilité et environnement, n° 48, octobre 2007
- Jacques Weber, « L'évaluation contingente : les valeurs ont-elles un prix ?, en ligne sur le site du CERI, juillet/août 2003



De la nécessité d'un critère de cohérence performative dans l'évaluation des indicateurs de soutenabilité

Géraldine THIRY¹

Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire de l'Université Libre de Bruxelles

«*It is time to restructure the theory in a way that includes the vital issues.*»

Herman Daly *et al.* 2007

Les nouveaux indicateurs de richesse sont-ils les potentiels catalyseurs d'un changement paradigmatique ou l'outil de légitimation d'un *statu quo* dans la conduite des sociétés? Au regard des enjeux politiques soulevés par la mobilisation croissante des indicateurs dans les modalités de gouvernement (Cassiers et Thiry, 2011), il importe de distinguer, parmi les indicateurs mis en débat aujourd'hui pour aller au-delà du PIB, ceux susceptibles de porter un changement de cap dans l'orientation des sociétés, de ceux qui, dans leurs méthodes de construction, englobent les ferments d'un système qu'ils prétendent par ailleurs dépasser.

Dans des travaux antérieurs (Cassiers et Thiry, 2009 et 2011), nous soutenions que si les indicateurs étaient adéquatement construits, la quantification pourrait ne pas être inéluctablement le vecteur d'un mode d'organisation sociétale caractérisé par la transposition généralisée d'un principe de rationalité gestionnaire à l'ensemble des sphères de l'existence. La notion d'"indicateurs adéquatement construits" y était toutefois évasive. Étaient simplement énoncés les critères que devraient rencontrer de tels indicateurs: considérer les résultats plutôt qu'une production évaluée monétairement; prendre en compte les patrimoines, dans leur diversité; et intégrer les questions de répartition.

Affinant cette notion, nos analyses de l'Épargne Nette Ajustée (ENA, Thiry et Cassiers, 2010) et de l'Indice de Bien-être Économique (IBEE, Thiry, 2011) ont conclu à l'inadaptation de la plupart des choix méthodologiques inhérents à ces deux indicateurs pour quantifier la soutenabilité d'une manière *cohérente*. Des contradictions ont en effet été observées à plusieurs reprises entre le *signal normatif* lancé par la prise en compte d'une dimension dans l'indicateur et les *implications normatives* de la méthodologie adoptée pour quantifier cette dimension.

La mise en lumière de ces contradictions nous a mené à réfléchir aux conditions méthodologiques, théoriques et épistémologiques nécessaires à l'élaboration d'indicateurs *cohérents*. En cherchant à expliciter les modalités de cette cohérence, que nous qualifions de «performative» (nous détaillons plus loin), il nous est apparu que les indicateurs, saisis dans leur complexité, étaient susceptibles de faire évoluer les fondements conceptuels d'une approche de la soutenabilité, tant négativement que positivement (au sens logique). Négativement, l'analyse de la normativité des indicateurs met en question la pertinence,

¹ Cet article constitue une version raccourcie du chapitre 5 de ma thèse de doctorat (Thiry, 2012).

pour saisir les enjeux de la soutenabilité, de divers choix de quantification très présents dans les débats aujourd'hui. Positivement, nous le développons ici, l'élaboration d'indicateurs de soutenabilité performativement cohérents requiert d'explorer ou de ré-explorer des postures épistémologiques alternatives. Si l'analyse des indicateurs de soutenabilité jette le doute sur des conceptions de quantification dominantes aujourd'hui et si leur cohérence requiert la mobilisation de nouveaux fondements épistémologiques, l'expansion actuelle de la recherche de nouveaux indicateurs de soutenabilité peut effectivement catalyser un changement d'approche.

L'objectif de cet article est de proposer un nouveau critère d'évaluation des indicateurs de soutenabilité: la cohérence performative. Ce critère découle de l'*articulation* des trois perspectives que nous adoptons pour aborder les indicateurs de soutenabilité: les indicateurs comme objets de convention, comme rouages d'une forme de gouvernementalité inscrite dans la mutation du rapport de l'État à la statistique et comme construits technico-théoriques à finalité empirique en normative, donc porteurs de performativité². Nous montrons que la référence à ce critère est indispensable à appréhender les indicateurs de soutenabilité dans toute leur complexité. Une fois ce critère clarifié, nous explorons les fondements épistémologiques nécessaires à une telle cohérence dans l'élaboration d'indicateurs de soutenabilité.

A cette fin, le chapitre est structuré comme suit. Après une clarification terminologique sur notre usage du concept de *soutenabilité* (section 1), nous faisons la synthèse des fondements conceptuels mis en question par les analyses antérieures de l'ENA et de l'IBEE (section 2). Nous développons ensuite le principe de *cohérence performative* comme nouveau critère d'évaluation des indicateurs, susceptible de faire évoluer l'appréhension des enjeux de la soutenabilité par la quantification (Section 3). La section 4, abordant les conditions épistémologiques de la cohérence performative des indicateurs, souligne l'intérêt d'une posture post-positiviste. Une telle posture, nous le verrons, soulève la question de sa légitimité. Celle-ci est traitée en section 5. La section 6 conclut.

1. Clarification terminologique: indicateurs de soutenabilité

La terminologie désignant les indicateurs mis en débat aujourd'hui pour aller au-delà du PIB est plurielle: indicateurs "de bien-être", "de qualité de vie", "de prospérité", "nouveaux indicateurs de richesse", etc. Nous parlerons ici d'*indicateurs de soutenabilité*. Ce choix terminologique ne constitue pas une simplification formelle. Il témoigne de l'identification d'un impératif qui semble conditionner toutes les finalités visées par les indicateurs proposés aujourd'hui, au-delà de leurs divergences: la protection des conditions de reproduction du vivant.

En ce sens, la soutenabilité sera entendue ici comme *l'ensemble des contraintes au sein desquelles les objectifs sociétaux devraient être définis afin que l'activité humaine ne compromette pas les conditions de sa propre possibilité ainsi que, plus largement, les conditions actuelles et futures de possibilité de vie sur Terre*. Dès lors, les indicateurs de soutenabilité dont il est question dans ce chapitre englobent des dimensions tant sociales, qu'humaines et écologiques.

2. Incohérences émanant d'analyses d'indicateurs

Nos analyses de l'ENA et de l'IBEE, visant initialement à expliciter la normativité des choix de quantification sous-jacents aux deux indicateurs, ont plus fondamentalement dévoilé

² Cette triple perspective est détaillée dans Thiry (2012) en introduction générale.

l'inadéquation de ces choix à la prise en compte *cohérente* des enjeux sociétaux et écologiques de la soutenabilité.

Les diverses incohérences débusquées se situent à différents stades d'élaboration de l'indicateur: (1) celui des *conceptions théoriques* sous-jacentes à l'indicateur (nous en relevons deux); (2) celui du *présupposé intrinsèque* à l'acte de quantification (la commensurabilité), et (3) celui du *choix des catégories de quantification* (en l'occurrence, l'adoption de catégories de la comptabilité nationale).

2.1 Conceptions théoriques

Au fil de nos analyses, deux conceptions théoriques sous-jacentes aux indicateurs analysés sont apparues discutables dans la manière de quantifier la soutenabilité. La première établit un lien entre soutenabilité et fonction d'utilité. La seconde porte sur le lien entre croissance économique et pauvreté.

2.1.1 Lien entre soutenabilité et fonction d'utilité

La conception de soutenabilité qui associe intrinsèquement maintien de l'utilité et maintien des actifs à travers le temps soulève plusieurs questions.

Premièrement, une fois appliquée à un indicateur, la soutenabilité conçue comme le maintien non-décroissant de l'utilité à travers le temps n'assure pas la préservation du capital naturel. En effet, si théoriquement, le problème d'optimisation permet de fixer les contraintes de prix et de taux d'escompte nécessaires à la préservation du stock de capital naturel (les prix étant censés refléter la rareté des ressources et tendre corollairement vers l'infini au fur et à mesure de leur épuisement), empiriquement toutefois, les ressources naturelles tout comme les dommages environnementaux sont sous-estimés au regard de ces contraintes (Ferreira et Vincent, 2005). Une fois celles-ci non respectées, la maximisation de l'utilité n'assure plus la préservation des stocks de ressources.

