

## *Repenser les villes dans la société post-carbone*

*Éclairages d'un programme de prospective*



**Collection « Études et documents » de la Délégation au développement durable (DDD) du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD)**

Titre du document : Repenser les villes dans la société post-carbone – Éclairages d'un programme de prospective

Directeur de la publication : Paul DELDUC, Commissaire général au développement durable

Rédacteur en chef : Nathalie CECUTTI-ETAHIRI, Responsable de la Mission prospective

Auteur(s) :  
Éric VIDALENC (Ademe)  
Antoine RIVIÈRE (MEDDE)  
Jacques THEYS

Coordination éditoriale : Antoine RIVIÈRE

Date de publication : Mars 2015

# **Repenser les villes dans la société post-carbone**

*Éclairages d'un programme de prospective*

## Résumé

La stratégie Europe 2020 de l'Union européenne identifie le changement climatique et les énergies durables comme l'une des priorités d'action. Dans ce contexte, le concept de transition vers une « **société post-carbone** » prend tout son intérêt, puisqu'il s'agit d'atteindre trois objectifs d'ici 2050 : diviser par quatre les émissions de GES, par rapport à 1990, être quasi-indépendant de l'utilisation des énergies fossiles et s'adapter aux changements climatiques en cours. Bien entendu, ces trois objectifs doivent s'inscrire dans un développement soutenable de nos sociétés.

Les travaux de prospective traitant des enjeux climat-énergie n'intègrent que rarement une approche territoriale. Cet article, qui s'inspire directement du programme de recherche interdisciplinaire « Repenser les villes dans la société post-carbone », contribue à affiner cette perspective en répondant à deux principales questions : **quel est le rôle des villes dans cette transition ? Comment peuvent-elles mener à une société post-carbone ?**

La première question permet de voir que, si les villes sont à la fois victimes et bourreaux des changements climatiques, elles présentent aussi des leviers uniques pour engager un territoire dans une transition post-carbone. La seconde question a quant à elle donné lieu à un travail de scénarisation de la ville, impliquant chercheurs, experts et collectivités territoriales. Ainsi, six trajectoires contrastées ont été élaborées pour refléter la complexité du métabolisme urbain, mais aussi pour comprendre, grâce à des analyses qualitatives et quantitatives, les forces potentielles en œuvre entre aujourd'hui et 2050.

Les résultats de ces travaux font émerger trois enjeux essentiels pour la transition vers une société post-carbone. Tout d'abord, la soutenabilité de nos sociétés ne sera atteinte qu'avec la combinaison d'**innovations techniques et sociales**. Ensuite, la **modification des comportements et des modes de vie** est une composante importante afin d'assurer la résilience de nos sociétés à moyen et long termes. Enfin, la **cohérence globale des processus de transition** doit être recherchée, à la fois concernant les différentes temporalités (court, moyen, long termes) et les échelles spatiales (de l'individu au niveau global).

Avant tout, ce programme de recherche s'est fondé sur une myriade d'initiatives déjà déployées dans des villes exemplaires, partout dans le monde. Il existe un réel besoin de les diffuser et les massifier afin d'enclencher une réelle transition. C'est la logique dans laquelle s'inscrit « Repenser les villes dans la société post-carbone ».

## 1. Introduction

Notre modèle socio-économique actuel, fondé sur l'exploitation des ressources naturelles – pour la majeure partie non renouvelables – et le progrès technique, semble s'essouffler. Les inquiétudes croissantes liées aux dérèglements climatiques illustrent parfaitement la nécessité de repenser notre modèle de développement.

Le cinquième rapport d'évaluation publié par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat réaffirme que d'importants changements climatiques ont actuellement lieu, et que ceux-ci sont d'origine anthropique (Giec, 2013). De plus, si elles ne sont pas fortement infléchies, les tendances observées sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) ne permettront pas de limiter le réchauffement planétaire à +2°C, comme cela avait été décidé lors du Sommet de Rio en 1992 (Giec, 2014). En effet, il est communément établi que, pour ce faire, les émissions de GES au niveau mondial devraient être réduites d'au moins 50 % d'ici 2050 par rapport à 1990. En prenant en compte le principe de responsabilité commune mais différenciée, énoncé dans la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), les économies industrialisées devraient alors diviser au moins par quatre leurs émissions de GES par rapport à 1990.

Pourtant, aucun accord global juridiquement contraignant n'a été signé depuis la fin de la première phase du protocole de Kyoto, freinant la mise en place de politiques ambitieuses de lutte contre le changement climatique. Toutefois, l'Union européenne fait de celle-ci, ainsi que de la promotion des énergies durables, une priorité de son agenda politique. En 2011, la Commission européenne publiait notamment sa « feuille de route vers une économie à faible intensité carbone à l'horizon 2050 » (CE, 2011) où elle définit une trajectoire coût-efficace pour diminuer de 80 %

les émissions de GES européennes, par rapport à 1990. Le Paquet Énergie-Climat de 2008, qui définit les objectifs de diminution des émissions de GES et qui vise à diminuer la dépendance des économies européennes à l'égard des énergies fossiles d'ici 2020, est également une première étape en ce sens. Le Paquet Énergie-Climat 2030, récemment adopté, prolonge ces objectifs.

Dans ce contexte, des « stratégies bas carbone » sont mises en place à différents niveaux. Au niveau français, cette ambition a notamment été portée par la voie législative. Les lois issues du Grenelle de l'environnement, adoptées en 2009 et 2010, constituent le cœur de cette législation. Leur section dédiée au changement climatique inscrit explicitement dans la loi l'objectif de réduction des émissions de GES de 75% en 2050, par rapport à 1990 – ce qui est communément appelé le Facteur 4. En pratique, ces lois ont mené au lancement d'un certain nombre d'initiatives, dans de nombreux secteurs, en vue d'améliorer l'empreinte énergétique des bâtiments, de réduire l'impact carbone des biens manufacturés, ou encore de diminuer les émissions de GES du secteur des transports. Par ailleurs, le projet de loi sur la transition énergétique pour la croissance verte est actuellement en discussion au Parlement. Il pose notamment des objectifs de moyen et long termes afin de lutter contre le changement climatique tout en réduisant la facture énergétique nationale.

Cependant, en dépit de cette volonté, il semblerait qu'engager une transition à la hauteur des enjeux appelle un effort accru. **Si les émissions françaises ont quelque peu baissé (MEDDE, 2013), les tendances actuelles ne sont pas cohérentes avec les objectifs de long terme<sup>1</sup>, et l'écart qui se creuse ne peut être rattrapé que grâce à**

<sup>1</sup> Ceci est aussi vrai au niveau global puisque les émissions de GES n'ont pas cessé de croître depuis plusieurs décennies (IPCC, 2014).

**des ruptures profondes** dans le fonctionnement de notre société. En effet, le « développement bas carbone » est, de manière générale, rattaché à une vision où les solutions sont à trouver dans le système actuel. En d'autres termes, les logiques de développement bas carbone visent à réduire les émissions de GES par le biais de progrès technologiques incrémentaux, ou via des changements de comportement liés aux signaux-prix. L'enjeu principal réside donc dans l'optimisation des processus existants. Un tel développement mènerait à des situations de blocage, sans permettre de réaliser les réductions d'émissions GES nécessaires – ni de manière efficiente (Vidalenc et Theys, 2011). Afin de refléter cette nécessité d'accompagner de profonds changements et des ruptures de tout ordre, nous préférons parler ici de transition vers un état « post-carbone » (CE, 2007). Ce concept explicite que toutes les facettes de nos activités socio-économiques devront évoluer de manière substantielle.

Concevoir des stratégies vers une société post-carbone ne se restreint pas uniquement à l'atténuation du changement climatique. Cela comprend aussi l'adaptation à celui-ci ainsi que d'autres problématiques afférentes à l'énergie, comme la recherche d'indépendance vis-à-vis des énergies fossiles – et plus particulièrement le pétrole. Ces défis ont des conséquences variées sur les populations et les territoires à plusieurs échelles (de la hausse de la facture énergétique des ménages à la sécurité énergétique du pays) et sur plusieurs temporalités (de la précarité énergétique de tous les jours à l'augmentation de la vulnérabilité résultant des impacts locaux relatifs au changement climatique). Bien que ces enjeux soient complémentaires, ils ne sont pas nécessairement convergents ; par conséquent, il est essentiel de bénéficier à la fois d'un éventail de politiques ainsi que d'une vision transversale. En d'autres termes, une transition vers une société post-

carbone doit être intégrée dans le concept plus général de durabilité, c'est-à-dire que tous les enjeux précédemment mentionnés doivent être analysés à l'aune des points de vue environnemental, économique et social.

Forts de ce constat, la Mission prospective du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE) et l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) ont copiloté pendant près de cinq ans un **programme de recherche intitulé « Repenser les villes dans la société post-carbone » (2008-2013)**. Il a permis d'étudier le rôle que les villes peuvent jouer dans la transition vers une société post-carbone, entre aujourd'hui et 2050, grâce à des recherches-action combinant des séminaires thématiques, la mise en place de scénarios et de la recherche appliquée sur le territoire. Même si ce programme s'est principalement intéressé au cas français, les résultats sont facilement appropriables par les autres pays Européens. Il est par ailleurs important de se rendre compte qu'à peine trente-cinq années nous séparent de 2050 ; c'est à la fois peu et beaucoup. Peu lorsqu'on considère l'espérance de vie d'une infrastructure urbaine, qui dépasse bien souvent cette durée. Toutefois, si nous regardons trente-cinq ans en arrière, nous nous situons approximativement au temps des chocs pétroliers (1973 et 1979), et de l'apparition des premières inquiétudes environnementales (par exemple avec la publication du rapport Meadows *Limits to Growth* (1972) ou l'organisation de la conférence de Stockholm, la même année). Les enjeux environnementaux et énergétiques ont donc été complètement bouleversés en trente-cinq ans ; c'est par exemple la période pendant laquelle le programme électronucléaire français s'est développé. En bref, 2050 laisse aussi des marges de manœuvre similaires à celles que nous pouvons trouver dans des visions de long terme.



