

V^{ème} Colloque international du Laboratoire Prospective, Stratégie et Développement Durable
Université Tunis el Manar, Faculté des sciences économiques et de gestion de Tunis
Hammamet 15 – 17 juin 2009

*Énergies, changements climatiques
et développement durable*

**LES INNOVATIONS ORGANISATIONNELLES ET
INSTITUTIONNELLES : UNE CONDITION NÉCESSAIRE POUR
LUTTER EFFICACEMENT CONTRE LE CHANGEMENT
CLIMATIQUE ET PRÉSERVER LES RESSOURCES EN ÉNERGIE
DANS LE CADRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE**

Jacques POIROT

Institut Universitaire de Technologie Charlemagne
Département Techniques de Commercialisation
BETA-CNRS, Université de Nancy 2

Jacques.Poirot@univ-nancy2.fr

La lutte contre le changement climatique est étroitement associée à la préservation des ressources en énergie. En effet, les économies d'énergie ou l'émergence de nouvelles technologies dans le domaine de la production d'énergie, en rendant possible un moindre recours aux énergies fossiles, contribuent à limiter les rejets de CO₂ dans l'atmosphère et à freiner le processus de réchauffement de la planète.

Les innovations organisationnelles et institutionnelles constituent une condition nécessaire pour que la lutte contre le changement climatique et la politique de l'énergie, visant à préserver les capacités de production d'énergie, soient efficaces. Elles facilitent souvent, en effet, à leur tour, l'émergence et/ou la mise en œuvre d'innovations technologiques. Par ailleurs, certaines innovations organisationnelles ou institutionnelles font apparaître parfois également de nouvelles innovations dans ces domaines. C'est dans ces secteurs clés du développement durable, énergie et lutte contre le changement climatique, que les innovations organisationnelles et institutionnelles ont été les plus nombreuses et, souvent, les plus originales.

Une institution est généralement définie comme une règle du jeu acceptée socialement. Dotée d'une finalité particulière, elle se présente comme un ensemble de tâches, de règles, de conduites entre les personnes ainsi que de pratiques. Une innovation institutionnelle apparaît alors comme l'émergence d'une nouvelle règle socialement acceptée ou comme une modification d'une ancienne règle du jeu, la rendant mieux adaptée à ses finalités.

L'organisation est perçue, quant à elle, comme un ensemble d'éléments en interaction, regroupés au sein d'une structure régulée, munie d'un système de communication destiné à faciliter la circulation de l'information dans le but d'atteindre des objectifs déterminés. L'innovation organisationnelle se traduira par la création d'un nouvel ensemble d'éléments en interaction ou par une transformation dans les relations entre ces éléments.

Quel est le rôle des innovations organisationnelles et institutionnelles dans la lutte contre le changement climatique et dans les stratégies de préservation des ressources en énergie ? Des innovations institutionnelles et organisationnelles sont apparues au niveau des États et des organisations internationales. Par ailleurs les acteurs publics et privés, ancrés dans leur territoire, ont imaginé de nouvelles formes de production et de consommation, avec l'économie de fonctionnalité et les symbioses industrielles. Nombre de villes, dont les municipalités ont pris conscience qu'elles étaient responsables d'une forte consommation d'énergie et de rejet de gaz à effet de serre à cause des transports et des bâtiments, cherchent à devenir des villes durables en restructurant leur espace urbain et en modifiant leur système de transport.

Les innovations institutionnelles et organisationnelles, qui sont apparues au niveau des États et des organisations internationales, et celles qui résultent des acteurs sur leurs territoires, seront successivement examinées.

1. LES INNOVATIONS INSTITUTIONNELLES ET ORGANISATIONNELLES AU NIVEAU DES ÉTATS ET DES INSTITUTIONS INTERNATIONALES

Les États ont accepté et retenu de nouveaux principes et de nouvelles règles pour lutter contre le changement climatique et limiter la consommation d'énergie fossile. Le principe de précaution, reconnu au niveau international, constitue le point de départ de la lutte contre le changement climatique. C'est sur ce principe qu'une nouvelle économie s'est bâtie, avec l'apparition d'innovations technologiques et de nouvelles entreprises pour les mettre en œuvre. Au niveau national, de nombreux États ont commencé à construire une fiscalité écologique, tandis qu'au niveau international des innovations institutionnelles et organisationnelles sont à l'origine de l'instauration de systèmes de permis d'émission négociables, destinés à limiter de façon autoritaire les rejets de gaz à effet de serre effectués par les entreprises. Pour faciliter la réduction des émissions de gaz à effet de serre, des systèmes de compensation carbone ont été instaurés au niveau de l'ONU et de façon plus décentralisée par des opérateurs privés et publics.

1.1. Le principe de précaution : un principe à l'origine de la lutte contre le changement climatique

Selon le principe de précaution, tel qu'il est couramment admis, il convient de ne pas attendre d'avoir des certitudes scientifiques pour prendre des mesures destinées à prévenir ou à limiter la survenance de dommages graves et irréversibles à l'environnement ou à la santé humaine. (Poirot, 2005, 2006). En 1992, lors de la Conférence de Rio, ce principe de précaution a été internationalement reconnu et immédiatement appliqué dans la Convention cadre sur le changement climatique.

1.1.1. Adoption de la Convention cadre sur le changement climatique et reconnaissance simultanée du principe de précaution en 1992

Le principe de précaution n'est pas apparu initialement dans le cadre de la lutte contre le changement climatique. Il a été introduit dans le droit allemand au cours des années 1970 sous le terme de *Vorsorgeprinzip* (littéralement principe de prévoyance), et plus précisément dans les législations visant à réduire la pollution de l'air et de l'eau à son niveau le plus faible possible, avant de devenir un des grands principes directeurs des politiques d'environnement en Allemagne. Le principe de précaution a reçu une reconnaissance internationale (Bourg, Schlegel 2001, p.140), lors de la déclaration ministérielle de la deuxième conférence internationale sur la protection de la mer du Nord, en novembre 1987 à Londres¹. Les deux concepts « développement durable » et « principe de précaution » ont bénéficié d'une « reconnaissance planétaire » (Godard et al., 2002, p.72) lors du Sommet de la Terre réuni à Rio en juin 1992. Le principe de précaution est énoncé avec le principe 15 de la déclaration de Rio². Le principe de précaution sera ensuite repris et intégré dans tout un ensemble de conventions portant sur la gestion des ressources naturelles (biodiversité, pêche et forêts), la protection de l'environnement, sous une forme régionale (Méditerranée, Atlantique du Nord-Est, mer Baltique)³. Le principe de précaution figure dans la charte de l'environnement, placée en préambule de la constitution française, mais il ne concerne de façon explicite que l'environnement⁴. La résolution du Conseil européen de Nice en 2000 reconnaît que le principe de précaution est applicable également à la santé humaine.

En même temps qu'il recevait une reconnaissance mondiale, lors de la Conférence de Rio en 1992, le principe de précaution était appliqué au domaine du réchauffement climatique et de la lutte contre les rejets de gaz à effet de serre. Parmi les conventions adoptées lors de ce sommet de la terre, la Convention cadre contre le changement climatique prévoit, en son principe 3 de l'article 3, « qu'il incombe aux Parties de prendre des mesures de précaution pour prévoir, prévenir ou atténuer les causes des changements climatiques et en limiter les effets néfastes » Ce même article reprend, sans en citer explicitement le terme, le principe de précaution en rappelant que « quand il y a risque de perturbations graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour différer l'adoption de telles mesures, étant entendu que les politiques et mesures qu'appellent les changements climatiques requièrent un bon rapport coût-efficacité de manière à garantir des avantages globaux au coût le plus bas possible. » La convention reconnaît la grande variété de situations et prévoit que « pour atteindre ce but, il convient que ces politiques et mesures tiennent compte de la diversité des contextes socio-économiques, soient globales, s'étendent à toutes les sources et à tous les puits et réservoirs de gaz à effet de serre qu'il conviendra,

¹ Il a été admis en effet que « pour protéger la mer du Nord des effets des substances susceptibles d'être préjudiciables, une approche de précaution est nécessaire, qui peut exiger que des mesures soient prises pour limiter les apports de ces substances, avant même qu'une relation de cause à effet n'ait été établie grâce à des preuves scientifiques incontestables ».

² « Pour protéger l'environnement, des mesures de précaution doivent être largement appliquées par les Etats selon leurs capacités. En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement ».

³ Le principe de précaution, cité, mais non défini dans le traité de Maastricht (article 130 R) est repris par l'article 174 du traité d'Amsterdam.

⁴ Le principe de précaution dans la Charte de l'environnement est énoncé de la manière suivante : « lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement, les autorités publiques veillent, par application du principe de précaution, à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin d'éviter la réalisation du dommage ainsi qu'à la mise en œuvre de procédures d'évaluation des risques encourus ».

comprennent des mesures d'adaptation et s'appliquent à tous les secteurs économiques. Les initiatives visant à faire face aux changements climatiques pourront faire l'objet d'une action concertée des Parties intéressées. »

1.1.2. Application de la doctrine institutionnelle du principe de précaution à la lutte contre les changements climatiques

L'adoption du principe de précaution au niveau international a permis de surmonter les oppositions concernant l'importance à attribuer à l'activité humaine sur les rejets de gaz à effet de serre, dans le cadre de la doctrine institutionnelle du principe de précaution.

1.1.2.1 Débats sur le rôle de l'Homme dans le processus de réchauffement climatique et nécessité d'appliquer le principe de précaution

Le rôle de l'Homme dans l'augmentation de la teneur de l'atmosphère en CO₂ n'est guère contesté ; en revanche, si une forte majorité de scientifiques estime que cette concentration de CO₂ est principalement responsable du changement climatique, en l'occurrence du réchauffement climatique dû à l'effet de serre, certains scientifiques, cependant, pensent que d'autres facteurs ont pu et pourraient un rôle déterminant dans ce processus. Claude Allègre préfère même substituer l'expression changement climatique à celle de réchauffement climatique. Il met en doute, à cet égard, les « prédictions climatiques à un siècle », comme d'ailleurs les « prévisions économiques à long terme » en estimant que « ces systèmes sont trop complexes pour qu'on puisse prévoir leurs comportements à long terme » (2008b). Ce même auteur estime qu'il ne serait pas étonnant que d'autres facteurs puissent jouer un rôle éminent dans ce processus (2008a)⁵. Néanmoins, quelle que soit l'opinion majoritaire ou minoritaire des acteurs sur les causes du changement climatique, considéré généralement comme un processus de réchauffement climatique, la mise en œuvre du principe de précaution s'est imposée dans ce domaine.