Deuxièmement, dans un cadre théorique où l'environnement n'est pris en compte qu'à travers la fonction d'utilité d'un agent représentatif (Bolt et Matete, 2002; Osberg et Sharpe, 2005), la nature est envisagée uniquement au prisme des biens et services que l'on peut en extraire. De ce cadre théorique, la valeur d'existence de la nature, qui lui est accordée indépendamment de tout acte de production et de consommation, est exclue (Everett et Wilks, 1997; Falconi, 1999). Cette approche de la soutenabilité, porteuse d'une vision instrumentale de la relation de l'humain à la nature, devient problématique quand elle se fonde, comme dans l'ENA, sur des hypothèses de préférences temporelles qui favorisent les logiques de court-terme (promptes à l'instrumentalisation de la nature à des fins de production ou de consommation) à celles de long-terme (favorisant la préservation de la nature pour pérenniser ses services) (Voir Pearce et Atkinson, 1993).

Troisièmement, dans l'ENA, deux critères définissent le seuil au-delà duquel la consommation apparaît excessive ou l'investissement insuffisant: le "critère de valeur actualisée maximale" ("*maximum present value criterion*") et le "critère de soutenabilité" ("*sustainability criterion*"). Ces deux critères impliquent une conception *relativiste* des limites écologiques: "*The maximum present value criterion (...) is met if the stream of future values, discounted and summed to the equivalent present value, is maximized. [The] sustainability criterion is (...) met if the level of consumption results in a stream of utility that is not declining. (...) Excessive consumption (...) [means] only that current consumption is too large relative to investment*

if one wants to allocate resources so as to maximize or at least maintain, the unobservable, subjective utility of mostly yet-to-exist individuals theoretically aggregated into society from now to infinity." (Daly et al., 2007: 1361)

Enfin, l'association entre maintien de l'utilité à travers le temps et maintien des stocks de ressources est conditionnée par de fortes hypothèses sur les agents: ceux-ci doivent être parfaitement informés des impacts de leur comportement sur l'environnement et sur les autres agents, au temps et présent et dans le futur. Nous avons montré que si une telle hypothèse était plausible théoriquement, elle semblait utopique, une fois appliquée à un indicateur à finalité empirique (Thiry et Cassiers, 2010).

A cet égard, Common et Stagle (2005) soulèvent un enjeu éthique important. Dans une fonction d'utilité telle que celle sous-jacente à l'ENA et implicitement à l'IBEE, "*the individual is the sole judge of whether her utility has increased or decreased. The change in an individual's utility is measured solely in terms of the preferences of that individual. Individual preferences are taken as given, and are not subject to any moral evaluation. This is sometimes referred to as the doctrine of 'consumer sovereignty'.*" (Common et Stagle 2005: 10) Une fois appliquée à un indicateur, la souveraineté du consommateur n'assure plus la soutenabilité: le fait que l'information quant à l'impact de l'activité humaine sur l'environnement soit imparfaite et que les préférences soient formulées en référence à un contexte socioculturel particulier (par exemple consumériste) n'assure pas que les individus soient les garants de la soutenabilité.

Ainsi, bien que la conception de la soutenabilité en termes d'utilité puisse apparaître théoriquement cohérente moyennant un choix approprié d'hypothèses et de contraintes³, cette conception de la soutenabilité devient contradictoire une fois appliquée à un indicateur: une contradiction s'observe entre la prise en compte de la dimension de "soutenabilité" et l'impact performatif de ses modalités de quantification (maintien des ressources non assuré une fois l'indicateur utilisé), au regard de l'objectif d'un mode de développement soutenable.

2.1.2. Lien entre croissance et justice distributionnelle

La seconde hypothèse théorique questionnable est issue de notre analyse de l'IBEE et concerne le lien entre croissance et justice distributionnelle. Dans le sillage de Szoc (2011) nous avons soulevé le problème émergent d'un système distributionnel fondé sur le principe du *maximin*, dont l'application supposait de recourir à la croissance pour lutter contre la pauvreté: si les inégalités actuelles, bien qu'à l'avantage des plus démunis aujourd'hui, compromettent la possibilité de reproduction des ressources dans le temps (et donc de leur distribution) du fait des écueils de la croissance, de telles inégalités aujourd'hui nuisent au final à la condition de possibilité d'"inégalités bénéfiques" futures. L'intégration des limites écologiques implique la recherche d'un nouveau principe de justice, non dépendant de la croissance.

Cette question distributionnelle est d'autant plus importante que le concept d'équité, s'il ne fait pas l'objet d'une définition inclusive des enjeux sociaux et écologiques qui y ont trait, pourrait se voir aisément instrumentalisé par des acteurs peu désireux de modifier leur comportement.

La référence à la croissance pour assurer la justice distributionnelle donne lieu à une contradiction entre d'une part, la prise en compte de la pauvreté dans un indicateur et, d'autre part, l'impact performatif de sa quantification (la conception *maximin* implique le recours à la croissance sans prise en compte des inégalités écologiques) au regard de la finalité d'une société *juste*.

³ Ainsi, abordant les bases de données récoltées par la Banque Mondiale pour calculer l'ENA, le Rapport Sen-Stiglitz-Fitoussi stipule que "de tels chiffres ont l'avantage de bénéficier d'un cadre conceptuel cohérent permettant de définir la soutenabilité." (Stiglitz et al. 2009:269)

2.2. Présupposé intrinsèque à la quantification: la commensurabilité

En classant leurs variables cardinalement sur base d'un terme de comparaison unique, l'ENA et l'IBEE reposent sur le présupposé de commensurabilité forte. Ce présupposé est discutable à plusieurs égards.

D'abord, la commensurabilité forte repose sur le présupposé de comparabilité forte, selon lequel, toutes les formes de capital étudiées (social, humain, produit ou écologique) sont perçues comme partageant des caractéristiques communes, qu'elles aient ou non un dénominateur commun. " *As far as we know there is no common factor decisive for social cohesion, human satisfaction and the integrity of ecosystems. These criteria (...) have to be monitored with their own yardsticks, and must be measured accordingly. And an economic theory insisting on strong comparability remains helpless when trying to understand economically relevant environmental and social processes.*" (Čiegis and Grundey, 2005: 82)

La commensurabilité forte implique donc un monisme axiologique peu en ligne avec la complexité des multiples enjeux de la soutenabilité: " *to hold that values are strongly commensurable is to hold not only that the measure ranks objects, but that there is a particular single property that all objects possess which is a source of their value, and that our evaluative measure indicates the amount or degree to which that property is present. (...) Our evaluation measure indicates the degree to which an object exhibits or produces that super-value.*" (O'Neill, 2004 [1993]: 99)

Enfin, la commensurabilité forte est une condition nécessaire (bien que non suffisante) à la substituabilité entre différentes formes de capitaux. Les capitaux sont substituables lorsqu'ils sont exprimés dans une même unité de mesure (commensurabilité forte) et sommés (absence de seuil critique). L'ENA et l'IBEE supposent la substituabilité. Ce choix de quantification n'est pas neutre: il implique de ne pas considérer l'irréversibilité des dommages de l'activité humaine et suppose la possibilité d'une compensation⁴. Une telle posture est symptomatique d'une conception du système économique comme sphère autonome des systèmes sociaux et écologiques.

La commensurabilité forte implique donc une contradiction entre la prise en compte des aspects multidimensionnels de la soutenabilité (capitaux humain, naturel, construit) et le fait de les rendre commensurables (qui nient leur singularité et le fait qu'ils ne sont évaluables qu'à travers leurs systèmes de valeurs respectifs), au regard du respect de la pluralité des aspects de soutenabilité dans la guidance des sociétés.

2.3. Choix des catégories de quantification: catégories de la comptabilité nationale

Le dernier aspect de quantification discutable est l'ancrage de l'ENA et de l'IBEE dans les catégories de comptabilité nationale. L'ENA, comme son nom l'indique, est fondée sur le concept traditionnel d'épargne brute, définie comme la différence entre le revenu national brut et la consommation privée (Bolt *et al.*, 2002). L'IBEE, quant à lui, outre ses deux dimensions non-monétaires, inclut deux dimensions monétaires basées sur la consommation et l'investissement (sur base duquel la valeur des stocks est estimée).

Un tel ancrage dans la comptabilité nationale empêche de s'affranchir d'une référence perpétuelle à la croissance, alors que celle-ci s'avère par beaucoup d'aspects, antagoniste avec les impératifs sociaux et écologiques de la soutenabilité (Baudrillard, 1960; Hirsh, 1995

⁴ Nous avons développé cette question en profondeur dans Thiry et Cassiers (2010).

