

Repenser les villes dans la société post-carbone



Repenser les villes dans la société post-carbone

⊙ Auteurs

Jacques THEYS

Enseignant à l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Jacques Theys a été, jusqu'à sa retraite en 2011, responsable de la Mission Prospective du Ministère de l'Ecologie et du Développement durable mise en place après la fusion - en 2007 - des Ministères de l'Ecologie et de l'Equipement. Il fut, à ce titre, à l'origine du programme « Repenser les villes dans la société post-carbone ».

Éric VIDALENC

Éric Vidalenc est animateur de la prospective au Service Economie et Prospective de l'ADEME. Il a copiloté à partir de 2009 le programme « Repenser les villes dans la société post-carbone ».

Remerciements

Cet ouvrage est le fruit d'une collaboration de plus de trois ans entre la Mission prospective du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie et le Service Economie et Prospective de l'ADEME. Il n'aurait pu être réalisé sans l'engagement constant de ces deux services, mais aussi du soutien, au sein des deux institutions précédentes, du Commissariat Général au Développement Durable (Délégation au développement durable et Direction de la recherche) au Ministère et de la Direction Exécutive Stratégie, Recherche International à l'ADEME.

Même s'il n'engage que ses deux auteurs, le document résulte, pour l'essentiel d'un travail collectif qui a mobilisé de nombreux experts, chercheurs, et acteurs locaux, nationaux ou internationaux. Il n'est pas possible de rappeler ici les noms de tous ceux qui y ont contribué : membres du groupe de prospective, intervenants lors des séminaires thématiques, chercheurs impliqués dans la vingtaine de recherche du programme « Repenser les villes dans la société post-carbone », laboratoires, services ou agences d'urbanisme engagées dans la collaboration avec les six villes françaises. Mais nous voulons exprimer notre reconnaissance à chacun de ceux qui ont bien voulu ainsi apporter leurs analyses, leurs réflexions ou leurs expériences - en étant conscient de n'avoir pu refléter que très partiellement la richesse de tous ces apports individuels.

Outre les responsables concernés du Ministère de l'Écologie et de l'ADEME, nos remerciements vont, plus particulièrement, à quelques personnes ou institutions sans lesquelles ce rapport ou le programme qu'il synthétise n'aurait pu exister :

- Serge Wachter, ancien conseiller scientifique à la Mission prospective, qui a contribué au lancement du programme dans sa première année,
- Cyria Emélianoff et Elsa Mor, qui ont notamment animé les dix séances du séminaire « Villes post-carbone » ;
- Véronique Lamblin de Futuribles et Stéphane Chevrier de MANAA qui ont coanimé le groupe de prospective et largement contribué aux six scénarios ;
- les agences d'urbanisme de Tours, Mulhouse et Grenoble et les services (collectivités, agences de l'énergie...) impliqués de Lille, Fontainebleau et Plaine commune ;
- Nathalie Etahiri, l'actuelle responsable de la Mission prospective, qui assure aujourd'hui la coanimation du programme ;
- et enfin Sarah Jarnoux qui a assuré la maquette de l'ouvrage.

SOMMAIRE

Introduction

- 01. À trente cinq ans de 2050 - et trente cinq ans aussi après l'émergence politique du risque climatique | page 9
- 02. Vers des sociétés post-carbone : quels enjeux à quels horizons ? | page 13
- 03. Les villes au cœur de la transition vers des sociétés post-carbone | page 16

1 : Les villes dans la société post-carbone : raisons et controverses

- 01. La ville post-carbone : de quoi s'agit-il ? | page 33
- 02. Facteur 4, adaptation, sortie des énergies fossiles : raisons et controverses autour de la transition « post-carbone » | page 41
- 03. Quelles responsabilités et quel rôle pour les villes dans la société post-carbone ? | page 54
- 04. Des dynamiques déjà largement engagées : diversité et limites des expériences locales | page 87
- 05. Les villes et les autres acteurs de la transition : une articulation des responsabilités et des visions à organiser | page 101

2 : Vers des villes post-carbone : décider face à l'incertitude

- 01. Décider face à l'incertitude : l'esprit et la méthode des scénarios | page 128
- 02. Le système et ses variables : une cartographie des tendances, ruptures et marges de manœuvre « possibles » | page 132
- 03. Six scénarios de transition vers la ville post-carbone : un regard transversal | page 147

3 : Les six scénarios : contextes et cheminements

- 01. Scénario 1 : ATTENTISME INTELLIGENT | page 162
- 02. Scénario 2 : CRÉATIVITÉ CARBONE | page 176
- 03. Scénario 3 : NOUVELLES INFRASTRUCTURES CLIMATIQUES ET ÉNERGÉTIQUES [NICE] | page 195
- 04. Scénario 4 : BIOPOLIS | page 147
- 05. Scénario 5 : LA VILLE CONTENUE | page 228
- 06. Scénario 6 : URBANITÉ SOBRE | page 242

4 : le « septième scénario » : quelques orientations pour l'action

- 01. Les scénarios : quels résultats ? Quelques éléments d'évaluation quantitative | page 267
- 02. Les dynamiques facteurs de blocage et leviers possibles pour une transition vers des villes post-carbone : éléments d'évaluation qualitative des scénarios | page 272
- 03. Le septième scénario : quelques orientations pour l'action tirées de l'analyse prospective | page 285

Annexes

- Les recherches du programme « Repenser les villes dans la société Post-carbone » | page 298
- Les séminaires du programme « Repenser les villes dans la société Post-carbone » | page 299

Préface

La France s'est résolument engagée dans une politique de transition énergétique et d'adaptation au changement climatique. Dans cette optique, l'année 2014 sera cruciale car elle donnera naissance à l'adoption de la loi de programmation sur la transition énergétique, structurant ainsi la politique énergétique française des dix prochaines années.

Souvent trop marginalisées dans les débats, les dimensions spatiale et temporelle seront pourtant décisives pour une transition réussie. D'abord parce que l'ampleur des transformations à accomplir est telle qu'elles ne peuvent s'inscrire que dans une perspective de plus long terme, mais aussi parce que les décisions énergétiques et changements climatiques auront un impact territorial évident.

« **Repenser les villes dans la société post-carbone** » combine ces deux angles territoriaux et temporels afin d'offrir des éléments de réflexion nouveaux pour accompagner la transition urbaine. Pragmatique, cet ouvrage offre des visions plurielles du futur – représentées par six scénarios – avec pour finalité de proposer des recommandations pratiques. De plus, dans l'objectif d'être au plus proche des véritables enjeux de la ville post-carbone, cet ouvrage a la particularité d'avoir associé experts, équipes de recherche et collectivités locales. C'est pourquoi il est destiné à l'ensemble des acteurs de la ville, du chercheur au bâtisseur, du local au global : collectivités, ministères et services ministériels, conseils régionaux et généraux, établissements publics, entreprises, chercheurs, etc.

L'élément essentiel est la place centrale conférée aux villes et leurs territoires dans la transition vers des sociétés post-carbone. En effet, les régions urbaines représentent deux tiers de la consommation d'énergie nationale et des émissions de gaz à effet de serre qui lui sont liées, et sont amenées tendanciellement à accroître leur responsabilité dans cet horizon temporel. Elles sont de surcroît exposées aux impacts du changement climatique et dépendantes des énergies fossiles. Elles possèdent toutefois des moyens

d'action uniques qu'elles peuvent mettre en œuvre en articulant les trois dimensions du développement durable. La gestion de la mobilité et l'orientation des règles d'urbanisme étant deux exemples éloquentes où se conjuguent dimensions économique, sociale et environnementale.

Cet ouvrage a une double ambition : celle de montrer non seulement qu'il est possible de transcender les inerties des systèmes urbains, pour autant qu'on redouble d'efforts dès à présent, mais aussi - et surtout - l'ambition de présenter plusieurs chemins possibles de transition à long terme vers des villes post-carbone. Pour ce faire, il s'inspire des efforts concrets déjà engagés par les villes afin d'inscrire les politiques existantes dans une perspective à 2050.

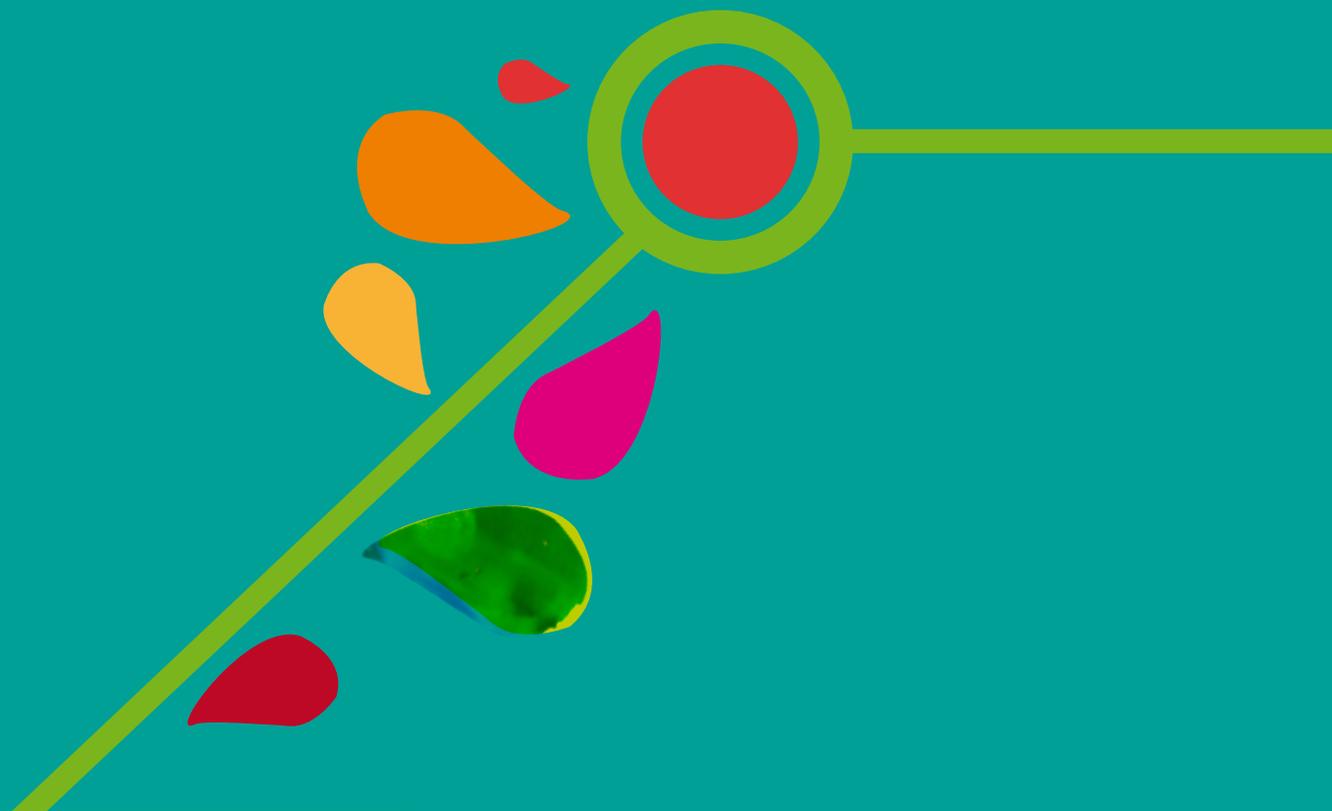
Les scénarios, portés par l'action collective, articulent bien les différentes échelles et associent autant les approches par l'innovation technique que par l'innovation sociale, tout en mettant l'accent sur les outils économiques et non économiques, l'action publique et l'investissement des entreprises.

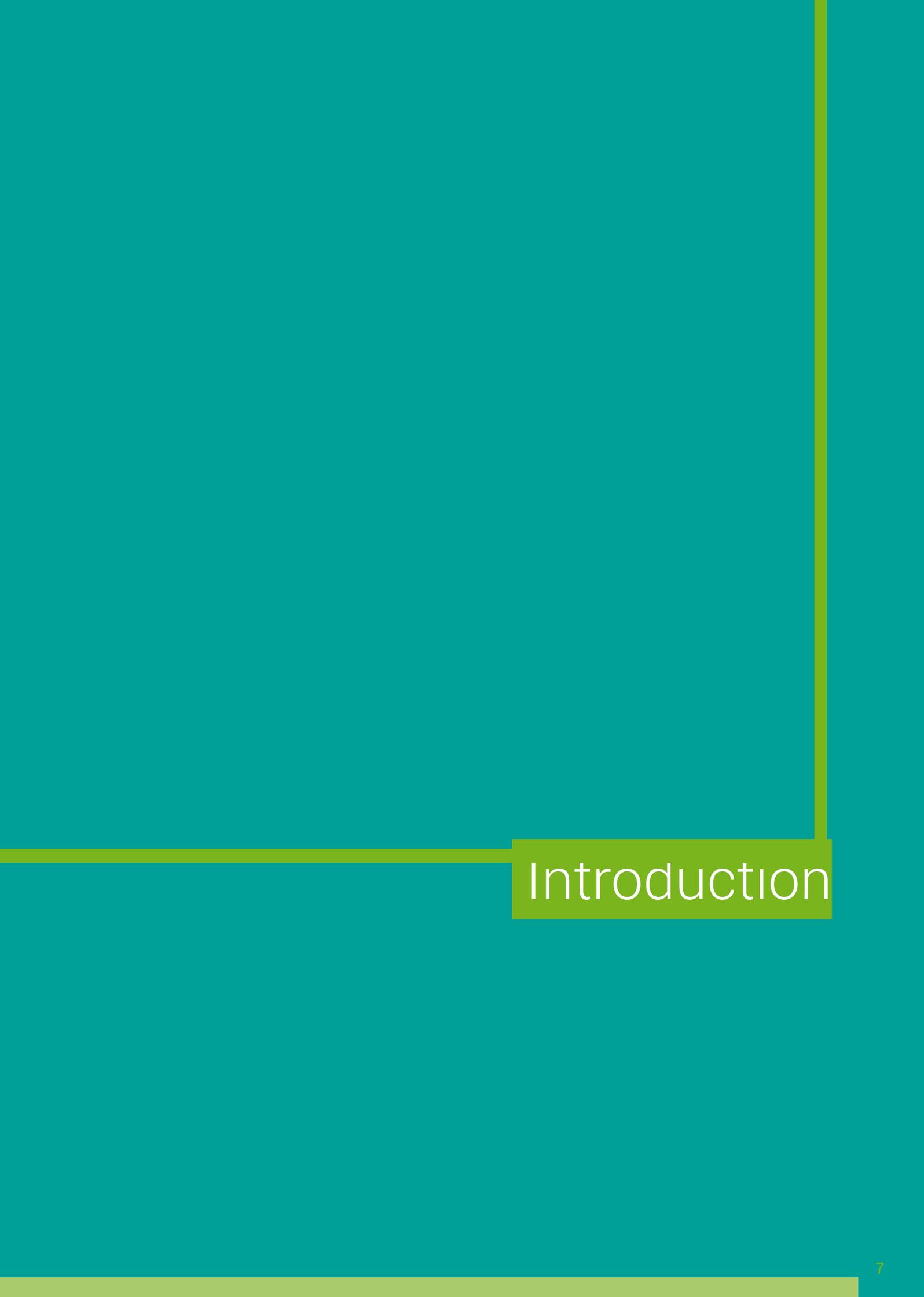
Au regard du siècle, cet horizon 2050 permet de donner un sens en termes de transitions climatique et énergétique et d'organiser les continuités entre action à court, moyen et long terme. Et c'est sans doute la première fois qu'un tel effort est fait pour articuler ainsi les actions en cours, celles qui sont programmées à moyen terme et les trajectoires ou visions de long terme.

« **Repenser les villes dans la société post-carbone** » est, par la grande richesse de l'information mobilisée, un document de référence et une matière à débat indispensable pour tous les acteurs nationaux ou locaux impliqués dans la transition énergétique et climatique des années à venir. Issu d'une collaboration exemplaire entre l'ADEME et le MEDDE, il est aussi l'occasion de rappeler le poids de la prospective dans la réflexion sur les politiques publiques de transitions.

Jean-Paul ALBERTINI
*Commissaire Général
au Développement Durable*

Bruno LECHEVIN
Président de l'ADEME





Introduction

Introduction

En à peine un peu plus de cinq ans - marqués également par la crise économique et financière - trois événements majeurs pour l'ensemble de la planète se sont produits simultanément : pour la première fois la population urbaine mondiale a dépassé celle des campagnes ; le prix du baril de pétrole s'est durablement fixé à près de cent dollars par baril ; et la concentration de dioxyde de carbone, le principal gaz à effet de serre, a franchi le seuil symbolique de 400 ppm - symbole d'un nouveau pas important vers le réchauffement climatique. La dynamique des villes, celle du climat, celle aussi de notre dépendance aux énergies fossiles semblent d'autant plus inexorables qu'elles s'entretiennent mutuellement : l'image qui vient à l'esprit est celle de paquebots géants ou de supertankers dont il semble impossible d'infléchir le cours¹. Chacun a bien conscience que ces trois dynamiques sont et vont être de plus en plus liées. Mais les inerties propres à chacune sont si fortes que les croiser - comme il est indispensable de le faire - semble une tâche insurmontable...

Paradoxalement, c'est pourtant à l'échelle des villes que l'appréhension des questions climatiques et de dépendance au pétrole semble aujourd'hui s'affirmer le plus. C'est en s'appuyant sur ces mouvements qu'a été lancé fin 2008, début 2009, le programme « ville post-carbone ». Il repose sur l'idée que les retards dans la prise en compte des questions climatiques ou énergétiques ne sont pas seulement dus à l'importance des controverses, à la divergence des intérêts ou à la difficulté de mettre au point de nouvelles technologies ; mais aussi au manque de vision relativement claire des changements à promouvoir à l'échelle concrète des territoires et des modes de vie quotidiens. Il s'agit donc de contribuer à l'élaboration de ces cheminements, avec une contrainte, celle de l'horizon 2050, et un souci : celui de montrer que dans les désormais 35 ans qui nous en séparent, plusieurs chemins réalistes et attractifs sont possibles...



01 À trente-cinq ans de 2050 - et trente-cinq ans aussi après l'émergence politique du risque climatique

Un peu plus de 35 ans nous séparent de 2050. Pour tous ceux confrontés à la crise actuelle, pour lesquels l'horizon se mesure en nombre de mois, une distance quasi infinie. À l'échelle de la transition énergétique et climatique à venir, une période, en revanche, extrêmement courte - l'espace d'une génération. C'est dans cette articulation des deux crises - économique et climatique (ou énergétique) - et des deux horizons - 2015 et 2050 - que se situe le présent exercice de prospective « Repenser les villes dans la société post-carbone ».

Trente-cinq ans, c'est aussi exactement le temps qui s'est écoulé depuis l'émergence dans le débat public et scientifique de la thématique du changement climatique², et le deuxième choc pétrolier de 1979 - venant amplifier celui de 1973. Dans la lancée des décisions prises en 1974 - développement de l'électricité nucléaire, économies d'énergie, première réglementation thermique - le système énergétique français a connu une révolution silencieuse qui, très schématiquement, a permis de stabiliser (et même légèrement réduire) la consommation d'énergies fossiles et les émissions de CO₂, malgré un plus que doublement de la richesse nationale³. Débouchant sur le résultat remarquable d'une des plus basses émissions de gaz à effet de serre par habitant des pays développés, toute cette longue période n'a donc pas été perdue. Mais les politiques suivies en sont restées essentiellement à des actions sur l'offre et - dans une moindre mesure - sur l'efficacité énergétique.