En effet, le principe de précaution s'applique pour tout problème caractérisé par une double incertitude : incertitude sur la probabilité de survenance de dommages graves et irréversibles à l'environnement ou à la santé humaine et incertitude sur l'ampleur des dommages. Or, l'incertitude est double dans le cas des rejets de gaz à effet de serre. Il demeure toujours difficile de déterminer avec précision l'incidence exacte des gaz à effet de serre sur le changement climatique, et par conséquent le rôle précis de l'Homme dans ce processus. L'ampleur réelle des dommages due aux changements climatiques serait vraisemblablement très forte (événements climatiques extrêmes, avancée du désert, montée du niveau des mers etc.), mais le coût environnemental et humain demeure difficile à chiffrer. Le rapport Stern estime que les dégâts environnementaux entraînent une réduction de 5% du PIB sous forme directe et de 11% sous forme indirecte si on tient compte de toutes les externalités. Certains auteurs (Brunet, 2008, p. 118) soulignent néanmoins les avantages apportés par le réchauffement climatique (libération de terres cultivables aux hautes latitudes, ouverture de nouvelles routes circumpolaires qui permettront d'économiser l'énergie nécessaire aux trajets

⁵ « L'augmentation des teneurs en CO₂ dans l'atmosphère est un fait d'observation et l'Homme en est très certainement responsable. A terme, cette augmentation deviendra sans nul doute une pollution néfaste, mais son rôle exact sur le climat est moins clair. Divers paramètres nous paraissent plus importants que le CO₂. Ainsi, le cycle de l'eau et la formation de divers types de nuages, avec les effets complexes des poussières industrielles ou agricoles. Ou bien les fluctuations de l'intensité du rayonnement solaire à l'échelle du siècle et de l'année, qui semblent mieux corrélés avec les effets thermiques que les variations de teneur en CO₂. » (Allègre, 2008a).

actuels qui contournent les continents par le sud, augmentation de la période propice à la croissance des végétaux avec un accroissement des récoltes).

1.1.2.2. Justifications de l'application du principe de précaution à la lutte contre le changement climatique dans le cadre de la doctrine institutionnelle

Si tous les acteurs acceptent la définition du principe de précaution, ce dernier peut néanmoins recevoir des interprétations très diverses concernant ses modalités d'application. Il a progressivement émergé en Europe une « doctrine institutionnelle » du principe de précaution, c'est-à-dire une interprétation qui est admise par la plupart des institutions publiques, des institutions internationales et, notamment, par les institutions européennes⁶. Cette doctrine institutionnelle, qui s'oppose à une application radicale du principe de précaution, se caractérise par un principe d'action et non d'abstention devant des activités susceptibles d'entraîner des dommages pour la santé humaine ou l'environnement, par une prise de décision rationnelle et par l'instauration de procédures rigoureuses pour analyser les risques et prendre des décisions concernant le contrôle d'activités ou la diffusion de certains produits. Le principe de précaution est, d'abord, pour les tenants de la théorie institutionnelle, un principe d'action et non d'abstention ; lorsqu'il peut survenir des dommages graves et irréversibles à la santé humaine et à l'environnement, il ne s'agit pas d'interdire systématiquement le processus de production ou le produit incriminés, mais d'entreprendre des études pour sortir le plus vite possible de l'état d'incertitude. Les tenants d'une application radicale du principe de précaution souhaitent, au contraire, des mesures d'interdiction en cas de danger potentiel pour la santé et l'environnement. Deux principes essentiellement devraient guider la prise de décision, le principe de proportionnalité et le principe de réversibilité. Selon le principe de proportionnalité, les mesures ne doivent pas être disproportionnées par rapport au niveau général de protection recherchée. Dans la logique de la théorie institutionnelle, les mesures doivent, par conséquent, ne pas être trop coûteuses par rapport à l'ampleur des dommages raisonnablement encourus⁷. Le second principe qui guide une prise de décision rationnelle est le principe de réversibilité, selon lequel les décisions doivent être révisables et les solutions réversibles. Dans la lutte contre le changement climatique, il n'était pas question évidemment de limiter très fortement et a fortiori d'interdire toutes les activités rejetant des gaz à effet de serre. Mais compte tenu de l'ampleur des dommages potentiels qui résulteraient d'un réchauffement climatique, il n'est pas apparu comme disproportionné de prendre des mesures parfois rigoureuses pour lutter contre les émissions de gaz à effet de serre. Selon le rapport Stern, en effet, compte tenu du coût des dégâts environnementaux, le bénéfice d'une action forte et immédiate luttant contre le réchauffement climatique dépasse largement son coût. Enfin, la doctrine institutionnelle du principe de précaution, estime qu'en situation d'incertitude, il est indispensable d'appliquer des procédures rigoureuses pour permettre aux différentes opinions, y compris les opinions minoritaires, de s'exprimer librement. Les décisions, notamment les plus rigoureuses, doivent être prises à la suite de débats démocratiques. A cet égard, le Grenelle de l'environnement qui s'est tenu, en France, en octobre 2007, a permis une confrontation des différentes solutions proposées par les acteurs pour lutter contre le changement climatique.

⁶ Trois textes principalement rassemblent dans le cadre de cette doctrine les règles ou principes que devraient respecter les autorités dans le cadre d'une politique de précaution, le rapport de P. Kourilsky et G. Viney (2000) à la demande du Premier ministre sur l'usage du principe de précaution, la communication de la Commission européenne du 2 février 2000 et la Résolution sur le principe de précaution adoptée lors du Conseil européen de Nice en décembre 2000.

⁷ Pour les tenants d'une application radicale du principe de précaution, il ne convient pas de rechercher une proportionnalité quelconque entre le niveau des dommages encourus et le coût des mesures d'interdiction.

Pour concilier les différents points de vue sur la rigueur des mesures à prendre, les Américains Mann et Richels avaient proposé de retenir une méthode séquentielle reprise par J.C. Hourcade (1997), à propos du rejet dans l'atmosphère des gaz à effet de serre. Il s'agit de la méthode *act then learn* (agir puis apprendre). Cette démarche avait été appliquée par l'auteur pour la période 1990-2010. Avec ce modèle, ce dernier suppose qu'on adopte, dès 1990, des mesures de précaution, peu sévères pour restreindre l'émission de ces gaz. Si en 2010, les connaissances confirment le risque potentiel de changement climatique, il conviendra d'adopter des mesures plus rigoureuses. A l'inverse, si on découvrait, en 2010, que le danger avait été surestimé, les efforts modérés consentis entre 1990 et 2010 auraient été inutiles. Dans une certaine mesure, c'est cette méthode qui a été retenue, un peu tardivement, il est vrai, avec le protocole de Kyoto signé en 1997 et qui n'est entré en vigueur qu'à partir de fin 2004. Ce scénario, *act then lean*, s'oppose à la démarche classique qui consisterait à attendre d'avoir des certitudes scientifiques pour agir (*learn then act*). Dans l'exemple précédent selon Hourcade, en cas de risque grave de changements climatiques avérés en 2010, il faudrait alors prendre, à court terme, et dans l'urgence, des mesures très rigoureuses et coûteuses, entraînant des changements brusques des flux de production et de consommation.

Quelle que soit l'opinion des acteurs et leur intime conviction concernant la cause profonde du changement climatique, il est apparu à une majorité d'entre eux indispensable dans le respect du principe de précaution universellement reconnu, de lutter contre les rejets de gaz à effet de serre et notamment contre les rejets de CO₂, de façon à limiter la hausse moyenne des températures⁸. Le principe de précaution, qui constitue une innovation institutionnelle majeure incontestable, est ainsi à l'origine d'autres innovations institutionnelles et organisationnelles qui ont induit, à leur tour, des innovations technologiques destinées à lutter contre le changement climatique et à économiser l'énergie.

1.2. Les innovations institutionnelles publiques dans le cadre de la lutte contre le changement climatique : les instruments économiques de la protection de l'environnement

La lutte contre le changement climatique a amené les autorités publiques à mettre en œuvre et à perfectionner les instruments économiques, parfois traditionnels, de protection de l'environnement. Des innovations institutionnelles sont ainsi apparues ; elles correspondent à la création d'une fiscalité écologique et au développement du système des permis d'émission négociables.

1.2.1. La création d'une fiscalité écologique nationale

Des États ont joué un rôle leader en Europe en adoptant des écotaxes, notamment des taxes carbone pour inciter les producteurs à utiliser des technologies propres et les consommateurs, à limiter, le cas échéant, les achats de produits qui ont le plus contribué, lors de leur fabrication à l'émission de CO₂. L'introduction de ces taxes s'est faite dans le respect de la neutralité fiscale, sans augmentation de la pression fiscale globale, entraînant l'apparition

⁸ Claude Allègre, qui est un des principaux acteurs mettant en doute le rôle principal du CO₂ dans le changement climatique reconnaît que « réduire l'accroissement de CO₂ dans l'atmosphère est une démarche utile » tout en limitant sa portée, car pour lui elle est « en aucun cas suffisante, contrairement à l'idée que les thuriféraires du Global Warming propagent, car dans les cinquante prochaines années rien n'arrêtera un changement climatique, imprévisible dans ses caprices. » (2008b)

« d'un double dividende ». Pour accentuer l'efficacité d'une fiscalité écologique, des systèmes de subvention ont été associés aux écotaxes, sous la forme de bonus-malus.

1.2.1.1. Le rôle pionnier des États-leaders

La Suède, en 1990, le Danemark, en 1994, et les Pays-Bas, en 1996, ont été parmi les premiers États à créer des écotaxes sur le carbone, le soufre et les oxydes d'azote (ces deux derniers types de rejets étant souvent liés à l'usage d'énergie fossile). Ces pays, pionniers dans ce domaine, ont constitué en quelque sorte un laboratoire d'essai pour l'ensemble des autres pays européens et pour le reste du monde. Le gouvernement néerlandais a même introduit, en 1996, une "taxe régulatrice sur l'énergie" appliquée aux petits consommateurs d'énergie (ménages, petits commerces, immeubles de bureaux, etc.). C'est au Danemark que le niveau de ces taxes écologiques est le plus élevé ; elles représentaient 3% du PIB en 2000 et 6% de l'ensemble des recettes fiscales. Elles constituent environ 2,4% des recettes totales des administrations publiques en Suède, mais seulement 0,3% du PIB aux Pays-Bas, soit 0,5% des recettes fiscales totales (Faucheux, Jounni, 2005, p. 45).

1.2.1.2. Le double dividende et rétablissement de l'équité sociale au sein de la fiscalité écologique

Les produits des taxes destinées à lutter contre l'émission de gaz à effet de serre ont permis de réduire certains impôts, rétablissant une certaine équité entre les acteurs économiques. Dans de nombreux cas, en effet, la taxe carbone est payée par l'ensemble de la population, car la consommation de produits taxés est souvent inévitable, même si le système de taxes a pour but d'en réduire le niveau. Or, comme pour toute taxe assise sur les dépenses de consommation, ce sont les catégories les moins favorisées de la population qui, en proportion de leurs revenus, acquittent les montants les plus élevés. C'est pourquoi, en Suède, la réforme fiscale de 1991 a affecté le produit des écotaxes à la réduction de l'impôt sur le revenu avec un effet redistributif estimé à 6%.