[1972]; Meadows *et al.*, 1972 and 1992; Georgescu-Roegen, 1971; Douthwaite, 1999 [1992]; Stiglitz *et al.*, 2009).

Effectivement, l'adoption de catégories de comptabilité nationale reflète une vision mécaniste du circuit économique: "Fondée sur le dogme mécaniste, de plus en plus anachronique, la science économique de la croissance néglige superbement les dimensions biogéophysiques de l'activité humaine et nie l'existence de la Biosphère dont nous dépendons." (Georgescu-Roegen, 1979: 6) L'adoption de ces catégories repose donc sur le présupposé de *réversibilité* de l'activité économique.

Une telle conception de l'économie ne permet pas de penser le problème d' "échelle optimale" (*optimal scale*) de l'économie par rapport à la biosphère: "*to ask if we are consuming too much (...) means only "is consumption too large relative to investment"? (...) Whether the scale of the human economy is optimal, or even sustainable, is one question. Whether the allocation of the amount of transformed stuff between current consumption and investment is optimal, is a second, entirely different, question.*" (Daly *et al.*, 2007: 1359)

L'adoption de catégories de comptabilité nationale dans l'élaboration d'indicateurs de soutenabilité fait donc apparaître une contradiction entre le fait, d'une part, de considérer la soutenabilité de l'activité économique (par convention exprimée à l'aune des catégories de comptabilité nationale) et, d'autre part, de quantifier cette activité selon une conception du système économique qui ne prend pas en compte les conditions de sa propre possibilité. Cette contradiction est d'autant plus problématique qu'elle est appliquée à un indicateur dont la performativité et l'influence sur la prise de décision pourraient orienter l'économie dans une direction non-viable.

2.4. Conclusion

Afin d'évaluer la qualité d'indicateurs de soutenabilité, l'OCDE utilise trois critères: la pertinence politique, la solidité analytique et le caractère quantifiable des indicateurs (OCDE 1994). "La plupart des organisations internationales ont repris à peu de choses près ces critères qui (...) peuvent être rapprochés des six critères de qualité édictés officiellement par le Comité du programme statistique [Desrosières, 2003]: la *pertinence* qui implique une adéquation entre l'outil et les besoins de l'utilisateur; la *précision* qui nécessite une proximité entre la valeur estimée et la vraie valeur; l'*actualité* et la *ponctualité* qui renvoient aux échéances décisionnelles; l'*accessibilité* des données statistiques et la *clarté* de leurs formes pour les instances décisionnaires; la *cohérence* qui est relative à la méthode de standardisation des données et à leur interprétation." (Levrel, 2008: 201).

A l'aune de ces critères, que l'ENA remplit intégralement et l'IBEE en grande partie, ces deux indicateurs seraient jugés «de bonne qualité»⁵. Pourtant, la présente section nous a rappelé les tensions inhérentes à ces deux indicateurs, entre le signal normatif lancé par la prise en compte d'une dimension – comme méritant qu'on y prête attention et nécessitant d'être préservée – et la méthodologie adoptée pour quantifier cette dimension – méthodologie dont l'usage de l'indicateur qui en est issu est susceptible de compromettre la préservation de la dimension en question.

Les incohérences que nous avons soulevées ne sont pas de nature logique. Elles sont de nature performative, du fait de la spécificité de l'indicateur d'être à la fois outil de convention, rouage fonctionnel et politique d'une forme de gouvernementalité et construit technico-théorique à finalité empirique et normative. Aucun des critères officiels précités ne prend en

5 Voir Thiry(2012) pour le détail de cette évaluation.

considération l'articulation des ces trois caractéristiques constitutives des indicateurs. C'est de cette lacune, à notre sens, que découle la nécessité de développer un nouveau critère d'évaluation des indicateurs de soutenabilité: la cohérence performative.

3. Cohérence performative: au cœur d'une évolution conceptuelle dans l'élaboration d'indicateurs de soutenabilité

Au travers des incohérences mises en exergue dans la section précédente, les indicateurs de soutenabilité mettent la théorie économique standard face à ses deux principaux écueils épistémologiques: le statut de la réalité et la rationalité des agents. Il apparaît nécessaire, pour dépasser ces écueils, de penser une nouvelle approche des indicateurs de soutenabilité. Nous revenons d'abord sur les écueils mis en question par la quantification (3.1). Nous développons ensuite le concept de «cohérence performative», comme levier d'une nouvelle approche des indicateurs de soutenabilité (3.2).

3.1. Ecueils épistémologiques exacerbés par les indicateurs: réalité et rationalité

Si les indicateurs de soutenabilité confrontent *de facto* la théorie économique à ses deux grands écueils épistémologiques, c'est que l'articulation de leurs trois caractéristiques constitutives implique de remettre en question, d'une part, les modalités de validation des hypothèses (mise en question du rapport au réel) et, d'autre part, les hypothèses sur les agents (mise en question de l'hypothèse de rationalité illimitée).

3.1.1. La confrontation des hypothèses au réel

"C'est sans doute avec l'ouvrage de Friedman [1953] que s'ouvre la formulation véritablement contemporaine du rapport entre la théorie et la réalité en économie (...) Friedman entend montrer qu'une hypothèse n'a pas à être immédiatement réaliste, c'est-à-dire référée à une situation directement observable" (Parthenay et Thomas-Fogiel, 2005:430).

A partir de Friedman, en effet, l'économie néoclassique s'est attelée à répliquer des phénomènes réels en menant des raisonnements abstraits sur le système, engendrant de ce fait une perte de complexité considérable de la réalité traitée. Dans cette perspective, le modèle ne tient pas sa validité de son réalisme, mais bien de la concordance entre ses hypothèses et les résultats auxquels elles mènent. Ainsi, en économie néoclassique, "*it is standard to define a modification of a model inconsistent if it does not conform to the logic given by other elements of the core.*" (Vatn, 2004: 3)

Or, les indicateurs confrontent *de facto* à la réalité les hypothèses dont ils sont issus – puisqu'ils sont eux-mêmes outils de performance du réel – et au jugement politique – du fait de leur utilisation dans le gouvernement des sociétés. Cette confrontation à la réalité implique la nécessité d'un relâchement des contraintes théoriques sur base desquelles le modèle est *a priori* tenu pour valide: les modalités néoclassiques de validation des hypothèses ne sont plus tenables.

3.1.2. La définition de la rationalité des agents: introduction de la réflexivité

L'économie néoclassique suppose la rationalité illimitée des agents. Suivant cette hypothèse, l'ENA est construite selon la règle d'Hartwick, "*on the basis of an intertemporal optimization problem. Wealth, W , is defined to be the present value of utility on the optimal path. It is assumed that a social planner wishes to maximize wealth.*" (Hamilton et Clemens, 1999: 335)

L'hypothèse de rationalité illimitée implique une perception déterministe du comportement des agents (par anticipation rétrospective). Or, les indicateurs de soutenabilité font de plus en plus l'objet de pratiques d'objectivation qui deviennent conscientes d'elles-mêmes (Thiry, 2012). Donc, si les agents mobilisent les indicateurs en ayant conscience de la performativité et du pouvoir de ceux-ci sur le réel (comme rouages d'une forme de gouvernementalité), une contradiction apparaît entre d'une part, le déterminisme que suppose la rationalité illimitée (qui pose un ensemble d'hypothèses *a priori* sur les agents) et, d'autre part, le constructivisme radical dont les indicateurs sont le levier, constructivisme issu de la réflexivité des agents. C'est ainsi que Commons, par exemple, prend en compte le facteur de la volonté humaine et montre comment les sciences humaines doivent, par opposition aux sciences seulement naturelles, accepter ce qu'il appelle la volontarité, c'est-à-dire "le caractère actif et organisateur de la pensée" [Bazzoli, 1999,p.72]. (Parthenay et Thomas-Fogiel 2005:438)

3.2. La cohérence performative comme réponse à ces écueils

Si l'élaboration d'indicateurs de soutenabilité entend éviter ces écueils, elle devra s'inscrire dans une approche susceptible de les mettre en lumière afin de mieux les éviter. Une telle approche pourrait être fondée sur la notion d'"argument transcendantal". Selon Parthenay et Thomas-Fogiel (2005) "l'argument transcendantal consiste (...) à désimpliquer les présupposés nécessaires à une expérience de pensée ou de parole que, de fait, nous effectuons. Il ne porte pas directement sur la réalité du monde mais sur les opérations cognitives." (Parthenay et Thomas-Fogiel 2005:439)

En mobilisant ce concept, nous voulons, à l'instar de l'analyste du langage, "montrer comment certains concepts ou série de concepts sont impliqués nécessairement dans des opérations cognitives que de fait, nous réalisons." (*Ibid*:439) Plus précisément, nous mobilisons la notion d'argument transcendantal dans l'acception spécifique qu'en a K.O. Apel, à savoir la *non-contradiction performative* (ou pragmatique). Par analogie, notre conception de "cohérence performative" est aux indicateurs ce que le concept de "non-contradiction performative" d'Apel est au langage.