Cet article vise à présenter la manière dont les questionnements relatifs aux villes et à leur transition vers une société post-carbone ont été abordés, et quels en ont été les enseignements. Il est structuré de la manière suivante. Après cette introduction sur la pertinence du concept de société post-carbone (**Section 1**), nous nous intéresserons aux raisons qui font que les villes sont déjà des éléments clés dans la transition qu'il requiert (**Section 2**). Nous exposerons ensuite les six sentiers de transitions qui ont été dessinés pour tendre vers une ville post-carbone en 2050 (**Section 3**), avant de présenter la manière dont les enseignements de ce programme de recherche peuvent aider à concevoir de nouveaux cadres pertinents dans l'élaboration de politiques publiques (**Section 4**).

## 2. Les villes dans la société post-carbone

Une société post-carbone aurait accompli, d'ici 2050, trois principaux objectifs : diviser par quatre ses émissions de GES, s'être adaptée à un changement climatique de +2 à +4°C et ne (presque) plus dépendre de l'utilisation d'énergies fossiles (surtout du pétrole). Les solutions mises en œuvre devront être de surcroît compatibles avec un développement durable, afin qu'elles aillent bien entendu dans le sens d'un meilleur futur (Figure 1).

Quel est le rôle des villes dans une telle transition ? Pourquoi le concept de « villes post-carbone » est-il important ? Telles sont les questions que nous traiterons dans cette section.

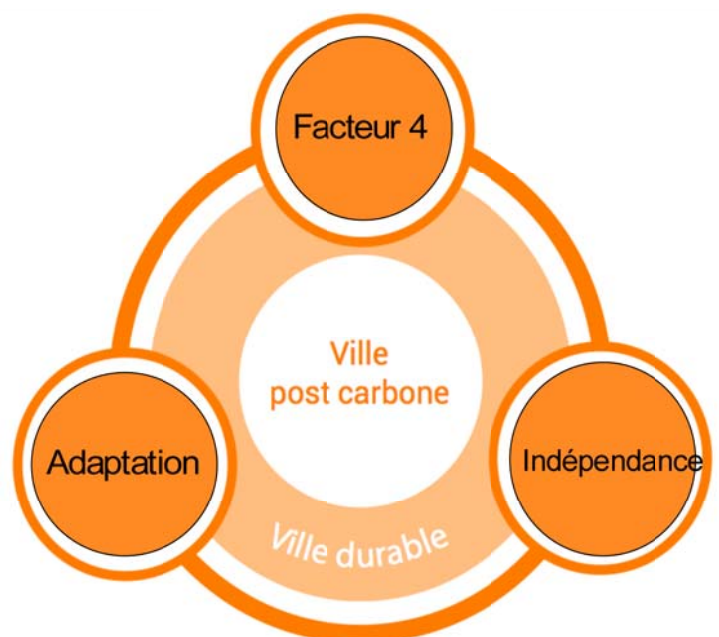


Figure 1. Les quatre dimensions de la ville post-carbone (MEDDE et Ademe, 2013)

### Les villes, bourreaux et victimes du changement climatique

Qu'est-ce qu'une ville ? Comme il n'en existe pas de définition universelle, la ville fera ici

référence à la région urbaine ; ces deux termes seront par conséquent utilisés de manière interchangeable. Le travail de recherche conduit a permis de couvrir une grande diversité de villes, qu'elles soient petites ou grandes<sup>2</sup>, avec des formes urbaines différentes et des contextes et problématiques qui leur sont propres. Ces villes ont été étudiées telles des entités connectées et intégrées à leur territoire. Comme cela a été précédemment évoqué, le périmètre est restreint aux villes françaises, même si plusieurs études de cas proviennent d'Europe, voire plus généralement des économies industrialisées (MEDDE et Ademe, 2013).

Deux principaux arguments font des villes un acteur-clé au niveau national. Le premier est celui de leur poids démographique, car plus de 80 % de la population française vit dans des aires urbaines, celle-ci ne représentant pourtant qu'environ 20 % de la surface du territoire national (Clanché et Rascol, 2011). De plus, selon les mêmes auteurs, les dynamiques d'urbanisation laissent entrevoir que ce poids démographique des villes devrait continuer de s'accroître dans le futur. En conséquence, comme les villes sont déjà – pour la majeure partie – construites en France, ce qui est en jeu est la transformation de la ville elle-même plutôt que sa création *ex nihilo*. Le second argument est économique. En effet, le poids des villes dans l'activité économique est essentiel: plus de la moitié du PIB français est réalisé dans les quinze plus grandes aires métropolitaines<sup>3</sup>, tandis que celles-ci contribuent également à 75 % de la croissance économique (OCDE, 2013). Enfin, il apparaît que 95 % de la population française vit dans une sphère d'influence urbaine (Brutel et Levy, 2011).

2 Pour donner un ordre de grandeur, les villes françaises auxquelles nous faisons référence ont une population qui varie de 100 000 à moins de cinq millions d'habitants.

3 >500,000 habitants

Par conséquent, les villes jouent un rôle majeur dans les consommations d'énergies ainsi que dans les émissions de GES nationales. Ceci est aussi vrai au niveau global, puisque **l'Agence internationale de l'énergie (2008) estime que les villes étaient responsables, en 2006, des deux tiers des consommations primaires d'énergie et de plus de 70 % des émissions mondiales de CO<sub>2</sub>, alors qu'elles ne comptent qu'un peu plus de la moitié de la population mondiale.** Toutefois, les données restent peu abondantes et ne sont pas harmonisées, ce qui complique les comparaisons entre elles. De plus, des différences existent dans la définition de la région urbaine étudiée, dans le périmètre de l'évaluation, ou dans leurs choix méthodologiques (OCDE, 2010). En guise d'illustration, les évaluations des émissions de GES pour la ville de New York (États-Unis) et pour celle d'Angers (France) renvoient à des résultats du même ordre de grandeur, alors qu'Angers a – entre autres – une population vingt fois inférieure (MEDDE et Ademe, 2013) ! Dans ce cas précis, la principale raison réside dans le fait que la première a uniquement considéré, dans son périmètre de comptabilisation, ses émissions territoriales tandis que la seconde s'intéresse à l'empreinte carbone de son territoire.

Si les villes sont d'une part, les principales responsables de la consommation d'énergie et des émissions de GES, **elles sont d'autre part exposées et vulnérables aux conséquences que cela induit : changement climatique et pression croissante sur les énergies fossiles.**

En effet, elles sont (et seront) tout d'abord plus affectées par les conséquences directes des dérèglements climatiques : réchauffement climatique, évolution de la répartition des précipitations, fréquence et intensité accrues des événements extrêmes (canicules, inondations, sécheresses, etc.)



ou encore élévation du niveau de la mer et des océans. Ces risques, qui vont très probablement s'accroître à moyen terme, seront portés par les collectivités locales qui devront donc se préparer à subir leurs répercussions financières (ESPON, 2010). Les îlots de chaleur urbains figurent parmi les principales inquiétudes des grandes aires métropolitaines à ce sujet. Sur le cas parisien, ces phénomènes peuvent faire monter la température en ville jusqu'à +10°C par rapport au tissu semi-rural proche (Sarrat *et al.*, 2006 ; APC et Météo-France, 2013). Par ailleurs, l'approvisionnement énergétique et le prix de l'énergie sont d'autres enjeux essentiels pour les villes françaises, qui importent la quasi-intégralité de leurs besoins en énergie primaire. À nouveau, au-delà de cet impact direct, le défi auquel les régions urbaines sont confrontées est de gérer ces problèmes en situation d'incertitudes ; elles sont en effet souvent incapables de prévoir dans quelle mesure elles seront touchées par ces événements (Hallegat *et al.*, 2007). Enfin, les problématiques liées à la sensibilité aux prix de l'énergie (appréciation et plus grande volatilité) auront aussi, si rien n'est fait, des impacts négatifs sur le bien-être des habitants. Mobilité contrainte, précarité et vulnérabilité énergétiques seront les principales difficultés qu'elles rencontreront. En fin de course, le risque d'augmentation des inégalités est réel. Il résulte notamment du fait que les ménages les plus pauvres sont en général plus touchés par une augmentation des prix de l'énergie (Symons *et al.*, 2002). Parmi eux, ceux qui vivent en zone semi-rurale seront encore plus sévèrement affectés du fait de leur dépendance à la voiture personnelle (AEE, 2011). C'est donc tout le métabolisme urbain qui serait menacé à moyen terme.

### Les villes comme principal moteur vers une société post-carbone

En résumé, les villes – spécifiquement en France, mais aussi partout dans le monde –

portent une claire responsabilité dans le changement climatique en cours, et devraient la conserver si leurs perspectives de développement ne changent pas de manière radicale. Malgré des barrières qui leur sont intrinsèques et qu'il est important de prendre en compte, de formidables opportunités existent pour aller dans ce sens.