Elles se sont ainsi très peu attachées à maîtriser, en amont, les causes structurelles de l'augmentation de la demande : la localisation de l'habitat et des activités économiques, l'évolution de la mobilité, l'isolation des logements, la structure des consommations alimentaires... Il est intéressant de remarquer que c'est au moment où était lancé à grande échelle le programme nucléaire et prises les premières mesures d'efficacité énergétique qu'a commencé également l'accélération de l'étalement urbain⁴. En conséquence, la vulnérabilité aux évolutions des prix des énergies fossiles est restée très forte, avec une facture énergétique atteignant en 2012 le record historique de près de 70 milliards d'euros - environ 3% du PNB⁵ - soit l'équivalent du déficit commercial constaté la même année. Il faut ajouter que, même très loin de la Chine ou des États-Unis, la France n'en reste pas moins, au bout de cette période, dans les quinze pays les plus émetteurs de gaz à effet de serre au monde et surtout très loin, en émissions par habitant, de ce qui serait équitable en 2050⁶.

Au tournant des années 90-2000, face aux constats de plus en plus alarmants des scientifiques, et surtout après le troisième choc pétrolier de 2003-2008, un consensus s'est opéré - en Europe mais aussi, d'ailleurs, dans la plupart des pays du monde - sur la nécessité d'accélérer et de franchir une nouvelle étape. Pour la première fois des objectifs quantitatifs ambitieux ont été fixés d'abord à l'horizon 2012 (Protocole de Kyoto), puis à 2020 (« 3 fois 20 » européens⁷), et surtout à 2050 (division par quatre des émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990 dans les pays les plus développés). Tant en Europe qu'en France (Loi POPE⁸, Grenelle de l'environnement), un tournant politique a été engagé visant non seulement à accélérer les mesures d'efficacité énergétique de la période précédente, mais aussi, beaucoup plus radicalement, à donner, cette fois-ci, la priorité aux énergies alternatives et à la maîtrise de la demande.

Encart 0.1

QUELQUES REPÈRES HISTORIQUES

Octobre 1973 - juin 1974 : 1^{er} choc pétrolier (multiplication par cinq de prix du pétrole)

1974 : programme nucléaire, création de l'Agence pour les Économies d'Énergie, première réglementation thermique.

1979-1981 : deuxième choc pétrolier (nouvelle multiplication par 2,7 du prix du pétrole, équivalent de 100\$ 2008 en 81)

1980 : première conférence mondiale sur le climat ; rapport Global 2000 au président Carter mettant, pour la première fois l'effet de serre sur l'agenda politique américain et mondial.

1987-1988 : Conférences de Villach, Bellagio et Toronto, qui esquissent les premiers objectifs de réduction des gaz à effet de serre à atteindre (20% d'ici 20-25 ans ; puis 80% à l'horizon 2050 pour les pays développés).

1988 : création du GIEC (IPCC) sous l'égide du PNUE et de l'OMM (Organisation mondiale de la météorologie).

1989 : Sommet de la Grande Arche (G7) évoquant pour la première fois le thème du changement climatique ; échec du projet de création d'une autorité internationale de préservation de l'atmosphère (déclaration de La Haye).

1990 : premier rapport du GIEC, création de l'ICLEI, d'Alliance Climat et d'Energy Cities.

1992 : Conférence de Rio : Agenda 21 (avec un volet sur les collectivités locales) et Convention sur le Climat.

1993 : Campagne européenne des villes pour la protection du climat.

1994 : Charte d'Aalborg sur les villes durables.

1997 : Loi Laure (qualité de l'air), Protocole de Kyoto (objectif de réduction à l'horizon 2008-2012 de 5% des émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990 pour les pays développés (objectif de stabilisation pour la France).

2003 : début de la remontée du prix du pétrole, après le « contre choc pétrolier » des années 80-90, introduction de l'objectif de « facteur 4 » dans la stratégie nationale de développement durable (division par quatre des émissions d'ici 2050)

2004 : Plan climat national, lancement des premiers « Plans Climat-Énergie territoriaux ».

2003-2008 : troisième choc pétrolier (multiplication par 5 du prix du pétrole, 147 \$ par baril en juillet 2008)

2005 : Loi de programmation et d'orientation sur la politique de l'énergie (loi POPE). Inscription dans cette loi de l'objectif de « facteur 4 » en 2050 (-75% de GES par rapport à 1990).

2006 : lancement par Rob Hopkins du mouvement des villes en transition en Grande Bretagne.

2007 : Conférence de la Commission européenne sur « La société post-carbone » (Bruxelles). Création du Ministère de l'Écologie, du développement durable et de l'énergie fusionnant les ministères de l'environnement et de l'équipement.

2008 : Paquet Énergie - Climat (objectif, à l'horizon 2020, des 3X20 : 20% d'économies d'énergie, 20% d'énergies renouvelables et 20% de réduction des gaz à effet de serre). Lancement par la Commission européenne de la Convention des Maires pour une énergie locale durable.

2007-2010 : Grenelle de l'environnement (consultation puis lois de 2009-2010), confirmation de l'objectif de « facteur 4 », division par 3 des normes thermiques sur les bâtiments neufs, Plans Climat-Énergie Territoriaux rendus obligatoires pour les villes de plus de 50 000 habitants d'ici 2012, soutien aux énergies renouvelables (tarif d'achat...)

2008 : crise des subprimes, faillite de Lehmann Brother, début de la crise financière, puis économique.

2009 : échec de la Conférence de Copenhague, crise du système multilatéral de régulation de l'effet de serre ; début de l'exploitation du gaz et pétrole de schiste aux États-Unis.

2011 : création de l'ONERC, puis publication du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique.

2012 : lancement fin 2012 du Débat National sur la Transition Énergétique à l'horizon 2025 (objectif de réduction à 50% de la part du nucléaire dans l'électricité).

C'est dans ce contexte de crise pétrolière, de débat sur le Grenelle et de préparation de la conférence de Copenhague - qu'à la suite d'un colloque organisé en septembre 2007 par la Commission européenne⁹ - est née l'idée d'un programme sur « les villes dans la société post-carbone ». S'appuyant sur des dynamiques locales déjà largement engagées, ce programme reposait sur la conviction que la transition énergétique et climatique ne pouvait s'envisager avec des chances de succès sans intégrer la réalité des sociétés et des territoires urbains. Il s'agissait donc d'aller au-delà des politiques classiques d'offre, mais aussi des approches traditionnelles de la demande par secteur (les transports, le bâtiment, l'industrie) pour intégrer cette dimension territoriale souvent marginalisée par les spécialistes de l'énergie et du climat.

À la crise pétrolière et des matières premières du milieu des années 2000 a malheureusement rapidement succédé la crise économique et financière de 2008. En cinq ans le contexte a complètement changé, avec à la fois les effets de la dépression économique mais aussi ceux de l'échec de Copenhague et du développement de l'exploitation massive des gaz et huiles de schiste aux États-Unis. Les contraintes énergétiques

se sont, en apparence, desserrées... et les marges de manœuvres réduites. Mais, comme en témoigne le débat lancé fin 2012 sur « la transition énergétique »¹⁰, cela n'a pas fondamentalement remis en cause les prémices sur lesquelles ce programme reposait : ni le risque climatique, ni la menace d'une raréfaction des ressources pétrolières n'ont disparu ; et durant cette période la conviction que les villes avaient un rôle majeur à jouer dans les transitions énergétiques et climatiques futures a plutôt été renforcée que réduite. Dans un monde qui connaît des bouleversements économiques, techniques, écologiques et culturels majeurs, la notion de « société post ou bas carbone » - avec les contraintes mais aussi les innovations qu'elle devrait susciter - s'inscrit toujours parmi les perspectives de changement que chacun ressent comme nécessaires pour le futur. En revanche, il apparaît avec beaucoup plus d'évidence que les stratégies à long terme indispensables dans ce domaine vont être conditionnées par leur capacité à répondre - aussi - aux urgences de court terme. Plus encore que l'articulation des échelles spatiales, c'est celle des temporalités qui est, en conséquence, au centre du programme « villes post-carbone ».



Le quartier en montagne, Phosphore IV, © Copyright : EIFFAGE / POMA / Pierre Gautier architecture et associée / Dassault Systèmes
« DES VILLES ET DES HOMMES - CONTRIBUTIONS DU LABORATOIRE PHOSPHORE D'EIFPAGE À LA VILLE DURABLE »

02 Vers des sociétés post-carbone : quels enjeux à quels horizons ?

Aborder les questions d'énergie et de climat, c'est en effet se situer dans une multiplicité de temporalités qu'il va s'agir - dans les décennies à venir - d'articuler le plus intelligemment possible - avec des rythmes physiques, d'investissements, ou de transformation socio économiques et des territoires extrêmement différents. D'un côté, l'horizon court de la crise économique, des perspectives de hausse des prix de l'énergie, des risques d'accroissement de la précarité énergétique. De l'autre, à l'échelle du siècle, - et c'est celle dans laquelle se situe ce rapport - la perspective de transition vers des sociétés post-carbone, dans lesquelles, comme le suggère le **graphique 0.1**, tiré des scénarios les plus récents élaborés par Shell¹⁾, une part majeure de notre énergie proviendra des énergies non fossiles. Et, entre les deux, l'horizon de la crise climatique, pour laquelle les deux décennies prochaines seront décisives.

Comme toutes les transitions énergétiques majeures, ce passage à d'autres énergies ne se fera pas sans instabilités, conséquences ou contraintes importantes. Mais il va aussi ouvrir des opportunités nouvelles considérables. Tout va dépendre, dans l'équilibre entre ces coûts et ces avantages, de la manière dont cette transition pourra ou pas être conduite et, plus précisément, dont seront pris en charge trois enjeux majeurs :

- d'abord l'enjeu technico-économique avec des questions liées à l'innovation, au financement des investissements, à la construction des marchés, aux restructurations industrielles et des emplois, au positionnement international ;
- ensuite l'enjeu sociétal, avec la possibilité, à partir de cette transformation, d'aller vers des modes de vie, des organisations urbaines, des niveaux d'inégalités, et finalement des types de société très différents, comme le suggère très schématiquement **l'encart 0.2**, tiré de travaux sur la société post-carbone au Japon ;

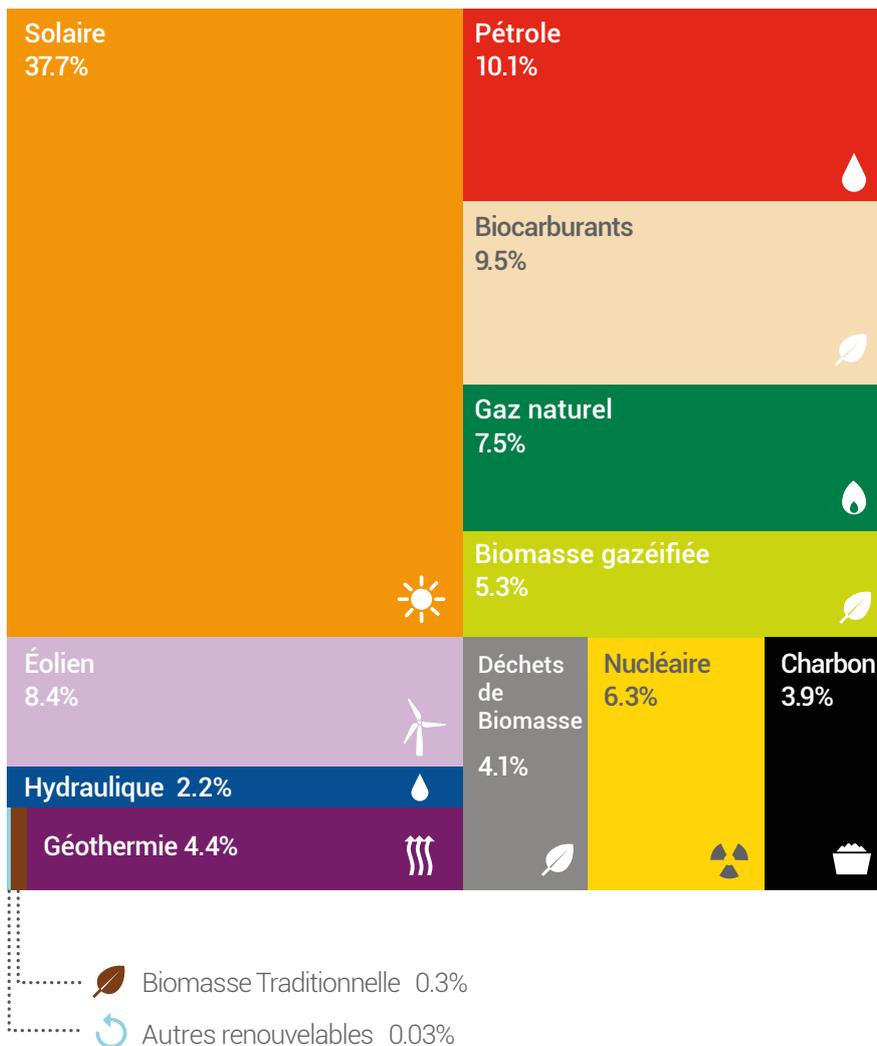
et enfin, et peut être prioritairement, l'enjeu environnemental et climatique, car selon la vitesse et la façon dont cette transition se fera (en épuisant ou pas une bonne part des énergies fossiles encore disponibles), cette transition conduira soit à un réchauffement climatique modéré, soit à des hausses de température d'éventuellement 4 à 6 degrés, avec des conséquences qu'on ne sait pas évaluer, et qui s'étendront sur plusieurs siècles.

Selon la façon dont chacun s'investira, et surtout dont les différents acteurs parviendront ou pas à trouver des solutions collaboratives, la transition vers des sociétés « post-carbone » sera source d'opportunités multiples ou au contraire de contraintes, à un moment, insurmontables. Or sur chacun des grands enjeux qui viennent d'être cités (l'économie, les modes de vie, la vitesse de la transition et ses implications climatiques, la maîtrise et le choix des infrastructures), le rôle des villes sera central.

Graphique 0.1

VERS UNE SOCIÉTÉ DU SOLAIRE EN 2100 UNE VISION DE LA SHELL

SOURCE : SHELL, NEW LENSES. 2013



DEUX VISIONS DE LA SOCIÉTÉ POST OU BAS CARBONE VUES DU JAPON

SOURCE : 2050 JAPAN LOW CARBON SOCIETY, 2007

Vision A

Vif/Rapide, axé sur la technologie

Urbain/Individuel

Rupture technologique
Production centralisée

Confortable et Pratique

2%/an de croissance du PIB/habitant



Vision B

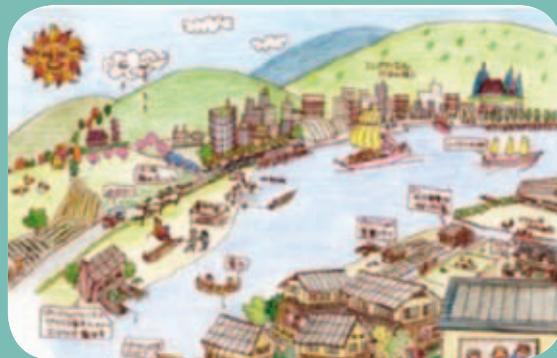
Lent, axé sur la nature

Decentralisé/Communautaire

Autosuffisant
Produire et consommer localement

Valeurs sociales et culturelles

1%/an de croissance du PIB/habitant





03 Les villes au cœur de la transition vers des sociétés post-carbone

Traditionnellement, les questions d'énergie et de climat ont été et sont souvent encore abordées sous les seuls angles de l'offre et des émissions ou consommations par secteur... sans véritable prise en considération de la géographie. En 2007, par exemple, le rapport Stern, l'une des références mondiales en matière climatique, ne consacrait ainsi à la ville que quelques pages sur plus de 650¹². Ce n'est que récemment que la dimension territoriale ou urbaine s'est, à l'inverse, très progressivement imposée. Comme on le verra, ce sont les collectivités locales elles mêmes qui y ont d'abord contribué, en lançant - dès le début des années 90 - des expérimentations ou en s'organisant en réseaux de « villes bas carbone ». Puis les États ont pris le relais, en imposant, par exemple, comme en France, l'élaboration de « Plans Climat-Énergie Territoriaux ». Mais il a fallu attendre 2008 pour qu'un rapport officiel de l'Agence internationale de l'énergie¹³ donne la mesure réelle de l'enjeu et fasse prendre conscience de cette réalité : **les territoires urbains contribuent pour plus des deux tiers à la consommation mondiale d'énergie et**

pour plus de 70% aux émissions de gaz carbonique.

De plus en plus étalées, les villes sont aussi de plus en plus dépendantes du prix et de la disponibilité du pétrole ou des énergies fossiles ; et, comme l'épisode de canicule de 2003 l'a montré en Europe, particulièrement vulnérables au réchauffement. Même si ce qui leur est réellement imputable est discutable, et si les collectivités locales ne sont responsables que d'une partie de ce qui se passe dans les régions urbaines, on peut faire ainsi l'hypothèse que c'est dans les villes que se décidera demain le succès ou l'échec de la transition nécessaire vers des sociétés « post-carbone ».

À l'échelle mondiale, ce constat du poids majeur des villes dans la crise énergétique ou climatique, mais aussi de leur vulnérabilité toute particulière est une évidence. Avec la généralisation des technologies de l'information et le basculement de la puissance vers les pays émergents, l'urbanisation est l'un des moteurs les plus déterminants - pas toujours perçu à sa juste mesure - de la transformation du monde

actuel. En 1950, 70% de la population mondiale était rurale, et à peine un peu plus de 700 millions de personnes vivaient dans les villes. Un siècle plus tard - en 2050 - 70% de cette population sera urbaine et les villes concentreront près de 6 milliards et demi d'habitants¹⁴. **Entre 2000 et 2050, c'est ainsi tout un « un second monde urbain »¹⁵, équivalent en taille à tout ce qui existait avant cette date qui sera construit (3 milliards de personnes)**. Si l'on tient compte à la fois des dépenses énergétiques liées à la mise en place de ces nouvelles infrastructures urbaines (estimées au total à 350 trillions de dollars)¹⁶, des modes de vie et de déplacement qui leurs sont liés, et surtout de leur durée de vie... il n'est pas difficile d'imaginer pourquoi la manière dont sera conduite cette urbanisation va constituer un enjeu d'importance centrale pour les générations futures.