"Rappelons brièvement que les contradictions performatives sont par définition toujours fausses, (...) cela non pas en raison de leur sens, (...) mais en raison du *statut de leur énonciation*. (...) Il est clair que la contradiction performative n'est pas réductible à un raisonnement formel strictement analytique (A est A) ou déductif (si A alors B), mais se définit strictement comme énoncé qui se supprime lui-même du fait même de son énonciation. (...) À l'inverse de cette auto-contradiction, la non-contradiction performative postule la nécessaire *congruence entre l'énoncé et l'énonciation*». (*Ibid*: 443, nous soulignons) Si l'on applique ce raisonnement à l'analyse des indicateurs, on peut affirmer qu'un indicateur présente une incohérence performative si son utilisation nuit à la réalisation des finalités qu'il entend poursuivre.

Concrètement, dans l'élaboration d'indicateurs, la cohérence performative consisterait à accepter, de manière générale, "de faire le détour par la métathéorie comme interrogation sur les "prétentions à" d'un discours pour pouvoir déterminer combien certaines postures sont

inconsistantes." (*Ibid.*: 444) Si l'indicateur est une forme de discours quantifié sur le réel, il s'agit de juger de sa consistance à l'aide d'un détour par une métathéorie sur "les prétentions à" de l'indicateur. Nous faisons ce détour à l'aide du concept de "cohérence performative", que nous définissons comme *l'absence de contradiction entre le message normatif lancé par la prise en compte d'une dimension (prise en compte issue d'un processus de convention) et l'impact performatif de la méthodologie adoptée pour quantifier cette dimension, au regard du principe d'organisation de société dans lequel l'indicateur s'inscrit et qu'il contribue à faire exister.*

La cohérence performative nous semble être le critère au regard duquel la pertinence des indicateurs de soutenabilité *doit* être évaluée. Ce critère est *nécessaire* du fait de l'analogie analytique qui unit le concept de "cohérence performative" à celui de "soutenabilité" tel que nous l'avons défini. Pour rappel, la soutenabilité désigne les contraintes assurant que l'activité humaine ne compromette pas les conditions de sa propre possibilité tandis que la cohérence performative de l'indicateur indique l'absence de contradiction entre le message normatif transmis par la prise en compte de diverses dimensions et l'impact performatif de la méthodologie adoptée pour quantifier celles-ci, contradiction susceptible de nuire aux conditions de possibilité des finalités que l'indicateur entend *a priori* servir. Si l'indicateur contribue à l'élaboration des contraintes de la soutenabilité, il doit être construit de sorte à ce que son utilisation n'aille pas à l'encontre des objectifs visés par la mise en œuvre de ces contraintes.

4. Epistémologie d'une cohérence performative des indicateurs de soutenabilité

Une fois le concept de cohérence performative clarifié, il importe de chercher les conditions épistémologiques d'un indicateur de soutenabilité qui en rencontrerait les exigences. Compte tenu de l'incertitude qui caractérise les nombreux enjeux de la soutenabilité, cette démarche implique d'adopter une posture de précaution dans la conception de l'indicateur. Une telle posture nécessite au préalable de distinguer le *risque* et l'*incertain*, dont l'assimilation abusive conduit souvent, en termes de prescriptions, à une confusion entre *prévention* et *précaution*, éludant de ce fait la question critique de la gestion de l'incertitude non-probabilisable (4.1). Après avoir explicité les fondements de la posture de précaution (4.2), nous explorons les vertus du post-positivisme dans l'élaboration d'indicateurs de soutenabilité (4.3). Le post-positivisme impliquant l'application d'un principe d'ordre moral à la prise de décision en incertitude, se pose la question de sa légitimité. Cette question est traitée en deux temps. Nous questionnons d'abord le *principe* qui légitime l'adoption d'une contrainte de nature morale dans le traitement de la soutenabilité (4.4); nous explorons ensuite l'école des conventions et son enrichissement du concept de rationalité procédurale de H. Simon, comme piste possible de légitimation *in fine* de l'adoption d'un principe d'ordre moral dans l'élaboration d'indicateurs (4.5).

4.1. Distinctions entre risque et incertitude, entre prévention et précaution

Beaucoup d'indicateurs de soutenabilité sont conçus à l'aune d'un principe de précaution. Toutefois, l'utilisation générique du concept de "principe de précaution" relève souvent d'une confusion largement répandue entre le *risque* (Knight, 1921; Keynes, 1921) qui représente "*a situation in which the distribution of the outcome in a group of instances are known either a priori or from statistics*" (Mayumi and Gimapietro, 2006:383) et l'*incertitude* entendue comme "*a situation in which it is impossible to form a reliable group of instances because the situation*

is to a high degree unique." (*ibid.*:383)

Jusqu'à présent, la plupart des travaux des concepteurs d'indicateurs s'inscrivent dans la conviction qu'à terme, la connaissance scientifique et le progrès technologique réduiront l'incertitude quant à l'impact de l'activité humaine sur la biosphère et en atténueront les conséquences néfastes.

Or, le contexte dans lequel l'homme prend ses décisions est caractérisé par une incertitude radicale. "Cette dernière a deux origines (...). La première est extérieure à l'individu: "les agents ne connaissent ni la liste des états de la nature susceptibles de se réaliser, ni celle des actions qu'ils peuvent entreprendre et de leur résultats possibles" [Biencourt *et al.*2007]. La seconde est intérieure: les agents sont incapables de faire des choix optimaux car ils ne disposent pas des capacités de traitement de l'information nécessaires à la réalisation de tels choix. (...) Un paramètre temporel accroît cette incertitude: les préférences et les connaissances individuelles évoluent dans le temps [Buchanan,1954] tout comme l'environnement social et naturel." (Levrel 2008:203)

En termes de prescription, l'assimilation de l'incertitude au risque donne lieu à une confusion essentielle entre *précaution* et *prévention*. Tandis que la seconde fait référence au risque, la première vise l'incertitude non-probabilisable. Toutefois, dans la théorie de la décision en économie standard, "si une probabilité est inconnue, on lui assigne, "subjectivement", une distribution de probabilités (...) *L'incertitude par manque de connaissance est rabattue sur le même plan que l'incertitude intrinsèque due au caractère aléatoire de l'évènement considéré.*" (Dupuy, 2002:109, nous soulignons) Cette confusion est problématique car la singularité de l'incertitude caractérisant les conditions futures d'existence n'assure pas que la connaissance scientifique soit un jour capable de la réduire.

Les indicateurs de soutenabilité, parce qu'ils performant la réalité dans un monde incertain, doivent dès lors être conçus dans le respect d'un principe de *précaution*.

En effet, leurs concepteurs se voient *de facto* placés dans une posture *engagée* vis-à-vis des autres acteurs et de l'environnement, dans les temps présent et futur. Si les hypothèses sous-jacentes aux indicateurs déterminent les choix de quantification et si ces derniers influencent les représentations du réel et les prescriptions qui en découlent, alors, les hypothèses ont une finalité intrinsèquement normative et la posture de leur(s) auteur(s) ne peut plus être appréhendée comme axiologiquement neutre.

De surcroît, les hypothèses sous-jacentes aux indicateurs risquent d'agir indirectement sur les conditions de possibilité d'existence future. Le respect d'un principe de précaution dans la conception d'indicateurs de soutenabilité apparaît donc nécessaire.

4.2. Nécessité d'une posture de précaution

Le principe de précaution fait écho à la posture "catastrophiste éclairée" de Dupuy (2002), favorisant le "scénario du pire". Nous pensons que c'est dans le respect de cette posture que les indicateurs de soutenabilité trouveront leur cohérence performative.