Un « changement radical » s'opère, pour les villes, par le fait de penser différemment les formes urbaines, d'agir sur les comportements des citoyens et, *in fine*, **d'influencer le métabolisme urbain**. Cependant, ces leviers sont entravés par le fait que les villes sont dotées d'une très forte inertie. Childers *et al.* (2014) décrivent **une inertie des villes répondant à divers facteurs**. Le premier, et souvent le plus évident, est physique. Les structures urbaines sont déjà construites et les infrastructures peuvent être souvent comparées à l'exosquelette de la ville. Il est non seulement compliqué de modifier ce qui est déjà existant, mais c'est aussi très coûteux. C'est pourquoi nous pouvons considérer qu'une très grande partie de la ville de 2050 est déjà en place sous nos yeux. Le deuxième facteur est institutionnel et fait référence au mode de gouvernance des collectivités. En effet, les villes souffrent d'un système d'organisation « en silo », qui n'est pas approprié lorsque des réflexions sur le développement durable – et plus particulièrement sur le changement climatique – sont posées. Plus généralement, la gouvernance au niveau local et national pourrait être repensée, afin de favoriser l'émergence d'une vision de long terme, cohérente quelles que soient les strates étudiées – de la ville à l'Union européenne. Enfin, le troisième facteur est social, et a trait à la préférence générale des individus pour le *statu quo*, ou à défaut au changement tant qu'ils ne sont pas touchés par celui-ci. Ce facteur peut notamment être mobilisé pour expliquer l'existence de barrières sociales et sociétales pratiques, comme la faible acceptabilité des taxes environnementales (qui impactent les choix des consommateurs),

ou l'écart important entre la préoccupation environnementale déclarée par les citoyens et leurs actions concrètes en faveur de l'environnement.

Les recherches conduites dans le cadre du programme de prospective « Repenser les villes dans la société post-carbone » (MEDDE et Ademe, 2013) évoquent **un dernier type d'obstacle, lié au processus de décision dans un contexte d'incertitude**. Telle qu'elle est comprise ici, l'incertitude porte à la fois sur la mise en place de politiques climatiques (c'est-à-dire le manque de vision long terme quant aux réductions des émissions de GES ainsi que les étapes pour y parvenir), la faisabilité technique (le manque de retours sur expérience concernant les smart grids, le stockage de l'énergie ou les bâtiments à énergie positive, conduit à un manque d'information sur le coût et la performance réels de ces techniques) et enfin les perspectives économiques et financières (quel niveau de contrainte dans les finances publiques ? Quel niveau de chômage ? Quelles évolutions du pouvoir d'achat des ménages ?).

En dépit de ces obstacles, les villes offrent de grandes opportunités pour une transition vers une société post-carbone. Premièrement, l'action territoriale, parce qu'elle est menée au niveau local, est plus à même d'être efficace qu'au niveau national. Les responsabilités sont en effet plus aisées à établir, le suivi des projets et de leur conformité plus simple à effectuer, les interactions et interdépendances entre les parties prenantes plus faciles à cerner (MEDDE et Ademe, 2013). Deuxièmement, **les villes ont un rôle essentiel de laboratoire d'innovation à jouer**, plus particulièrement dans la mise en place de solutions technologiques à fort potentiel de répliquabilité. Par exemple, dans les systèmes énergétiques, le déploiement de véhicules électriques requiert de nouvelles infrastructures dont l'installation nécessite un

fort engagement de la part des collectivités locales. Troisièmement, les villes ont un rôle unique à jouer grâce à leur rôle institutionnel. Elles ont accès à des instruments de planification urbaine, notamment par le biais de la réglementation, permettant d'asseoir une vision de long terme de leur future organisation. Elles sont aussi capables d'organiser le métabolisme urbain, via leur prérogative sur les transports publics et la gestion de la mobilité locale, ou encore en assurant la cohérence des politiques de développement durable grâce à leur compétence dans le logement social, le chauffage urbain et la protection contre les risques naturels. Enfin, les villes peuvent aussi avoir recours à leur pouvoir économique et financier. Par exemple, la mobilisation d'une taxation différenciée selon l'usage des sols pourrait être un instrument permettant de dégager des ressources budgétaires tout en donnant une incitation pour modifier certains comportements ciblés (atténuation de l'étalement urbain, promotion de la réhabilitation énergétique de logements, économies d'énergie, etc.). Bien entendu, cette prérogative considérable doit être nuancée du fait de l'influence du secteur privé sur un grand nombre de ces leviers. L'enjeu sous-jacent réside probablement dans la création d'un dialogue constructif, entre les acteurs du territoire, sur des objectifs ambitieux pour un développement soutenable (Anguelovski et Carmin, 2011).

Une littérature croissante (Bulkeley et Kern, 2006 ; OURANOS, 2010 ; Bicknell *et al.*, 2009 ; Bulkeley *et al.*, 2009 ; Meeus et Delarue, 2011 ; Castán Broto et Bulkeley, 2013) s'est intéressée aux modes de gouvernance urbaine dans le cadre des enjeux liés au changement climatique. Il en ressort que les villes peuvent s'impliquer à travers cinq principaux niveaux d'action. Le premier, et plus basique, est celui de se gouverner soi-même. La ville peut alors tenter de s'ériger en tant que leader en étant exemplaire, en assurant la rénovation thermique des bâtiments publics ou en renouvelant sa flotte de véhicules par des

véhicules propres. À un deuxième niveau, elle peut endosser le rôle de fournisseur de services publics (transports publics, distribution d'énergie au niveau local, etc.) et donner des incitations fiscales et/ou économiques pour promouvoir des choix parmi les acteurs du territoire. Un troisième niveau, déjà précédemment décrit, est l'usage de l'autorité dans sa gouvernance. La planification urbaine, la politique de construction ou encore celle de mobilité durable figurent parmi les instruments ici mobilisables. Le quatrième niveau serait celui du rôle de la ville dans la coordination de l'action collective. D'autres instruments de planification peuvent ici être utilisés, à l'instar des partenariats public-privé, ou d'autres mesures favorisant l'innovation technique et/ou sociale. Enfin, en s'appuyant sur l'ensemble de ces quatre étapes, il est possible pour une collectivité locale d'accéder à un cinquième et ultime niveau : la ville comme catalyseur d'action et mobilisateur d'une grande diversité d'acteurs (secteur privé, société civile, experts, administration centrale) à différentes échelles (des citoyens locaux aux acteurs internationaux, grâce à des interventions éventuelles dans des réseaux appropriés).

### **Généraliser les bonnes initiatives**

Les villes, non seulement en tant que collectivités locales, mais aussi en tant qu'écosystèmes d'habitants, d'entreprises, de services publics et de gouvernements locaux, sont aujourd'hui reconnues au niveau international pour leur rôle primordial dans le combat contre le changement climatique. (UN-Habitat, 2009 ; OCDE, 2010 ; Banque mondiale, 2010). En s'appuyant sur des associations ou des réseaux actifs, à l'instar de Local Governments for Sustainability (ICLEI), l'Alliance Climat et Energy Cities, **des villes se sont volontairement impliquées dans des plans climat, des expérimentations pour une transition énergétique, des projets d'éco-quartiers,**

**ou plus récemment vers des « villes résilientes »** (Emelianoff et Mor, 2013). Certaines de ces initiatives sont devenues emblématiques<sup>4</sup>, mais ce mouvement général a des aspirations plus ambitieuses. En guise d'exemple, presque 6 000 villes européennes ont aujourd'hui signé la Convention des maires, et se sont donc engagées à dépasser les objectifs climatiques européens d'ici 2020, soit aller au-delà des -20 % de réduction de CO<sub>2</sub> par rapport à 1990<sup>5</sup>. Lorsqu'on considère le mouvement plus fondamental des « villes en transition » (Hopkins, 2008), une réelle dynamique est en train de s'imposer, même si celle-ci a plutôt lieu dans d'autres pays européens.

L'atteinte d'une société post-carbone dépendra de la coopération fructueuse entre les niveaux national et local. En France, les lois Grenelle de 2009 et 2010 sont une première étape dans cette direction. Elles ont étendu les Plans climat-énergie territoriaux (PCET), lancés en 2004, à toute collectivité de plus de 50 000 habitants et ont développé une grande variété d'incitations et de standards pour promouvoir une mobilité bas-carbone, la rénovation thermique des bâtiments, et la création d'éco-quartiers. Depuis, plus de 350 PCET – incluant de manière quasi-systématique une partie dédiée à l'adaptation au changement climatique – ont été mis en place et plus de 400 projets éco-quartiers ont été lancés. Bien que ces initiatives restent

4 Nous pouvons par exemple penser à Fribourg-en-Brigau et Hanovre en Allemagne ; Växjö, Malmö, Göteborg et Stockholm en Suède ; Bristol, Woking et l'éco-quartier BedZed (Beddington Zero [fossil] Energy Development) au Royaume-Uni ; Copenhague au Danemark ; Boulder au Colorado, États-Unis ; Masdar dans les Émirats Arabes Unis.

5 La Convention des Maires (pour une énergie durable et locale) a été lancée en 2008, soutenue par le leadership de la Commission européenne. Elle engage ses signataires à envoyer, dans l'année qui suit ladite signature, un plan d'action pour l'énergie permettant une réduction d'au moins 20 % de ses émissions de CO<sub>2</sub> d'ici 2020. Un rapport d'évaluation des activités conduites doit être envoyé tous les deux ans.

bien souvent techniques, peu participatives, et sont durement frappées par la crise économique, elles restent des forces motrices d'un changement de « culture urbaine ». Les difficultés ne doivent toutefois pas être ignorées. Les collectivités locales ne contrôlent en effet qu'une part infime des émissions de GES de leur territoire, soit environ 2 % provenant des bâtiments et infrastructures publics, ainsi que des services municipaux (Ville de Paris, 2007 ; Ville de Rennes, 2011). Ce chiffre peut atteindre 25 % si nous considérons le rôle un peu plus large qu'une ville peut embrasser, tel qu'il a déjà été explicité. La future loi sur la transition énergétique pour la croissance verte, en discussion au Parlement, saura probablement intégrer ces enjeux via les économies d'énergie et l'usage des ressources d'énergie d'origine renouvelable.