À l'échelle d'un pays comme la France, dans lequel la transition urbaine est beaucoup plus avancée, la question est plus ouverte, mais cela ne contrebalance pas toutes les raisons qui font que, là aussi, une intervention des villes dans les questions climatiques et énergétiques y est indispensable :

- d'abord, la concentration de la population et de la richesse y est encore plus forte que dans la plupart des pays émergents, avec plus de 80% des habitants et des bâtiments, près des 2/3 de la mobilité automobile, plus de 70% de la consommation d'énergie finale... et une exposition aux conséquences du changement climatique en proportion de cette démographie. De plus en plus étalées - avec par exemple, une proportion de la population habitant à plus de vingt kilomètres de leur lieu de travail passée en vingt cinq ans (entre 1982 et 2008) de 13% à 28%, les villes françaises sont de plus en plus vulnérables au prix et à la disponibilité de pétrole ;
- ensuite, contrairement à une idée reçue, la transition urbaine n'y est pas achevée ; et dans les décennies à venir les villes françaises vont continuer à évoluer et à se transformer profondément. Elles vont notamment devoir accueillir d'ici 2050, une part importante des 10 à 11 millions d'habitants supplémentaires que comprendra la France¹⁷ ; mais aussi s'adapter à des transferts de population et d'activités importants, se rénover, moderniser leurs infrastructures... En ordre de grandeur, il est ainsi possible d'avancer qu'**entre un tiers et un quart de « la ville de 2050 » n'existe pas encore aujourd'hui, ce qui laisse des marges de manœuvre** non négligeables pour des actions structurelles, y compris sur les formes urbaines ;
- c'est aussi à l'échelle locale, et à elle seule, que pourront le mieux être mobilisés plusieurs des leviers qui conditionneront la réussite de la transition énergétique future : la gestion de la mobilité, le logement social, le foncier, la protection contre les risques, une part majeure de la fiscalité et des réseaux, l'organisation des filières de rénovation, l'aménagement du temps et de l'espace, l'économie de proximité... - avec des marges de progrès importantes en termes d'efficacité, de sobriété et de protection des populations les plus vulnérables ;
- enfin, il ne faut pas oublier que ce sont également les collectivités locales qui seront les mieux placées pour mettre en place la transition énergétique dans la perspective qui est celle du développement durable ; d'en articuler les dimensions économiques, sociales et écologiques ; et d'organiser le dialogue nécessaire avec les populations ou groupes concernés. Après l'échec de la conférence de Copenhague, mettant fin aux espoirs d'une régulation globale, leur rôle de leadership dans ce domaine va donc être irremplaçable ; avec, en contrepoint, la possibilité pour les plus actives de tirer parti - plus efficacement que les autres - des bénéfices liés à cette transition en termes d'emplois, d'innovation, d'attractivité ou de qualité de vie...

S'il y a ainsi une nécessité commune - et qui concerne toute la planète - à impliquer les villes dans la transition énergétique et climatique, les questions que soulève une telle intervention dans les pays où celles-ci sont déjà en large partie construites sont naturellement d'une autre nature - et beaucoup plus vives - que dans ceux en voie d'urbanisation rapide, où tout, a priori, reste ouvert. Est-il réaliste d'agir à cette échelle alors que des solutions techniquement et institutionnellement plus simples, rapides et moins coûteuses semblent exister dans la production d'énergie, l'innovation de produit, la consommation... ou dans la conception des villes nouvelles là où elles se développent ? C'est ce scepticisme sur l'efficacité d'une action territoriale qui explique que pendant longtemps cette dimension soit restée marginalisée dans le discours des spécialistes de l'énergie et du climat ; et qui doit, aujourd'hui, être au cœur de la réflexion sur les villes « post-carbone ». D'une certaine manière, tout ce rapport vise à apporter des éléments de réponse à cette interrogation. À ce stade introductif, on se limitera à évoquer trois arguments qui ont été déterminants dans le lancement du programme :

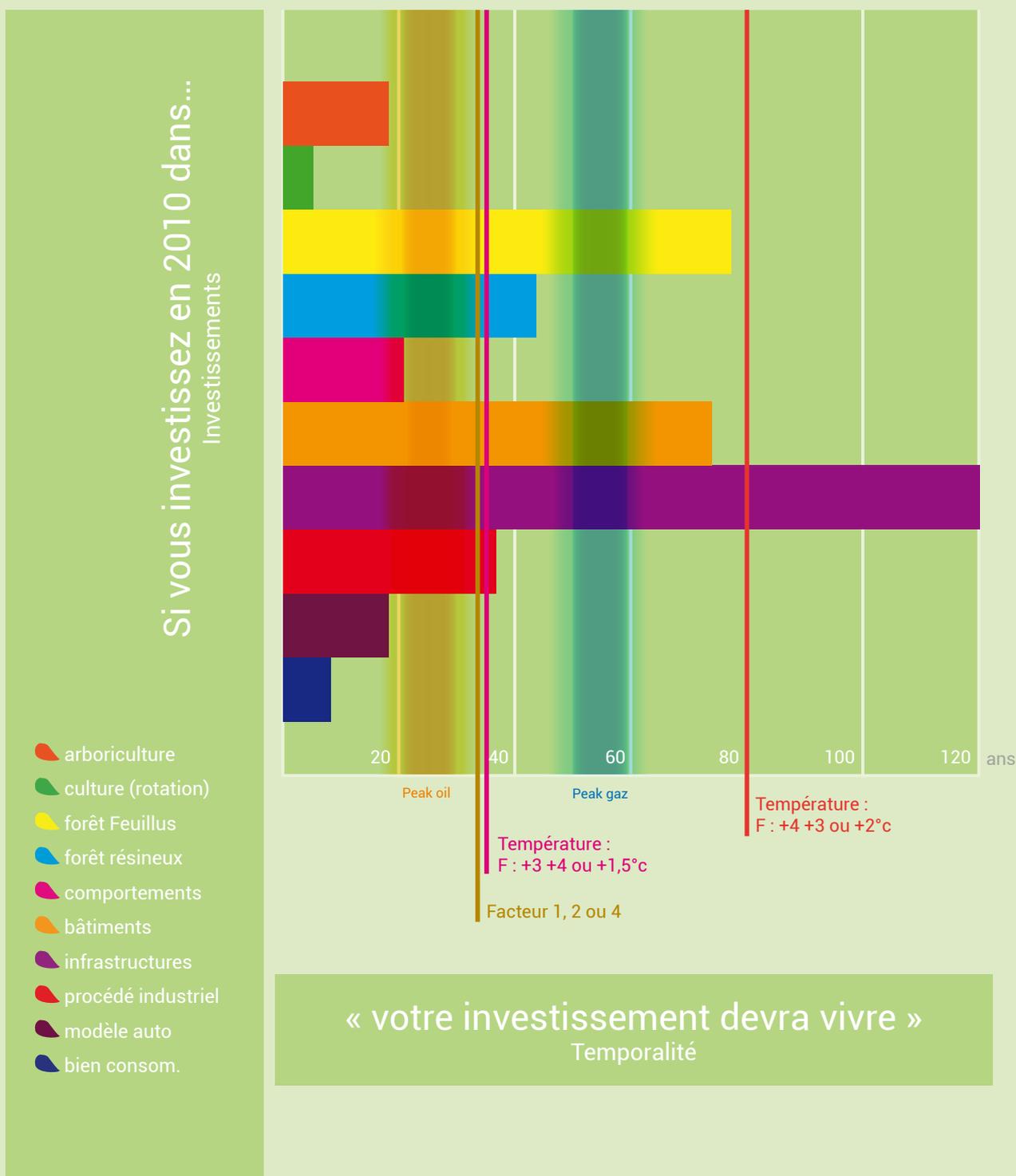
- si beaucoup de solutions techniques ou politiques semblent a priori plus simples à concevoir au niveau des produits, des systèmes productifs, des individus... il n'en reste pas moins que leur mise en œuvre effective implique le plus souvent les territoires : le développement des véhicules électriques suppose des reconfigurations de réseaux ou des expérimentations dont les villes ne peuvent se désintéresser ; les décisions sur une éventuelle « taxe carbone » ne peuvent ignorer les possibles conséquences sur les habitants des zones périurbaines éloignées ; l'intervention des acteurs locaux conditionne une part importante du succès des politiques de rénovation énergétique (notamment dans le logement social). Aspects sectoriels et géographiques se mêlent en permanence ;
- si l'inertie des systèmes urbains, est souvent - à juste raison - invoquée comme un frein majeur à l'intervention sur les villes, il ne faut pas oublier que c'est aussi, et sans doute encore plus, un argument en faveur d'une action forte et continue à cette échelle - car elle signifie, en même temps, de très profondes irréversibilités à long terme (**graphique 0.2**), et des situations de vulnérabilité ingérables dans le temps court (chocs pétroliers répétés, événements climatiques). C'est en large partie dans les décisions prises au jour le jour par les villes que se construisent, aujourd'hui, les problèmes qui seront ceux de 2050 ; les « dépendances de sentier »¹⁸ qui conditionneront demain les transitions énergétiques indispensables ; ou, à l'inverse, les politiques de « résilience » nécessaires pour faire face aux incertitudes et insécurités climatiques ou énergétiques futures : il n'est pas possible de ne pas en tenir compte ;
- la marginalisation des collectivités locales, qui pouvait s'expliquer dans un contexte de construction des grands réseaux énergétiques centralisés, ne correspond plus aux transformations en cours et encore moins à l'évolution attendue des problématiques énergétiques et climatiques. C'est une évidence pour les politiques d'adaptation - nécessairement territorialisées. Mais cela vaut aussi pour l'énergie avec désormais une conjonction historique - qui n'existait pas auparavant - entre l'action locale et l'évolution vers des systèmes énergétiques plus autonomes, reposant sur la proximité des ressources et des interventions différenciées sur la demande... Naguère peu impliquées dans la mise en œuvre des politiques climatiques et énergétiques, les collectivités locales sont en situation d'en devenir des acteurs incontournables. Et l'expérience récente montre, en effet, qu'elles sont de plus en plus nombreuses à vouloir assumer cette responsabilité, avec, par exemple, plus de 4000 villes engagées aujourd'hui dans la « Convention des maires sur le climat »¹⁸. Autrement dit, elles portent désormais une part importante des dynamiques de transformation qui devront se faire dans ce domaine. Dans le contexte actuel, où les marges de manœuvre des États et des ménages se réduisent, où la gouvernance mondiale est en panne, où les intérêts privés entrent en forte contradiction, il ne serait pas réaliste de ne pas s'appuyer sur cette dynamique.

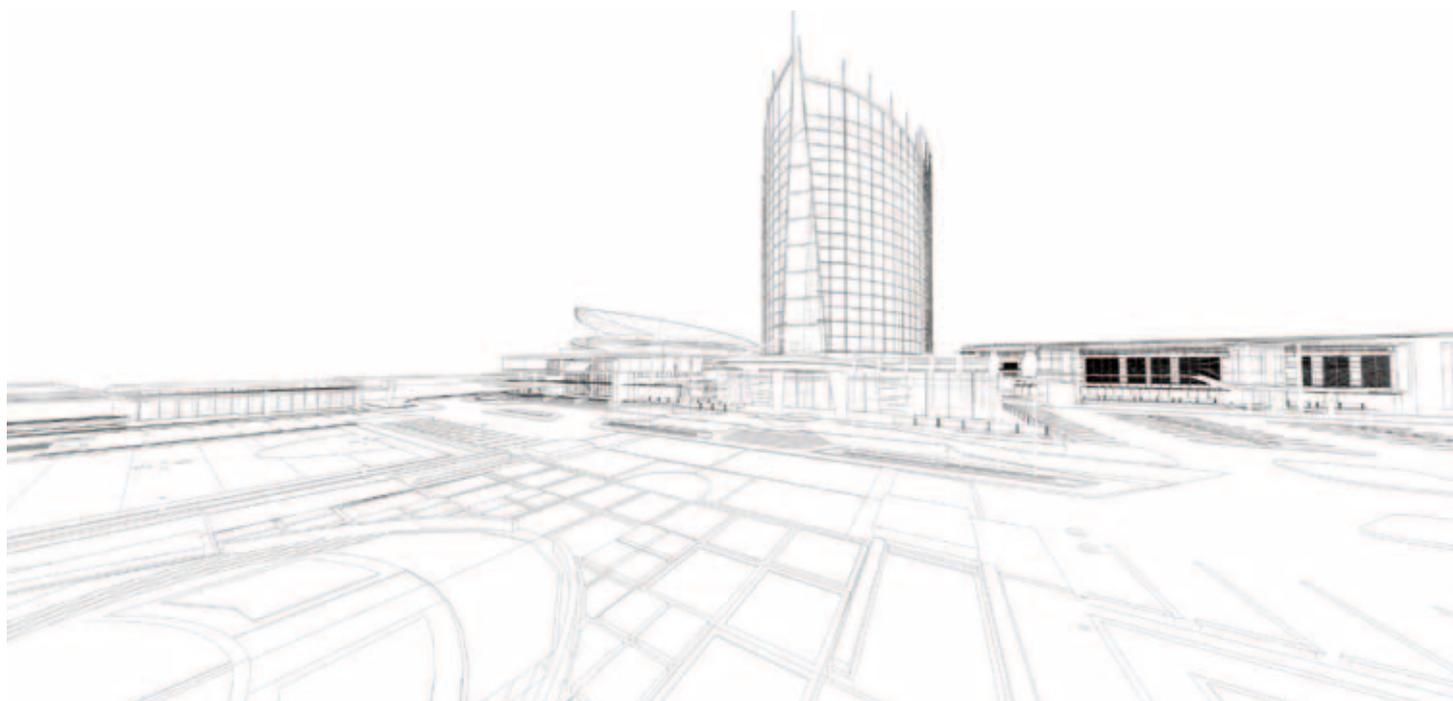
En résumé, les villes ne sont certainement pas LA solution aux problèmes climatiques et énergétiques - il n'y pas dans ce domaine de solution unique - ; mais elles en constituent sans aucun doute une part indispensable. Si chacun s'accorde pour penser que la réponse à ces défis viendra d'une collaboration étroite entre tous les acteurs concernés, à toutes les échelles, il n'en reste pas moins qu'elles occupent dans cet ensemble une place spécifique, non seulement en raison de leurs responsabilités particulières, mais aussi de leur rôle irremplaçable de médiation. C'est ce rôle spécifique, à l'articulation avec d'autres, que cherche à explorer le programme « Repenser les villes dans la société post-carbone ».

Graphique 0.2

TEMPORALITÉ DES INVESTISSEMENTS ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES OU ÉNERGÉTIQUES

SOURCE : D.DRON, 2002 ET ADAPTATION DES AUTEURS, 2013





04 Le programme « Repenser les villes dans la société post-carbone »

C'est cette conviction du rôle essentiel des villes dans la transition vers des sociétés « post-carbone » qui a conduit en 2008 la Mission prospective du Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie à lancer un programme de prospective intitulé « Repenser les villes dans la société post-carbone », initiative à laquelle s'est rapidement associée, dès 2009, le Service Économie et Prospective l'ADEME.

Sa double originalité est de prendre en compte simultanément les questions de gaz à effet de serre, de ressources énergétiques et d'adaptation au changement climatique ; et d'associer étroitement niveau national et niveau local à travers l'élaboration de scénarios et la mise en commun de recherches, de connaissances et d'expérimentations, soit thématiques soit territorialisées (« recherches-action »). L'horizon choisi est 2050, d'abord parce qu'il est celui du « facteur 4 » institutionnellement adopté comme objectif par la plupart des pays développés, mais aussi parce qu'il

correspond au rythme des transformations et des ruptures à opérer à la fois dans les villes et les systèmes énergétiques pour aller vers des « sociétés post-carbone ». Il s'agit de dessiner des transitions pour les villes à cet horizon.

1) Un exercice pragmatique d'exploration de cheminements et de marges de manœuvre

Comme l'illustre la première partie de ce rapport, les interrogations et les controverses qui portent sur la notion même de « société post-carbone » (et sur ses justifications) font naturellement l'objet d'une attention importante. Mais la démarche est essentiellement pragmatique - orientée vers l'action - et met

beaucoup plus l'accent sur le « comment faire » que sur le « pourquoi faire ». Il s'agit, fondamentalement, de proposer, comparer et partiellement évaluer différents chemins possibles de transition vers des villes « post-carbone » en prenant en compte, de manière centrale, le problème de l'action à long terme en situation d'incertitude.

La notion centrale est celle de « cheminement ». L'objectif n'est pas de produire des images de « la ville post-carbone » en 2050 - ce qui n'aurait qu'un sens limité compte tenu de la diversité des villes existantes -, ni d'explorer les conséquences de différentes hypothèses de contexte (situation économique, ruptures technologiques, prix des énergies, décisions politiques, changement des valeurs), mais d'imaginer des cheminements combinant à la fois des tendances d'évolution, des réactions à des événements, et des décisions publiques ou privées. Le résultat espéré est de mettre en débat des solutions, d'en avancer de nouvelles, et surtout d'évaluer des marges de manœuvre, c'est-à-dire des opportunités et des obstacles... aussi bien à 5 qu'à 10 ou 35 ans. En langage technique, il s'agit de construire des « scénarios de backcasting » qui soient les plus vraisemblables possibles²⁰.

Dans cette perspective, le programme a comme spécificité importante, par rapport à beaucoup d'autres travaux de prospective réalisés sur le même thème, d'articuler un exercice classique de construction de scénarios avec un ensemble de projets de recherche, des séminaires de mise en débat ou de partage des connaissances et, caractéristique unique en Europe, des recherches-action avec les collectivités locales (**graphique 0.3**). Ces différentes démarches sont intégrées de manière étroite : les recherches portent, en priorité, sur les obstacles et leviers mis en évidence dans les scénarios, qui sont en partie testés à l'échelle des collectivités locales volontaires. Il s'agit, à travers tous ces croisements, de mettre à l'épreuve le réalisme des visions prospectives ; de proposer des cheminements aussi crédibles que possible... L'inconvénient est la lourdeur du dispositif - lourdeur qui explique les quatre ans finalement consacrés à l'ensemble de l'exercice.