Pour Dupuy (2002), le principal obstacle empêchant les acteurs de penser la possibilité d'une catastrophe frappant les conditions de vie future n'est pas tant l'incertitude que le refus des acteurs de *croire* à l'occurrence possible d'une catastrophe. Selon nous, contraindre les acteurs à acter l'incertitude radicale constitue une échappatoire aux impasses actuelles des débats sur la soutenabilité. Une fois la posture de précaution adoptée, l'important n'est plus de se concentrer sur des raffinements de mesure susceptibles de réduire l'incertitude mais d'agir,

en raison de cette incertitude.

Cette posture est morale en essence. L'incertitude implique la nécessité d'introduire un principe de pensée et d'action en surplomb de l'information imparfaite et des capacités calculatoires limitées des agents: un principe d'ordre moral. La soutenabilité ne peut être exclusivement conçue au travers d'une perspective ancrée dans la psychologie de l'incertain ou dans la rationalité utilitariste. "Il existe une *objectivité*, une *publicité* et une *universalité* de l'éthique que l'économie normative semble impuissante à fonder (...) L'économie normative (...) aboutit à faire de l'éthique une question de goût» (Dupuy 2002: 112).

Pour être opérationnalisée, la posture de précaution devrait donc être conçue en référence à un cadre épistémologique alternatif, dont le post-positivisme pourrait constituer le fondement.

4.3. Vertus du post-positivisme: incertitude, dimension axiologique et pluralité de perspectives légitimes

Les problèmes de cohérence performative synthétisés en section 2 résident fondamentalement dans le *positivisme* inhérent à une approche des indicateurs de soutenabilité inspirée par la théorie néoclassique. En effet, les quatre incohérences soulevées ont en commun une référence implicite aux progrès scientifique et technologique pour s'affranchir *in fine* des limites de l'écosystème et de la biosphère, dont l'humanité dans son ensemble est dépendante: concevoir la soutenabilité comme résultante d'un problème d'optimisation intertemporel d'utilité suggère que l'humain contrôle la nature à l'aide de la technologie, par la mise en œuvre de contraintes appropriées; recourir à la croissance pour résoudre les problèmes de pauvreté suppose que l'innovation technologique permette une croissance économique sans limite; la commensurabilité forte permet la substituabilité entre capitaux; enfin, l'usage des catégories de comptabilité nationale reflète une conception du circuit économique dont la dépendance à la biosphère n'est pas prise en compte. Cette confiance dans les apports de la science a permis d'adopter des options de quantification indépendamment de l'incertitude qui caractérise les conditions de vie futures et des enjeux éthiques et démocratiques que de telles options impliquent pour le devenir des sociétés, une fois appliqués à des indicateurs de soutenabilité.

Face aux écueils du positivisme dans le traitement scientifique d'enjeux complexes tels que la soutenabilité, Funtowicz et Ravetz ont développé le concept de "science post-normale" (*post-normal science* (PNS), Funtowicz et Ravetz 1991, 1993a, 1993b). Le concept anglais de *normal science*, traduit en français par "science positiviste", fait référence à l'héritage de Kuhn. L'approche post-positiviste entend explicitement s'élever comme paradigme alternatif au positivisme de la *normal science*: "*The term 'post-normal' provides a contrast to two sorts of 'normality'. One is the picture of research science as 'normally' consisting of puzzle solving within the framework of an unquestioned and unquestionable 'paradigm', in the theory of Kuhn (1962). Another is the assumption that the policy context is still 'normal', in that such routine puzzle solving by experts provides an adequate knowledge base for decision-making. The great lesson of recent years is that this assumption no longer holds.*" (Funtowicz et Ravetz, 2008: §15)

Dans une perspective post-positiviste, rien n'assure que les sciences viennent un jour à bout de l'incertitude. Une fois acceptée cette idée, le *motif* de la recherche scientifique se modifie fondamentalement. Il s'agit non plus de mener une recherche par pure curiosité intellectuelle mais bien en raison de l'enjeu que représente l'objet de recherche pour le devenir des sociétés, dont le chercheur est partie intégrante. Ainsi, Funtowicz et Ravetz définissent la

PNS comme une "*conception of the management of complex science-related issues. It focuses on aspects of problem-solving that tend to be neglected in traditional accounts of scientific practice: uncertainty, value loading, and a plurality of legitimate perspectives.*" (Funtowicz and Ravetz 2008: §1)

La prise en considération explicite de ces trois aspects de la résolution de problèmes, l'incertitude, la dimension axiologique et la pluralité de perspectives légitimes, comporte à nos yeux au moins trois qualités susceptibles de faire de la PNS un cadre épistémologique approprié à l'élaboration d'indicateurs cohérents performativement.

Premièrement, ces trois aspects s'inscrivent dans le sillage de la posture de précaution, dont la principale prescription est d'*agir, tout en sachant que l'on ne sait pas*. Puisque les choix en situation d'incertitude non-probabilisable sont forgés sur une rationalité limitée, il s'agit de répondre à l'impératif moral de l'action par précaution. Un tel impératif étant potentiellement sujet à de nombreux conflits de valeurs, son opérationnalisation implique nécessairement de reconnaître la pluralité des perspectives légitimes.

Deuxièmement, ces trois aspects de résolution de problème font écho aux enjeux posés par les nouveaux indicateurs au-delà du PIB. D'abord, l'*incertitude* qui caractérise les impacts sociaux et écologiques de l'activité humaine est souvent source de conflictualité dans la recherche d'indicateurs de soutenabilité. Ensuite, la *dimension axiologique* des indicateurs de soutenabilité explique largement la difficulté de l'émergence d'un consensus sur un nouvel indicateur parmi les forces en présence (Cassiers et Thiry, 2011). Enfin, la *pluralité des perspectives légitimes* constitue la raison d'être majeure des nombreux mouvements citoyens qui dénoncent le risque d'appropriation technocratique de la quantification et prônent la démocratisation des procédures d'élaboration des indicateurs, potentiels dispositifs disciplinaires et/ou outils de domination.

Troisièmement, par la reconnaissance des enjeux de valeurs comme partie intégrante de tout processus de recherche, la PNS permet d'introduire pleinement, dans l'analyse des indicateurs, la *réflexivité* de leurs concepteurs. Comme les indicateurs portent intrinsèquement une finalité normative et sont susceptibles d'influencer la réalité, on ne peut envisager la quantification de la soutenabilité comme si il s'agissait d'un simple exercice scientifique dont les concepteurs seraient indépendants. La PNS offre une heuristique de cette réflexivité du concepteur: "*when a problem is recognised as post-normal, even the routine research exercises take on a new character, for the value-loadings and uncertainties are no longer managed automatically or unselfconsciously.*" (Funtowicz and Ravetz 2008: §19, nous soulignons).

Cette introduction de la réflexivité est essentielle étant donné que la majorité des tensions d'interprétation et des incohérences rencontrées au cours de nos analyses de l'ENA et de l'IBEE sont issues directement ou indirectement d'un manque de réflexivité dans le chef de leurs auteurs. En introduisant la réflexivité dans le processus de construction de connaissance, la PNS ne critique pas simplement la prétention des approches scientifiques positivistes à la neutralité axiologique, elle invite également ces approches à s'auto-examiner afin de renforcer leur adéquation à un système complexe. Cette adéquation est essentielle dans l'élaboration d'indicateurs susceptibles de participer de cette complexité.

Plus fondamentalement, l'introduction de la réflexivité dans la conception d'indicateurs de soutenabilité pourrait servir une posture de précaution, puisque la réflexivité implique d'élargir le cadre de référence au sein duquel est pensée la soutenabilité, au-delà d'une perspective utilitariste ou d'une psychologie de l'incertain. Adopter une posture post-positiviste telle que la PNS, comme le requiert à nos yeux la cohérence performative des indicateurs, implique de s'affranchir de l'amoralisme benthamien qui sous-tend l'approche utilitariste de l'économie

dominante⁶ et selon lequel est bien ce qui procure du bonheur aux individus, est mal ce qui leur procure du malheur. Dans l'élaboration d'indicateurs, ceci implique de questionner l'évaluation contingente. Inspirée de l'amoralisme utilitariste, l'évaluation contingente consiste à créer un marché fictif destiné à évaluer des échanges non régis *a priori* par un marché. Dans cette perspective, les comportements ne doivent être guidés par aucun principe moral supérieur mais uniquement le calcul coût-bénéfice de l'utilité et de la désutilité d'un acte.