**Pour conclure cette section, malgré des obstacles pratiques auxquels elles doivent faire face, les régions urbaines ne sont pas seulement légitimes, mais ont aussi entre les mains à la fois la capacité politique et institutionnelle pour faire de la transition vers une société post-carbone une réalité. Au-delà du rôle à proprement parler des villes, l'articulation entre les différents niveaux institutionnels, mais aussi entre les différentes temporalités, sont essentielles. Dans ce contexte, se projeter en 2050 est particulièrement pertinent puisque, en plus de proposer une vision claire de ce qu'est une société post-carbone, c'est un horizon temporel à la croisée des problématiques énergie-climat d'une part, et des dynamiques urbaines d'autre part. Nous avons finalement vu que des initiatives existent déjà au sein des villes pour combattre le changement climatique.**

**Malheureusement, elles restent à l'étape de vitrine et ne sont pas encore diffusées plus largement, en dépit de l'action de réseaux comme l'ICLEI ou Energy Cities.**

**D'autres engagements volontaires, à l'instar de la Convention des maires, connaissent une dynamique positive mais ne sont pas assez massifs pour engager les régions urbaines vers une société post-carbone. C'est pourquoi il existe un véritable besoin de construire des scénarios cohérents avec cet objectif.**



### 3. Six scénarios pour comprendre la transition

Les objectifs français du Paquet Énergie-Climat européen seront très probablement atteints – voire dépassés – d’ici 2020 du fait des mesures d’ores et déjà engagées, mais aussi de la crise économique et sociale qui a touché le pays. Toutefois, des ruptures devront être amorcées afin de relever le défi d’une ville post-carbone ; et ces changements restent à mettre en œuvre.

#### *Rapide état de l’art des activités de prospective au niveau français.*

Pour cela, la transition vers des villes post-carbone ne peut pas se faire sans le développement de réflexions prospectives à propos des futurs possibles du système énergétique français, intégré aux problématiques climatiques (à savoir le Facteur 4 d’ici 2050<sup>6</sup>, objectif inscrit dans la loi, l’adaptation aux conséquences des changements climatiques et la déplétion des énergies fossiles). Trois principaux acteurs ont travaillé sur trois différents types de scénarios qui vont dans ce sens. Le premier est le ministère de l’Écologie, du Développement durable et de l’Énergie (MEDDE, 2011). Il a étudié les impacts potentiels des mesures inscrites dans les principales lois environnementales<sup>7</sup> (Grenelle I et Grenelle II), si elles étaient totalement mises en œuvre, sur les émissions de GES et sur la consommation d’énergie. Il en est ressorti qu’une réduction

6 Sauf mention contraire, l’année de référence sera dans la suite du document l’année 1990.

7 Une fois passé le Débat national sur la transition énergétique (en 2013), un projet de loi devrait être adopté courant 2015, dont le contenu n’est pas encore figé (les principaux objectifs actuellement en discussion sont : réduction de 30 % de la consommation d’énergies fossiles d’ici 2030 ; 32 % de renouvelables dans le mix énergétique et 40 % dans la production électrique en 2030 ; diviser par deux la consommation énergétique en 2050).

de 30 % des émissions de GES est possible en 2030, ce qui pourrait être cohérent avec les cibles de 2050, à la condition que les politiques et les investissements soient plus strictes à partir de cette date. Un deuxième acteur, l’Ademe (2012) a construit des scénarios jusque 2030 et des visions en 2050 fondés sur le Débat national sur la transition énergétique, qui a été mené en 2013 sur le territoire national. Ce travail prend en compte la mise en œuvre de toutes les meilleures technologies disponibles, des réglementations existantes, ainsi que de la propagation de pratiques aujourd’hui innovantes (le covoiturage par exemple), pour estimer que la demande d’énergie finale pourrait être diminuée de 20 % en 2030, tandis que les émissions de GES pourraient être 40 % en dessous des niveaux de 1990. Le troisième acteur principal est l’ONG négaWatt (2013), qui présente les travaux les plus radicaux sur des scénarios de décarbonation. Fondé sur trois principes – respectivement la sobriété, l’efficacité et les renouvelables – négaWatt a construit un scénario où, en 2050, la demande primaire d’énergie décroît de 65 % par rapport aux niveaux de 2010, et où les émissions de CO<sub>2</sub> sont seize fois inférieures à celles de 2010 !

Au-delà du cadre politique déjà en place<sup>8</sup> et des exercices de prospective déjà conduits, l’éventail des solutions qui a émergé aux niveaux local, national et européen est impressionnant. Toutefois, une rapide évaluation des projets en cours (plans climats, éco-quartiers, nouveaux services de mobilité, etc.), réalisés par certaines villes elles-mêmes (Emelianoff et Mor, 2013), montre un écart significatif par rapport aux efforts requis pour atteindre les objectifs 2050. En effet, **après être parvenu au seuil des -20 % de GES, la question « comment aller plus loin encore ? » reste trop souvent en suspens.** En réponse à cela, des scénarios de type

8 De nouvelles cibles communautaires sont adoptées dans le Paquet énergie-climat européen 2030.



Types de composantes	Items	A	B	C	D	E
<b>Contexte</b>	<b>C1. Régulation internationale (énergie-climat)</b>	Climato-sceptique	Tensions sur les ressources	Europe climatique	Climat compatible	Territoires climatiques
	<b>C2. Contexte économique national et international</b>	Crise et « big shift »	« Stop and go » et désendettement compétitif	Green New Deal	Protectionnisme socio-écologique	Nouvelle révolution technologique
<b>Transversale</b>	<b>C3. Politiques publiques nationales</b>	Priorité à la réduction des déficits et de la facture pétrolière	Continuation du Grenelle et croissance verte	Taxation carbone et régulations économiques	Politique de transition écologique	Priorité au social et à l'emploi
	<b>C4. Décentralisation et gouvernance locale</b>	Bonne gouvernance et simplification institutionnelle	Alignement sur le « modèle européen »	Pouvoir métropolitain	Autonomisme local et décentralisation énergétique	Recentralisation sélective
	<b>C5. Systèmes urbains (hiérarchie et structuration des villes)</b>	Ville-région et étalement urbain	Archipel de villes intermédiaires connectées	Métropoles denses en réseau	Solidarité « hinterland » et fracture géographique	Exode urbain
	<b>C6. Modes de vie et valeurs</b>	Consumérisme vert et rationalité économique	Souci de soi et repli identitaire	Différenciation communautaire	Société sobre et écologique	Urbanité solidaire et âge de la connaissance
	<b>C7. Adaptation au changement climatique et au réchauffement</b>	Sensibilisation du public	Régulation par l'assurance	Aménagement bioclimatique des territoires	Protection et défense	Transition des activités et résilience
<b>Thématique</b>	<b>C8. Systèmes productifs</b>	Spécialisation et concentration	Hautes technologies (dont technologies vertes) et PME innovantes	Nouvelle économie de service	Réseau d'économies régionales et locales	Exploitation des rentes et ressources territoriales
	<b>C9. Systèmes énergétiques</b>	Centralisé et carboné avec réduction de pétrole	Partiellement décarboné et fortement nucléarisé	Efficace, et très décarboné	Décentralisé et décarboné	Tout-renouvelable et sortie du nucléaire
	<b>C10. Politiques urbaines et foncières</b>	Urbanisme de projet et planification inopérante	Aménagement coopératif : urbanisme coordonné, négocié, compensé	Renouvellement urbain massif	La ville sur la ville : planification forte et fiscalité liée aux localisations	Planification écologique et nouvelles valorisations foncières
	<b>C11. Technologies de transport</b>	Transports performants et propres	« Light and slow »	Véhicules à vivre	Révolution des carburants alternatifs	Révolution des carburants alternatifs carbonés
	<b>C12. Politiques de mobilité</b>	Optimisation des déplacements et mobilité raisonnée	Rééquilibrage massif en faveur des transports collectifs	Régulation économique de la mobilité locale	La mobilité, bien commun en partage	Nouveaux paradigmes d'infrastructures
	<b>C13. Habitat et tertiaire (maîtrise d'œuvre)</b>	Rénovation légère et efficacité énergétique	Pari technologique	Réhabilitation massive, démolition et reconstruction	Mutualisation et réseau	Bio-logis et bioclimatique
	<b>C14. Politiques du logement</b>	France des propriétaires	Bouquet de services habitat-mobilité	État bâtisseur	Droit au logement	Coloc
	<b>C15. Politiques sociales et précarité énergétique</b>	Débudgétisation, privatisation, contractualisation	Allocation (efficacité équitable)	Priorité aux populations pauvres et précaires	Nouveaux droits et relance par le social	Solidarités locales et associatives

Figure 2. Le code génétique des scénarios, déclinés en quinze composantes. Un rappel synthétique des micro-scénarios.

*backcasting*<sup>9</sup> ont été construits. Plus particulièrement, leur but est d'appréhender la façon dont il est possible d'articuler des réponses technologiques avec des ruptures comportementales, qui sont en partie déterminées par des politiques et des mesures techniques, en vue d'atteindre des objectifs à la hauteur des ambitions (ici, la transition post-carbone).

### La méthode *backcasting* dans la construction des scénarios

Parmi ses activités, le programme de prospective « Repenser les villes dans la société post-carbone » a construit des scénarios en combinant une méthode *backcasting* – relative à une approche normative – (Lovins, 1976 ; Robinson, 1990) avec une méthode exploratoire (De Jouvenel, 2000). Le processus de ce travail consiste dans un premier temps à explorer les conséquences d'un set d'hypothèses diverses en fonction de différents contextes dans lesquels elles s'inscrivent. En d'autres termes, **il s'agit de créer, comparer et évaluer (partiellement) un certain nombre de stratégies pour atteindre la société post-carbone** (répondant aux trois objectifs déjà mentionnés, d'ici 2050). Le but n'est donc pas de décrire des images de la ville post-carbone en 2050, d'autant plus que la grande diversité de villes rendrait ce travail peu pertinent ; il est d'aller plus loin, en esquissant des stratégies et en provoquant le débat autour de celles-ci. Le travail vise donc à estimer les marges de manœuvre des différents acteurs de la ville et d'appréhender les opportunités et obstacles auxquels ils sont et seront confrontés. L'aboutissement de cet exercice est la création de trajectoires, ou cheminements, d'aujourd'hui à 2050, qui semblent plausibles pour les parties prenantes impliquées dans cet exercice.