2) Une originalité majeure : un exercice de prospective à la fois national et local

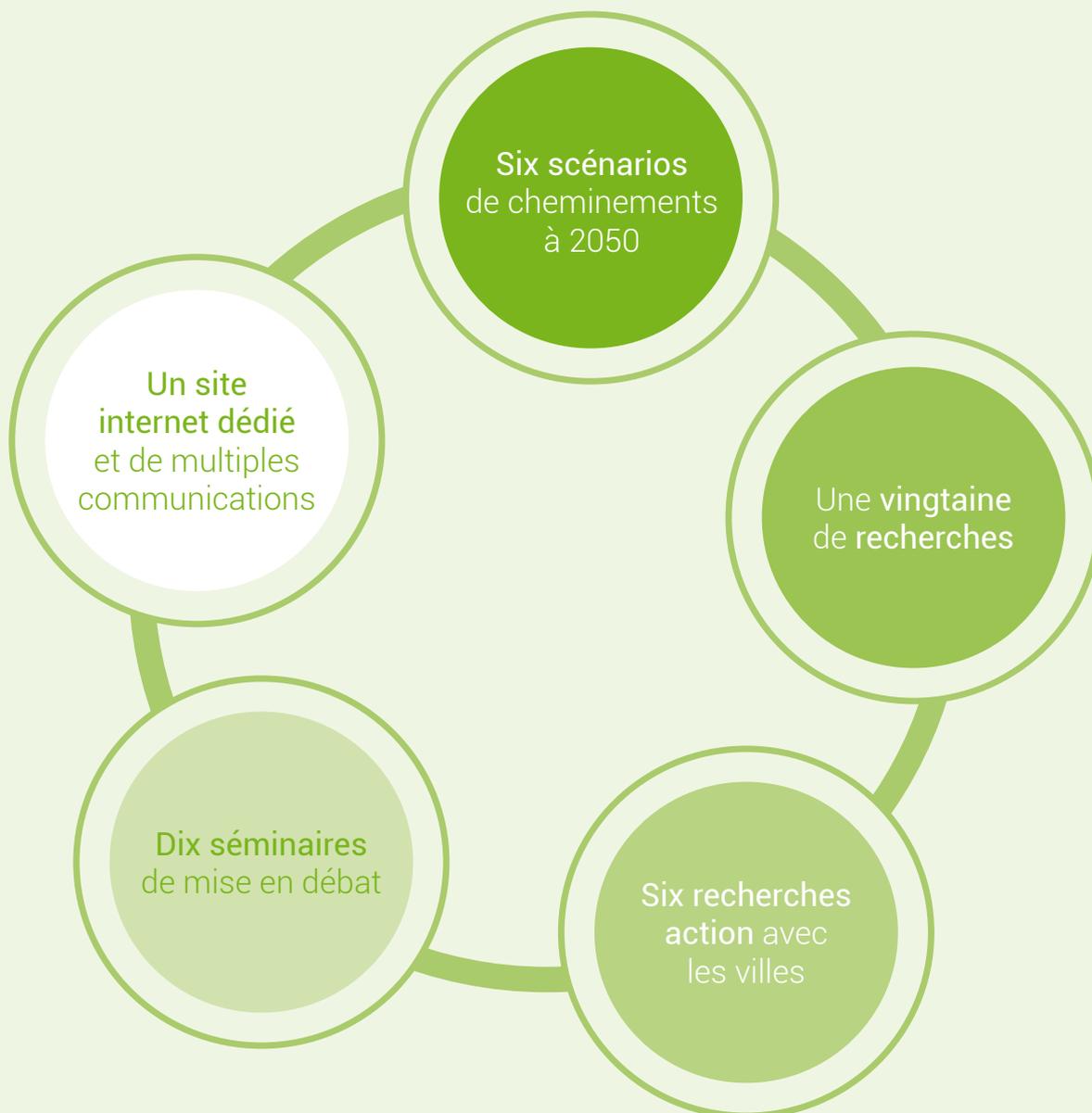
Ce n'est pas la première fois que le thème de la ville « post (ou bas) carbone » fait l'objet d'une approche prospective, et plusieurs des caractéristiques qui viennent d'être évoquées - l'horizon 2050, la volonté d'aborder à la fois les problèmes de climat et de ressources énergétiques, le choix d'une démarche de « backcasting », le croisement entre méthodes quantitatives et qualitatives - sont déjà présentes dans bon nombre de ces travaux²¹. Ce qui différencie le plus le programme « Repenser les villes dans la société post-carbone » de ces exercices précédents, et qui en fait l'originalité majeure, c'est, en revanche, la tentative qui y est faite de croiser une prospective nationale et des prospectives locales. Les différences considérables qui existent entre chaque ville font que, très naturellement, la prospective urbaine est, dans son immense majorité, une prospective territoriale, spécifique à chacune d'entre elle²² (**encart 0.3**). Inversement les travaux nationaux abordent assez peu le niveau local... si ce n'est pour donner quelques courtes illustrations d'expériences réussies²³. C'est cette coupure entre local et national qu'essaye, au contraire, de réduire le présent programme ; et cela pour deux raisons qui touchent à la fois à l'efficacité des politiques de l'État et à celle des collectivités territoriales :

- par rapport aux approches nationales classiques, il s'agit (comme cela a déjà été évoqué plusieurs fois) de dépasser les limites des prospectives sectorielles généralement utilisées pour donner à la dimension territoriale toute sa place - désormais majeure ;
- en continuité, mais aussi en se démarquant fortement des initiatives déjà engagées par les collectivités locales (à travers, par exemple, les Plans Climat-Énergie Territoriaux), il s'agit d'imaginer les outils et les éventuelles ruptures permettant d'accélérer les transitions en cours, en allant plus loin dans deux directions : une plus forte intégration des actions locales dans une prospective nationale et globale et un allongement très sensible de l'horizon des politiques existantes.

Graphique

0.3

**UNE DÉMARCHE INTEGRANT PROSPECTIVE, RECHERCHE,
EXPÉRIMENTATION ET MISE EN DÉBAT**



Plus précisément, cette volonté d'intégrer aussi étroitement que possible, niveau national et local repose sur trois constats :

- il subsiste, tant au niveau local que national, un besoin, qui reste important, de mutualiser les informations, de discuter des points de controverses, de partager et mettre en débat les solutions, de développer les argumentaires... Les recherches, les états des lieux, les séminaires réalisés dans le cadre du programme visent d'abord à répondre à ce besoin de mutualisation (voir les pages suivantes) ;
- à l'évidence, la mise en œuvre des politiques énergétiques et climatiques territoriales est une responsabilité partagée que ni l'État, ni les collectivités locales ne peuvent mener seuls. L'intégration est donc une nécessité ; et doit d'ailleurs s'étendre, bien au-delà de ces deux niveaux institutionnels, à tous les acteurs publics et privés concernés : on est, par nature, dans une problématique systémique et multi-échelle ;
- les quelques évaluations existantes montrent, en troisième lieu, qu'il y reste un hiatus considérable entre l'action qui est déjà menée à moyen terme par beaucoup de collectivités locales (à l'horizon 2020), et ce qu'il faudrait réellement faire pour atteindre les objectifs fixés à l'horizon 2050 (par exemple le « facteur 4 »). Entre ceux qui sont engagés dans l'action sans en évaluer nécessairement les résultats escomptés à long terme, et ceux qui proposent des visions sans en définir concrètement les chemins d'accès, il n'y a un fossé qui risque de devenir de plus en plus infranchissable²⁴. S'appuyant sur ce constat, l'objectif majeur du programme est de proposer quelques passerelles entre ces deux horizons qui ne s'emboîtent pas.

Dans la pratique, l'intégration recherchée du national et du local a pris la forme d'une articulation entre un travail national de construction de scénarios, un effort important de synthèse des expériences locales, à l'échelle internationale, et un ensemble de « recherches-action » menées avec des collectivités locales ou des territoires volontaires. Six études de cas ont pu ainsi être engagées et menées à leur terme

avec des villes ou territoires de taille et de situation très différentes : Tours, Lille, Grenoble, Plaine commune, Mulhouse et Fontainebleau (**graphique 0.4**). Dans les cas de Tours, Mulhouse et de Plaine commune, ce sont des scénarios transversaux qui ont pu être construits, en lien avec ceux construits au niveau national. Pour les autres agglomérations les approches sont restées plus spécifiques, avec des accents particuliers mis sur les inégalités sociales, la participation des habitants aux choix de mobilité, ou l'élaboration de stratégies de développement adaptées aux villes « satellites » de grandes métropoles. Dans toute sa diversité, la contribution de ces six travaux à la démarche d'ensemble a été essentielle.

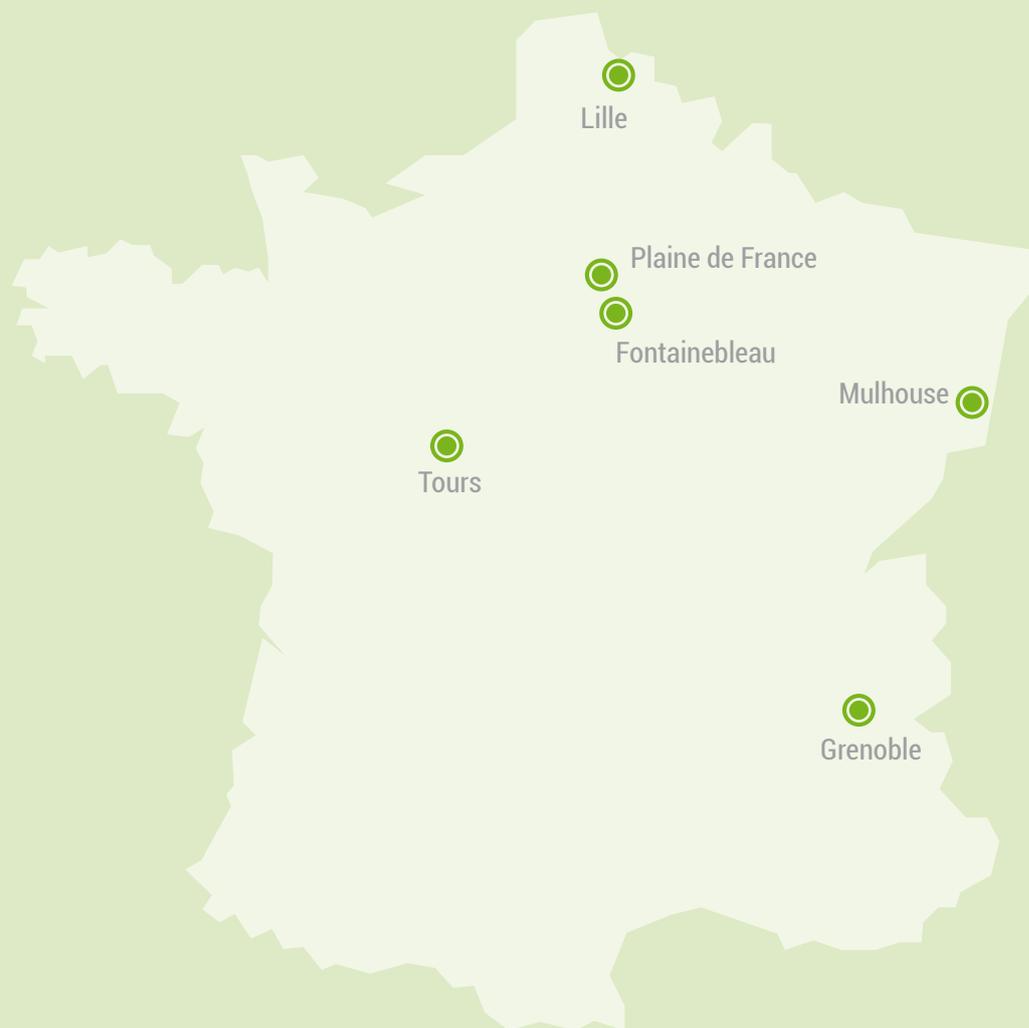
3) Une démarche ouverte : des objectifs communs contraignants, mais pas de « feuille de route » unique

Ce souci de partir des réalités locales, dans toute leur diversité, reflète la volonté de construire une prospective qui laisse ouverte la possibilité de différents chemins de transition possibles vers des villes « post-carbone ». L'objectif - très contraignant - de passage à des sociétés « post-carbone » d'ici 2050 est défini précisément (voir la partie 1), mais l'exercice n'a pas pour ambition de définir « une feuille de route » unique, un chemin « optimal » pour y parvenir. Il s'agit plutôt d'explorer plusieurs voies, en partie dépendantes du contexte et des opportunités locales, et d'en évaluer les avantages et les inconvénients, les possibilités et les risques. La préoccupation essentielle n'est pas de proposer des normes à appliquer mais d'ouvrir des marges de manœuvre ; et de montrer, finalement, que les villes ne sont pas seulement exposées à des risques énergétiques et climatiques majeurs mais qu'elles disposent de leviers qu'elles sont les seules à pouvoir mobiliser, avec des bénéfices potentiels, non seulement pour elles mêmes, mais aussi pour l'économie, l'environnement et la collectivité...

Graphique

0.4

LES SIX VILLES IMPLIQUÉES



VILLES DES « RECHERCHES ACTIONS »	AXES DE RECHERCHES / PROBLÉMATIQUES ABORDÉES
Lille	Inégalités sociales et territoriales, fiscalité carbone locale
Grenoble	Choix de mobilités locales
Fontainebleau	Villes satellites, déprise démographique, Initiation du changement
Plaine de France	Feuille de route locale « Facteur 4 », territoires à énergie positive
Mulhouse	Feuille de route locale « Facteur 4 », identification leviers sobriété, efficacité, renouvelables
Tours	Feuille de route locale « Facteur 4 », SCOT climato-compatible (horizon 2030-2050)

Pour la même raison, l'évaluation des différents scénarios de transition proposés reste, pour l'essentiel, qualitative. Grâce au CIRE²⁵, une tentative a été faite pour quantifier leur impacts respectifs sur les émissions de CO₂ et sur la consommation d'énergie, mais la modélisation utilisée ne rend compte que d'une partie de la complexité des cheminements construits par l'atelier de prospective. C'est sans doute un des points qui aurait mérité un travail plus approfondi ; mais c'est aussi la contre-partie d'une démarche qui se situe plus dans l'ouverture à de nouvelles formes de représentation et de logiques d'action, que dans la quantification et la modélisation.

C'est en ayant à l'esprit à la fois cette priorité donnée à l'ouverture (ou aux innovations de rupture) et ces limites quantitatives que le présent rapport doit être lu.

Le plan de l'ouvrage

Conçu comme une synthèse des principaux résultats du programme, le présent ouvrage est structuré en **quatre grandes parties** :

- ◎ **la première partie intitulée : « Les villes dans la société post-carbone : raisons et controverses »** réaborde, de manière beaucoup plus détaillée, plusieurs des questions évoquées dans l'introduction précédente : qu'est ce qu'une « société post-carbone » ? Pourquoi la transition vers une telle société est elle indispensable ? En quoi les villes sont elles concernées ? Quelles actions sont déjà engagées en France et dans la monde ? Pourquoi est il nécessaire d'aller plus loin ?
- ◎ **la seconde partie : « Vers des villes post-carbone : décider face à l'incertitude »** constitue le volet central et présente de manière synthétique la logique des scénarios qui ont été élaborés dans le cadre de l'atelier de prospective du programme, l'approche utilisée, les hypothèses et variables retenues, ainsi qu'une vision globale des différentes transitions imaginées vers des villes « post-carbone ».
- ◎ **la troisième partie : « Six scénarios : contextes et cheminements »** propose une description détaillée des six scénarios contrastés rapidement évoqués dans la partie précédente, le contexte dans lesquels ils se situent, leur déroulement dans le temps, leurs avantages, risques de blocage et inconvénients majeurs prévisibles.
- ◎ **enfin une dernière partie, intitulée « Le septième scénario » : quelques orientations pour l'action »** - s'appuyant à la fois sur l'évaluation des scénarios précédents et l'expérience des villes pilotes - propose une quinzaine de préconisations susceptibles d'accélérer la transition vers des villes post-carbone. Comme cela a déjà été dit, il ne s'agit pas d'une « feuille de route » applicable à toutes les villes - ce qui n'aurait pas de sens - mais plutôt d'un choix raisonné de quelques solutions permettant de dépasser les principaux facteurs de blocage mis en évidence dans le programme.

Encart

0.3

LE PROGRAMME « VILLE POST-CARBONE » EN BREF

Lancé par la Mission prospective du Ministère de l'Écologie et du Développement durable et de l'Énergie en 2008, le programme « Repenser les villes dans la société post-carbone » a été, à partir de 2009, copiloté par celle-ci et le Service Économie et Prospective de l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie).

Il s'est structuré autour de cinq activités :

- **un groupe de prospective** d'environ 25 personnes, animé par FUTURIBLES, puis le bureau d'études MANA¹. Réuni à partir de janvier 2009, dans des séances mensuelles, ce groupe pluridisciplinaire (voir la composition en début de partie 2), a travaillé d'abord sur le système de variables, puis sur la construction et l'évaluation des scénarios ;
- **un programme d'une vingtaine de recherches thématiques** portant sur les principaux blocages ou leviers : inégalités sociales, prospective de modes de vie, réseaux de villes, rénovation énergétique des bâtiments, systèmes de valeur, gouvernance territoriale, fiscalité carbone, modélisation intégrée, expériences internationales... (voir la liste de ces recherches en annexe) ;
- **des recherches-action avec six villes** ou agences d'urbanisme différentes (Tours, Mulhouse, Plaine commune, Grenoble, Lille, Fontainebleau), s'accompagnant d'une collaboration active avec « Énergie cités » ;
- **des séminaires de mise en débat** organisés par l'université du Maine (Cyria Emélianoff et Elsa Mor) - une dizaine réunissant en moyenne une centaine de personnes - sur des thèmes stratégiques pour le programme : les politiques locales, le rôle de la biomasse, la maîtrise du foncier, l'énergie dans le bâtiment, la prospective des technologies et des modes de vie dans le domaine des transports, les stratégies des grands acteurs énergétiques, les régulations économiques...
- et enfin **des actions de valorisation**, avec un site internet dédié (<http://www.villepostcarbone.fr>), donnant accès à toutes les informations et productions du programme, et de multiples communications écrites ou interventions dans des colloques nationaux ou internationaux (ECEEE 2011 et 2013, AIEE 2012, DG recherche de la Commission européenne, réseau « Low carbon society », Table ronde et numéro spécial du Futuribles janvier-février 2013...).

L'ensemble a été piloté d'abord par Jacques Theys et Serge Wachter, de la Mission prospective ; puis par Jacques Theys, Eric Vidalenc (à partir de 2009) et Nathalie Etahiri (à partir de mi 2011).

Les contacts actuels sont Nathalie Etahiri pour la Mission prospective (Délégation au Développement Durable, CGDD) et Éric Vidalenc pour l'ADEME (Service Économie et Prospective).

1) *Véronique Lamblin pour Futuribles, Stéphane Chevrier et Stéphane Juguet pour MANA.*

Notes

- 1) Sur cette image du « paquebot » évoquant l'inertie des changements liés à l'environnement, il est possible de se référer au numéro 232 des Cahiers Français (La Documentation française, 1987) consacré à la prospective, ainsi qu'à l'article publié dans le numéro 74 de la Revue « Espace et Société » : « La nature est elle gouvernable » ? (Jacques Theys, 1994).
- 2) L'année 80 est marquée par deux événements donnant, pour la première fois, une visibilité majeure au thème du changement climatique : la première conférence scientifique mondiale sur le climat et la publication, à la demande du Président Carter, du rapport « Global 2000 » qui met à l'agenda politique les problèmes globaux. Diffusé à un million d'exemplaires, ce rapport ne sera pas utilisé en raison de l'arrivée à la présidence de Ronald Reagan.
- 3) Entre 1975 et 2000, le PIB augmente en monnaie constante de plus de 70%, alors que la consommation de pétrole passe de 115 à 95 millions de tonnes et que les émissions de CO₂ baissent d'environ 10%. Cela est en grande partie possible grâce à l'énergie nucléaire dont la production passe de 15Twh en 1973 à 442 en 2011.
- 4) Mise en évidence par Roberto Camagni dès les années 80, cette coupure des années du milieu des années 70 dans la dynamique d'urbanisation a été ensuite confirmée par de très nombreux travaux statistiques ou historiques. C'est le passage des grands ensembles à la maison individuelle en périurbain symbolisé par les « Chalandonnettes ».
- 5) S'élevant en 2011 à 61,4 milliards d'euros, la facture énergétique de la France est passée à plus de 68 milliards en 2012, le pétrole en représentant environ 82% (source : Ministère de l'économie et des finances). Cela représentait, à la même date, 88% du déficit commercial.
- 6) Avec des émissions par habitant de l'ordre de 8 tonnes d'équivalent CO₂ (6 pour le CO₂ seul) la France se situe en dessous de la moyenne européenne, et très en deçà d'un pays comme les États-Unis. Mais cela reste supérieur, en émissions par habitant, à la Chine, et très loin du « quota » qu'il faudrait atteindre pour chaque habitant de la planète de 2 tonnes par personne. Il faut ajouter que les 8 tonnes ne prennent pas en compte l'empreinte carbone liée à la fabrication à l'extérieur de produits consommés en France (qui augmentent ce montant de 50%). En 2012 les émissions françaises de gaz à effet de serre étaient de 526 millions de tonnes d'équivalent CO₂, soit 11% des émissions européennes.
- 7) Proposé en 2007 et adopté en 2008, le « paquet énergie-climat » de la Commission européenne a défini trois objectifs à l'horizon 2020 pour l'ensemble des pays européens : 20% d'économies d'énergie ; 20% d'énergies renouvelables et enfin 20% de réduction des gaz à effet de serre.
- 8) Loi de programmation et d'orientation pour les politiques de l'énergie qui, pour la première fois, a officialisé l'objectif de division par quatre des émissions de CO₂ à l'horizon 2050 (facteur 4).
- 9) Colloque organisé en septembre 2007 par la Direction Générale de la recherche de la Commission européenne sous le titre : « Vers une société post-carbone ».
- 10) Lancé en Novembre 2012, à la suite de la Conférence environnementale, ce débat sur la transition énergétique devrait conduire à des orientations pour la politique française de l'énergie à l'horizon 2025 (voir le dossier « Transition énergétique, les éléments du débat », MEDDE, 2012).
- 11) Source : « New lens scenarios: a shift in perspective for a world in transition », Royal Dutch Shell, 2013.
- 12) Source : Stern review, octobre 2006, rapport pour le Chancelier de l'échiquier Britannique. En évaluant à la fois le coût de l'action (1% du PIB mondial par an) et de l'inaction (20% de baisse du PIB en 2050) en matière de changement climatique, ce rapport a joué un rôle majeur dans la sensibilisation de l'opinion mondiale à ce thème.
- 13) Source : The world Energy Outlook 2008 - International Energy Agency/ OECD.
- 14) Source : Division de la population de l'ONU, World population prospects (révision de 2011).
- 15) L'expression de « 2^{ème} monde urbain » est empruntée au CSTB. Rappelons qu'en 2009 la population urbaine mondiale était de 3,3 milliards d'habitants.
- 16) Ce chiffre de 350 trillions de dollars qui seront investis dans les infrastructures urbaines d'ici 2050 (essentiellement dans les pays émergents) correspond à une estimation faite par Booz et Hamilton pour le WWF. Voir aussi la contribution de J. Theys sur les villes au groupe de prospective de la Commission européenne (le Monde en 2025) intitulée : « Les quatre transitions » (Commission européenne, 2010).
- 17) Source : INSEE - La population française en 2060 (INSEE première 1320, Octobre 2010).
- 18) Le terme de « dépendance de sentier » est utilisé en sciences politiques pour exprimer la dépendance des politiques menées à un moment donné par rapport aux choix qui ont été faits dans le passé. C'est particulièrement le cas dans les domaines de l'urbanisme et des infrastructures où les inerties sont fortes.
- 19) Lancée à la suite du « Paquet énergie climat » décidé par la Commission européenne en 2008, avec l'appui des grands réseaux de villes pour l'énergie et le climat (Energy cities, l'ICLEI et Alliance Climat), la Convention des Maires réunit les villes qui s'engagent à respecter et dépasser les objectifs européens définis à l'horizon 2020 (voir la note 7).