Le Danemark a procédé également à une réforme d'ensemble de la fiscalité, au cours de la période 1994-1998, qui a consisté à réduire l'impôt sur le revenu et les charges pesant sur les salaires grâce à l'instauration d'écotaxes frappant les activités polluantes et visant à économiser les ressources rares. En 1996, les écotaxes, qui ont été instaurées, dans ce pays, sur les émissions de CO₂ et de SO₂, ont été utilisées pour soutenir les investissements des entreprises, destinés à économiser l'énergie, et à alléger les charges patronales. On peut estimer que ces mesures ont favorisé l'emploi et, sans doute, dans une certaine mesure, l'emploi des actifs les moins qualifiés, qui sont habituellement les plus fortement touchés par le chômage.

L'image du double dividende a été utilisée à propos de ces éco-taxes ; le premier dividende correspond à l'objectif même de la taxe qui est d'inciter les acteurs économiques à réduire leurs émissions de polluants, en général, et en particulier les émissions de gaz à effet de serre dans notre analyse. Le second dividende est apporté par l'emploi du produit de la taxe qui rend possible, comme nous l'avons souligné, la réduction des impôts sur le revenu ou bien des allègements de charge et des aides à l'emploi ou des aides à l'investissement. Ce second dividende, dont bénéficieraient les catégories les moins favorisées sous forme de réduction d'impôts ou d'un accès rendu plus facile à l'emploi, compense, dans une certaine mesure, les effets négatifs du premier dividende, qui frappe justement le plus fortement les catégories les moins favorisées de la population.

Les réductions d'impôt ou le soutien à l'investissement et à l'emploi, financés par le produit de la taxe carbone ne risquent guère de remettre en cause l'équilibre des finances publiques, dans la mesure où les économies actuelles auront toujours recours, pour une période sans doute encore assez longue, aux énergies fossiles. La réduction de cette taxe, son objectif essentiel, ne pourra que se faire progressivement. En revanche, pour les écotaxes, autres que les écotaxes carbone, le produit de la taxe peut diminuer très rapidement si son objectif principal est rapidement atteint. En Suède, le produit de la taxe sur le soufre a connu ainsi une baisse rapide à cause de la forte réduction des émissions de SO₂, qui ont en résultat, et par conséquent de la réussite écologique de cette mesure. Cette taxe a été suffisamment dissuasive pour inciter les entreprises à réduire massivement leurs émissions de SO₂, diminuant ainsi le produit escompté de cette taxe⁹.

1.2.1.3. Les systèmes de bonus-malus pour renforcer l'efficacité des écotaxes

Pour renforcer l'efficacité des écotaxes, et notamment de la taxe carbone, des États ont eu recours à un système de bonus-malus pour certains produits. Il s'agit d'accentuer l'écart de prix entre le produit non écologique, frappé de la taxe (malus), et le produit écologique qui bénéficie d'une subvention (bonus). Le montant de la taxe (les malus) financent les subventions (bonus) et une stricte « neutralité fiscale » pourrait être respectée.

Le gouvernement français a décidé ainsi en novembre 2007 d'imposer un système de bonus-malus aux achats d'automobiles¹⁰. Les acheteurs des véhicules rejetant plus de 160 grammes de CO₂ par kilomètre acquittent une taxe pouvant atteindre 2600 euros pour les voitures les plus polluantes ; les acheteurs de véhicules dont les émissions sont inférieures à 130 grammes de CO₂ par kilomètre bénéficient d'une subvention (bonus) dont le montant dépend du volume de CO₂ rejeté, et pouvant atteindre 1000 euros. A partir du premier janvier 2009, le malus a été aggravé pour les voitures les plus polluantes dont les émissions de CO₂ sont supérieures à 250g/km. Le malus sera de 160 euros par an, en plus des 2600 euros à l'achat prévus actuellement. Le malus annuel sera prélevé par l'assureur du véhicule et s'appliquera aux véhicules d'occasion si leur première immatriculation est postérieure au 1er janvier 2009. Les ménages de trois enfants et plus, bénéficient d'un abaissement du seuil d'imposition du malus, qui passe de 160 à 180g/km de CO₂ rejeté sur une voiture neuve¹¹.

L'expérience française a souligné la difficulté de faire des prévisions sur les produits d'une écotaxe. En 2008, le versement des bonus a excédé le montant des malus de 200 millions d'euros, incitant le gouvernement, pour limiter le déficit budgétaire, à aggraver les malus pour les véhicules les plus polluants.

Les écotaxes ont ainsi pour ambition de créer une fiscalité écologique qui respecterait les catégories les moins favorisées, associant les deux dimensions du développement durable : la dimension écologique et la dimension sociale.

⁹ Alors qu'avant l'instauration de la taxe les recettes annuelles avaient été estimées entre 0,5 et 0,7 milliard de couronnes suédoises, de 1991, date de création de la taxe à 1995, les recettes, inférieures aux prévisions, ont diminué passant de 0,3 à moins de 0,2 milliard de couronnes suédoises

¹⁰ Les acheteurs ont bénéficié immédiatement du bonus, tandis que le malus s'appliquait aux véhicules livrés à partir du 1^{er} janvier 2008

¹¹ Il faut remarquer que ce système de bonus-malus ne concerne que les rejets de gaz à effet de serre ; les gaz polluants et les rejets de particules fines n'ont pas été pris en compte dans le calcul du bonus-malus.

1.2.2. L'instauration d'un système de permis d'émission négociables

L'originalité d'une union régionale étendue et englobant des pays au climat et à la géographie très variés, comme l'Union européenne, est de permettre d'expérimenter, éventuellement sur un vaste espace géographique, de nouveaux instruments ou de nouveaux modes d'action pour protéger l'environnement. La lutte contre le changement climatique constitue, à ce propos, l'exemple emblématique d'une innovation institutionnelle. L'Union européenne s'est résolument engagée dans cette voie en instituant, en 2005, des quotas pour limiter les émissions de gaz à effet de serre des industries les plus polluantes, dès que le protocole de Kyoto est entré en vigueur, à la suite de la signature de cet accord par la Russie en 2004.

L'Union européenne a décidé de distribuer des permis d'émission aux entreprises appartenant aux secteurs les plus polluants afin de respecter ses engagements, à l'échéance de 2012, de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre de 8% par rapport au niveau de 1990. Ces permis sont négociables entre entreprises, de gré à gré ou sur des bourses carbone. Cette expérience devait être menée sur deux périodes successives, la première allant de 2005 à 2007 et la seconde de 2008 à 2012, car le protocole de Kyoto, établi en 1997, arrive à échéance en 2012. La limitation des rejets de gaz à effet de serre ne concerne que le CO₂ émis par les secteurs les plus polluants, soit près de la moitié du total des émissions de CO₂ par l'Union européenne.

Pour éviter l'échec de cette première expérience menée à l'échelle d'une union régionale groupant alors 25 pays, les acteurs communautaires, la Commission et les organes de décision ont cherché à rendre compatibles les exigences de la protection de l'environnement et la poursuite de la croissance économique. Il était nécessaire d'expérimenter avec prudence ce nouveau système pour ne pas courir le risque d'un échec qui aurait mis fin à tout espoir d'étendre le système des quotas d'émission au reste du monde, notamment aux grands pays émergents, et de le faire accepter par les États-Unis, très réticents à l'égard d'un marché de permis d'émission négociables. C'est pourquoi ces permis ont été distribués gratuitement au début de chacune de ces périodes aux entreprises concernées et en fonction de leurs besoins, afin de ne pas leur imposer de surcoût élevé.

Cette prudence dans l'instauration du système des permis d'émission n'a pas rendu possible, lors de la première période de 2005 à 2007, une véritable expérimentation de tous les avantages du système par rapport aux autres instruments destinés à limiter les rejets de CO₂. A cause du volume important des permis d'émission octroyés par les États membres à leurs entreprises, ces dernières n'ont pas été contraintes d'en acheter massivement, si bien que les transactions sur le marché de la tonne carbone ont été très modestes, faute d'acheteurs. Le cours de la tonne, durant la première période, s'est fixé presque constamment à un niveau trop faible pour inciter les entreprises à rendre leur système de production plus propre. Ce n'est que pendant l'été 2005 que le cours de la tonne carbone a atteint un niveau élevé, près de 30 euros en France, à la suite de la mise en service par les électriciens de centrales à charbon très polluantes. La canicule de 2005 n'avait pas permis l'usage de l'électricité hydraulique et avait limité, par ailleurs, l'activité des centrales nucléaires. L'instabilité du cours de la tonne carbone, passant de près de 30 euros à quelques euros quelques semaines plus tard, a pu jeter un certain discrédit sur le fonctionnement de ce système ; les entreprises ont besoin, en effet, d'une certaine stabilité du cours de la tonne carbone pour établir des plans d'investissement sur le long terme.

Malgré les critiques qu'on peut formuler à l'égard de la première période d'expérimentation des permis d'émission, l'Union européenne a créé une situation nouvelle dans la lutte contre le changement climatique. Les financiers ont pu tester un nouveau produit négociable, la tonne carbone ; ils ont créé de nouveaux marchés sur les principales places financières européennes et de nouveaux fonds d'investissement, les fonds carbone. Même si la capitalisation de ces derniers demeure relativement modeste, on peut supposer que les financiers souhaiteront poursuivre cette expérience, et que leur puissant lobby contribuera à faire prolonger le protocole de Kyoto au-delà de 2012. De plus, les financiers ont tout intérêt à ce que les échanges se développent dans les bourses carbone et que le cours de la tonne carbone se maintienne à un niveau suffisamment élevé pour permettre la mise en place de nouveaux marchés (marchés à terme, options etc.) De ce fait, la Commission et les États membres ont été confortés pour distribuer, toujours gratuitement, il est vrai (du moins en France), mais de façon moins généreuse que pour la première période, les nouveaux quotas d'émission de la période 2008-2012. En ralliant un certain nombre d'acteurs influents au maintien du système des permis d'émission, l'Union européenne a contribué à créer une dynamique nouvelle dans la lutte contre le changement climatique.

Le développement de systèmes de compensation carbone constitue une extension naturelle à l'instauration des permis d'émission négociables.

1.3. La compensation carbone

Le CO₂ ainsi que les autres gaz à effet de serre s'accumulent dans l'atmosphère et le lieu géographique de leur émission n'a aucune incidence sur ce mécanisme. Pour assurer une certaine flexibilité aux mécanismes des permis d'émission négociables, il a été admis, par conséquent, avec le protocole de Kyoto que les États et les autres acteurs directement concernés par les quotas d'émission auraient la possibilité de réduire les émissions de gaz à effet de serre en dehors de leur périmètre d'activité ; il s'agit des mécanismes de développement propre (MDP), lorsque la réduction de l'émission des gaz à effet de serre est faite dans un pays en développement non assujéti à des quotas d'émission ou de la mise en œuvre conjointe (MOC) lorsque la réduction des émissions s'opère dans un pays du Nord tenu de respecter des quotas d'émission ; ces opérations correspondent à une « compensation carbone de conformité » qui obéit à des règles très strictes. Les autres acteurs, par ailleurs, peuvent effectuer des compensations carbone volontaires, en finançant volontairement la réduction d'émission de CO₂ afin de compenser leurs propres émissions.