9 La méthode dite de *backcasting* relève de la construction de scénario. Il s'agit de déterminer un futur souhaitable et d'explorer les différentes trajectoires qui permettent d'y parvenir.

De manière plus précise, le groupe de prospective dédié à la construction de scénarios a travaillé en deux étapes. Après avoir défini l'objectif souhaitable (la société post-carbone en 2050) le travail a consisté à identifier à rebours les cheminements permettant de l'atteindre.

En pratique, un groupe d'environ 25 experts (chercheurs, académiques, experts de l'énergie et praticiens de collectivités locales) provenant de plusieurs disciplines (économies, ingénieurs, urbanistes, etc.) s'est rencontré sur une base régulière (tous les deux mois pendant deux ans) au sein de groupes de travail. Leur travail a abouti à la création de 75 micro-scénarios (Figure 2), qui ont par la suite été agrégés en six « macro » scénarios finaux.

Le fait de travailler sur un horizon temporel lointain implique que deux facteurs jouent un rôle important – sinon essentiel – dans le design de stratégies : les incertitudes et la façon dont nous percevons le futur. C'est pourquoi les scénarios de transitions s'appuient principalement sur la manière dont les parties prenantes (et plus particulièrement les collectivités locales) perçoivent les incertitudes associées à telle ou telle situation, ainsi que la manière dont ils identifient leurs opportunités et leurs degrés de flexibilité – ou marges de manœuvre – au cours du temps. Par conséquent, **six scénarios contrastés ont été élaborés** et peuvent être représentés dans une matrice 3x2, dont les entrées sont donc, d'une part, le niveau de flexibilité perçue par les villes dans l'action (sur les instruments économiques, les infrastructures et la planification urbaines, ou sur les modes de vie et les formes urbaines) et, d'autre part, le type de contexte (tendanciel ou en faveur de l'innovation de rupture) (Figure 3). Par conséquent, les aspects économiques, techniques, culturels et sociaux peuvent – au moins en partie – être analysés dans les différents scénarios.

### Les six scénarios : une description qualitative

À partir de la Figure 3, il apparaît que : (1) en choisissant une ligne (c'est-à-dire un type de contexte), plus nous allons vers la droite du tableau, plus le degré de flexibilité perçu par les acteurs est grand ; (2) en choisissant une colonne (c'est-à-dire un type de marge de manœuvre), la deuxième ligne offre plus de liberté pour des changements de rupture tandis que la première ligne établit plus de contraintes. Dans la suite de cette

Ces deux premiers scénarios laissent une place déterminante au contexte national ou international. En d'autres termes, les incitations sont imposées aux collectivités locales, et portent généralement sur le prix de l'énergie ou du carbone, sur des nouvelles technologies ou des standards techniques, etc. Les signaux-prix y sont donc décisifs.

Le premier scénario, **Attentisme Intelligent**, donne la priorité à des stratégies « sans regret » et à d'autres mesures qui ne

		Degré de flexibilité pour l'action (croissant)		
		Par la technologie et les signaux-prix	Actions sur l'investissement urbain et la planification urbaine	Actions sur les formes urbaines et les modes de vie
Contexte	Référence	Scénario 1 Attentisme intelligent	Scénario 3 Nouvelles infrastructures climatiques et énergétiques	Scénario 5 Ville contenue
	Rupture (favorise l'innovation)	Scénario 2 Créativité carbone	Scénario 4 Biopolis	Scénario 6 Urbanité sobre

Figure 3. Six scénarios pour une ville post-carbone

sous-section, les scénarios seront présentés en choisissant les colonnes comme entrées, ou autrement dit en stabilisant un type de marge de manœuvre favorisant l'action. Pour plus de détails sur la mise au point de ce tableau, les rapports issus des groupes de travail sont disponibles dans la rubrique « Prospective » du site Internet su MEDDE (Futuribles, 2010 ; MANA, 2012).

**Dans une configuration initiale (scénarios 1 et 2), pour des raisons économiques, sociopolitiques ou financières, toute intervention massive sur l'habitat ou les infrastructures est jugée irréaliste.** À la place, les autorités locales, les entreprises et les habitants des villes font preuve de sagacité et adoptent une attitude réactive – et non proactive – en fonction des différentes incitations, contraintes et opportunités qui se présentent.

nécessitent pas d'investissements massifs. Les décisions sont prises avec beaucoup de précaution du fait du prolongement de la crise économique et financière d'une part, et du prix relativement faible du pétrole – entre aujourd'hui et 2025 – d'autre part. Bien qu'un tel scénario va dans le sens d'une plus grande prise de conscience du public et d'une meilleure mobilisation des acteurs ciblés, il mène vers 2030-2040 à une crise aussi brutale que globale.

La variante du scénario 1 est la **Créativité Carbone** (scénario 2). Ici, le contexte est plutôt en faveur d'un changement radical ; ceci se traduit concrètement par un fort signal-prix sur le carbone, que les agents économiques intègrent en modifiant leurs habitudes pour des comportements plus verts. Même si les instruments économiques – comme la taxe carbone – sont principalement mis en place aux niveaux national et communautaire, les collectivités

locales jouent un rôle important pour conduire des innovations locales et mettre en place une politique tarifaire (par exemple sur les péages urbains).

L'analyse de ces deux scénarios montre qu'il ne faut pas sous-estimer les effets qu'ils peuvent avoir sur les réductions des émissions de GES, et ce même si Attentisme

Intelligent mène à terme à une catastrophe.

Cependant, ils achoppent tous deux sur deux enjeux majeurs. Premièrement, parce qu'ils s'appuient sur les décisions prises aux niveaux national et international, ils restent vulnérables aux incertitudes de plusieurs

natures : physiques, technologiques, mais aussi économiques et

fiscales. Deuxièmement, ils mènent à de plus fortes inégalités et à d'autres problèmes sociaux, car la répartition des efforts sera très probablement inégale, reportée sur les ménages les plus pauvres qui n'ont pourtant pas les capacités de s'adapter ou d'avoir accès aux innovations souvent coûteuses.

**Une deuxième configuration envisage une transformation massive des infrastructures urbaines et énergétiques, dans un contexte centralisé ou décentralisé (respectivement les scénarios 3 et 4).** Des investissements conséquents sont réalisés dans la rénovation des bâtiments pour assurer leur faible niveau de

consommation d'énergie ; dans les systèmes énergétiques, afin qu'ils puissent supporter un mix électrique avec une grande part d'énergies renouvelables ; et plus généralement dans toutes les infrastructures, comme les transports publics ou collectifs, celles d'adaptation aux impacts du changement climatique, etc. Cependant, cette

deuxième configuration n'intègre pas dans ses raisonnements les changements d'habitudes, ni les changements de formes urbaines.

Le scénario 3 – **Nouvelles infrastructures climatiques et énergétiques**

**[NICE]** – est le scénario le plus proche du tendanciel en France, avec la mise en œuvre des mesures issues du Grenelle de l'environnement.

L'État est le principal leader et donne des incitations aux régions urbaines, aux énergéticiens et aux ménages, grâce à des boîtes à outils permettant d'encourager les investissements dans ce qui a été précédemment évoqué. La création de nouvelles institutions, comme une Banque publique de l'énergie (voir Podesta et Kornbluh, 2009, pour une proposition similaire) est un exemple éloquent de cette politique.

Le scénario 4, nommé **Biopolis**, vise à atteindre l'objectif post-carbone par le même moyen, mais dans un système d'organisation décentralisé. Les collectivités locales se réorganisent au niveau régional et acquièrent de nouvelles compétences, comme celle de la

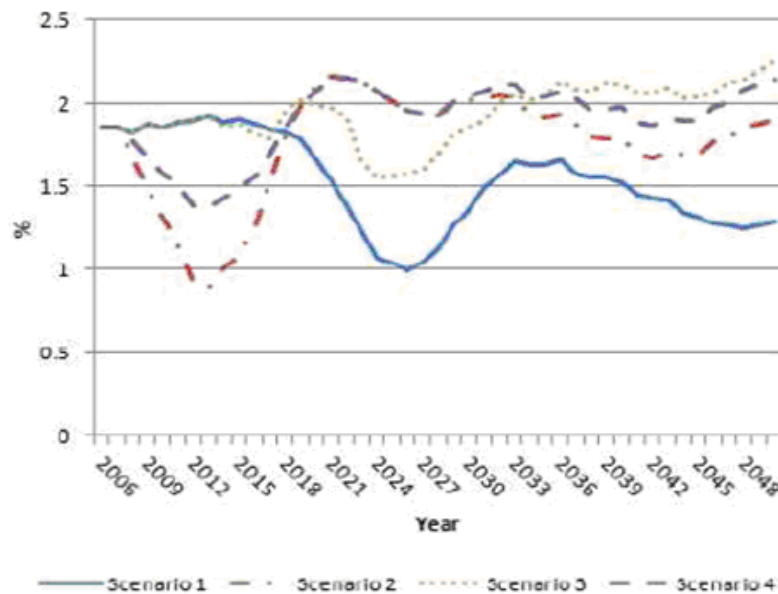


Figure 4.  
Évolution de la croissance du PIB sur la période 2006-2050 pour les scénarios 1 à 4 (Source: Cired, 2012).

production énergétique. La distinction entre les territoires urbains et ruraux devient chaque jour moins claire, tout comme celle entre la nature et l'environnement construit.