Dans le sillage de la posture de précaution, l'appel lancé par la PNS à une gestion intelligente de l'incertitude implique de concevoir les indicateurs de soutenabilité au regard d'un principe susceptible de poser ce qui est juste et ce qui ne l'est pas, *au-delà des de l'information et des préférences des individus*. Un tel principe définirait un ensemble d'obligations morales qui pourraient, le cas échéant, contraindre les acteurs à agir de telle sorte que leur utilité soit réduite, au nom d'un principe supérieur. Dans le cas de la soutenabilité, un tel principe pourrait être appelé «respect du vivant».

4.4. Légitimité d'un principe moral de la soutenabilité

Notre adhésion à la posture post-positiviste nous impose d'appliquer la réflexivité à notre propre démarche. À cet égard, il importe de questionner la légitimité de prescrire une posture de précaution dans l'élaboration d'indicateurs de soutenabilité et de suggérer les conditions épistémologiques minimales que de tels indicateurs *devraient* respecter s'ils entendent porter une conception performativement *cohérente* de la soutenabilité. Cette justification est d'autant plus importante que le manque de légitimité sous-jacent aux procédures d'élaboration d'indicateurs fait l'objet de nombreuses critiques. À cette fin, nous explorons *le principe* qui légitime l'adoption d'une posture de précaution: l'anticipation de la rétroactivité du jugement.

Appréhender la soutenabilité et l'incertitude singulière qui la caractérise requiert l'adoption d'un cadre susceptible de baliser les contraintes au sein desquelles un processus de délibération démocratique sur le choix d'un (ou de plusieurs) indicateur(s) de soutenabilité pourrait avoir lieu. L'adoption d'un cadre contraignant est nécessaire du fait de l'*essence sociale* des préférences (Vatn, 2004). Si de telles préférences sont formées dans des sociétés où les conceptions de bien-être se trouvent en porte-à-faux avec les conditions de "respect du vivant", les seules fonctions d'utilité s'avèreront insuffisantes à assurer l'élaboration d'indicateurs performativement cohérents.

Que ce cadre contraignant s'inscrive dans le respect d'un principe de précaution tient à la distinction entre incertitude probabilisable et non-probabilisable. En effet, dans le cas d'un pari, par définition probabilisable, "la base de survenance du jugement probabiliste ne peut inclure aucune information qui ne soit disponible qu'après que l'on a agi." (Dupuy 2002:124) À l'inverse, dans le cas d'une incertitude non-probabilisable, les sociétés tombent sous le joug de la *fortune morale*. Au regard de celle-ci, ce qui justifie fondamentalement la mise en place de contraintes minimales encadrant les processus démocratiques en matière d'indicateurs de soutenabilité, c'est *l'anticipation de la rétroactivité du jugement* (Dupuy 2002): "L'humanité prise comme sujet collectif a fait un choix de développement de ses capacités virtuelles qui la fait tomber sous la juridiction de la fortune morale. Il se peut que son choix mène à de grandes catastrophes irréversibles; il se peut qu'elle trouve les moyens de les éviter, de les contourner ou de les dépasser. *Personne ne peut dire ce qu'il en sera*. Le jugement ne pourra être que rétrospectif." (Dupuy 2002: 127)

Si l'anticipation de la rétroactivité du jugement légitime l'adoption d'un principe de

6 "O'Neil (1998) emphasizes that the most profound element of neoclassical revolution in economics was to remove questions about what is good or right way of living." (Vatn 2004:11)

précaution dans l'élaboration d'indicateurs, elle ne nous dit rien en revanche sur les rapports de force et conflictualités émergeant de la définition des modalités pratiques d'un tel principe. *Qui* décide du principe moral à respecter? *Qui* définit la hiérarchie de valeurs au regard desquelles les indicateurs doivent être conçus? Ce problème peut-il être résolu autrement que de manière procédurale? Si oui, comment? Toutefois, si l'on veut éviter l'autoritarisme d'un dictat écologiste, une telle hiérarchie de valeurs devrait faire l'objet d'une procédure démocratique informée, dont les modalités restent à définir.

A cet égard, la rationalité procédurale est éclairante "dans des situations problématiques – des situations dans lesquelles le sujet doit rassembler des informations très variées et les traiter de différentes façons pour aboutir à un déroulement raisonnable de son action, à une solution au problème." (Simon 1992 [1973]: section 2.a)

Toutefois, il est à craindre qu'une coordination purement procédurale de définition d'un principe moral dans l'élaboration d'indicateurs de soutenabilité implique le risque de commettre exactement ce que nous reprochons à l'approche utilitariste de la soutenabilité. En effet, Simon (1992 [1973]) n'opère pas de distinction d'*essence* entre les incertitudes probabilisable et non-probabilisable, distinction pourtant essentielle d'un point de vue post-positiviste, pour appréhender les questions de soutenabilité. Une telle assimilation du risque à l'incertain dans la rationalité procédurale n'assure pas, dans le cas d'un problème de coordination sur la soutenabilité, que les acteurs fassent des choix assurant le respect des conditions de leur propre possibilité: "la rationalité procédurale a du bon, sauf lorsqu'elle se construit au prix du renoncement à toute rationalité substantielle. Sur des problèmes aussi essentiels pour l'avenir de l'humanité que les défis et les dangers de la technique (...) ou les problèmes dits d'environnement, trop souvent l'appel à la démocratie sert d'alibi à l'absence de réflexion normative" (Dupuy, 2002). Il s'agit dès lors d'approfondir les conditions d'un mode de coordination permettant le dépassement des individualités et la prise en compte de l'incertitude non-probabilisable. À cet égard, l'école des conventions et son recours à la psychologie sociale semblent riches en enseignements.

4.5. Apports de l'école des conventions: la cohérence performative comme levier de légitimité d'un principe moral de la soutenabilité

L'école des conventions contribue à enrichir le concept de rationalité procédurale de Simon par la mobilisation de l'*identité sociale* comme le fondement d'un nouvel *homo œconomicus* (Bessis *et al.* 2006). "Deux propositions peuvent résumer la théorie de la rationalité de l'*homo conventionalis*: la rationalité est limitée, située, interprétative et argumentative; ces quatre propriétés s'emboîtent, chacune conduisant naturellement (sinon mathématiquement) à la suivante. Cette seconde proposition postule que la critique de la théorie du choix rationnel formulée par Simon, Kahnemann et Tversky doit être poursuivie et enrichie par des propriétés positives." (Bessis *et al.* 2006: 186)

En quoi l'enrichissement, par l'école des conventions, du concept de rationalité procédurale de Simon constitue-t-il une issue à la légitimité de l'adoption d'un principe moral dans l'élaboration d'indicateurs de soutenabilité?

D'abord, l'école des conventions distingue le risque et l'incertain: "la rationalité limitée opère dans un environnement *incertain* (par opposition au risque, il existe un très grand nombre – voire une infinité – de possibles, dont certains actuellement inconnus), et *complexe* (il existe une infinité – ou un très grand nombre – de manières de se représenter un choix,

dont aucune ne s'impose absolument). " (Bessis *et al.* 2006:186). Cette distinction est, nous l'avons vu, un prérequis à toute formulation d'un principe de précaution.

Ensuite, le fait que l'école des conventions perçoive la rationalité comme *interprétative* répond à la contradiction (soulevée en section 3.1.2) entre le déterminisme qu'implique la rationalité illimitée – ou tout au moins la capacité calculatoire illimitée – et l'élaboration d'indicateurs comme outils de constructivisme radical. "L'EC [école des conventions] distingue différents régimes d'action ou de principes de comportements mobilisés selon la manière dont les agents se représentent les situations [Boltanski et Thévenot, 1991]. Les opérations de qualification des objets et d'identification des personnes, nécessaires à la mobilisation de ces régimes, impliquent l'*existence de capacités interprétatives, à côté des capacités calculatoires*. Un élément ne peut être considéré comme saillant qu'au regard d'un schéma d'interprétation qui détermine ce qui importe." (Bessis *et al.* 2006:186) À cet égard, il nous semble que le concept de cohérence performative, en créant un espace commun de représentation dans l'évaluation critique des indicateurs de soutenabilité, est à même de participer à la construction d'un schéma d'interprétation des priorités en matière de soutenabilité.