1.3.1. La compensation carbone de conformité : les Mécanismes de développement propre et la Mise en œuvre conjointe

Dans le cadre des mécanismes de développement propre, le porteur d'un projet investit dans un pays du Sud afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre. En contrepartie, il reçoit des URCE, c'est-à-dire des unités de réduction certifiée des émissions. Il s'agit de droits que le porteur du projet peut conserver dans le cadre de ses obligations, par exemple l'obligation de respecter des quotas d'émission pour une entreprise, ou bien, le porteur du projet peut vendre ses droits sur le marché des permis négociables.

1.3.1.1. *Des procédures rigoureuses à respecter*

Cette compensation carbone de conformité doit respecter une procédure et des règles très strictes fixées dans le cadre du protocole de Kyoto et de la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Les réductions d'émissions doivent, en effet, être mesurables, effectives, avoir un caractère permanent, et être additionnelles. Le porteur du projet, dans ce dernier cas, doit prouver que l'investissement n'est « rentable » que grâce à la remise des URCE, et que, par conséquent, sans ces URCE, l'investissement n'aurait pas eu lieu. Le conseil exécutif du MDP, constitué de 20 membres élus par les pays du Nord et les pays du Sud, s'assure que la réduction des émissions dans le pays du Sud a un caractère additionnel et vient « compenser » sans ambiguïté des rejets dans les pays du Nord. Dans de nombreux cas, le coût de réductions des émissions de CO₂ est sensiblement plus élevé dans le pays du Nord que dans celui du Sud et les entreprises du Nord préfèrent investir dans la réduction des émissions dans un pays en développement, plutôt que d'apporter des modifications parfois très coûteuses à leur processus de production.

Le porteur d'un projet MDP doit élaborer un scénario de référence décrivant le projet et précisant la méthode de calcul des émissions. Il doit en particulier démontrer le caractère d'additivité des réductions d'émission. Pour cela, le porteur du projet établit un « scénario de référence » décrivant la situation qui existerait en l'absence de mise en œuvre de ce projet, résultant de la non valorisation des réductions d'émission par octroi d'URCE. La description du projet précise également la durée de comptabilisation des réductions d'émissions ainsi que le plan de suivi qui permet de déterminer les paramètres nécessaires pour le calcul des réductions d'émission. Après examen du projet par un auditeur accrédité par le Conseil exécutif, le projet doit être approuvé par le pays hôte. Après enregistrement du projet par le Conseil, il pourra alors être mis en œuvre. Les URCE¹² ne seront accordés qu'après une vérification et une certification par un auditeur accrédité, autre que celui qui a examiné le projet, que les réductions d'émission ont été effectivement réalisées.

La procédure de la Mise en œuvre conjointe est comparable à celle des MDP¹³, mais le pays hôte, qui est assujéti au respect de quota d'émission, n'a pas le droit de comptabiliser les réductions d'émissions effectuées grâce au projet.

1.3.1.2. *Évolution et perspectives des projets MDP*

Contrairement à ce qui avait été imaginé lors de la négociation du protocole de Kyoto, les réductions liées à l'usage d'énergies renouvelables et à des investissements permettant d'accroître l'efficacité énergétique, correspondant respectivement à 19% et à 10% des réductions potentielles de gaz à effet de serre jusqu'en 2012, ne constituent pas la majorité des projets. En effet, les projets, enregistrés en juillet 2008, concernaient principalement la capture et la destruction de gaz industriels, c'est-à-dire des gaz qui apparaissent comme co-produits lors des processus industriels et qui ont un effet très puissants sur le réchauffement climatique. Ces réductions d'émission représenteraient 52% des réductions portentielles. Par ailleurs, la capture de méthane, en provenance des mines de charbon, des fuites sur les pipelines, des effluents d'élevages et des décharges, constituerait 18% des réductions potentielles. La capture des gaz industriels ainsi que leur destruction fait appel à des technologies

¹² Chaque URCE correspond à une réduction d'émissions vérifiées d'une tonne équivalent-CO₂.

¹³ La procédure peut être simplifiée lorsque le pays hôte, un pays du Nord, a montré sa capacité à mesurer correctement ses émissions de gaz à effet de serre selon les lignes directrices de la CCNUCC. L'approbation des projets et la vérification des réductions de rejet relèvent de l'investisseur et des autorités du pays d'accueil.

relativement peu complexes qui deviennent rentables dans le cadre des MDP, car les projets correspondants génèrent d'importants flux d'URCE résultant du fort pouvoir de réchauffement de ces gaz à effet de serre (Bellassen, Leguet, 2009, p. 51). Les projets concernant l'agriculture et le secteur des transports, pourtant très polluants, sont très peu nombreux. Enfin les projets se concentrent sur quelques pays seulement, en Asie et en Amérique latine. L'Afrique et le Moyen Orient n'attirent que de façon limitée les investisseurs avec moins de 5% des réductions potentielles de gaz à effet de serre. Comme le soulignent Bellassen et Leguet (*Ibid.*, p. 53), « le projet MDP type enregistré par les Nations Unies est donc aujourd'hui un gros projet chinois, indien ou brésilien de destruction de gaz industriel ». Ces deux auteurs s'interrogent sur l'impact à long terme de tels projets sur les émissions du pays hôte. Cependant les projets plus récents se tourneraient majoritairement vers le secteur des énergies renouvelables et dans le domaine de l'efficacité énergétique. Les petits projets par ailleurs tendent à se développer et les projets ayant recours à une même technologie ont tendance à se concentrer dans quelques pays (l'énergie éolienne en Inde, projets d'hydroélectricité en Chine).

Le MDP et la MOC ont eu le mérite de favoriser l'émergence d'idées nouvelles pour la réduction des émissions, susceptibles d'entraîner ultérieurement des innovations technologiques.

1.3.2. La compensation carbone volontaire

Les projets de compensation carbone volontaire sont venus compléter la compensation de conformité. On examinera leur émergence, souvent ancienne, et leur champ d'application, plus large que celui de la compensation issue des accords de Kyoto.

1.3.2.1. Émergence et structuration des opérations de compensation volontaire

Bien avant que le protocole de Kyoto n'entre en vigueur (2004) et même bien avant qu'il ne soit signé (1997), des acteurs avaient volontairement « compensé » leurs émissions de gaz à effet de serre en finançant des investissements destinés à réduire ces émissions, principalement, dans les pays du Sud. Selon Bellassen et Leguel (2009, p. 65), « quand l'électricien américain AES Corp. initie sa démarche de compensation volontaire en 1989, l'idée est totalement neuve et l'entreprise effectue entièrement ses opérations en interne : monter un projet de plantation et mesurer la séquestration de CO₂, afin de pouvoir afficher la neutralité carbone de sa nouvelle usine ». En 1991, Primaklima, une association allemande, qui lance un programme de plantations, offre aux entreprises la possibilité d'externaliser la mise en œuvre de leur projet de réduction d'émissions. En 1997, deux associations américaines et deux entreprises anglaises offrent aux entreprises des services comparables. Les années suivantes, de nouveaux opérateurs, notamment en Europe continentale, apparaissent dans ce secteur de la compensation volontaire. A partir de 2007, des groupes bancaires proposent des services d'intermédiation en rachetant des prestataires de services ou en développant des activités d'opérateur de compensation au sein du groupe.

Le domaine de la compensation volontaire s'est progressivement structuré et il est composé dorénavant de « producteurs », c'est-à-dire de porteurs de projets, ainsi que de consultants, de courtiers, de fonds et d'opérateurs qui jouent un rôle d'intermédiaire entre les acteurs, soucieux de financer volontairement des opérations de compensation carbone, et les porteurs de projets. Seuls les opérateurs de compensation volontaire font de la « vente de détail » pour les particuliers ; les entreprises qui veulent compenser leur émission achètent des « crédits »

volontaires, en quantités plus importantes que les particuliers, auprès des fonds spécialisés ou en passant par les services de courtiers, et le cas échéant, en faisant appel aux services de consultants.

Pour que la compensation volontaire puisse se développer, il est indispensable d'offrir des garanties aux entreprises et aux ménages qui souhaitent compenser effectivement leurs émissions de CO₂, en finançant parfois des projets lointains. Il est apparu, à cet égard, deux grands types de certifications : les labels projets et les labels démarche. Les labels projets précisent un certain nombre de critères que les projets doivent satisfaire. L'approbation par le Conseil exécutif du MDP se rattache à cette démarche. Les labels démarche valident l'ensemble du processus de compensation. Certains de ces labels s'appuient sur les labels de projets existants tandis que d'autres structures labellisantes ont instauré leur propre processus de validation des projets. En France l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie) a proposé une charte de bonnes pratiques de la compensation volontaire. Les opérateurs qui « vendent de la compensation » et qui ont signé cette charte, s'engagent à publier, de manière standardisée, des informations sur leur structure et sur leurs projets. Le MDP a joué un rôle fondamental dans ce processus de labellisation de la compensation volontaire, car il constitue un point de référence incontournable. Des innovations institutionnelles et organisationnelles au niveau mondial ont ainsi facilité l'émergence de nouvelles innovations institutionnelles et organisationnelles au niveau des acteurs privés.

1.3.2.2. La compensation volontaire : un domaine plus large que celui de la compensation de conformité avec des procédures parfois simplifiées

Le MDP ne reconnaît pas, en 2009, certaines méthodes de réductions d'émissions, telles que le stockage de CO₂ dans les sols agricoles ou la déforestation évitée¹⁴. Les opérations de boisement ou reboisement ne donnent lieu qu'à l'octroi d'URCE temporaires¹⁵. Par ailleurs, Le MDP, comme il a été souligné, est une procédure relativement rigide et coûteuse, à cause, notamment, des audits. Le coût d'un audit peut dépasser pour les petits projets la valeur des URCE obtenues.

Les acteurs, qui agissent dans le domaine de la compensation volontaire, ont innové en élargissant le domaine de la compensation ou en simplifiant les procédures, par rapport au MDP qui demeure, toutefois, la procédure de référence.