La transformation des territoires est donc au cœur de ces deux scénarios. NICE offre un grand potentiel pour la modernisation des villes, et plus spécifiquement des grandes villes. De plus, il entreprend des changements structurels qui influencent positivement de nombreux comportements. Par conséquent, le scénario 3 ressemble à

les politiques qu'ils nécessitent sont difficiles à mettre en œuvre, car elles requièrent des investissements massifs qui sont, par définition, très coûteux ; de surcroît, les solutions envisagées (ex : partenariats publics-privés, tiers financement, etc.) pourraient ne pas être efficaces, d'un point de vue climatique. Plus spécifiquement, Biopolis appelle à des changements institutionnels profonds pour assurer le transfert des compétences – et l'autorité fiscale – aux régions et pour résoudre les conflits d'usage des sols.

	Attentisme Intelligent	Créativité Carbone	NICE	Biopolis	Ville Contenue	Urbanité Sobre
<b>Croissance moyenne<sup>1</sup></b>	1,47 %	1,52 %	1,47 %	1,27 %	1,44 %	1,41 %
<b>Population urbaine en 2050 (en millions d'hab)</b>	30,5	33,8	39,7	12,8	57,6	29,7
<b>Réduction des émissions de CO2</b>	- 41 %	- 59 %	- 48 %	- 58 %	- 72 %	- 77 %

<sup>1</sup> La moyenne ne retranscrit pas les variations du PIB au cours du temps. Ainsi, la succession d'une période de crise économique et d'une embellie économique peut ne pas apparaître dans la moyenne.

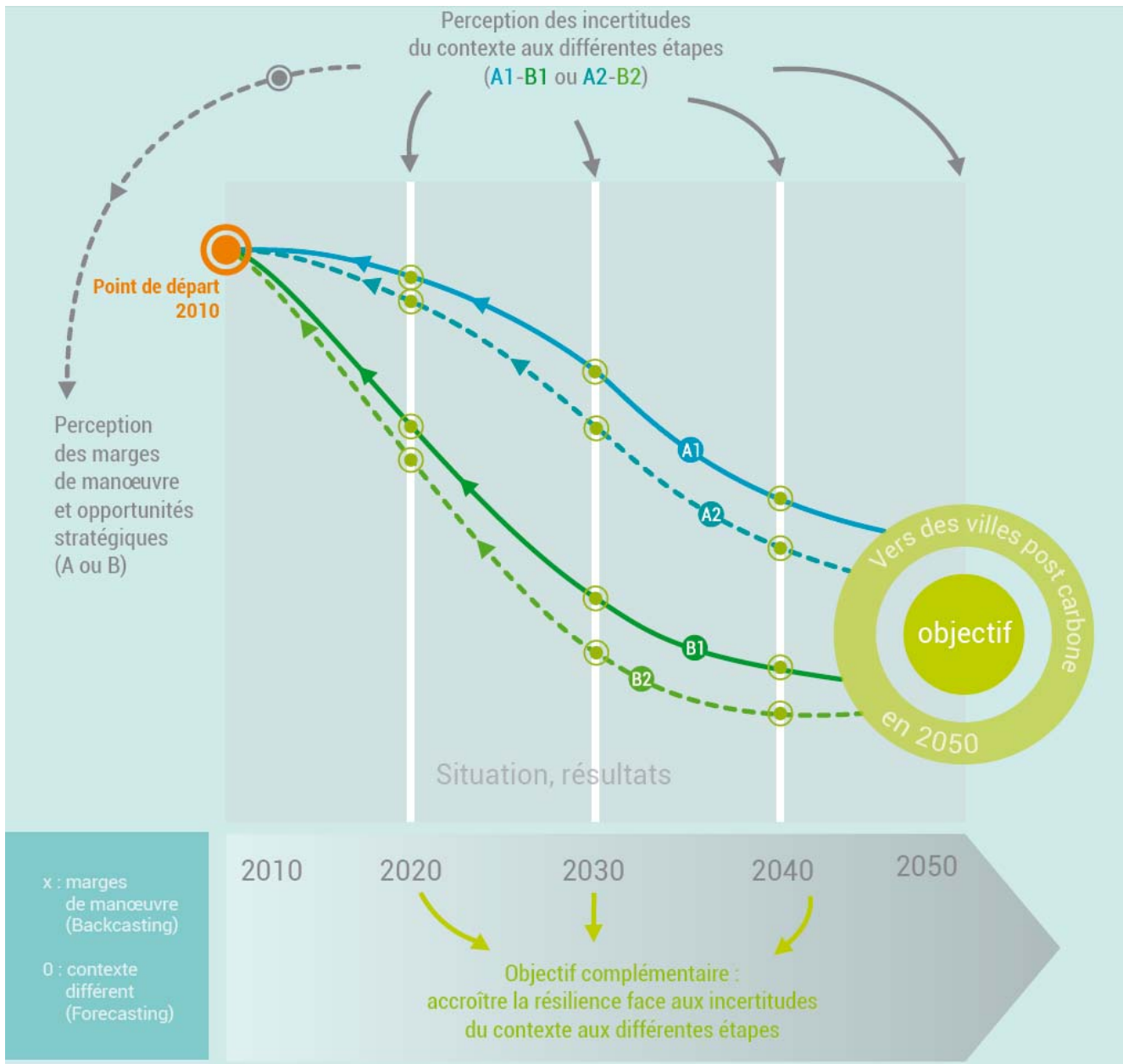
**Figure 5. Résumé des résultats de l'analyse quantitative des six scénarios par le modèle IMACLIM (Cired, 2012)**

un chemin évident vers une ville post-carbone. Biopolis dépeint quant à lui une « ville écologique », similaire à celle présente dans l'imaginaire collectif, et prend sérieusement en compte les inerties urbaines. Son pragmatisme se traduit par sa volonté de s'adapter aux changements climatiques – avec l'aide des services écosystémiques – et d'intégrer largement les énergies renouvelables dans son mix énergétique. Cependant, NICE et Biopolis souffrent des mêmes limites. Leur principal défaut est que ces scénarios conduisent tous deux à un étalement urbain non contrôlé. Une cascade de conséquences négatives s'ensuit, comme par exemple la hausse de la précarité énergétique ou de la vulnérabilité liée à une baisse subie de mobilité. De plus,

**Une troisième et dernière configuration (scénarios 5 et 6) explore les conditions et les impacts pressentis de changements importants dans les modes de vie et les formes urbaines.**

Dans la **Ville Contenue** (scénario 5), les collectivités locales et les urbanistes sont les principaux moteurs du changement pour la transition vers une société post-carbone. Ils utilisent les outils de planification de manière intégrée afin de traiter les aspects énergie-climat, inégalités et qualité de vie de manière simultanée. En guise d'illustrations, les projets de développement urbain sont déterminés par la présence de transports publics, et les compétences en termes de





**Figure 5. Méthode utilisée pour l'élaboration de scénarios : une approche stratégique de décision en situation d'incertitude.**

Cette figure vise à décrire la manière dont les scénarios ont été construits. La première étape a consisté à définir l'ensemble du système (les paramètres, les variables, etc.), et la façon dont il évolue en fonction du temps, grâce à une méthode de prospective exploratoire (forecasting). Cette étape a permis de décrire la ville post-carbone en 2050 (la cible à atteindre). Dans une seconde étape, une approche de prospective normative à rebours (backcasting) a été utilisée pour construire les scénarios à proprement parler. Dans le schéma ci-dessus, la couleur des courbes représentées (vertes ou bleues) représente deux différentes configurations, précédemment décrites dans cet article. Au sein d'une même couleur, la ligne pleine et celle en pointillé constituent les deux variantes d'une même configuration.

maîtrise foncière sont transférées aux intercommunalités afin de faire des choix cohérents au niveau territorial.

Enfin, dans l'**Urbanité Sobre** (scénario 6), les habitants eux-mêmes sont au cœur de changements profonds, en rupture avec les comportements actuels. Ils sont le principal moteur de la transformation des villes, via des modifications de leurs modes de vie. En pratique, ceci résulte de l'émergence de valeurs liées à l'écologie et à la frugalité, altérant ainsi la pure rationalité économique des agents. De nouvelles formes d'économies s'installent, à l'instar de l'économie du partage et de la fonctionnalité. À partir d'un moment, ces dynamiques nouvelles s'ancrent à tel point que de nouvelles contraintes, comme la carte carbone individuelle, sont largement acceptées. En 2050, c'est donc une nouvelle société qui a émergé.

Ici, les deux derniers scénarios permettent de minimiser la vulnérabilité face aux changements climatiques et à la dépendance aux énergies fossiles. Ils offrent également des opportunités uniques pour repenser, avec la participation des habitants, les bassins de vie pour les rendre plus attractifs, résilients et soutenables. Leur principal obstacle réside dans les hypothèses sur lesquels ils se fondent ; en effet, elles considèrent des transitions économiques actuellement difficilement concevables.

### **L'analyse quantitative : rôle et limite de la modélisation**

La construction de six scénarios et des six cheminements associés, d'aujourd'hui à 2050, fut un premier succès pour l'équipe de prospective du programme « Repenser les villes dans la société post-carbone » (voir Figure 6). Leur analyse qualitative, rapidement parcourue dans la section précédente, en fut un deuxième. Enfin, une dernière étape a consisté à combiner une analyse qualitative avec une évaluation quantitative (Figure 5). Cette section a pour

but de rendre compte de la manière dont ces deux méthodes d'évaluation ont été utilisées dans le programme de prospective, et de la façon dont elles peuvent contribuer à la mise en place d'un cadre cohérent pour l'élaboration de politiques publiques.

La modélisation est une façon de s'assurer de la crédibilité et de la robustesse des scénarios. C'est pourquoi un modèle macroéconomique hybride, le modèle IMACLIM (Cired, 2012), a été utilisé pour évaluer les conséquences de chacune des mesures locales sur les objectifs nationaux de réductions des émissions de GES et d'indépendance énergétique<sup>10</sup>.