- 20) Le « backcasting » est une des approches prospectives consistant à partir d'un objectif ou d'une vision souhaitée pour le futur, puis de définir les chemins possibles pour y parvenir à partir du présent (« rétopolation »).
- 21) Qu'il s'agisse d'exercices locaux, comme à Göteborg, ou en France, Grenoble et Lille (voir dans la partie suivante), nationaux (notamment au Japon), ou européens (dans le cadre du programme de recherche de la Commission). Notons que la Commission européenne a lancé en 2012 un programme de recherche spécifique sur « Post carbon cities ».
- 22) Voir le rapport de la Délégation à la prospective du Sénat « Villes du futur, futur des villes » publié en 2011, ainsi que celui publié la même année par la Commission européenne « Cities of tomorrow ». Une synthèse plus ancienne sur la prospective dans les villes européennes a été publiée dans le Centre de prospective et de veille scientifique du Ministère de l'équipement sous le titre « Quand les villes font de la prospective » (F. Goux Baudiment, 2001 Plus, 2007). Les exercices associant niveau national et local sont l'exception.
- 23) C'est notamment le cas des travaux de modélisation énergétique. En France seul le CIREN, dirigé par Jean Charles Hourcade et depuis le printemps 2012 par Franck Lecocq (voir note 25), a cherché à articuler les différents niveaux de modélisation, du global au local, à travers des variantes du modèle IMACLIM.
- 24) Entre les visions très nombreuses de la ville future ou du « facteur 4 en 2050 » et l'action au jour le jour à l'échelle des territoires il n'y a ainsi pas de passerelle possible. Les rares tentatives faites pour lier l'un et l'autre (voir, en partie 1, l'expérience de Tours), ont montré que la distance entre ces visions et l'action était, de fait, considérable.
- 25) Le CIREN (Centre international de recherche sur l'environnement et le développement, créé par Ignacy Sachs) est l'un des centres français majeurs en matière de modélisation des relations énergie - climat - économie. C'est un laboratoire du CNRS, de l'École des ponts, d'AgroParisTech et de l'EHESS (voir note 23).







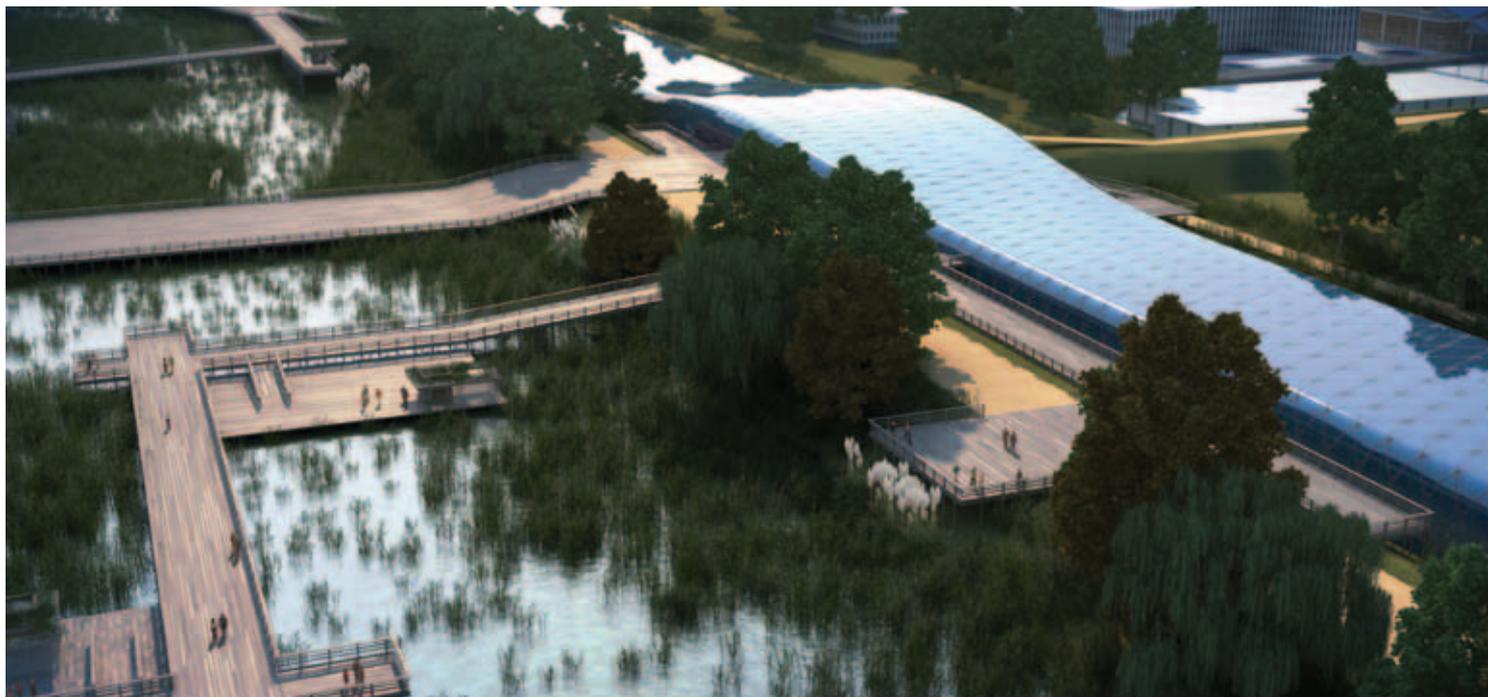
Les villes dans la société
post-carbone : **raisons**
et controverses

Si les notions de ville durable et de transition écologique ou énergétique sont désormais entrées dans le langage commun, il n'en est pas de même pour celles de ville ou de société « post-carbone ». De quoi s'agit-il précisément ? En quoi ces deux expressions se différencient-elles de celles, plus fréquemment utilisées, de villes ou sociétés sobres ou économes ? Dans quelle mesure les objectifs qu'elles supposent sont ils justifiés et partagés ? En quoi et jusqu'où les villes sont-elles concernées par la perspective d'une telle société post-carbone ? Comment les politiques actuelles, tant nationales que locales, s'inscrivent-elles, éventuellement, dans cette perspective ?

Avant d'aborder la partie proprement prospective, ce premier volet du rapport présente les raisons et les controverses qui justifient ou infirment l'hypothèse d'une transition nécessaire à l'horizon 2050 vers des villes post-carbone.

Cinq points ou questions seront ainsi successivement abordés :

- « La ville post-carbone » : de quoi s'agit-il ?
- Les objectifs d'une transition vers des sociétés « post-carbone » sont ils fondés ?
- Quels rôles ou responsabilités peuvent avoir les villes dans cette transition ?
- Quelles dynamiques sont déjà engagées dans ce sens ?
- Dans quel contexte, plus général, d'évolution des politiques énergétiques ou climatiques l'action locale future va-t-elle devoir s'inscrire ?



La couverture photovoltaïque de l'autoroute, Phosphore IV, © Copyright : EIFFAGE / POMA / Grenoble-Alpes Métropole / Pierre Gautier architecture et associée / Dassault Systèmes
« DES VILLES ET DES HOMMES - CONTRIBUTIONS DU LABORATOIRE PHOSPHORE D'EIFFAGE À LA VILLE DURABLE »

01 La ville post-carbone : de quoi s'agit-il ?

Contemporaine du troisième choc pétrolier, la notion de « société post-carbone » exprime l'idée d'une société qui a réussi à rompre sa dépendance par rapport à l'utilisation massive de ressources fossiles - pétrole, gaz, charbon - considérées comme potentiellement de plus en plus rares ou coûteuses et comme sources de risques majeurs pour l'environnement et le climat. Elle ne concerne, naturellement, que le carbone fossile, formé au cours de millions d'années. C'est une

notion récente, qui apparaît avec la création du « Post Carbon Institute », aux États-Unis, en 2003, puis à travers le colloque organisé en 2007 par la Commission européenne (« Vers une société post-carbone ») ; mais cette idée était déjà implicite dans beaucoup de réflexions antérieures - comme, par exemple, l'ouvrage publié en 1934 par Lewis Mumford, « Technique et civilisation »¹.

1) Trois composantes majeures

Composante essentielle de cette mutation à venir, la ville « post-carbone » est une ville qui situe son action et son évolution dans cette perspective. Dans le présent programme, cette vision de la ville future se décline, plus précisément, en trois objectifs - correspondant aux grands changements que devront pouvoir opérer toutes les villes européennes à l'horizon 2050 pour faire face pleinement aux défis et responsabilités qui sont les leurs en matière énergétique et climatique. La « ville post-carbone » se définit ainsi comme une ville capable à l'horizon 2050 :

- ◉ de diviser par trois ou quatre ses émissions de gaz à effet de serre ;
- ◉ d'être très largement autonome par rapport au pétrole (et en partie par rapport aux autres énergies fossiles) ;
- ◉ de s'adapter à un réchauffement climatique se situant potentiellement dans une trajectoire de 2 à 4 degrés à l'horizon du siècle.

Ces trois objectifs sont étroitement complémentaires - ce qui ne veut pas dire nécessairement convergents. Le « facteur 4 » est, comme cela a été dit en introduction, déjà institutionnalisé comme objectif politique au niveau national. Sa réalisation passe nécessairement par une forte décarbonisation des usages énergétiques - qui se justifie aussi pour des questions de ressources. Ni l'un ni l'autre, cependant, n'éviteront la nécessité pour les sociétés et les villes futures d'avoir à s'adapter à un changement climatique déjà engagé... et dont la majorité des scientifiques disent qu'il dépassera la limite de 2 degrés servant pourtant aujourd'hui de référence dans les politiques internationales (voir le chapitre suivant). Il n'y aura pas, pour les villes, à choisir entre prévention et adaptation mais à combiner le plus efficacement chacune de ces deux stratégies. Et cela justifie que tous les objectifs précédents soient étroitement liés, et intégrés dans la même définition.

2) Une perspective de rupture, mais progressive

Dans l'expression « post-carbone », le préfixe « post » est au moins aussi important que le radical « carbone ». Par rapport à l'expression, beaucoup plus fréquente, de « ville bas carbone », ou à d'autres visions normatives de la ville future, elles aussi souvent utilisées - comme la ville sobre, la ville frugale³, la ville à haute efficacité énergétique... - la notion de post-carbone veut signifier qu'il s'agit d'une rupture, d'une nouvelle époque de la ville par rapport à des systèmes urbains qui, depuis deux siècles, et surtout depuis le milieu du siècle précédent, n'ont pu fonctionner qu'en consommant des quantités massives de carbone fossile. L'idée majeure que suggère l'emploi du préfixe « post » est celle d'un saut qualitatif à opérer, d'une bifurcation par rapport aux politiques tendanciennes déjà mises en place, mais d'une bifurcation qui se prépare.

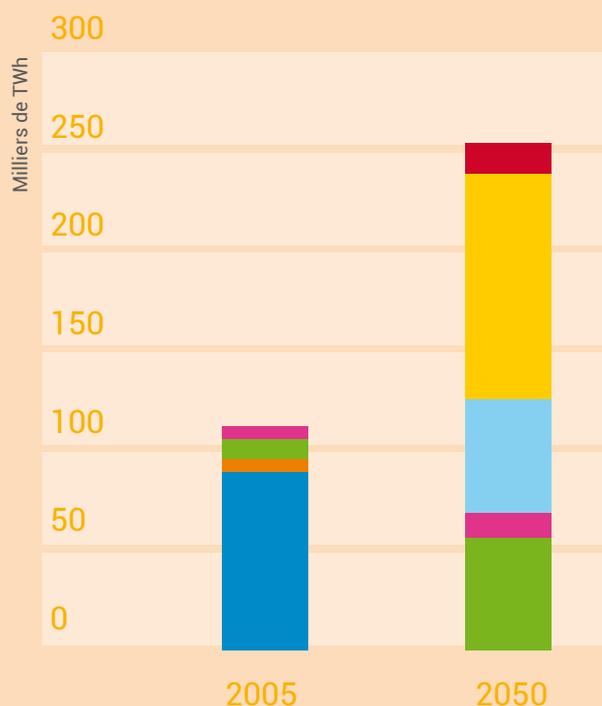
Pour donner une illustration concrète de l'importance de cette rupture, il est possible de se référer à l'exemple de la ville de Göteborg, en Suède, qui est l'une des rares villes au monde à avoir essayé d'évaluer les changements que cela va supposer d'ici 2050⁴ (**graphique 1.1 encart 1.1**). En s'en tenant à la seule composante énergétique, on voit, dans la figure suivante, tirée de cet exercice, qu'il s'agit d'une double « révolution » à la fois dans l'offre et la demande d'énergie : une division par deux de la consommation d'énergie par habitant, et un changement presque total du « mix énergétique » local au profit de la biomasse et du bois énergie, de l'énergie éolienne et marémotrice, du solaire, et de l'hydroélectricité. Mais les changements attendus vont bien au-delà de la seule dimension énergétique : ils concernent également les formes urbaines, les façons de se déplacer et d'habiter, les technologies, les modes de vie, les modèles économiques, l'organisation institutionnelle... finalement ce que les chercheurs appellent « le métabolisme urbain » le fonctionnement global de la ville et ses relations à l'environnement⁵.

Graphique 1.1

UNE PERSPECTIVE DE RUPTURE : L'EXEMPLE DE GÖTEBORG EN 2050

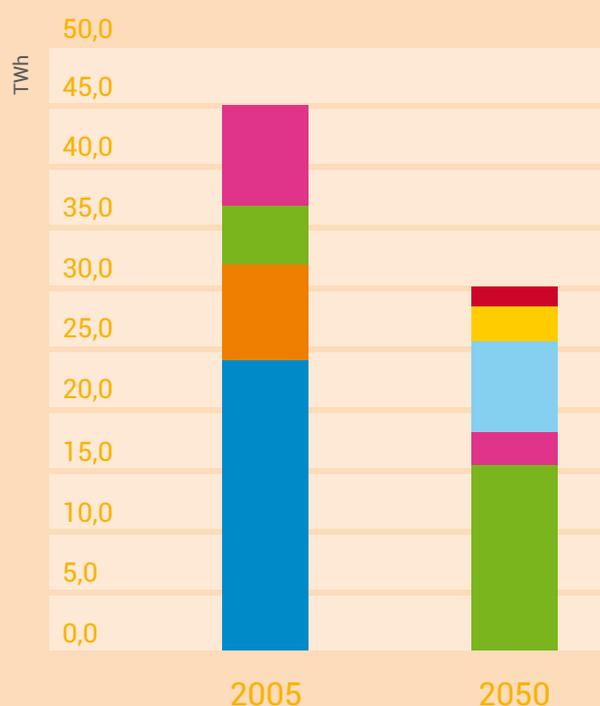
SOURCE : VILLE DE GÖTEBORG

SCÉNARIO MONDIAL



Hydraulique
Biomasse, déchets
Nucléaire
Énergies fossiles

SCÉNARIO POUR GÖTEBORG



Solaire (chaleur)
Solaire (électricité)
Énergie éolienne et marémotrice

À l'échelle mondiale, l'hypothèse est celle d'une augmentation de la population, de 7 milliards aujourd'hui à 10 en 2050, et d'une consommation équitable d'énergie par tête de 25 000 kWh. Cela conduit à une consommation mondiale d'énergie deux fois supérieure à celle constatée aujourd'hui, satisfaite essentiellement par l'énergie solaire et la biomasse.

À l'échelle de la région de GÖTEBORG (Suède), la population passe de 850 000 à 1,2 million de d'habitants. Chaque habitant utilise également 25 000 kWh, ce qui correspond à la moitié d'aujourd'hui. L'énergie correspondante provient essentiellement de la biomasse, de l'énergie éolienne ou marémotrice, du solaire et de l'hydroélectricité.

Encart

1.1

GÖTEBORG 2050 - UNE ARTICULATION VOULUE ENTRE PROSPECTIVE ET PLANIFICATION STRATEGIQUE

SOURCE : PARMIS LES NOMBREUX ARTICLES PUBLIÉS SUR L'EXPÉRIENCE DE GÖTEBORG, DEUX EN PRÉSENTENT UNE VISION PARTICULIÈREMENT SYNTHÉTIQUE ET PROSPECTIVE. D'UNE PART « PROJET GÖTEBORG 2050 » (SOLSTAD GÖTEBORG 2050) DE H.EEK ET J. SWAHN, DISPONIBLE SUR WWW. GÖTEBORG2050.NU. D'AUTRE PART, L'ARTICLE PUBLIÉ EN SEPTEMBRE 2011 DANS LE VOLUME 43 DE LA REVUE « FUTURES » PAR AUMMAD PHDUNGSILP : « FUTURE STUDIES BACKCASTING METHODS USED FOR STRATEGIC SUSTAINABLE CITIES PLANNING ».

LE CAS DE GÖTEBORG A ÉTÉ PRÉSENTÉ ET DISCUTÉ DANS LE CADRE DU PREMIER SÉMINAIRE ORGANISÉ PAR LE PROGRAMME « VILLE POST-CARBONE » AVEC DES RESPONSABLES DE LA VILLE.