La compensation volontaire peut associer action écologique et action sociale. Certains acteurs de la compensation volontaire souhaitent, en effet, aller au-delà de la simple compensation de leurs émissions de gaz à effet de serre, souvent, pour mieux communiquer sur les opérations qu'ils financent. Belassen et Leguel (*Ibid.*, p. 59) citent le cas de la Bolivie où, dès 1996, à l'instigation du gouvernement bolivien et d'une association locale de protection de l'environnement (Fundacion Amigos de la Naturaleza), trois entreprises, American Electric Power Company, British Petroleum et Pacifcorp, ainsi qu'une ONG (The Nature Conservancy) ont entrepris de financer l'extension d'un parc naturel sur plus de 75000 hectares, « une surface à peine inférieure à la Corse ». Pour éviter que l'arrêt de l'exploitation agricole, dans cette zone, ne reporte forestiers et agriculteurs sur les terres voisines et pour assurer, par conséquent, la pérennité de la compensation des gaz à effet de serre, des opérations de développement ont été subventionnées. Des emplois de garde forestiers et de

¹⁴ Ces méthodes étaient à l'étude en 2009.

¹⁵ S'il veut véritablement compenser une émission de CO₂, le détenteur d'URCE temporaires devra, à l'échéance, qui a été fixée, acheter de nouveaux URCE.

guides touristiques ont été également créés pour compenser les suppressions d'emploi chez les bûcherons à cause de l'arrêt de toute exploitation de la forêt. Cette opération de compensation volontaire associe ainsi étroitement deux dimensions du développement durable : la dimension environnementale et la dimension sociale. Certains labels, comme VGS (Voluntary Gold Standard) et CCBS (Climate Community and Biodiversity Standard) ont inclus, dans leurs critères, des éléments sociaux et environnementaux comme la préservation de la biodiversité ou l'amélioration des conditions de vie des populations locales.

En matière d'additivité, les opérateurs ont cherché, parfois, à simplifier les règles du MDP pour alléger le coût de la procédure et favoriser l'émergence de petits projets.

Vérifier qu'un projet est bien additionnel est souvent complexe et coûteux. La méthode consiste à définir des critères objectifs simples pour déterminer l'additionnalité d'un projet. C'est le cas du Chicago Climate Exchange qui se réfère à un ensemble de techniques déterminées : tout projet utilisant ces techniques est considéré comme « additionnel ». Au contraire, pour minimiser l'incidence des erreurs possibles dans les décisions de déclarer le projet additionnel, VGS a préféré, selon Belassen et Leguel (*Ibid.*, p. 87), réduire le champ des projets. Ce label n'accepte que des projets dans le domaine de l'efficacité énergétique ou des énergies renouvelables. Si certains de ces projets n'étaient pas additionnels, ils se développent, au moins, dans un « secteur qui est jugé prioritaire, ce qui est un moindre mal ».

Pour les projets, dont la permanence n'est jamais garantie, comme les projets forestiers, le label VCS (Voluntary Carbon Standard) a proposé une méthode plus attractive que celle des URCE temporaires accordés par le Conseil exécutif du MDP. Seule une fraction du volume de CO₂ séquestrée dans le projet donne lieu à remise de crédits de compensation aux porteurs des projets. Les crédits de compensation non distribués sont conservés dans un fonds commun, garantissant l'ensemble des crédits distribués du VCS. Si certains droits de compensation distribués apparaissaient comme ne correspondant plus à un stockage de CO₂, des droits sont retirés de ce fonds commun et annulés. Les crédits forestiers ainsi distribués sont des crédits permanents pour les bénéficiaires qui, dans le simple cadre de la compensation volontaire, les préféreront à des URCE temporaires. Le label des pouvoirs publics australiens a retenu la même démarche en mettant en réserve 20 à 30% des crédits générés par des projets présentant un risque de non permanence (Belassen et Leguel, *Ibid.*, p. 89).

Pour réduire les coûts, des labels, comme VCS ou le Chicago Climate Exchange, acceptent qu'un seul auditeur intervienne au cours des différentes phases du projet. De son côté, VGS fait examiner les projets par des auditeurs accrédités par les Nations Unies, mais seuls quelques projets, choisis de façon aléatoire, font l'objet d'une expertise approfondie, afin de dissuader les porteurs de projets de frauder.

C'est à partir des règles de la compensation de conformité, qui constitue la référence dans ce domaine, que les opérateurs de la compensation privée ont innové pour faciliter l'émergence de petits projets, rendre les projets plus attractifs pour les « clients », qui souhaitent compenser leurs émissions, en élargissant le domaine de la compensation et en y associant des actions sociales, dans la logique du développement durable.

2. LES INNOVATIONS ORGANISATIONNELLES AU NIVEAU DES TERRITOIRES

Dans le cadre de la lutte contre le changement climatique et de la recherche d'économies d'énergie, les acteurs privés et publics ont commencé à développer une économie de fonctionnalité, à constituer des symbioses industrielles avec les éco-parcs et à créer des villes durables.

2.1. Economie de fonctionnalité

Dans une économie de fonctionnalité, c'est l'usage du bien qui importe, les services qu'il peut apporter et non pas sa possession. Les relations économiques ne se fondent plus sur la vente de biens durables ou de biens intermédiaires et sur des transferts de propriété mais sur des échanges de services. Les besoins des consommateurs seront satisfaits par la fourniture de services, mobilisant des biens réels et des inputs, et non plus par la vente de ces mêmes biens. Nous examinerons comment se sont établies de nouvelles relations entre les entreprises et leurs clients ainsi que la contribution de l'économie de fonctionnalité à la lutte contre le changement climatique

2.1.1. Établissement de nouvelles relations entre les entreprises et leurs clients

L'économie de fonctionnalité concerne les biens durables comme les biens intermédiaires mis à disposition des clients.

2.1.1.1. La location de biens durables

L'économie de fonctionnalité, dans le domaine de la location de biens durables, il faut le reconnaître, a été appliquée, depuis des décennies, dans de nombreux domaines, mais principalement pour des usages exceptionnels d'un produit relativement coûteux. On peut à ce propos distinguer deux grands types de location : la location intermittente d'un bien, utilisé seulement au cours d'une période de temps limitée, et la location permanente d'un bien durable.

La location de longue durée pour un usage constant d'un bien durable, qu'il s'agisse d'un ménage ou d'une organisation, constitue sans doute le domaine le plus récent et le plus développé de l'économie de fonctionnalité. Il apparaît aussi comme le plus novateur au plan de l'organisation et du mode de fonctionnement des entreprises qui ont choisi d'être des acteurs de cette forme d'économie. La location d'un bien durable pour une longue durée est encore principalement le fait, du moins en Europe, des entreprises. Elle s'inscrit dans la logique de l'externalisation de nombreuses activités, comme la comptabilité, les études de marché ou certaines opérations de logistique. Des entreprises proposent à leurs clients, exclusivement ou en option, de leur louer le matériel dont elles ont besoin, au lieu de le leur vendre. Ils n'ont plus à gérer l'entretien et le renouvellement du matériel qui sont à la charge du loueur. Xerox, fabricant de photocopieurs, représente le cas typique d'une entreprise de l'économie de fonctionnalité qui loue les biens produits au lieu de les vendre aux usagers. Les clients, qui bénéficient d'une prestation de services, payent en fonction du nombre de photocopies réalisées.

Si l'économie de fonctionnalité dans le domaine de la location des biens durables, peut se développer aisément auprès des entreprises pour des motifs économiques, son extension est plus limitée au niveau des ménages. Des co-propriétés d'immeuble abandonnent néanmoins

de plus en plus fréquemment leurs opérations de chauffage à des entreprises spécialisées qui se chargent de fournir le matériel et d'en assurer le bon fonctionnement durant les périodes de chauffe. Elles s'engagent à une certaine qualité de service (température dans les appartements ; rapidité du dépannage) et le prix demandé aux clients dépend de la température moyenne extérieure. La location de longue durée d'automobiles prend de plus en plus d'importance et représente une part croissante des véhicules. Selon Jérémy Rifkin (2000, p 100), un tiers des automobiles et des camions qui circulent sur les routes des États-Unis sont loués aux producteurs ou aux concessionnaires, notamment pour les véhicules de luxe. Pour cet auteur, dans certaines banlieues chics, notamment en Californie, plus de 60% des automobiles sont louées. En Allemagne, cette proportion s'élève à 20%, mais il s'agit principalement de locations effectuées par les entreprises. Selon Rifkin (*Ibid.*), les études marketing montrent que la location d'automobiles rencontre le plus de succès auprès des catégories bénéficiant des plus hauts revenus. Ces « consommateurs haut de gamme », selon les termes de cet auteur, ne souhaiteraient pas immobiliser des liquidités importantes en achetant des véhicules coûteux. Ils adoptent le comportement de nombreuses entreprises qui ont recours à des différentes formes de leasing (immeubles ou machines-outils).

2.1.1.2. Cession des biens intermédiaires dans le cadre d'un service au client

Au lieu de se contenter de vendre un bien intermédiaire, les fournisseurs, étroitement associés à l'entreprise cliente, effectuent à leur place les opérations liées à l'emploi de ce produit. Une prestation de services se substitue par conséquent à la simple cession classique du bien intermédiaire.

Michelin en constitue un exemple emblématique. Cette entreprise se charge de monter et de changer les pneus des flottes des transporteurs routiers, ainsi que d'en contrôler leur état, leur usure et le gonflage. L'entreprise, liée par un contrat de longue durée aux transporteurs, a été incitée à faire des recherches pour offrir à ses clients des pneus assurant une moindre résistance au roulement réduisant la consommation de carburant. L'intervention au niveau du gonflage des pneus directement chez les transporteurs routiers permet non seulement de limiter l'usure des pneus mais encore, pour le client, de réduire la consommation de carburant, par rapport aux pratiques traditionnelles d'entretien du matériel qui ne permettent pas des réglages aussi précis. Enfin, en cas d'incident, les clients bénéficient d'un dépannage immédiat, ce qui, dans le domaine du transport routier, peut contribuer à réduire sensiblement les coûts de fonctionnement des entreprises. La location de véhicules ou de matériel de chantier relève de la même logique.

J. Rifkin (*Ibid.*, p.120) cite l'exemple d'une usine de Chrysler, à Belvedere, dans l'Illinois, qui a passé un contrat avec PDG Industries. Ce fournisseur a pris la responsabilité de gérer tous les produits chimiques utilisés pour le nettoyage, le traitement et la peinture des carrosseries. Comme l'explique J. Rifkin, « Chrysler n'achète pas la peinture mais paye son fournisseur en fonction de la qualité du service par véhicule traité. » PPG n'est plus un simple vendeur de peinture mais un prestataire de service qui gère, chez son client Chrysler, le processus de finition des carrosseries. Le constructeur d'automobiles bénéficie de l'expertise et du savoir-faire d'un fournisseur spécialiste en matière de peinture automobile, qui a pu bénéficier d'effets d'expérience dans ce domaine (économies d'échelle et effets d'apprentissage).

Cette économie de fonctionnalité permet aux clients de bénéficier des économies d'échelle réalisées par les entreprises qui ont choisi cette nouvelle forme d'économie, ainsi que de leur

savoir-faire. Le coût de gestion de certaines de leurs activités en est réduit par rapport à une gestion directe classique.