En outre, l'école des conventions souligne l'essence argumentative (ou critique) de la rationalité: "les individus, pour agir raisonnablement (...) doivent avoir accès à *une extériorité depuis laquelle il leur est possible de se désengager de la situation pour porter sur celle-ci un jugement* [Boltanski, 1990]." (Bessis *et al.* 2006: 187, nous soulignons) En introduisant l'extériorité comme condition de possibilité de désengagement d'une situation, l'école des conventions attribue aux acteurs et à leur comportement social une propriété qui légitimerait concrètement l'adoption d'un principe de nature morale dans l'élaboration d'indicateurs de soutenabilité. À cet égard, le concept de cohérence performative semble de nouveau pouvoir jouer un rôle de catalyseur dans la coordination: il apparaîtrait susceptible de fournir cet "accès à l'extériorité" des acteurs.

Pour le comprendre, il importe de revenir sur l'analogie analytique qui lie le concept de cohérence performative à celui de soutenabilité tels que nous les avons définis: ces deux concepts font référence à l'importance de fixer des contraintes (en termes de choix de quantification d'une part, et de comportements individuels et collectifs d'autre part) pour assurer l'absence de contradiction entre l'énoncé et son énonciation (pour reprendre la comparaison linguistique à laquelle nous avons fait appel précédemment). C'est précisément cette analogie qui permet d'élever le niveau de l'inclusion sociale nécessaire à la coordination – d'extérioriser les acteurs – à son degré le plus élevé: l'humanité. En effet, la multi-dimensionnalité de la rationalité de l'*homo conventionalis* dote ce dernier "d'un ensemble de compétences tel que la dimension sociale de son identité constitue sa ressource fondamentale pour se coordonner avec les autres" (Bessis *et al.* 2006: 190). Or, la recherche d'indicateurs portant *in fine* sur les conditions de respect du vivant, elle appelle chacun des acteurs du débat à se catégoriser comme humain, avant tout autre niveau, social ou personnel, d'identification.

Le concept de cohérence performative est donc fédérateur et catalyseur d'une coordination qui inclurait un principe d'ordre moral. En créant un espace de représentation commun aux critères d'évaluation des indicateurs, il stimule la rationalité interprétative des acteurs. En amenant les acteurs à se penser dans leur humanité, le concept de cohérence performative catalyse leur extériorisation de sorte à ce qu'ils se perçoivent et se positionnent comme part d'un tout: l'humanité.

Conclusion

Au terme de cette réflexion, nous pouvons affirmer que la "cohérence performative" est un critère d'évaluation indispensable à l'élaboration d'indicateurs de soutenabilité. Cette nécessité découle de l'analogie analytique qui unit la soutenabilité et la cohérence performative telles que nous les avons définies.

Pour rappel, nous décrivons la soutenabilité comme l'ensemble des contraintes que doit respecter l'activité humaine pour ne pas compromettre les conditions de sa propre possibilité aux temps présent et futur, et plus généralement les conditions de vie sur Terre. La cohérence performative désigne l'absence de contradiction entre le message normatif lancé par la comptabilisation d'une dimension et l'impact performatif de sa quantification. Si les indicateurs sont censés servir la soutenabilité, leur pertinence devra être jugée à l'aune de cette finalité. Or, si les indicateurs de soutenabilité ne répondent pas à la cohérence performative, c'est-à-dire que les options de quantification dont ils sont issus sont telles que leur utilisation dans l'élaboration de contraintes de soutenabilité implique des effets contradictoires à leurs finalités, alors les indicateurs ne servent pas la soutenabilité. Fondamentalement, des indicateurs de soutenabilité non cohérents performativement ne peuvent être classés comme "indicateurs de soutenabilité".

En suggérant l'adoption d'un critère de cohérence performative dans l'élaboration d'indicateurs de soutenabilité, nous proposons uniquement une aide à la prise de décision, sans définir une liste fermée de conditions que *devrait* inclure l'indicateur. Ce faisant, tout en apportant une clé de lecture des indicateurs susceptible de donner lieu à des choix de quantification plus cohérents performativement, nous évitons le risque de tomber dans la dérive technocratique que nous entendons éviter.

Quelle serait alors la condition d'une cohérence performative des indicateurs de soutenabilité? La condition *sine qua non* est que ceux-ci soient élaborés dans le respect d'un principe de précaution. Un tel principe, intrinsèquement moral, est nécessaire car tout concepteur d'indicateur s'inscrit *de facto* dans une posture engagée impliquant une responsabilité morale. Par ailleurs, la soutenabilité étant marquée par une incertitude non-probabilisable quant aux conditions de perpétuation du vivant, il importe pour les concepteurs d'indicateurs d'agir en favorisant le "scénario du pire", conformément au principe de précaution.

A cet égard, nous avons montré les vertus du post-positivisme comme levier épistémologique à la mise en œuvre du principe de précaution dans l'élaboration d'indicateurs de soutenabilité. À la différence d'une approche positiviste, le post-positivisme se présente comme une interface épistémologique dédiée au traitement de problèmes marqués par de l'*incertitude*, par une dimension *axiologique* et par l'existence d'une *pluralité de perspectives légitimes*. Ce faisant, le post-positivisme offre un cadre heuristique susceptible d'appréhender l'indicateur de soutenabilité dans toute sa complexité d'être à la fois objet de convention, rouage d'une forme de gouvernementalité et construit technico-théorique à finalité empirique et normative.

Plus précisément, le post-positivisme permet de penser inclusivement les interactions de ces trois caractéristiques constitutives des indicateurs de soutenabilité. L'indicateur étant objet de convention et servant un système de gouvernement, se pose la question des conditions sociopolitiques de son émergence. En considérant la possibilité d'une pluralité de perspectives légitimes, le post-positivisme ouvre la possibilité de questionner ces conditions. L'indicateur étant le rouage d'un mode de gouvernementalité et un construit technico-théorique à finalité empirique et normative, se pose la question des valeurs sous-jacentes à la quantification, du mode de gouvernement qui en découle et de l'impact de ces choix de quantification dans un monde

incertain. Là encore la question qui se pose est adressée par le post-positivisme. Enfin, l'indicateur étant objet de convention et construit technico-théorique à finalité empirique et normative, il importe de questionner les critères de validité "scientifique" de l'indicateur, entre autres par le questionnement de la place de l'expert. Cet impératif est au cœur du post-positivisme qui se départit explicitement d'une approche positiviste de résolution de problèmes.

En quoi consisterait concrètement la mise en œuvre d'une évaluation des indicateurs à l'aune du critère de cohérence performative? Cette évaluation devrait nécessairement comporter deux volets, intrinsèquement liés: un volet substantiel et un volet procédural.

Substantiellement – la cohérence performative nécessiterait la révision de certaines options de quantification, dont nous avons montré en section 2 les contradictions. Il semble que des hypothèses plus en phase avec la cohérence performative des indicateurs soient à trouver dans le courant anglo-saxon *ecological economics*. Prenant acte des limites de la planète et de la nécessité de réviser le rapport de l'homme à la nature, ce courant se veut interdisciplinaire et entend traiter l'économie comme sous-système de l'écosystème. Ses figures de proue sont Boulding, Georgescu-Roegen, Daly, Costanza et Martinez-Alier (voir, entre autres, Costanza (dir.) (1991) et Martinez-Alier (1987)). Ce courant se caractérise par une série d'options méthodologiques et épistémologiques qui en font un socle conceptuel idoine à la cohérence performative des indicateurs: pluralisme axiologique, reconnaissance de la non-commensurabilité forte, empirisme (qualitatif et quantitatif), rejet d'une approche mécaniste de l'économie qui nierait la dépendance de l'humanité à la biosphère et les la loi de l'entropie, et enfin, reconnaissance de l'incertitude non-probabilisable.