Fruit d'une collaboration étroite entre institutions locales, acteurs privés et universités, GÖTEBORG 2050, mené en 2003-2004, est une des rares démarches ayant réussi à intégrer réflexion prospective (de type « backcasting ») et planification stratégique à l'échelle d'une ville. La dimension énergétique et climatique y est très importante, mais elle s'intègre dans un projet plus global de « ville durable », visant une qualité de vie importante et une forte attractivité économique. L'originalité majeure de la démarche se situe dans une perspective d'équité à l'échelle mondiale ; et donc de droits égaux à émettre des gaz à effet de serre et à consommer des ressources rares pour chaque habitant de la planète à l'horizon 2050. À cette date chaque personne devrait pouvoir émettre, au maximum, une tonne et demi d'équivalent CO₂ par an ; et utiliser moins de 25 000 KWh d'énergie.

Pour faciliter le débat, et l'articulation avec les politiques locales, la vision de la ville future (et des chemins pour y parvenir) a été structurée autour de cinq grandes thématiques : « Solar City » (le volet énergétique), « Transportation 2050 », « Urban design 2050 », « Eco-cycling City » et « The food Göteborg 2050 ». Dans un contexte d'augmentation de la population de près de 50% (350 000 en plus des 800 000 actuels), c'est l'image d'une ville très différente d'aujourd'hui qui se dégage de l'ensemble de ces perspectives mises bout à bout, moins dans l'identité historique - en large partie conservée - que dans le fonctionnement global. Parmi les nombreuses transformations projetées, notons, en particulier :

- ⊙ une division par deux de la consommation d'énergie par habitant (par 3 pour les transports) ;
- ⊙ le passage à un mix énergétique essentiellement composé de ressources renouvelables ;

- ⊙ le recours à l'hydrogène (piles à combustible...) pour le stockage de l'énergie ;
- ⊙ un recours massif aux réseaux de chaleur ;
- ⊙ une rénovation complète du parc de logements en ciblant d'abord les plus consommateurs ;
- ⊙ une structure urbaine à la fois plus dense (localisation des nouveaux logements à l'intérieur de la zone centrale ceinturée par un réseau de transports urbains rapides) et organisée, en périphérie autour de centres nodaux, également desservis par ces transports (modèle polycentrique) ;
- ⊙ la généralisation des vélos électriques, des véhicules hybrides à basse consommation, et de la location comme mode alternatif à la propriété des voitures (systèmes de « pools » en libre accès) ;
- ⊙ l'organisation d'un réseau structuré et étendu de pistes cyclables et voies piétonnes ;
- ⊙ l'extension du télétravail et du e-commerce, avec une logistique en large partie électrique ;
- ⊙ la division par deux des quantités de déchets produites par habitant et un recyclage systématique ;
- ⊙ une alimentation moins carnée faisant appel pour l'essentiel à des produits cultivés dans un rayon de 100 kilomètres autour de la ville, distribués par un réseau de commerces de proximité ;
- ⊙ l'extension et la protection des espaces verts et aquatiques au centre de l'agglomération ;

Si ces visions se sont avérées être un outil de mobilisation de la population et des services extrêmement utiles, demeurent des problèmes d'articulation avec l'action opérationnelle.

Naturellement, une telle perspective de rupture ne peut s'envisager qu'à très long terme. Elle est d'abord une invitation à aller au-delà des solutions tendanciennes déjà imaginées ou expérimentées à l'échelle des villes ou des politiques nationales, pour en inventer de nouvelles. Dans la pratique, elle suggère une articulation à réussir entre « la ville bas carbone » (sobriété, efficacité...), qui est l'horizon actuel des Plans Climat-Énergie Territoriaux, et « la ville post-carbone » qui repose sur la vision d'une ville radicalement différente (mais tout aussi attrayante) en 2050... et après (encart 1.2). Il s'agit finalement d'accorder dans les politiques d'aujourd'hui une place plus importante à l'hypothèse - qui aurait des conséquences sociales et économiques majeures - d'une réelle indisponibilité des ressources fossiles et d'un bouleversement climatique dans trois, quatre ou cinq décennies.

3) Une vision indissociable de celle de « ville durable »

La « ville post-carbone » évoque essentiellement des problématiques liées à l'énergie et au climat, avec des objectifs précis fixés à l'horizon 2050. Néanmoins les transformations majeures qu'elle suppose - qui touchent à toutes les dimensions de la ville - font qu'une telle vision ne peut être enfermée dans les approches, souvent techniques, utilisées pour aborder ces deux problématiques. Dans la perspective qui est celle du présent programme, cette notion n'est, en effet, pas dissociable de celle de « ville durable », avec l'ensemble des dimensions, écologique, économique, sociale et culturelle, que celle-ci intègre. Elle ne peut pas être abordée indépendamment d'autres thématiques qui sont plus classiquement au cœur des politiques de villes durables :

- celles de l'écologie urbaine dans tous ses aspects (économie de ressources et d'espace, pollution locale, protection de la biodiversité, qualité de la vie...);
- celles de l'attractivité et de la pérennité du modèle de développement urbain;
- celles de la gouvernance démocratique;
- et enfin, et peut être surtout, celles des inégalités intra et intergénérationnelles, avec notamment, une préoccupation spécifique pour la réduction des ménages en situation de précarité énergétique...

Encart 1.2

VILLE « BAS CARBONE » & VILLE « POST-CARBONE » : UN SAUT QUALITATIF

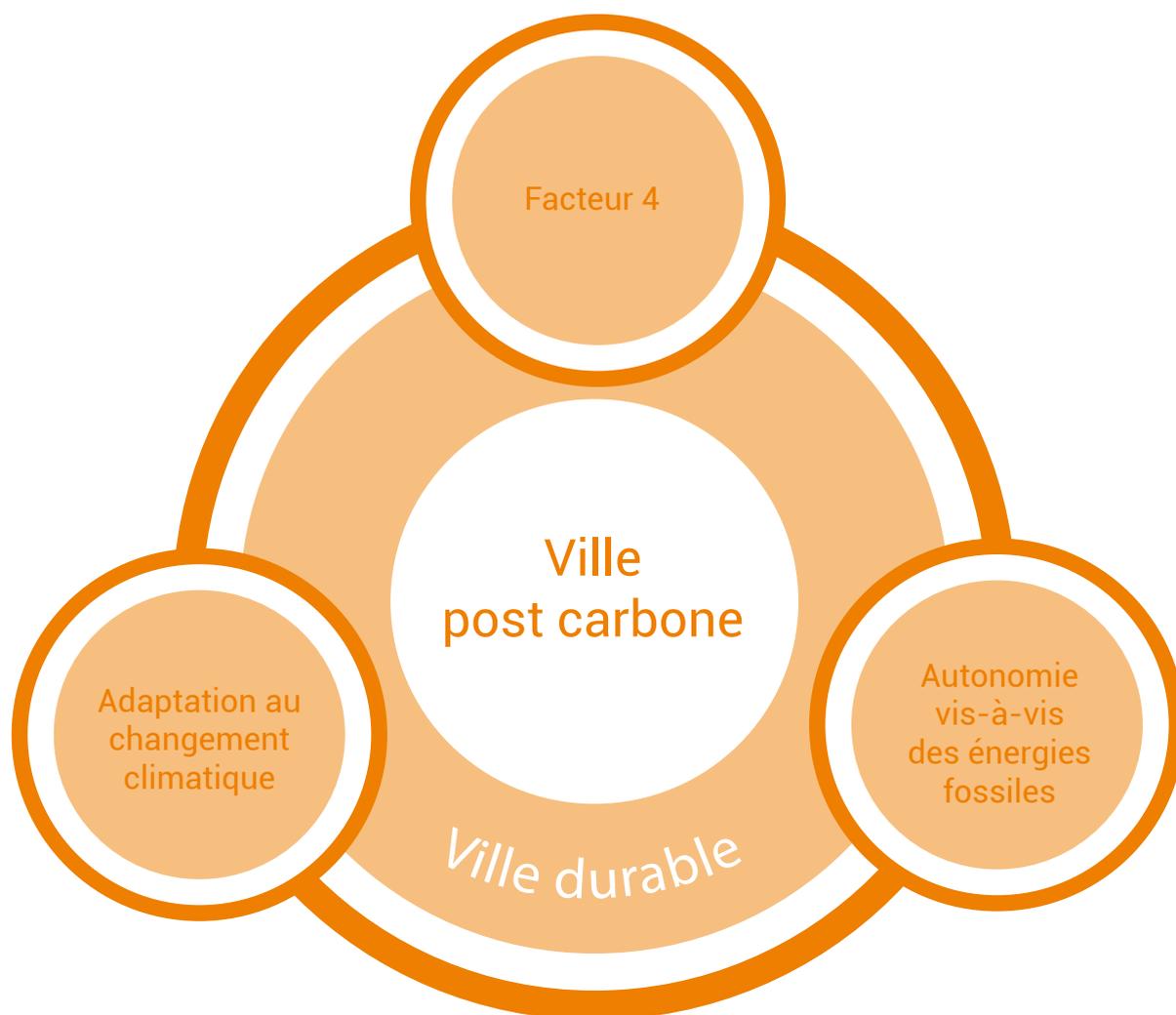
Les termes de « ville bas carbone » ou de « ville post-carbone » sont souvent utilisés l'un pour l'autre. Mais il y a, en réalité, une différence de nature entre les deux expressions. La ville « bas carbone » renvoie plutôt à une vision d'ingénieur, d'économiste, d'aménageur. Elle intègre toutes les améliorations techniques et les changements de comportements liés aux prix qui peuvent permettre de diminuer les émissions de gaz à effet de serre ou les consommations d'énergie sans ruptures majeures par rapport aux tendances de marché ou dans les modes de vie. La « ville post-carbone » envisage des transformations plus profondes dans les modes d'habiter, de se déplacer, de produire, d'organiser la ville, d'aménager le temps, avec comme perspective de pouvoir réellement affronter les risques de rupture qui pourraient survenir d'ici 2050. En principe, il y a une continuité entre les deux visions. Mais certains chercheurs, notamment de l'Université de Leeds, mettent l'accent sur la possibilité d'irréversibilités (« lock-in ») qui enfermeraient les villes sur des trajectoires « bas carbone » incompatibles avec la réalisation du facteur 4 ou avec des stratégies de résilience efficaces. L'enjeu est de trouver une bonne articulation entre ces deux perspectives - ce qui suppose, d'abord, de prendre en compte leur différence.

Aux trois objectifs qui définissent la « ville post-carbone » (facteur 4, autonomie par rapport aux ressources fossiles, adaptation au réchauffement), il faut donc en ajouter un quatrième : être compatible avec le projet de ville durable (graphique 1.2).

C'est donc dans cet espace « à quatre dimensions » que sont construits les scénarios présentés en seconde partie. À titre de comparaison, il est intéressant de confronter cette vision avec celle qu'un panel de citoyens a récemment exprimée lors du débat public sur la transition énergétique, à propos de sa conception de la transition. C'est ce qui est fait dans l'encart 1.3.

Graphique 1.2

LES QUATRE DIMENSIONS DE LA VILLE POST-CARBONE



VISION DE LA VILLE POST-CARBONE ET PERCEPTION DES OBJECTIFS DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE PAR LE PUBLIC : CONVERGENCES ET DIFFÉRENCES

SOURCE : SECRÉTARIAT GÉNÉRAL DU DNTE, MEDDE, MAI 2013

Interrogé lors de la Conférence de citoyens du 27 mai 2013 (organisée dans le cadre du Débat national sur la transition énergétique - DNTE) sur ce que pouvaient être les motivations de la France à s'engager dans la « transition énergétique », le public consulté a placé dans l'ordre suivant les objectifs à viser :

- ⊙ la réduction de la pollution et la protection de l'environnement (37,5%) ;
- ⊙ le développement des énergies renouvelables (30,2%) ;
- ⊙ l'anticipation de la raréfaction des ressources en pétrole et en gaz (26,5%) ;
- ⊙ la lutte contre le changement climatique (16,9%) ;
- ⊙ la prévention de l'augmentation prévisible des prix de l'énergie d'ici 2020 (16%) ;
- ⊙ la réduction des consommations d'énergie par les ménages et les entreprises (15,6%) ;
- ⊙ la lutte contre la précarité énergétique des ménages (11,2%) ;
- ⊙ le suivi de l'exemple donné par d'autres pays européens (5%).

Il est intéressant de noter, par comparaison avec les objectifs de la ville « post-carbone », l'importance des préoccupations liées aux questions de ressources, la place donnée au développement durable dans ses dimensions sociales et environnementales, et l'absence de la dimension « adaptation au changement climatique ». Globalement, la question du climat est peu présente.



02 Facteur 4, adaptation, sortie des énergies fossiles : raisons et controverses autour de la transition « post-carbone »

Diviser par quatre les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050, s'adapter au changement climatique, sortir des énergies fossiles et, en particulier, de la dépendance au pétrole : on comprend que ces objectifs - qui, comme cela vient d'être dit, justifient la transition vers des villes « post-carbone » - puissent susciter controverses et interrogations.

Il n'y a pas eu dans le programme « Repenser les villes dans la société post-carbone » de recherche spécifique portant sur la justification de ces trois enjeux. Cependant leur discussion a occupé une part importante des travaux de préparation préalables à la construction des scénarios. Si les évolutions ré-

centes - avant et pendant le déroulement de l'exercice - ont plutôt confirmé les craintes et les objectifs liés au changement climatique ; l'éruption aux États-Unis du gaz de schiste a sensiblement modifié les données et les perceptions en matière de disponibilité des énergies fossiles. Un état des lieux des controverses dans ce dernier domaine s'impose donc particulièrement. Mais il est également utile de rappeler - **au moment où, pour la première fois la concentration de CO₂ dans l'atmosphère a dépassé le seuil historique de 400 ppm⁶** - pourquoi des politiques beaucoup plus actives de réduction et d'adaptation au changement climatique vont devoir être menées simultanément au cours des décennies à venir. Et tout d'abord pourquoi l'objectif très ambitieux de division par quatre des émissions de gaz à effet de serre s'impose...

1) « Le Facteur 4 » : un objectif reconnu par la communauté internationale et déjà inscrit dans la loi

Le « Facteur 4 », c'est-à-dire la division par quatre des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 (par rapport à 1990) constitue, depuis 2005 et la loi POPE ⁷, l'objectif officiel des politiques climatiques menées en France. Il a également été implicitement reconnu par la communauté internationale, lors des conférences récentes de Durban et Doha⁸. La « feuille de route » publiée en 2011 par la Commission européenne va même au-delà, puisqu'elle fixe pour l'Europe un objectif de 80 à 95% de réduction au même horizon, objectif aussi légitimé par un niveau actuel d'émissions par tête pour les autres pays supérieur à celui de la France.

Cette division par quatre des émissions de gaz à effet de serre dans les pays développés correspond, il faut le rappeler, à l'effort nécessaire pour contenir le réchauffement prévu à l'horizon 2100 dans la limite de deux degrés, considérée par les scientifiques comme « supportable ». Deux degrés en moyenne mondiale, cela signifie aussi trois en Europe et cinq dans l'Arctique... Pour cela, il faudrait ne pas dépasser une concentration de **450ppm** de gaz à effet de serre ; ce qui suppose, selon les calculs des scientifiques, de diviser par deux les émissions au niveau mondial, et par quatre celle des pays développés (pour tenir compte à la fois de leurs émissions par habitant et de leur contribution passée à l'effet de serre). Ramenées à l'habitant, cela correspond à un « quota » d'environ 2 tonnes d'équivalent CO₂ par an.

Proposé par plusieurs chercheurs et experts dès la fin des années 80, mais scientifiquement confirmé par les travaux de modélisation du GIEC seulement après 2000, cet objectif de division par quatre des émissions a vu ses justifications se renforcer considérablement depuis cette date (ce qui explique, par exemple, que la Commission puisse proposer aujourd'hui d'aller au-delà). Tant à l'échelle mondiale que dans le cas spécifique de la France, les évolutions du contexte et les observations scientifiques ou statistiques n'ont fait toutes ces dernières années, qu'en légitimer un peu plus la nécessité.

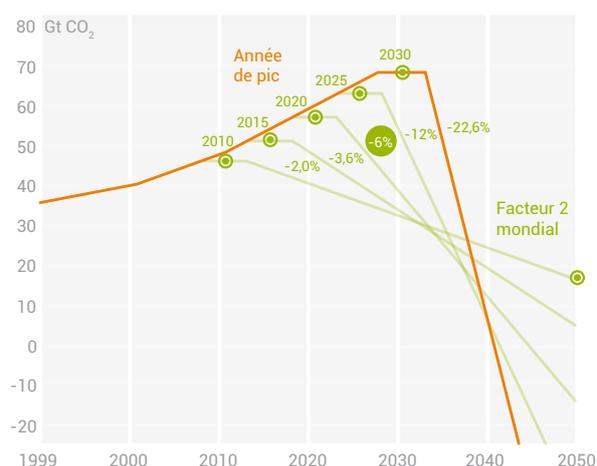
À l'échelle mondiale, les émissions de gaz à effet de serre ont connu dans la première décennie des années 2000 des progressions que même les scénarios les plus pessimistes du GIEC n'avaient pas imaginées, et ceci malgré la crise. Alors que le protocole de Kyoto proposait un objectif de réduction de 5% par rapport à 1990 (uniquement applicable aux pays du Nord), certes elles ont augmenté globalement d'environ 30% depuis, et de 45% pour les seules émissions de CO₂ liées à l'énergie (plus des 2/3 de l'ensemble). Compte tenu de cette augmentation considérable, qui a toute chance de se poursuivre (essentiellement dans les pays émergents), c'est probablement un facteur 3 en moyenne mondiale (et pas 2) qu'il faudrait viser.

Au niveau scientifique, des travaux convergents et récents⁹ ont montré qu'un objectif portant sur la cible finale (Facteur 4 en 2050) ne suffisait pas et qu'il fallait aussi porter attention au profil de distribution et d'accumulation des émissions dans le temps, avec l'idée d'un « budget carbone » à ne pas dépasser sur l'ensemble de la période 2010-2050. Pour stabiliser le réchauffement en 2100 à +2°C en moyenne, **il faudrait donc non seulement que le facteur 4 soit atteint, mais aussi que les émissions passent par un pic le plus tôt possible et sûrement avant 2020.** Si ce n'était pas le cas, les réductions devraient ensuite aller beaucoup plus loin que le facteur 4, ce qui serait quasiment impossible (graphique 1.3).

Graphique 1.3

ANNÉE DE « PIC DES ÉMISSIONS » ET TAUX DE RÉDUCTION POUR RESPECTER UN BUDGET CARBONE COMPATIBLE AVEC LA LIMITE DE +2°C

SOURCE : MEINSCHAUSEN ET AL. 2009



En France, les lois Grenelle de 2009 et la Conférence environnementale de 2012 ont réaffirmé clairement cet objectif de division par quatre malgré une baisse de 7% des émissions depuis 1990 (donc sur la période « post Kyoto ») et des quantités par habitant qui sont très inférieures aux États-Unis et en dessous de la moyenne européenne.