Comment la mise en œuvre de cette économie de fonctionnalité peut-elle alors contribuer à la protection de l'environnement en permettant une certaine dématérialisation de l'économie ?

2.1.2. La contribution de l'économie de fonctionnalité à la lutte contre le changement climatique

Pour qu'une économie de fonctionnalité contribue avec efficacité à la protection de l'environnement, il est préférable que les acteurs, notamment les prestataires de service, soient incités à réorganiser leur processus de production dans le sens d'une plus grande dématérialisation de l'économie. Les producteurs, qui louent directement leur matériel aux usagers au lieu de le leur vendre, cherchent en effet à réduire leur coût d'investissement, leur coût d'exploitation, ainsi que le coût de recyclage des déchets.

Leur recette dépendant du volume des prestations fournies, ces producteurs ont tout d'abord intérêt, pour limiter le coût des investissements, à rendre plus durables les biens loués afin d'éviter un renouvellement fréquent du matériel et de réduire ainsi les coûts de production. Pour les biens durables complexes, il est nécessaire d'adopter une conception modulaire des produits. Le cas emblématique est représenté à cet égard par l'entreprise Xerox. Cette dernière a commencé, à partir de 1991, à récupérer et à réutiliser les cartouches d'encre des photocopieurs, mais surtout elle a su révolutionner le marché en proposant non plus de vendre des photocopieurs, mais de vendre un service de photocopie. En ayant opté pour l'économie de fonctionnalité, elle prête les photocopieurs qu'elle fabrique et la facture, présentée aux clients, dépend des prestations fournies, dans ce cas, du nombre de photocopies. La conception modulaire des produits permet de limiter la production de nouvelles pièces, lorsque l'entreprise remplace le matériel et même lorsqu'elle crée un nouveau produit. Dans une conception modulaire des produits, les mêmes pièces se retrouvent en effet dans les produits finals d'une « même génération » et dans les générations successives de produits. Les pièces sont réutilisables et près de la moitié des usines de l'entreprise sont des sites, non de production, mais de reconditionnement : l'entreprise démonte les appareils déclassés ou obsolètes et récupère une partie des pièces. Selon Laville (2002, p. 181), 90% des pièces (en pourcentage du poids total des pièces) d'un nouveau photocopieur proviennent de modèles anciens. L'intérêt économique de l'entreprise est de fabriquer des pièces de qualité, et de limiter la production de nouvelles pièces. Une économie de fonctionnalité contribue alors à la dématérialisation de l'économie, tout en maintenant et en améliorant constamment la qualité des services fournis aux clients grâce à la création constante de nouveaux produits incorporant de nouvelles fonctionnalités. Il apparaît un découplage entre, d'une part, les flux de matières et d'énergie et, d'autre part, les flux financiers. Les recettes de l'entreprise augmentent à un rythme plus rapide que la production matérielle, l'usage de matières premières et d'énergie. Par rapport à une économie classique de vente de biens matériels, l'économie de fonctionnalité contribue ainsi efficacement à la protection de l'environnement.

Dans le cadre de la maîtrise des coûts d'exploitation, l'entreprise est également incitée à ne monter que des pièces de qualité et à rendre fiable le matériel prêté afin de limiter le nombre des dépannages et à espacer, dans la mesure du possible, les opérations de révision du matériel. Pour réduire les coûts d'entretien du matériel, les entreprises de l'économie de fonctionnalité, comme d'ailleurs celles du reste de l'économie, ont intérêt à adopter une maintenance préventive, qui consiste à faire des révisions à intervalles réguliers, pour éviter

les pannes, ou même une maintenance prédictive, qui consiste à ne changer les pièces qu'à bon escient, lorsqu'il apparaît un risque de panne, plutôt qu'une maintenance curative, qui a pour objet de réparer l'appareil après une panne. Cette dernière politique se révèle la plus coûteuse, pour le locataire, qui peut connaître un arrêt de sa production, comme pour l'entreprise loueuse dont le planning d'interventions chez ses clients peut être gravement perturbé.

Une entreprise de l'économie de fonctionnalité, qui demeure propriétaire du matériel qu'elle a fabriqué, doit également assurer le recyclage des déchets de ses produits. Elle a intérêt à limiter, par appareil déclassé, le nombre de pièces à recycler ; la réparation des pièces est également préférée à leur déclassement.

L'économie de fonctionnalité rompt définitivement avec les pratiques trop souvent employées, qui consistent à « programmer la disparition du produit » en utilisant des pièces essentielles de médiocre qualité et dont la défaillance entraîne le déclassement du matériel, qui se révèle trop coûteux à réparer. Cette situation est souvent acceptée par les usagers qui considèrent que les biens ont, par nature, une durée de vie limitée, et, par conséquent, ne protestent pas contre l'obligation, qui leur est faite, de changer fréquemment de matériel. Dans l'économie classique les entreprises souhaitent développer constamment le volume de leur production, dont dépendent exclusivement ou principalement leurs profits, tandis que dans une économie de fonctionnalité, les profits proviennent de la prestation des services faisant de la production de matériel un simple input, dont le coût doit être minimisé, et non pas une production finale destinée à la vente, dont le volume doit être maximisé.

L'économie de fonctionnalité ne se limite pas aux producteurs de biens durables complexes comme les photocopieurs, mais concerne également, comme nous l'avons précisé, les biens intermédiaires. Michelin, un autre cas emblématique de l'économie de fonctionnalité, a été l'initiateur de l'économie de fonctionnalité dans le secteur des pneumatiques, pour lequel l'entreprise a joué un rôle proactif. Pour maximiser son profit, cette entreprise, comme Xerox dans le cas précédent, a tout intérêt à limiter le volume de son intrant « pneus », car ses recettes ne dépendent plus du volume des produits vendus mais du volume des prestations fournies. L'entreprise procède au remplacement des pneumatiques avant qu'ils ne soient trop fortement usés, de façon à procéder à leur rénovation. Les pneus sont recreusés et réchappés plusieurs fois avant d'être retirés et de devenir des déchets. L'entreprise a pu ainsi multiplier par 2,5 la durée de vie d'un pneu, soit une économie de 36% par rapport au remplacement direct des pneumatiques usés par des pneus neufs. Dans le scénario imaginé par Michelin, 20 pneus neufs seulement sont nécessaires quand 64 étaient précédemment utilisés (Bourg et Buclet, 2005, p. 31). L'entreprise doit assurer un suivi très régulier chez les clients transporteurs pour maintenir un gonflage adéquat limitant une usure prématurée des pneumatiques ainsi qu'un suivi de leur état pour assurer le cycle de rénovation le plus long possible.

De nombreux biens durables peuvent entrer dans cette économie de fonctionnalité et par conséquent faire l'objet d'une prestation de service plutôt que d'une vente aux usagers, tels que les logements principaux, les résidences secondaires, les automobiles, les gros appareils électroménagers, les appareils de chauffage (notamment collectif) ou les climatiseurs.

2.2. La symbiose industrielle : une innovation organisationnelle dans les relations interindustrielles au sein des éco-parcs

Une symbiose industrielle a pour objectif de réaliser entre plusieurs établissements industriels, installés au sein d'un éco-parc, un véritable écosystème industriel, directement inspiré des écosystèmes naturels. Les déchets de certaines activités deviennent des ressources pour d'autres. Comme dans un écosystème naturel, la notion même de déchet disparaît ; ils sont considérés comme des sous-produits indispensables à l'activité des partenaires.

La symbiose industrielle, la plus célèbre, qui présente le plus grand degré d'achèvement est celle de Kalundborg au Danemark. Elle comprend cinq partenaires principaux dont les établissements sont distants les uns des autres de quelques centaines de mètres et reliés par un réseau de pipelines : la plus grande centrale électrique du Danemark (Asnaesvaerkt), la plus grande raffinerie de ce pays (Statoil), une grande société danoise de biotechnologie (Novo Nordisk) qui est l'un des principaux producteurs mondiaux d'enzymes industriels et d'insuline, Gyproc, une société suédoise, dont l'usine de Kalundborg produit des panneaux de construction en gypse et la municipalité de Kalundborg qui utilise, pour le chauffage de toute la ville, de la vapeur d'eau vendue par la centrale électrique.

Comme dans toute symbiose industrielle, il s'est instauré entre les établissements industriels un vaste réseau d'échange d'énergie et de matière. L'eau sous forme liquide ou de vapeur constitue le « sous-produit », auparavant un « déchet », valorisé de la manière la plus systématique. L'eau, comme ressource à l'écosystème industriel, provient d'un lac, situé à une quinzaine de kilomètres, et du réseau de la ville de Kalundborg. La raffinerie fournit des eaux usées pour refroidir la centrale électrique, qui lui cède en retour de la vapeur d'eau. La centrale électrique fournit aussi de la vapeur d'eau à l'entreprise de biotechnologie pour ses tours de fermentation, au fabricant de panneaux en gypse ainsi qu'à la ville de Kalundborg pour son réseau de chauffage urbain. La centrale électrique alimente en eau chaude une ferme d'aquaculture qui élève des turbots. La centrale électrique, grâce à une installation de désulfuration où le soufre des gaz de combustion réagit avec de la chaux, produit du gypse, transporté par camions jusqu'au fabricant de panneaux Gyproc. Ce dernier n'est plus obligé d'importer du gypse naturel qui venait d'Espagne. Par ailleurs, le gaz, produit en excès par la raffinerie est utilisé comme combustible par la centrale électrique et par Gyproc. On constate ainsi qu'une grande partie des ressources dont a besoin ce producteur de panneau, matière comme le gypse, énergie, (vapeur d'eau ou gaz), provient directement de ses partenaires. La centrale électrique valorise un des ses déchets, le soufre, pour fabriquer du gypse qu'elle cède à son partenaire. De nombreux autres échanges d'énergie et de matière se sont développés entre les entreprises regroupées autour des cinq principaux partenaires. Il n'y a pas d'études exhaustives sur cette symbiose, qui s'est créée « spontanément » à l'origine ; le contenu des accords et les modalités de transactions entre les partenaires relèvent du « secret » des affaires et ne sont pas entièrement connus. Par rapport à un mode de « fonctionnement linéaire » où chaque établissement prélève des ressources et produit des déchets rejetés dans l'environnement, il apparaît néanmoins une réduction considérable des ressources prélevées sur les écosystèmes : pétrole, charbon, eaux, relativement rare dans cette région, et gypse. Les émissions de gaz à effet de serre ont été diminuées, grâce à la réduction dans l'usage des énergies fossiles. Il en est de même pour les émissions de dioxyde de soufre.