Procéduralement – Les indicateurs de soutenabilité devraient être le fruit d'une "*extended peer community*" (Munda 2004). Là encore le courant *ecological economics* est susceptible d'apporter une contribution substantielle. Nous l'avons vu en section 4.3, l'une des vertus d'une posture post-positiviste est d'introduire de la *réflexivité* dans le processus scientifique. Comme le mentionne Spash (2011), "*serious attention to environmental reality leads to the need for a totally new way of thinking based in political economy and interdisciplinary learning*" (p.343). Dans cette perspective, il s'agit de reconsidérer le rôle des experts dans l'appréhension de la soutenabilité au moyen d'indicateurs. À cet égard, Munda (2004) suggère la mise en place d'un "*extended peer community*" et prône l'évaluation multi-critères: "*In evaluating public policies there is a clear need to integrate scientific and technical expertise with local knowledge and legitimate interests, values and desires of the extended peer communities. A possible bridge between post normal science and practical evaluation tools may be the concept of social multi-criteria evaluation. Social multi-criteria evaluation puts its emphasis on the transparency issue; the main idea being that results of an evaluation exercise depends on the way a given policy problem is structured and thus the assumptions used, the ethical positions taken, and the interests and values considered have to be made clear.*" (Munda 2004: 666)

Outre la proposition d'élaboration d'"*extended peer communities*", Frame et Brown (2008) explorent diverses technologie post-positivistes (*post-normal technologies*) en matière de soutenabilité, comme par exemple le concept de "citoyenneté écologique". Ces pistes sont conçues par les auteurs "*as a way of bridging gaps between science, politics and practice, and empowering people to be responsive and responsible vis-à-vis sustainability.*" (Frame and Brown 2008: 235)

L'approche de la soutenabilité au travers de ses indicateurs nous a progressivement mené à questionner les fondements conceptuels des indicateurs mis en débat aujourd'hui pour aller au-delà du PIB. La mise en exergue des nombreuses incohérences performatives des indicateurs, non visibles au regard des critères évaluatifs officiels, nous a amenés à explorer

les vertus d'approches théoriques et épistémologiques alternatives à celles qui dominent les débats aujourd'hui: les approches ancrées dans le post-positivisme, dont le courant *ecological economics* est sans doute le tenant le plus représentatif.

Si l'adoption du critère de cohérence performative des indicateurs de soutenabilité se généralise, ce critère serait probablement l'occasion de réhabiliter le courant *ecological economics* dans les débats, mettant *de facto* en exergue son adéquation à la complexité des enjeux présents. En ce sens, l'expansion actuelle de la recherche de nouveaux indicateurs au-delà du PIB est potentiellement porteuse d'un changement paradigmatique.

References

- Altvater, E. (1997). Ecological and Economic Modalities of Time and Space, in : O'Connor (dir.). *Is capitalism Sustainable? Political Economy and the Politics of Ecology*, p.76-90.
- Aubrée, L. et Bonduelle, A. (2011). L'équité au cœur des politiques climatiques: l'exemple des négociations relatives au climat et de la recherche de solutions à la crise énergétique. *Développement durable et territoires*, en ligne : <http://developpementdurable.revues.org/8822>
- Ballet, J., Dubois, J.-L. and Mahieu, F.-R. (2004). A la recherche du développement socialement durable: concepts fondamentaux et principes de base. *Développement durable et territoires*, en ligne: <http://developpementdurable.revues.org/1165>
- Baudrillard, J. (1996). *La société de consommation*, Gallimard, Coll. Folio, 1st Ed. 1970.
- Bessis, F., Chaserant, C., Favereau, O. et Thévenon, O. (2006). L'identité sociale de l'homo conventionalis, in: Eymard-Duvernay (Dir.) (2006). *L'économie des conventions, méthodes et résultats*, La Découverte, p.181-195.
- Cassiers, I. et Thiry, G. (2009). Au-delà du PIB: réconcilier ce qui compte et ce que l'on compte. *Regards Economique*, 75: 1-15.
- Cassiers, I. et Thiry, G. (2011). Du PIB aux nouveaux indicateurs de prospérité: les enjeux d'un tournant historique, in: Cassiers et alii. *Redéfinir la prospérité. Jalons pour un débat public*, Ed. de l'Aube, Coll. Monde en cours, p.49-76.
- Čiegis, R., Grundey, D. (2005). Economic Competition and the Sustainability Paradigm: Concepts of Strong Comparability and Commensurability versus Concepts of Strong and Weak Sustainability. *Economic issues in practice*, 3: 77-112.
- Common, M., Stagle, S. (2005). *Ecological Economics: An Introduction*, Cambridge University Press.
- Costanza, R. (dir.), (1991). *Ecological Economics. The Science and Management of Sustainability*, Columbia University Press.
- Daly, H., Czech, B., Trauger, D.L., Rees, W., Grover, M., Dobson, T. And Trombulak, S.C. (2007). Are we consuming too much – for what? *Conservation Biology*, Vol. 21, 5 : 1359-1362.
- Douthwaite, R. (1999) [1992]. *The Growth Illusion: How Economic Growth Enriched the Few, Impoverished the Many and Endangered the Planet*, Green Books, 2^{ème} ed.
- Dupuy, J.-P. (2002). *Pour un catastrophisme éclairé. L'impossible est certain*, Seuil, Coll. Points.
- Frame, B. and Brown, J. (2008). Developing post-normal technologies for sustainability, *Ecological Economics*, 65 : 225-241.
- Funtowicz, S.O , Ravetz, J.R. (1991). A New Scientific Methodology for Global Environmental Issues, in: Costanza, R. (Ed.). *Ecological Economics: the Science and Management of Sustainability*, Columbia University Press, p.137-152.
- Funtowicz, S.O. , Ravetz J.R. (1993a). Science for the post-normal age. *Futures*, Vol. 25, 7 : 739-755.
- Funtowicz, S.O., Ravetz, J.R., (1993b). The emergence of postnormal science, in: von Schomberg, R. (Ed.). *Science, Politics and Morality: Scientific Uncertainty and Decision Making*. Kluwer, Dordrecht, pp.85–123.

- Funtowicz, S.O., Ravetz J.R. (2008). The encyclopaedia of Earth, on line, published on December 22, 2008, http://www.eoearth.org/article/Post-Normal_Science
- Georgescu-Roegen, N. (1971). The Entropy Law and the Economic Process, Harvard University Press.
- Georgescu-Roegen, N. (1979). La décroissance. Entropie - Ecologie – Economie, Sang de la Terre, Paris.
- Hirsh, F. (1995) [1972]. Social limits to growth, Routledge.
- Keynes, J.M. (1921). A Treatise on Probability, McMillan.
- Knight, F. (1921). Risk, Uncertainty and Profit, Boston: MA.
- Levrel, H. (2008). Les indicateurs de développement durable: proposition de critères d'évaluation au regard d'une approche évolutionniste de la décision. Revue Française de Socio-Economie, 2008/2, 2 : 199-222.
- Martinez-Alier, J. (1987). Ecological economics: energy, environment, and society, Blackwell.
- Martinez-Alier, J. (1995). Distributional Issues in Ecological Economics, Review of Social Economy, Vol. LIII, 4 : 511-528.
- Martinez-Alier, J., Munda, G. and O'Neill, J. (1998). Weak comparability of values as a foundation for ecological economics, Ecological Economics, 26 : 277-286.
- Mayumi, K. and Giampietro, M. (2006). The epistemological challenge of self-modifying systems: Governance and sustainability in the post-normal science era, Ecological Economics, p.382-399.
- Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J. et al. (1972). The limits to growth: a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind, Universe Book.
- Meadows, D., Meadows, D., Randers J. (1992). Beyond the Limits, Chelsea Green.
- Munda, G. (2004). Social multi-criteria evaluation: Methodological foundations and operational consequences, European Journal of Operational Research, 158 : 662-677.
- O'Neill, J. (2004) [1993]. Ecology, Policy and Politics: Human Well-Being and the Natural World, Routledge.
- Parthenay, C. et Thomas-Fogial; I. (2005). Science économique et philosophie des sciences: la question de l'argument transcendantal, Revue de métaphysique et de morale, 2005/3, 47 : 428-456.
- Ravetz, J. (2004). The post-normal science of precaution. Futures 36 : 347-357.
- Simon, H. (1992) [1973]. De la rationalité substantive à la rationalité procédurale. Pistes 3, téléchargé sur Les introuvables en langue française de H.A. Simon, Document n°5 (disponible sur le site MCX-APC).
- Spash, C.L. (2011). Social Ecological Economics: Understanding the Past to See the Future, American Journal of Economics and Sociology, Vol.70, 2 : 340-375
- Stiglitz J., Sen A., Fitoussi J.-P. (2009). Rapport de la commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social, http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport_francais.pdf
- Thiry, G. (2011). Beyond GDP: Conceptual Grounds for quantification, IRES Discussion Paper 2011-48 : 1-35.

- Thiry, G. (2012). Au-delà du PIB : un tournant historique. Enjeux méthodologiques, théoriques et épistémologiques de la quantification, UCL, Département des sciences économiques, Isabelle Cassiers, directeur, 251 p.
- Thiry, G. et Cassiers, I. (2010). Alternative Indicators to GDP: Values behind Numbers. Adjusted Net Savings in Question, Applied Research in Quality of life, Springer (A paraître en 2012)
- Vatn, A. (2004). Environmental Valuation and Rationality, Land Economics, Vol.80, 1 : 1-18