Les scénarios précédemment décrits ont donc été traduits par un set d'hypothèses appliqué aux douze plus grandes « aires métropolitaines » françaises (en termes d'emploi et de population) ; ce module a ensuite été intégré à IMACLIM (Cired, 2012). C'est donc l'incorporation d'un modèle spatial à un modèle d'équilibre général calculable (CGE) qui permet d'étudier finement les relations entre formes spatiales – aux niveaux urbain et régional – dans le cadre de politiques climatiques (Sassi *et al.*, 2010).

À partir de cet exercice quantitatif, il a été possible d'obtenir des dynamiques intéressantes concernant les différents scénarios. Au-delà des chiffres en eux-mêmes, c'est l'ordre de grandeur qui nous intéresse ici.

La première configuration de scénarios (les scénarios 1 et 2) est particulièrement appropriée pour une telle analyse. L'Attentisme Intelligent (scénario 1) mène, vers 2025, à une forte baisse du PIB du fait de l'incapacité de l'économie à répondre à

<sup>10</sup> L'adaptation aux changements climatiques est complexe à évaluer d'un point de vue quantitatif, et encore plus via un modèle économique. C'est un critère plus subjectif, qui demanderait des bases de données qui sont peu disponibles aujourd'hui. En conséquence, cette composante n'a pas été intégrée à l'exercice de quantification.

des prix du pétrole élevés. L'organisation spatiale des villes est un facteur qui vient interagir en impactant à la fois la croissance économique et la consommation de pétrole. Après 2030, les grandes villes commencent à rétrécir et les « effets d'agglomération » (les besoins en investissements urbains, les capacités de transports et ses infrastructures, la productivité du travail) réduisent eux-aussi. Le scénario 2 (Créativité Carbone) est assez différent du premier puisque les prix élevés de l'énergie sont imposés dès le court terme, grâce à un signal-prix significatif sur le carbone. Par conséquent, le modèle montre une diminution importante du PIB à court terme, mais celui-ci repart rapidement à la hausse, pour atteindre de plus hauts niveaux sur la période 2020-2050 si on le compare au scénario 1.

Le scénario 4 (Biopolis) suit la même évolution que le scénario 2 jusqu'à 2020 mais, après cette date, le PIB s'accroît plus par rapport aux scénarios 1 ou 2 du fait du développement des agglomérations, qui bénéficie à l'économie dans son ensemble. Toutefois, la croissance du PIB est la plus importante dans le scénario 3 (Nouvelles Infrastructures Climatiques et Énergétiques), car, en plus de cette condition similaire, l'économie n'est pas contrainte par les prix du pétrole en début de période.

Plus généralement, **l'analyse quantitative a permis de souligner que la dimension spatiale de l'économie compte pour beaucoup dans les thématiques de sécurité énergétique et de rareté du pétrole.** Cette analyse diffère de la littérature existante, qui s'est plutôt intéressée à une approche globale et agrégée, en introduisant dans le modèle économique des dimensions comme la production, la consommation, les échanges, ainsi que les coûts externes liés aux territoires urbains pour plusieurs villes. Toutefois, si les scénarios 1 à 4 ont pu être analysés sans trop de difficultés (avec toutes les précautions nécessaires), les deux derniers scénarios n'ont pas pu faire l'objet

d'une évaluation aussi poussée. En effet, leurs hypothèses constituantes impliquent de nouvelles rationalités et de nouveaux types de relations entre les parties prenantes (en bref, un nouveau modèle économique). Au-delà des évolutions techniques et économiques, les changements d'origine culturelle doivent également être considérés.

**En résumé, il apparaît que la modélisation ne nous renseigne pas uniquement sur les ordres de grandeurs des différents sentiers de réduction des émissions de GES, mais qu'il atteste d'une cohérence globale des scénarios qui ont été construits. De plus, elle permet d'observer des convergences entre des actions et des mesures, ainsi que de découvrir des résultats parfois contre-intuitifs. D'un autre côté, les méthodes d'évaluation qualitative offrent plus de flexibilité pour la mise en place d'initiatives innovantes et créatives. En d'autres termes, approches qualitative et quantitative apparaissent très complémentaires ; de grandes synergies existent entre ces deux types d'évaluation, et un vrai « dialogue » commence entre ces deux disciplines.**

## 4. Quelques orientations pour l'action

La recherche prospective a montré une véritable diversité de cheminements possibles vers la ville post-carbone, mettant en évidence pour chacun d'entre eux leurs avantages et faiblesses. Cependant, une de ses principales conclusions est qu'**aucun des six scénarios ne parvient à atteindre tous les objectifs d'une société post-carbone. Autrement dit, une solution efficace devra être trouvée dans la combinaison de scénarios.** Par exemple, la Ville Contenue (scénario 5) est très compatible avec le scénario Créativité Carbone, NICE, ou Urbanité Sobre (respectivement les scénarios 2, 3 et 6)<sup>11</sup>.

Pour aller plus loin que ces premières conclusions, le programme de recherches « Repenser les villes dans la société post-carbone » avait aussi pour but de fournir aux décideurs un référentiel pratique pour leur permettre d'élaborer des stratégies cohérentes et efficaces au cours du temps. C'est pourquoi un « septième scénario » a été mis au point, dont le but est de souligner les principaux obstacles qu'une ville pourrait rencontrer, et les façons envisageables de les surmonter (au niveau local mais aussi au niveau global).

### Réflexions autour du septième scénario

La philosophie du septième scénario peut être résumée dans sept principes d'action pour les décideurs :

- Prendre en compte tous les objectifs de la ville « post-carbone » de manière intégrée, sans dissocier contraintes et opportunités ;
- Affirmer le rôle central des villes dans la

<sup>11</sup> De manière opposée, Biopolis et Ville Contenue d'une part, et Créativité Carbone et Urbanité Sobre d'autre part, sont des scénarios qui ont été construits selon des jeux d'hypothèses contradictoires.

transition vers des sociétés post-carbone, dans une perspective de gouvernance multi-échelle ;

- Bien distinguer, pour les articuler, les différentes temporalités d'action (besoin d'articuler trois types de temporalités, et ce malgré la crise actuelle : les urgences de court terme, la planification du moyen terme, et les stratégies de long terme) ;
- Différencier clairement plusieurs échelles d'intervention urbaine ;
- Segmenter les actions par « groupes cibles » ;
- Combiner innovation technique et innovation sociale, expertise et implication sociale ;
- Articuler stratégies de durabilité, de transition à long terme, et stratégies de résilience.

**Une brève description d'une transition réussie, entre aujourd'hui et 2050, pourrait consister en un cheminement se déroulant selon trois grandes étapes.**

**Le premier temps serait celui de l'amorçage.** En s'appuyant sur les débouchés du Débat national sur la transition énergétique<sup>12</sup>, le but est d'inscrire plus fortement et spécifiquement le thème des villes et sociétés post-carbone dans les débats locaux et nationaux, en le liant à des perspectives d'innovation et de réponse à la crise socio-économique. Le projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte, ainsi que l'appel à projets pour « 200 territoires à énergie positive »<sup>13</sup> vont par exemple dans cette direction.

Dans **un deuxième temps**, fort de l'expérience précédemment acquise, il serait alors possible de considérer **des réformes** de plus grande ampleur, notamment vis-à-vis des institutions actuelles, afin de donner aux villes les moyens de poursuivre des

<sup>12</sup> S'est déroulé sur l'ensemble du territoire entre 2012 et 2014.

<sup>13</sup> <http://www.territoires-energie-positive.fr>

politiques climatiques et énergétiques ambitieuses. Pour ce faire, elles ont besoin de bénéficier d'une plus grande autonomie dans le processus de prise de décision, ainsi que d'être en mesure de pouvoir traiter ces enjeux de manière intégrée. Travailler sur les transitions au niveau local est une grande opportunité pour moderniser les systèmes institutionnels locaux, la fiscalité, ou encore l'accès au logement social. Cela peut aussi participer à la clarification d'une vision de très long-terme pour le système énergétique français (au moins 2060), et donc de réfléchir plus loin que l'espérance de vie des centrales nucléaires actuelles.

**Le troisième et dernier temps n'est pas des moindres, puisqu'il s'agit de celui des mutations.** En effet, si les deux premiers temps ont posé les bases pour tendre vers des villes « bas-carbone », des transformations profondes sont encore requises pour atteindre une société « post-carbone ». Les modes de vie, l'organisation du travail ou même l'appropriation de la ville doivent être affectés ici. Plus généralement, c'est le modèle général de l'économie qui devra changer de manière significative. Une part importante du scénario 6 – Urbanité sobre – y est consacrée. En d'autres termes, les mutations en question ici ne sont pas uniquement liées à des politiques spécifiques, mais aussi à des aspects culturels, économiques et sociologiques de notre vie de tous les jours. Les principes auxquels nous aspirons sont donc les suivants : une société sobre, structurée par de nouveaux moyens de consommation et de production, de communication et de solidarité.

En guise de conclusion, le « septième scénario » fournit un cadre d'action permettant à tout territoire de définir son propre sentier vers une « ville post-carbone », cohérent avec un système global de gouvernance. Plusieurs principes d'action ont été rapidement présentés ici, et peuvent laisser penser que ce cadre d'action est à la fois lourd et difficile à

mettre en œuvre. Néanmoins, il est important d'insister sur le fait que la plupart de ces suggestions ont déjà été bien souvent avancées dans les débats publics et, dans certains cas, partiellement mises en œuvre. Surtout, ces principes constituent un agenda de long terme, et c'est pourquoi il est important de conforter la dynamique générale, qui est réellement amorcée.