Dans de nombreux pays, les entreprises regroupées dans des éco-parcs (*eco industrial park*) ont développé des symbioses industrielles, aux États-Unis, en Europe et en Chine. Bourg,

Grandjean et Libaert (2006, p. 143-146) analysent, pour ce dernier pays, le cas de la symbiose de Guigan, ville située dans une région consacrée à la culture de la canne à sucre. Le système d'échanges entre partenaires est organisé autour de la sucrerie dont les déchets, devenus des sous-produits, sont valorisés pour la fabrication d'alcool, de papier, de ciment et de carbonate de calcium léger, ce qui permet dans ce dernier cas de limiter les rejets de CO₂ dans l'atmosphère. Ces éco-parcs ne regroupent pas seulement des entreprises traditionnelles, comme des raffineries, des cimenteries ou des sucreries, mais aussi des industries de haute technologie, comme c'est le cas du parc de TEDA en Chine, à 200 kilomètres au sud-est de Pékin.

Avec les symbioses industrielles, comme le soulignent les deux exemples précédents, les rejets de CO₂ sont réduits principalement grâce aux économies d'énergie, liées aux échanges d'énergie entre les différentes unités de production d'un même éco-parc.

2.3. La ville durable : des innovations organisationnelles et institutionnelles, au cœur des villes, pour lutter contre le changement climatique et la consommation d'énergie.

Le modèle de ville durable, s'il était appliqué, permettrait de réduire fortement les rejets de gaz à effet de serre dans les villes, notamment de CO₂ et contribuerait à économiser également l'énergie. Le chauffage et le transport des personnes seraient responsables, en effet, de 40% des rejets de CO₂ ; le chauffage urbain et les déplacements liés aux activités de la ville en représentent une part prépondérante. Nous rappellerons tout d'abord comment ce modèle de ville durable a progressivement émergé ; nous analyserons ensuite les conséquences de son application sur la réduction des rejets de gaz à effet de serre, liée à la restructuration de l'espace urbain, aux transformations apportées au système de déplacements dans la ville et à de nouvelles conceptions dans le mode de gestion des bâtiments.

2.3.1. Émergence du modèle de ville durable

Comme le souligne C. Emelianoff (2005), le projet de la ville durable est issu des conférences préparatoires au premier sommet de la Terre qui s'est tenu à Rio en 1992. En 1990, la toute nouvelle association de collectivités locales, le Conseil international des initiatives environnementales locales (ICLEI, *International Council for Local Environmental Initiatives*), s'est fixé comme mission de déplacer du niveau global au niveau local la mise en œuvre du développement durable. Il place même le niveau local au centre du développement durable qu'il présente comme étant celui « qui procure des services économiques, sociaux et environnementaux fondamentaux à tous les habitants d'une commune sans compromettre la viabilité des systèmes naturel, immobilier et social dont dépend la fourniture de ces services ». Cette association a participé à la rédaction de l'agenda 21 adoptés à Rio, et plus particulièrement au chapitre 28 concernant les collectivités locales.

De son côté, après avoir dénoncé, dans un livre vert en 1990, l'état de l'environnement urbain, la Commission européenne a contribué à faire émerger un modèle européen de ville durable en organisant des consultations et des confrontations avec les différents acteurs urbains, inquiets de la dégradation de leur environnement et soucieux de promouvoir un développement durable. Elle a créé à cet effet un groupe permanent d'experts rassemblant des responsables issus des administrations publiques, des associations et des chercheurs ; il fut chargé d'analyser les cas de bonnes pratiques en Europe. Ce groupe a construit à partir de

1994, lors de la conférence d'Aalborg, un réseau de villes, appelé la « Campagne européenne des villes durables » pour faciliter les échanges d'expériences entre villes. Il a ainsi émergé, en Europe, progressivement une « doctrine institutionnelle » de la ville durable à laquelle se réfèrent des collectivités territoriales, les États de l'Union européenne et les institutions européennes.

Ce modèle européen de ville durable peut être appréhendé à partir des « textes essentiels » qui contribuent à donner à la ville durable européenne ses principales caractéristiques, la Charte et les Engagements d'Aalborg, la communication de la Commission de 2004 dans laquelle la Commission précise les principes à respecter pour créer une ville durable, ainsi que sur les travaux du Groupe d'experts, chargé de la conseiller. Le modèle européen de la ville durable est fortement influencé par le souci de protéger l'environnement. Dans sa communication « Vers une stratégie thématique pour l'environnement urbain » (2004), la Commission donne la priorité à la résolution des problèmes environnementaux en précisant que l'objectif global de sa stratégie consiste à « améliorer les performances environnementales et la qualité des zones urbaines, et assurer aux citoyens européens un cadre de vie en renforçant la contribution environnementale à un développement urbain durable tout en tenant compte des questions économiques et sociales qui s'y rapportent » (Commission, 2004, p. 4). La ville durable doit respecter, selon la Charte d'Aalborg, les grands principes du développement durable : « ne pas consommer des ressources renouvelables, notamment en énergie et en eaux plus rapidement que la nature ne peut les remplacer », « ne pas exploiter les ressources non renouvelables plus rapidement que les ressources renouvelables durables ne peuvent être remplacées ». Par ailleurs, l'objectif d'un environnement urbain durable est le maintien de la biodiversité, de la santé publique et de la qualité de l'air, de l'eau et du sol à des niveaux suffisants pour protéger durablement la vie humaine, la faune et la flore ».

Le modèle européen de ville durable a pour ambition de créer un nouvel espace urbain, avec des réseaux de transport structurant cet espace, dans le respect de l'environnement naturel et du patrimoine urbain.

2.3.2. La restructuration de l'espace urbain et les transformations du système de transport

La restructuration de l'espace urbain et l'émergence d'une nouvelle organisation des transports apportent une contribution directe à la réduction des rejets de gaz à effet de serre ainsi que de la consommation d'énergie.

2.3.2.1. Restructuration de l'espace urbain

Le modèle de ville durable recommande de limiter l'étalement urbain et de favoriser la mixité fonctionnelle.

Pour lutter contre l'étalement urbain, il convient tout d'abord de réduire le « mitage de l'espace » qui résulte du développement de zones d'habitations à faible densité et de l'installation de centres commerciaux et de zones industrielles en dehors des espaces urbains. Ces migrations d'habitations et d'activités résultent du coût moins élevé du terrain en périphérie que dans la ville. L'étalement urbain accroît les rejets de gaz à effet de serre, car il augmente le nombre des déplacements, et principalement les déplacements routiers privés, ce qui contribue à accroître la consommation d'énergie, ainsi les émissions polluantes. C'est pourquoi, selon le modèle européen de ville durable, cette dernière doit être une ville dense,

composée d'immeubles de taille moyenne. Cette structure urbaine garantit aussi une meilleure efficacité énergétique pour le chauffage urbain. L'alignement des bâtiments limite des déperditions de chaleur et rend possible le chauffage urbain lié à la co-génération, source d'économie d'énergie.

Le modèle de ville durable préconise de maintenir un bon équilibre entre emplois, logements et services, en accordant la priorité à l'utilisation résidentielle des centres-villes. Ce modèle de ville, à cet égard, s'oppose radicalement aux principes préconisés par la Charte d'Athènes, dont la thèse essentielle était le « zoning » (ou zonage) c'est-à-dire le partage de l'espace urbain selon 4 fonctions fondamentales : habiter, travailler, se récréer, circuler. La proximité des logements, des emplois et des services devrait limiter les déplacements quotidiens.

2.3.2.2. *Émergence d'un système de transport durable*

La ville est un lieu d'échanges (travail, achats, loisirs) qui entraînent inévitablement des déplacements nombreux, internes à la ville ou entre la ville et ses communes voisines. Le développement de la circulation routière, qui résulte de l'étalement urbain inspiré par la Charte d'Athènes, a fait apparaître de nombreuses nuisances, obligeant les planificateurs à repenser le système de transport urbain. Ces derniers ont abandonné la priorité donnée à la réduction de la durée des déplacements et ont intégré, dans une même approche, système de transport et aménagement urbain pour « placer la bonne activité au bon endroit ».

La facilité d'accès à un site urbain était généralement mesurée, avant l'adoption du modèle de ville durable, par le temps nécessaire pour effectuer un déplacement donné. Inspirés par la Charte d'Athènes (1933), qui prévoyait de réserver une partie de l'espace urbain aux infrastructures de transport, et notamment aux routes et voies rapides, les planificateurs s'étaient efforcés de réduire les temps de déplacement en fluidifiant la circulation et en séparant les circulations selon les modes de transport. Cependant, l'objectif de réduction des temps de transports peut favoriser l'étalement urbain et engendrer une augmentation de la demande de transport, dans la mesure où les citoyens sont incités à habiter de plus en plus loin de leur lieu de travail, de certains services ou d'équipements collectifs. Selon le Groupe d'experts, « il importe donc de veiller à ce que l'accessibilité ne se mesure pas exclusivement à la durée du trajet, mais reflète la possibilité d'atteindre les services utiles » (Groupe d'Experts, 1996, p. 145).

Pour limiter le besoin de déplacements, il conviendrait de placer « bonne activité au bon endroit ». Selon le système ABC, un cas de bonne pratique aux Pays-Bas, il s'agit de faire coïncider le mieux possible les besoins en mobilité d'une activité et le degré d'accessibilité de son site d'implantation. « Une entreprise de type A qui emploie beaucoup de main-d'œuvre et accueille de nombreux visiteurs, sera dirigée vers un endroit de type A, très accessible grâce au réseau des transports en commun ; à l'inverse, les sites de classe C, qui communiquent facilement avec les bretelles d'autoroute, seront réservés aux entreprises de la classe C, qui dépendent beaucoup des transports routiers » (Groupe d'Experts, p. 171). Ainsi, dans la ville de La Haye qui a adopté le système ABC, une zone A a été délimitée autour de la gare centrale¹⁶. Afin d'être efficaces, les politiques d'aménagement du territoire et de transport doivent être étroitement intégrées.

¹⁶ A Copenhague, l'urbanisation a été limitée, dans la mesure du possible, aux établissements longeant les 5 lignes de chemins de fer avec une protection pour les « espaces verts » qui les séparent.

Cette nouvelle conception du système de transports urbains a pour conséquence directe ou indirecte à limiter de l'importance des déplacements. Une répartition rationnelle des activités sur l'ensemble du territoire diminue la longueur des déplacements, tandis que les individus, par ailleurs sont incités à réduire leurs déplacements dont l'objectif n'est plus dorénavant d'en réduire la durée.