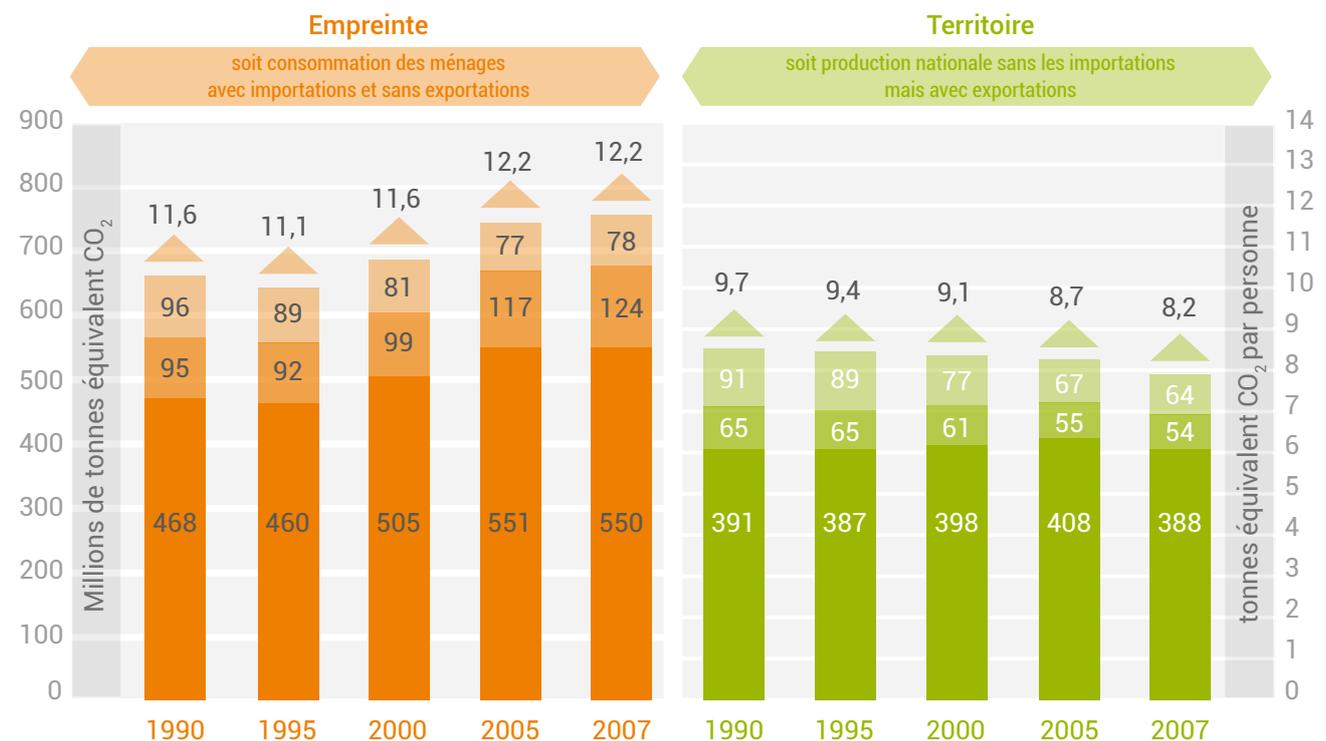
D'abord, une part importante de cette baisse s'explique par la situation économique, et la réduction est moindre que dans beaucoup de pays européens. Ensuite les quantités émises par habitant (8 tonnes d'équivalent CO₂) restent 4 fois supérieures au « quo-

ta » souhaitable en moyenne à l'échelle de la planète. Enfin, ces émissions sont sensiblement supérieures (50% en plus) si l'on tient compte de « l'empreinte carbone » externe des consommateurs français, c'est-à-dire de ce qui est lié à la production ou au transport des produits importés utilisés en France (graphique 1.4)¹⁰. Il est intéressant d'ajouter que cette empreinte carbone qui a augmenté de 14% depuis 1990 et s'élève, globalement à 12 tonnes par habitant, est liée essentiellement à quatre postes de consommation : les transports (2,5 tonnes, dont 2 pour la voiture individuelle), l'alimentation (2,2), le logement (1,9) et les services, dont l'hôtellerie (1,9).

Graphique 1.4

L'ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE ET DE L'EMPREINTE CARBONE EN FRANCE DE 1990 À 2007

SOURCE : SOES, MEDDE, MARS 2012



- Empreinte CO₂
- Empreinte CH₄
- Empreinte N₂O
- ▲ Empreinte par habitant

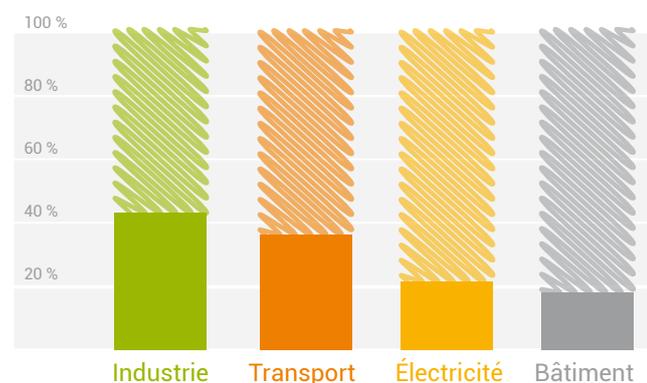
- CO₂ émissions nationales
- CH₄ émissions nationales
- N₂O émissions nationales
- ▲ Total émissions nationales par habitant

Le « Facteur 4 » est un objectif général très ambitieux qui, en principe, s'applique à tous les secteurs. **Les experts s'accordent pour dire que la moitié du chemin (le « facteur 2 ») peut être atteint par les technologies, l'autre moitié par des changements dans l'organisation des territoires ou les comportements**¹¹. Comme le montre le **graphique 1.5** publié dans le World Energy Outlook de l'Agence internationale de l'énergie, les gains potentiels en **efficacité** sont, globalement sous-exploités et il existe des marges de manœuvre importantes dans ce domaine, mais cela ne suffira pas sans en outre plus de sobriété. En France, où la production d'énergie, et plus particulièrement d'électricité, émet relativement peu de gaz à effet de serre en raison de l'importance du nucléaire, les consommateurs sont particulièrement concernés par ces enjeux de réduction. On peut faire l'hypothèse que, dans ces conditions, les villes elles-mêmes vont être particulièrement impliquées dans la mise en œuvre du facteur 4, à la fois comme lieu de concentration de la consommation et comme espaces privilégiés de mise en œuvre des solutions (notamment pas seulement techniques mais aussi organisationnelles) combinant efficacité et sobriété.

Graphique 1.5

D'ÉNORMES MARGES DE MANŒUVRE INEXPLOITÉES EN MATIÈRE D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DANS LE SCÉNARIO TENDANCIEL

SOURCE : AIE, WEO 2012



● Potentiel d'efficacité énergétique atteint
 ▨ Potentiel d'efficacité énergétique latent

2) L'adaptation au changement climatique : une nécessité inévitable, mais des incertitudes sur le défi réel à affronter

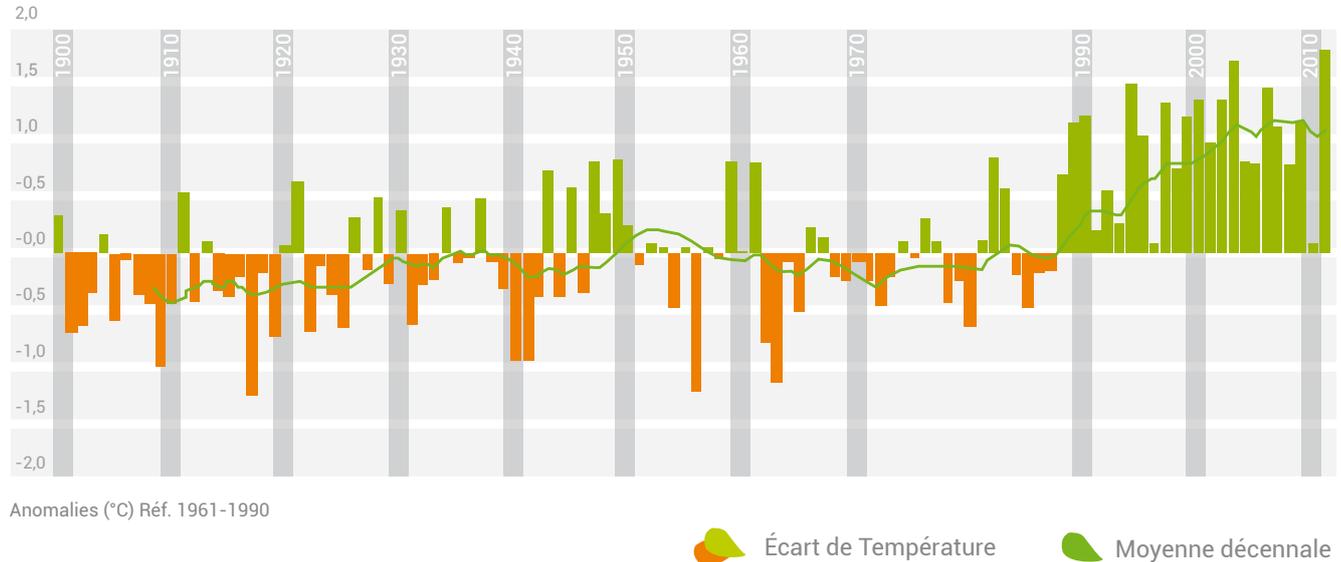
La réalisation du « Facteur 4 » n'évitera cependant pas que la société, les entreprises et les villes auront également à s'adapter au réchauffement important. Les températures ont d'ores et déjà augmenté depuis un siècle (de 0,75 degré en moyenne et 0,9 en France), avec une accélération depuis quinze ans (**graphique 1.6**). Et il est probable, pour de multiples raisons, que l'objectif, considéré comme « supportable », d'une augmentation de deux degrés à l'horizon 2100 ne sera pas atteint. Il faudrait pour cela limiter globalement la concentration de GES à 450ppm - ainsi que celle de CO₂ à 400 - or celle-ci vient de dépasser ce seuil et elle augmente au rythme de 2 à 2,5 ppm par an : **hors renversement immédiat inimaginable, beaucoup pensent que le seuil des deux degrés est, d'ores et déjà, hors de portée**¹².

Deux degrés de plus (3 en France), c'est déjà la perspective de changements importants dans les températures, notamment en été, les précipitations (plus de pluies ou de sécheresses), le niveau des mers (plus 70 cm), la fonte des glaciers, la récurrence des canicules et des événements extrêmes... et donc un défi déjà important en termes d'adaptation des villes. Mais au rythme où évoluent les émissions de gaz à effet de serre (et la déforestation) **la question est désormais de savoir** - comme viennent de la poser simultanément trois rapports de la Banque mondiale, de l'Agence internationale de l'énergie et du Programme des Nations Unies pour l'Environnement, relayant les scientifiques¹³, **si nous pourrions éviter 4 degrés de plus, voire 6 en 2100**¹⁴. Autrement dit les scénarios les plus pessimistes du GIEC apparaissent aux organismes internationaux les plus reconnus en matière économique comme devenant progressivement les plus probables avec des scénarios à 800 ppm ou plus (**graphique 1.7**). Déjà en 2006, le rapport Stern avait estimé que, pour des raisons économiques l'objectif des +2°C était peu accessible et proposait une fourchette de 2,5 à 3°C¹⁵. Le risque serait de passer un seuil au-delà duquel les scientifiques pointent des risques d'emballage du système climatique (fonte du permagélisol avec libération des hydrates de méthane, pertes de la capacité d'absorption de CO₂ de l'océan...).

Graphique 1.6

UN RÉCHAUFFEMENT DÉJÀ EN COURS EN FRANCE

SOURCE : METEO FRANCE, DOSSIER DNTÉ



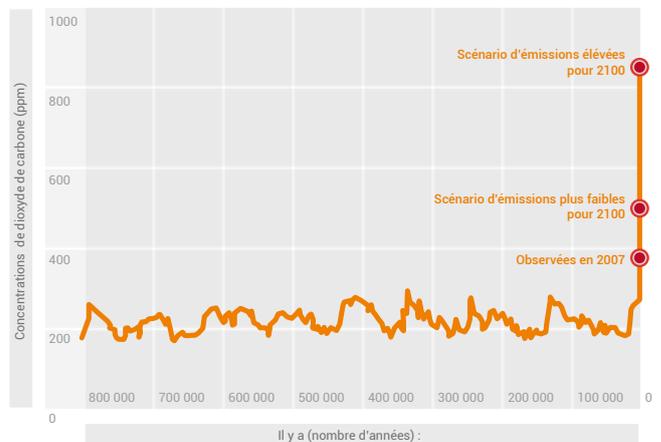
Et affronter une hausse de 4 ou 5 degrés conduirait la Terre à une situation avec des conséquences que les experts sont incapables d'estimer réellement aujourd'hui. C'est dans cette perspective que doit être resitué l'objectif de « Facteur 4 ». Il est intéressant de noter que, parmi les conditions nécessaires pour éviter cette situation, l'AIE insiste sur la nécessité de ne pas utiliser plus du tiers des réserves de combustibles fossiles existantes, et d'accélérer la décarbonisation des énergies, en faisant l'analyse que les progrès dans les énergies renouvelables sont et seront incapables de compenser l'augmentation qui s'accélère de l'usage des énergies fossiles¹⁶.

Il faut retenir de ces débats qu'il **faudra définir, notamment à l'échelle des villes, plusieurs stratégies d'adaptation en fonction de ces différentes hypothèses avec aussi des différences selon la situation géographique** (cf. sous partie suivante). Pour la France, on dispose désormais, grâce à Météo France et à l'ONERC, d'hypothèses relativement précises sur les changements attendus selon les scénarios, à différents horizons de temps et selon différents paramètres : hausses moyennes ou extrêmes des températures, précipitations, probabilité de canicules...¹⁷

Graphique 1.7

2 DEGRÉS OU 6 : LE RISQUE DE SCÉNARIOS EXTRÊMES D'AUGMENTATION DES TEMPÉRATURES

SOURCE : WORLD DEVELOPMENT REPORT, WORLD BANK, 2010 [À PARTIR DE LÜTHI ET AL. 2008]



On voit par exemple sur le **tableau 1.1** que selon les scénarios, les augmentations de températures maximales pourront varier à la fin du siècle de 2,6 à 4°C en moyenne sur la France¹⁸. Dans un scénario tendan-

ciel, toujours pour donner une illustration, le nombre de jours de canicule par an devrait passer de 0 à 3 aujourd'hui à 20 à 30 entre 2050 et 2060 puis 30 à 50 d'ici la fin du siècle.

Tableau 1.1

L'ÉVOLUTION ATTENDUE DES TEMPÉRATURES EN FRANCE SELON LES HORIZONS ET LE SCÉNARIO A2 (ÉMISSIONS ÉLEVÉES)

SOURCE : ONERC, CLIMAT FUTUR EN FRANCE, 2010

Température (minimum, moyenne et maximum °C) en 2030, 2050 et 2090 et différences par rapport au climat de 1990 pour la France métropolitaine, scénario A2 (17)				
	1990	2030 A2	2050 A2	2090 A2
Minimum	2,95	3,81	4,26	6,15
Moyenne	11,41	12,24	12,78	14,63
Maximum	15,7	16,53	17,14	18,87
Minimum différence		0,55	0,85	2,24
Moyenne différence		0,83	1,37	3,23
Maximum différence		1,24	1,8	4,06

3) Des controverses sur les ressources en énergies fossiles, mais pas sur l'urgence d'une moindre dépendance au pétrole

Si le « Facteur 4 » est inscrit dans la loi, et l'adaptation au réchauffement inévitable, **le débat est en revanche beaucoup plus vif sur la sortie, notamment à court terme, de la dépendance aux combustibles et énergies fossiles** - même si celle-ci pourrait se justifier pour des raisons simplement économiques (déficit de la balance des paiements). En Amérique du Nord, avec l'exploitation à grande échelle des sables bitumineux, huiles et gaz de schiste, et la découverte de gisements considérables en Arctique, certains parlent aujourd'hui « de nouvel âge d'or du pétrole »¹⁹ ; et « de passage pour l'ensemble des énergies fossiles de la rareté à plusieurs siècles d'abondance ». Le caractère éminemment stratégique des données et des prévisions fait qu'il est difficile de trouver des informations

fiables. Beaucoup d'arguments vont cependant dans le sens d'un pétrole (et à un moindre degré du gaz et du charbon) plus rare et plus cher, et d'une instabilité très forte à la fois des prix et des approvisionnements. Si les pressions vont être moins fortes à court terme qu'on ne l'imaginait encore il y a dix ans, ce n'est pas la société d'abondance que certains experts annoncent.

Un « peak oil » qui n'a pas disparu, malgré les ressources non conventionnelles

Longtemps contestée, l'hypothèse d'un « peak-oil », c'est-à-dire d'un retournement de la croissance des quantités d'hydrocarbure produites et mises sur le marché mondial, semblait depuis récemment susciter l'adhésion d'une part croissante des experts et même de certaines entreprises pétrolières²⁰. Et ceci à partir de plusieurs constats convergents : la décroissance des productions dans plusieurs pays, la relative stabilité des quantités offertes au niveau mondial, le maintien de prix élevés après la hausse du milieu des années 2000 et surtout la baisse du rythme de nouvelles découvertes de puits depuis les années 80 (**graphique 1.8**)

En 2009, une étude publiée par l'Agence Britannique de l'Énergie, recensant toutes les évaluations disponibles, concluait ainsi que pour le pétrole conventionnel, ce pic serait très probablement atteint avant 2030²¹. En y ajoutant les ressources non conventionnelles, même les plus optimistes, comme l'Institut sur l'Énergie de Cambridge (Cambridge Energy Research Associates - IHS), conviennent qu'après une longue période de plateau ou de « tôle ondulée », la production baissera également, mais plutôt à un horizon proche de 2050, sauf effondrement peu probable de la demande (**graphique 1.8**)²².

Si l'hypothèse d'un pic de production des ressources de pétrole conventionnel vers 2020-2030 est maintenant bien établie, beaucoup d'espoir est mis dans leur substitution par des ressources non conventionnelles. Ressources qui, comme le montre le **graphique 1.9** publié l'AIE dans son World Energy Outlook 2012²³ et portant sur les États-Unis, pourraient faire de ce pays dans les années 2020 un des premiers producteurs mondiaux de pétrole. Mais hors des États-Unis, peu de prospectives proposent des visions claires des ressources non conventionnelles (gaz et huiles de schistes) qui pourront effectivement être mises sur le marché d'ici 2030, et encore moins d'ici 2050. Beaucoup, même dans les projections de l'AIE, restent soit « à découvrir », soit « à développer », avec de fortes incertitudes sur leur acceptation locale. Les récentes découvertes au Brésil, dans le golfe du Mexique, au large de l'Afrique occidentale, ou encore certains bassins africains comme en Ouganda ou au nord du Kenya ne doivent pas faire oublier que l'on consomme globalement toujours beaucoup plus que ce que l'on découvre : 30 milliards de barils /an contre 15 découverts (un peu plus en 2010, un peu moins en 2011).

Et entre ressources et réserves, outre le prix du baril et les paris technologiques, il y a un grand écart que les mises en exploitation permettent de réellement éclairer : ainsi, les taux de récupération sur les gaz non conventionnels observés à partir d'expériences à grande échelle indiquent des taux de l'ordre de 5 à 7%, ce qui est peu, et les puits voient leur débit baisser de 50 à 60% rien que la première année²⁴. Comme le suggère **l'encart 1.4**, qui porte essentiellement sur la situation américaine, l'exploitation de ces ressources pose des questions écologiques, mais aussi économiques avec des coûts d'investissement élevés, mais des temps de retour sur investissement aussi, et un potentiel qui semble changer la donne surtout localement et pour quelques décennies au

maximum... outre les situations de lock-in et dépendance que cette exploitation peut accentuer. **Les ressources non conventionnelles, qui sont par définition mouvantes, peuvent être une solution de transition vers un nouveau système énergétique, mais pas une révolution énergétique changeant structurellement la donne**²⁵. Il est donc probablement prématuré d'énoncer, comme certains médias l'affirment²⁶, « qu'il y a désormais trop de pétrole » et que la question du peak pétrolier « n'est plus d'actualité ».