Dans le contexte actuel de crises économiques et sociales, prendre en compte les risques auxquels vont de plus en plus être confrontées les villes en matière climatique et énergétique n'apparaît pas comme un objectif insensé. **La plupart des enjeux soulevés par la société post-carbone en 2050 existent déjà aujourd'hui, pour des villes et ses habitants :** l'énergie devient trop chère pour beaucoup, les déplacements contraints deviennent trop longs, les prix de l'immobilier et d'un logement parfois inaccessibles, etc. Le cadre offert est aussi, comme le montrent les scénarios, un levier considérable pour de l'innovation technologique, mais aussi sociale, culturelle et institutionnelle. Par conséquent, les villes françaises pourraient accroître leur attractivité et leur qualité de vie. En d'autres termes, les enjeux de la société post-carbone ne sont pas l'addition de contraintes supplémentaires, mais avant tout l'ouverture de nouvelles opportunités.



## Références

- Ademe, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (2012). *Contribution de l'Ademe à l'élaboration de visions énergétiques 2030-2050*.
- AEE, Agence européenne de l'environnement (2011). Environmental tax reform in Europe: implications for income distribution. *EEA Technical report*, 16.
- AIE, Agence internationale de l'énergie (2008). *World Energy Outlook*. OECD/IEA, Paris.
- Angelovski, I., Carmin, JA. (2011). Something Borrowed, Everything New: Innovation and Institutionalization in Urban Climate Governance. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(3), 169-175.
- APC (Agence Parisienne du Climat), Météo-France (2013). *L'îlot de chaleur urbain à Paris – un microclimat au cœur de la ville*.
- Banque mondiale (2010). *Cities and climate change: an urgent agenda*. World Bank, Washington DC.
- Banque mondiale (2011). *Guide to climate change adaptation in cities*. World Bank, Washington DC.
- Bicknell, J., Dodman, D. Satterthwaite, D. (2009). *Adapting Cities to Climate Change. Understanding and addressing the development challenges*. Earthscan Climate, Dunstan House, UK.
- Brutel, C., Levy, D. (2011). Le nouveau zonage en aires urbaines de 2020 – 95 % de la population vit sous l'influence des villes. *Insee première*, 1374.
- Bulkeley, H., Kern, K. (2006). Local government and the governing of climate change in Germany and the UK. *Urban Studies*, 43, 2237-2259.
- Bulkeley, H., et al., eds. (2011). *Cities and low carbon transitions*. London: Routledge.
- Castán Broto, V.C., Bulkeley, H. (2013). A survey of urban climate change experiments in 100 cities. *Global Environmental Change*, 23, 92-102.
- CE, Commission européenne (2007). *Towards a post-carbon society*. European research on economic incentives and social behavior, Conference proceedings, Bussels, 24 October 2007
- CE, Commission européenne (2011). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee, and the Committee of the regions. *A roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*. COM(2011) 112 final.
- Childers, D., Pickett, S., Grove, M., Ogden, L. (2014). Advancing urban sustainability theory and action: challenges and opportunity. *Landscape and Urban Planning*, 125, 320-328.
- Cired (2012). *Prospective quantitative des dynamiques urbaines : enjeux, obstacles et leviers de la ville 'post-carbone'*. Rapport final du programme de recherche « Repenser les villes dans la société post-carbone », 89p.
- Clanché, F., Rascol, O. (2011). Le découpage en unités urbaines de 2010 – L'espace urbain augmente de 19 % en une décennie. *Insee première*, 1364.
- De Jouvenel, H. (2000). A Brief Methodological Guide to Scenario Building, *Technological Forecasting and Social Change*, 65, 37-48.
- Emelianoff, C., Mor, E. (2013). Société post-carbone : les villes pionnières. *Futuribles*, 392, 27-41.
- ESPON (2010). *Scientific Dialogue on Cities, Rural Areas and Rising Energy Prices – First ESPON 2013 Scientific Report*. ESPON, Luxembourg.

- Futuribles (2010). *Repenser les villes dans la société post-carbone : construction de scénarios contrastés de transition vers la ville post-carbone*. Interim report, 310p.
- Giec, Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2013). *Climate change 2013 – The Physical Science Basis, Fifth assessment report, volume 1*. IPCC, Geneva.
- Giec, Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2014). *Climate change 2014 – Mitigation of climate change, Fifth assessment report – Summary for policy makers, volume 3*. IPCC, Geneva.
- Hallegatte, S., Hourcade, J-C., Ambrosi, P. (2007). Using climate analogues for assessing climate change economic impacts in urban areas. *Climatic Change*, 82, 47-60.
- Hopkins, R. (2008). *The transition handbook: from oil dependency to local resilience*.
- Lovins, A.B. (1976). Energy strategy: the road not taken. *Foreign affairs*, October 1976.
- MANA (2012). *Six scénarios de transition vers des villes post-carbone*. Final report, 2012.
- MEDDE, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2011). *Scénarios Prospectifs Énergie-Climat-Air à l'horizon 2030*.
- MEDDE, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2013). *Climate and energy efficiency policies – Summary of France's undertakings and results*.
- MEDDE (Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie), Ademe (2013). *Repenser les villes dans la société post-carbone*. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Repenser-les-villes-dans-la.html> [dernier accès le 08/02/2015].
- MEDDE (Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie), Ademe (2013). *Cahier de recherches : Repenser les villes dans la société post-carbone*. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Repenser-les-villes-dans-la.41568.html> [dernier accès le 08/02/2015].
- Meeus L., Delarue E. (2011). *Mobilizing Cities towards a Low Carbon Future: Tambourines, Carrots and Sticks*. European University Institute, RSCAS, 2011/04.
- NégaWatt (2013). *Scénario négaWatt 2011*.
- OCDE, Organisation de coopération et de développement économiques (2010). *Cities and climate change*. OECD, Paris.
- OCDE, Organisation de coopération et de développement économiques (2013). *Regions at Glance 2013 – Country profile: France*.
- OURANOS (2010). *Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques – Guide destiné au milieu municipal québécois*.
- Ville de Paris (2007). *Le bilan carbone de Paris – Bilan des émissions de gaz à effet de serre*.
- Podesta, J., Kornbluh, K. (2009). *The Green Bank: financing the transition to a low-carbon economy requires targeted financing to encourage private-sector participation*. Center for American Progress, Washington DC.
- Ville de Rennes (2011). *Le Plan Climat-Énergie Territoire de la ville de Rennes*.
- Robinson, JB. (1990). Futures under glass: a recipe for people who hate to predict. *Futures*, October 1990.
- Sarrat, C., Lemonsu, A., Masson, V., Guédalia, G. (2006). Impact of urban heat island on regional atmospheric pollution. *Atmos. Environ.*, 40, 1743-1758.

- Sassi, O., Crassous, R. Hourcade, JC., Gitz, V., Waisman, H., Guivarch, C. (2010). IMACLIM-R: a modeling framework to simulate sustainable development pathways. *International Journal of Global Environmental Issues*, 10, 5-24.
- Symons, E., Speck, S., Proops, JL. (2002). The distributional effect of carbon and energy taxes: the cases of France, Spain, Italy, Germany and UK. *European Environment*, 12, 203-212.
- UN-HABITAT (2009). *Climate change, the role of cities – Involvement, influence, implementation*.
- Vidalenc, E., Theys, J. (2011). Le territoire, un levier complémentaire pour l'atteinte du facteur 4, *Revue Développement Durable et Territoires*, [Vol. 2, n° 1 | Mars 2011 : Facteur 4](#),

**Commissariat général au développement durable**

Délégation au développement durable

Tour Séquoia

92055 La Défense Cedex

France

Retrouver cette publication sur le site :

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/developpement-durable>

## Résumé

La stratégie Europe 2020 de l'Union européenne identifie le changement climatique et les énergies durables comme l'une des priorités d'action. Dans ce contexte, le concept de transition vers une « **société post-carbone** » prend tout son intérêt, puisqu'il s'agit d'atteindre trois objectifs d'ici 2050 : diviser par quatre les émissions de GES, par rapport à 1990, être quasi-indépendant de l'utilisation des énergies fossiles et s'adapter aux changements climatiques en cours. Bien entendu, ces trois objectifs doivent s'inscrire dans un développement soutenable de nos sociétés.

Les travaux de prospective traitant des enjeux climat-énergie n'intègrent que rarement une approche territoriale. Cet article, qui s'inspire directement du programme de recherche interdisciplinaire « Repenser les villes dans la société post-carbone », contribue à affiner cette perspective en répondant à deux principales questions : **quel est le rôle des villes dans cette transition ? Comment peuvent-elles mener à une société post-carbone ?**

La première question permet de voir que, si les villes sont à la fois victimes et bourreaux des changements climatiques, elles présentent aussi des leviers uniques pour engager un territoire dans une transition post-carbone. La seconde question a quant à elle donné lieu à un travail de scénarisation de la ville, impliquant chercheurs, experts et collectivités territoriales. Ainsi, six trajectoires contrastées ont été élaborées pour refléter la complexité du métabolisme urbain, mais aussi pour comprendre, grâce à des analyses qualitatives et quantitatives, les forces potentielles en œuvre entre aujourd'hui et 2050.

Les résultats de ces travaux font émerger trois enjeux essentiels pour la transition vers une société post-carbone. Tout d'abord, la soutenabilité de nos sociétés ne sera atteinte qu'avec la combinaison d'**innovations techniques et sociales**. Ensuite, la **modification des comportements et des modes de vie** est une composante importante afin d'assurer la résilience de nos sociétés à moyen et long termes. Enfin, la **cohérence globale des processus de transition** doit être recherchée, à la fois concernant les différentes temporalités (court, moyen, long termes) et les échelles spatiales (de l'individu au niveau global).

Avant tout, ce programme de recherche s'est fondé sur une myriade d'initiatives déjà déployées dans des villes exemplaires, partout dans le monde. Il existe un réel besoin de les diffuser et les massifier afin d'enclencher une réelle transition. C'est la logique dans laquelle s'inscrit « Repenser les villes dans la société post-carbone ».



Dépôt légal : Mars 2015  
ISSN : 2102-4723