2.3.3. Innovations dans le domaine des bâtiments destinées à limiter la consommation d'énergie et les rejets de gaz à effet de serre

La municipalité d'une ville durable peut, par son exemple, inciter les acteurs urbains à préférer des constructions durables, économes en énergie. Les municipalités devraient s'efforcer ainsi de démontrer l'intérêt économique d'une construction ou d'une rénovation durable. Comme l'explique la Commission, « le principal obstacle [à la construction ou rénovation durables] est le manque d'intérêt des constructeurs et des acheteurs qui pensent à tort que la construction durable est chère et sont méfiants à l'égard des nouvelles technologies, doutant de leur fiabilité et de leurs performances à long terme ». Et la Commission ajoute : « une action est donc nécessaire pour mettre en lumière les bénéfices à long terme et pour que les acquéreurs, les banques et les sociétés de crédit hypothécaire puissent faire la différence entre les bâtiments conçus et construits selon des techniques classiques et celles mettant en œuvre des techniques durables » (Commission, p. 28). Les municipalités, dont la gestion s'inscrit dans le long terme, sont certainement les mieux placées, au plan pédagogique, pour expliquer que le coût plus élevé d'une construction ou d'une rénovation durable par rapport à une opération classique est « compensé » par une réduction des coûts de maintenance et éventuellement par un prix de revente supérieur¹⁷. Il faut s'attendre à retirer d'une « opération durable », non seulement un « avantage écologique », mais aussi un gain monétaire. Néanmoins, si une telle démonstration peut faire accepter à des acteurs réticents le principe de la construction durable, elle présente l'inconvénient de subordonner les objectifs économiques (minimisation des coûts totaux) aux objectifs environnementaux dont les retombées sur la qualité de la vie ou la santé humaine peuvent difficilement, sur un plan éthique et financier, faire l'objet d'une estimation monétaire.

La municipalité, par son exemple, au niveau des bâtiments communaux, ou, par des incitations, peut favoriser la pérennité de la mixité fonctionnelle, indispensable pour limiter les déplacements urbains. Le Groupe d'experts propose ainsi de retenir une « souplesse de conception » tant pour les îlots que pour les immeubles, qui ne doivent pas se limiter à une seule fonction. Une « même structure de base doit pouvoir servir d'école, de bureaux ou d'usine » (Groupe d'Experts, 1996, p. 178). Les bâtiments doivent devenir de plus en plus polyvalents et adaptables, car le progrès technique et les transformations sociales entraînent une obsolescence plus rapide des aménagements. La rénovation urbaine, souvent coûteuse, deviendra ainsi de moins en moins nécessaire dans la mesure où les immeubles, ou des îlots entiers, seront conçus de manière plus flexible.

Le modèle de ville durable, et notamment le modèle européen de ville durable, s'inscrit dans les innovations institutionnelles susceptibles de contribuer à la lutte contre le changement climatique.

¹⁷ En moyenne, d'après la Commission, un bâtiment coûte dix fois plus à exploiter qu'il n'a coûté à construire. Un prix de revente plus élevé s'explique par une meilleure durabilité de la construction.

CONCLUSION

La lutte contre le changement climatique et la volonté de préserver les ressources en énergie ont entraîné de nombreuses innovations institutionnelles et organisationnelles tant au niveau des acteurs publics que des acteurs privés. Le principe de précaution adopté lors de la Conférence de Rio en 1992 a rendu possible la lutte contre le changement climatique, en l'occurrence le réchauffement climatique, résultant d'un renforcement de l'effet de serre, dû pour l'essentiel aux rejets de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Même s'il demeure des incertitudes sur le rôle exact de l'Homme dans ce processus et que des débats se développent entre scientifiques sur ce sujet, l'adoption du principe de précaution dans l'optique de la doctrine institutionnelle a convaincu tous les acteurs (ou presque) d'engager la lutte contre les rejets de gaz à effet de serre, et notamment les rejets de CO₂. Cette innovation institutionnelle était indispensable pour renforcer une unité d'action au niveau planétaire. A cet égard, comme le souligne Rist (2007), il apparaît au niveau mondial une solidarité au sens strict entre tous les habitants de la terre : un sentiment d'appartenance à un même groupe, un adversaire commun, l'engagement de tous vis-à-vis des autres, une action commune dont les gains et les pertes éventuelles seront partagés entre tous. L'Humanité doit faire face à un adversaire commun, qui est le renforcement de l'effet de serre ; il y a, à cet égard, un sentiment de solidarité entre tous et personne, avec bonne conscience du moins, ne devrait accepter de nuire aux autres en accentuant, par ses actions, le changement climatique. Tous les habitants de la Terre sont invités à agir pour atteindre un objectif commun : freiner le réchauffement climatique ; tous les individus en seront bénéficiaires ou victimes, si les actions communes entreprises réussissent ou échouent dans ce domaine.

Pour guider ces actions communes et leur donner une pleine efficacité, des innovations institutionnelles et organisationnelles, tant au niveau des acteurs publics que privés, étaient indispensables. Les pouvoirs publics ont mis en œuvre de nouveaux instruments économiques, (écotaxes et permis négociables) et un système de compensation carbone géré au niveau mondial. Ces mécanismes de la compensation carbone de conformité ont été complétés par des opérateurs privés et parfois publics ; ils ont instauré des systèmes de compensation volontaire destinés à tous les acteurs qui souhaiteraient « compenser » leurs émissions de gaz à effet de serre en finançant des projets ayant pour objectifs de réduire les émissions dans certains secteurs et souvent dans d'autres pays. Au niveau des territoires, les entreprises ont créé des éco-parcs, en imaginant de nouvelles relations entre elles, qui ont pour objectifs ou pour conséquences directes et indirectes de réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'économiser l'énergie. Une économie de la fonctionnalité tend également à se développer ; il ne s'agit plus, dans l'optique de cette nouvelle économie, de produire pour vendre, mais de produire pour louer en mettant biens durables et même biens intermédiaires à la disposition des usagers. Ces nouvelles organisations de la production et de la consommation ont eu pour effets de réduire directement ou indirectement la consommation d'énergie. Le modèle de ville durable, notamment le modèle européen, préconise une restructuration de l'espace urbain et une transformation du système de transports pour limiter les déplacements et réduire consommation d'énergie et émission de gaz à effet de serre.

Toutes ces innovations institutionnelles et organisationnelles ont stimulé, à leur tour, des innovations technologiques aboutissant directement ou indirectement à la réduction d'émissions et de consommation d'énergie, comme nous l'avons montré à propos de l'économie de fonctionnalité ou des symbioses industrielles. Les autorités publiques

continueront, sans doute, dans l'avenir, à orienter la lutte contre le changement climatique en imposant de nouvelles règles ou de nouvelles orientations au mode d'organisation de la production et de la consommation. L'orientation des recherches et le mode d'organisation des activités humaines en seront affectés.

Par ailleurs, une innovation technologique majeure serait toujours susceptible de remettre en cause certaines orientations des politiques actuelles fondées sur le développement des énergies renouvelables ou même les économies d'énergie. Si les recherches sur la fusion contrôlée aboutissaient dans le cadre du projet ITER, l'Humanité disposerait d'une nouvelle source d'énergie, dont la production serait plus sûre à contrôler que la fission nucléaire actuelle et ne créerait pas de déchets radioactifs à vie longue ; de plus, les combustibles utilisés dans un réacteur de fusion sont abondants, également répartis à travers le monde et de grande densité énergétique. Les conditions de lutte contre le changement climatique en seraient transformées.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLEGRE C.**, 2008a, Claude Allègre répond aux chercheurs, L'Express, publié le 5 octobre 2006, mis à jour le 04/03/2008. http://www.lexpress.fr/actualite/sciences/allegre-repond-aux-chercheurs_470669.html
- ALLEGRE C.**, 2008b, Climat : Allègre relance la polémique, Il n'y a pas de réchauffement climatique, mais un changement climatique, publié le 27/03/2008 - Modifié le 31/03/2008 N°1854 Le Point, <http://www.lepoint.fr/actualites-sciences-sante/2008-03-31/climat-allegre-relance-la-polemique/1055/0/232678>
- BELLASSEN V., LEGUET V.**, 2008, *Comprendre la compensation carbone*, Paris, Pearson Education France.
- BOURG D., SCHLEGEL J.L.**, 2001, *Parer aux risques de demain*, Paris, Seuil.
- BOURG D., BUCLET N.**, 2005, L'économie de fonctionnalité, Futuribles, N°313, novembre
- BOURG D., GRANDJEAN A., LIBAERT T.**, 2006, *Environnement et entreprises*, Paris, Village mondial, Pearson Education France.
- BRUNET S.**, 2008, *A qui profite le développement durable ?*, Paris, Larousse.
- COMMISSION EUROPÉENNE**, 2000, Communication de la Commission sur le recours au principe de précaution (http://europa.eu.int/eur-lex/fr/com/cnc/2000/com2000_0001fr01.pdf).
- COMMISSION EUROPÉENNE**, 2004, Vers une stratégie thématique pour l'environnement urbain (http://ec.europa.eu/environment/urban/towards_com.htm).
- CONSEIL EUROPÉEN**, 2002, Résolution du conseil européen de Nice, in Godard O., Henry C., Lagadec P., Michel-Kerjan E. (Dir.), *Traité des nouveaux risques*, Gallimard, Paris, 122-123.
- EMELIANOFF, C.**, 2005, L'urbanisme durable en Europe : à quel prix ? in Maréchal J-P. et Quenault B., *Le développement durable, une perspective pour le XXI^{ème} siècle*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, p. 203.
- ENGAGEMENTS D'AALBORG**,
http://www.aalborgplus10.dk/media/aalborg_commitments_french_final.pdf
- FAUCHEUX S., JOUMNI H.**, 2005, *Economie et politique des changements climatiques*, Paris, La Découverte.
- GODARD O., HENRY C., LAGADEC P., MICHEL-KERJAN E.**, 2002, *Traité des nouveaux risques*, Paris, Gallimard.
- GODARD O.**, 2003, Le principe de précaution comme norme de l'action publique ou la proportionnalité en question, *Revue économique*, 54(6), 1245-1276.

GROUPE D'EXPERTS SUR L'ENVIRONNEMENT URBAIN, 1996, *Villes durables européennes*

HOURCADE J.C., 1997, Précaution et approche séquentielle de la décision face aux risques climatiques de l'effet de serre. pp 259-296, *Godard O. (sous la direction de) le principe de précaution dans la conduite des affaires humaines*. Paris, INRA, Editions de la Maison des sciences de l'homme

KOURILSKY P. VINEY G., 2000, *Le principe de précaution*, Paris, Odile Jacob.

LAVILLE E., 2002, *L'entreprise verte*, Paris, Editions Village Mondial.

POIROT J., 2005, Le principe de précaution, condition du développement durable : émergence, reconnaissance et application par les acteurs, in Froger G., Mainguy C., Brot J., Gérardin H. (Dir.), *Quels acteurs pour quel développement ?*, Paris, Khartala, 219-246.

POIROT J., 2006, « Quelle gouvernance pour la mise en œuvre du principe de précaution ? » *Mondes en développement*, Tome 34, N°136, p.49-63.

STERN N.H., 2007, *The economics of Climate Change*, *The Stern Review*, Cambridge, Cambridge University Press.

RIFKIN J., 2000, *L'âge de l'accès, la révolution de la nouvelle économie*, Paris, La Découverte.

RIST G., 2007, Les conditions de la Solidarité, in Soulet M-H (sous dir.), *La solidarité à l'ère de la globalisation*, Fribourg, Academic Press Fribourg. p. 39-54.