Tableau 1.2

RÉSERVES, RESSOURCES, CONVENTIONNELS, NON CONVENTIONNELS : QUELQUES PRÉCISIONS

SOURCE : IFP - [HTTP://WWW.IFPENERGIESNOUVELLES.FR/](http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/)

RÉSERVES ET RESSOURCES

Les réserves correspondent aux volumes de pétrole récupérables aux conditions techniques et économiques du moment dans des gisements exploités ou en passe de l'être.

Les ressources pétrolières correspondent à l'ensemble des volumes encore dans le sous-sol terrestre, dans les découvertes actuelles exploitées ou non, et dans les gisements restant à découvrir. Une partie de ces ressources sera exploitable lorsque les conditions économiques et techniques seront favorables. Parmi ces ressources extractibles, il y a les ressources contingentes situées dans les accumulations découvertes mais non encore programmées pour être mises en exploitation et les ressources potentielles contenues dans les découvertes restant à réaliser. Les ressources additionnelles, communément nommées réserves additionnelles, correspondent au supplément de volume extractible par amélioration du taux de récupération dans les gisements exploités.

La notion de réserves est complexe et fluctuante, puisqu'elle s'appuie sur deux paramètres susceptibles d'évoluer : la récupération possible du pétrole identifié avec les moyens techniques que l'on maîtrise à un instant « t » et le prix du baril jugé « acceptable » au même moment

CONVENTIONNEL ET NON CONVENTIONNEL

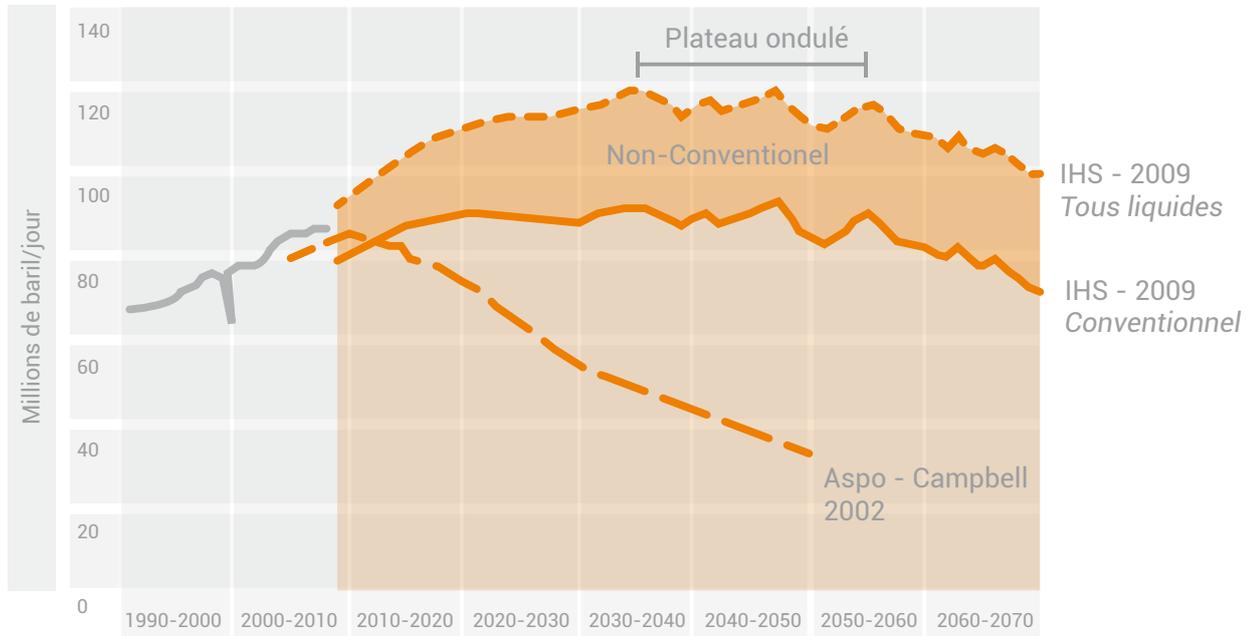
Les notions de conventionnel et non conventionnel font référence aux mêmes hydrocarbures mais dont la méthode pour les extraire diffère, soit parce qu'ils se trouvent dans des couches géologiques très peu perméables, soit parce que la nature même de ces hydrocarbures les rend peu ou pas mobilisables (viscosité du pétrole par exemple).

Un des défis majeurs de l'exploitation de ce type de gisement est la réduction de son empreinte environnementale (réduction des émissions de CO₂, meilleure utilisation de la ressource en eau).

Graphiques 1.8

DEUX VISIONS EXTRÊMES DU « PEAK OIL »

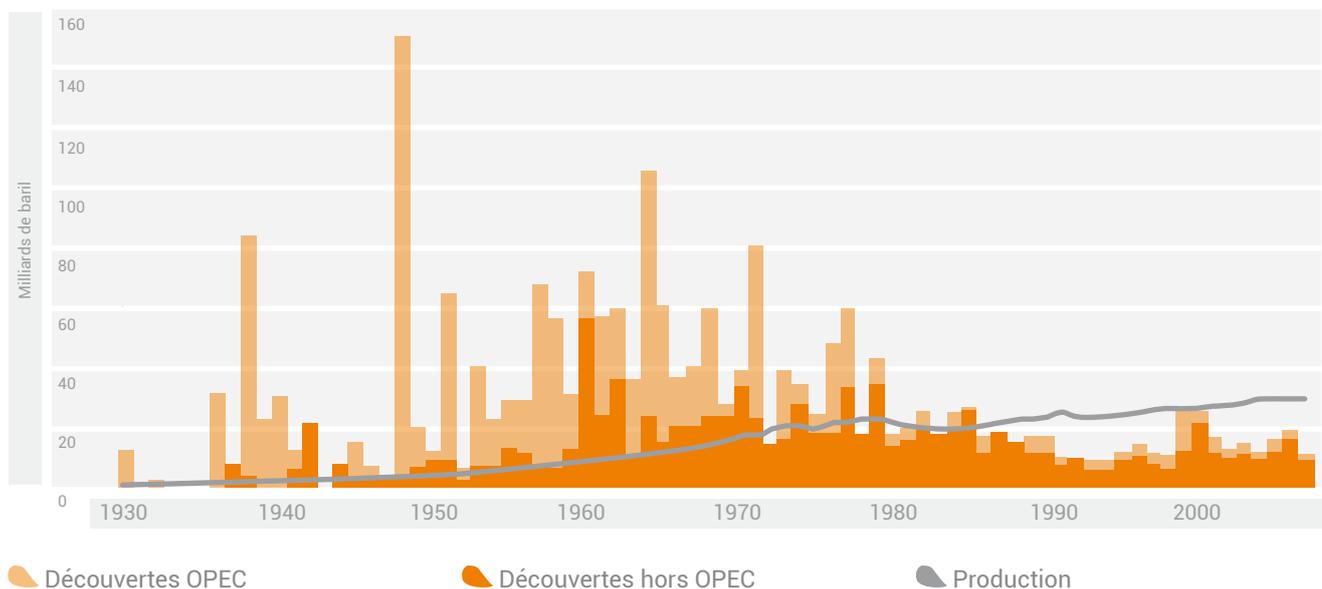
SOURCE : IHS, CERA, 2009



UNE BAISSSE HISTORIQUE DES DÉCOUVERTES DE PÉTROLE CONVENTIONNEL

SOURCE : IHS CAMBRIDGE ENERGY RESEARCH ASSOCIATES

DÉCOUVERTE ET PRODUCTION MONDIALE DE PÉTROLE, 1930-2007

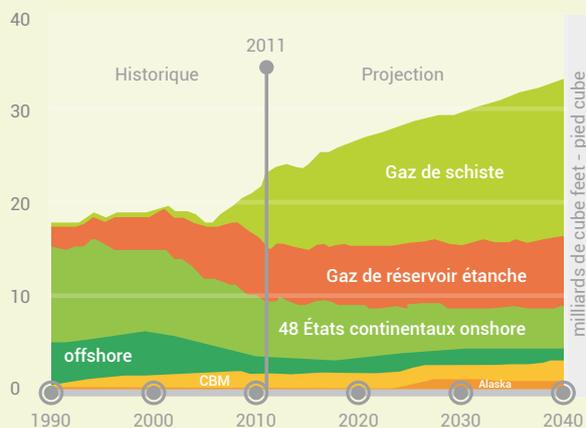


Encart

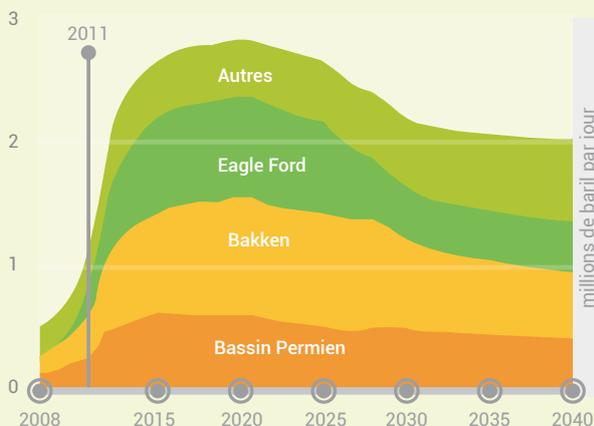
1.4

L'EXPLOSION DU GAZ DE SCHISTE AUX ÉTATS-UNIS ET SES LIMITES

En quelques années, la production de ressources fossiles non conventionnelles aux États-Unis a très fortement augmenté. Doublement en quatre ans pour les huiles non conventionnelles et explosion de la production des gaz non conventionnels ont bouleversé le marché local et fait s'effondrer les prix (en tout cas pour le gaz, le marché étant « régionalisé » - Asie, Europe, USA - à cause des capacités d'exports physiquement limités).



Potentiels de productions de gaz / Potentiels de pétrole non conventionnels (tight oil) aux États-Unis



Explorant des hypothèses différentes sur les conditions d'exploitation, l'US Energy Information Agency dans son Outlook 2013 annonce que le regain de production intérieure ne pourrait être qu'une embellie (en tout cas dans son scénario de référence) avant la reprise du déclin peu après 2020 sur les huiles - pétrole -, (les projections sont même qualifiées de « très incertaines »). Les potentiels semblent par contre plus importants sur le gaz.

De nombreux experts estiment que la perspective pour ce pays de devenir l'un des premiers producteurs mondiaux de gaz et pétrole non conventionnels, et même d'être exportateur net pourrait ne correspondre qu'à une période transitoire. Et l'EIA confirme bien que cela ne sera le cas que sous un ensemble de conditions favorables, tant du côté de l'offre que du côté de la demande, avec des efforts significatifs sur la maîtrise des consommations. Dans les formations géologiques qui sont aujourd'hui très bien connues et les plus importantes, ce sont des périodes de production de l'ordre de 10-15 ans qui sont attendues. Et cela, au prix d'investissement et de forage en continu. Les forages non conventionnels voient en effet leur production chuter drastiquement dès la première année. Pour maintenir un niveau de production constant, il convient donc de forer sans cesse. Contrairement aux ressources conventionnelles, les coûts fixes sont faibles, mais les coûts d'opération majeurs et croissants.

La baisse spectaculaire des prix du gaz qui s'est produite aux États-Unis (de 7,5 \$ par MBtu en 2007 à 3 en 2012 - contre 11 pour l'Europe et 15 pour le Japon) semble liée à une situation à la fois conjoncturelle et spécifique, qui n'est pas nécessairement extrapolable à d'autres pays. Non seulement les conditions d'exploitation (techniques, réglementaires...) sont très favorables, mais les prix actuels reflètent une situation provisoire d'offre surabondante pour le marché intérieur - liée, en partie, à la difficulté de transporter le gaz sur de longue distance (hors gaz liquéfié). Dans cette situation extrême, la baisse de prix ne couvre plus les coûts d'exploitation croissants, d'où des faillites nombreuses. Ce sont désormais les huiles de schiste, plus faciles à valoriser qui permettent aux producteurs de « non conventionnel » d'assurer leur « survie » ou leur rentabilité économique.

Graphique 1.9

L'ÉMERGENCE DES RESSOURCES NON CONVENTIONNELLES : ESPOIRS AMÉRICAINS ET INCERTITUDES MONDIALES

SOURCE : AIE, WEO 2012



Il faut ajouter que la question des ressources disponibles sur le marché n'est naturellement pas indépendante des aspects écologiques et climatiques liés à leur exploitation. Comme cela a déjà été mentionné, l'Agence internationale de l'énergie estime que, pour pouvoir atteindre les objectifs fixés en matière de climat, « il ne faudrait pas exploiter avant 2050 plus du tiers des ressources prouvées d'hydrocarbures, même en tenant compte des technologies de capture et de stockage de carbone ». Cette préconisation peut être étendue aux autres ressources fossiles : gaz et charbon. À partir du moment où le « budget carbone »

est limité, et où la décarbonisation du système énergétique est la première condition pour éviter un réchauffement plus de 2°C, cela constitue de fait une limite à l'augmentation de la production d'énergies fossiles. Et cela sans parler des risques environnementaux liés à la fracture hydraulique ou à l'exploitation des ressources dans l'Arctique. « Peak carbon », c'est à dire le point de basculement de l'ensemble des émissions de GES mondiales, et « Peak oil » sont ainsi naturellement liés.

Des substituts qui posent de nombreux problèmes

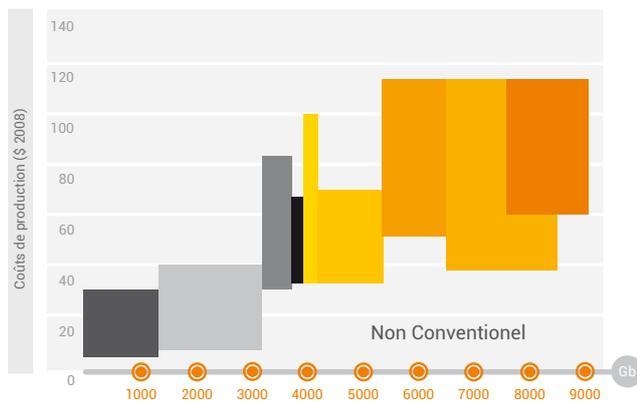
Avec un nouveau palier pour le prix du baril de pétrole autour de 80-100\$ le baril, et des perspectives de hausses des prix plus importantes, les possibilités de développer des substituts au pétrole vont naturellement être beaucoup plus importantes. Mais tous les nombreux candidats possibles, notamment dans les transports (qui représentent, en France, plus de 70% de la consommation de pétrole et où la dépendance est supérieure à 90%) : gaz de pétrole liquéfié (GPL) dans une faible mesure car la production est fatale lors du raffinage, gaz naturel pour véhicules (GNV), gaz ou charbon liquéfiés (GTL, CTL), biocarburants, hydrogène (piles à combustible) et même électricité, posent des problèmes de développement à grande échelle et d'utilisation encore loin d'être résolus. Économiques, techniques, environnementaux, spatiaux ou en termes de sécurité, la liste des obstacles qu'il faudra franchir est longue pour que les transports puisse disposer de substituts équivalents en performance, en accessibilité et en prix au pétrole existant. Le graphique 1.10, qui lie évolution du prix du baril et offre potentielle de substituts, mais ne tient pas compte de tous ces obstacles, doit donc être interprété avec beaucoup de prudence. Malheureusement, c'est un des seuls disponible en prospective.

Graphique 1.10

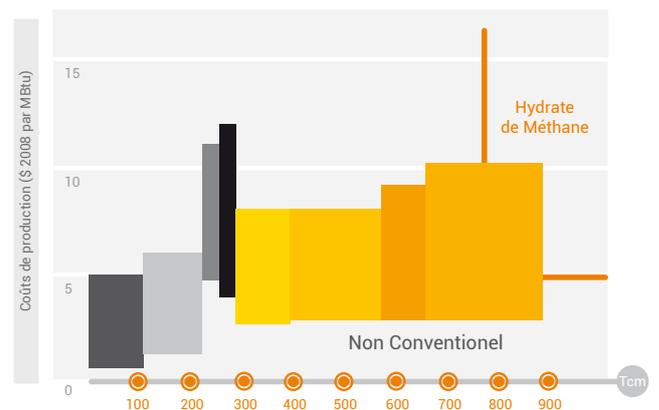
SUBSTITUTS AU PÉTROLE EN FONCTION DU PRIX DU BARIL : UN POTENTIEL THÉORIQUE QUI REND MAL COMPTE DES OBSTACLES À LEUR DÉVELOPPEMENT

SOURCE : AIE, 2008

LES RESSOURCES ULTIMES RÉCUPÉRABLES DES HYDROCARBURES LIQUIDES



LES RESSOURCES ULTIMES RÉCUPÉRABLES DES HYDROCARBURES GAZEUX



- Déjà produits
- Conventionnel
- Récupération assistée
- Profond/ Ultra-profond

- Arctique
- Huiles lourdes Sables bitumineux
- Schistes bitumineux Pétroles de schistes
- GtL Gas to Liquids
- CtL Coal to Liquids

- Déjà produits
- Conventionnel
- Deepwater
- Arctique

- Gaz de réservoirs compacts
- Gaz de schistes
- CBM Coal Bed Methane Méthane de houille
- Gaz acides

Dans les domaines autres que les transports, les alternatives sont beaucoup plus larges, mais il ne faut pas oublier que ces usages « hors transport » du pétrole représentent, par exemple pour la France, seulement 30% de la consommation de pétrole.

Globalement, les ressources en charbon sont abondantes mais elles posent un problème majeur pour le climat. Pour le gaz, l'hypothèse d'un pic de production n'est généralement envisagée qu'après 2050²⁷, mais il faut rappeler que c'est une ressource beau-

coup plus difficilement transportable que le pétrole. Ce qui veut dire, par exemple, que l'épuisement du gaz norvégien, où des tensions avec la Russie, le Maghreb - les autres zones d'approvisionnement européennes - pourraient à plus court terme amener des tensions sur les prix en Europe²⁸. Enfin, ce qui a été dit sur le « peak carbon » et « peak oil » s'applique aussi, naturellement, pour ces deux ressources fossiles : une utilisation de ces ressources sans capture et stockage massif de carbone serait dévastateur pour le climat.

Des impacts économiques et sur la balance des paiements majeurs

Quand bien même la date du pic de production de pétrole serait décalée dans le temps, cela n'évitera pas des tensions croissantes et des instabilités sur les prix, avec, en conséquence pour la France, des perspectives à long terme de hausse du prix des carburants²⁹ et d'accroissement du déficit de la balance commerciale. Avec un prix qui s'est stabilisé autour de 80-100\$ par baril (**graphique 1.11**), ce déficit a déjà atteint en 2012 un chiffre record de 72 milliards d'euros, expliquant l'essentiel du déficit extérieur français. La simple perspective d'une multiplication par quatre du parc mondial d'automobiles d'ici 2050 (par rapport aux années 2000)³⁰ et de hausse de 50% de la demande s'ajoutant à des coûts d'exploitation croissants fait que les prix devraient se situer, pour les plus optimistes, dans une fourchette de 130-150\$, et pour les plus pessimistes, jusqu'à 300\$ en 2050.

Deux études récentes faites par la Banque Mondiale et par l'OCDE³¹ vont même jusqu'à envisager à un horizon beaucoup plus proche (2020-2025) des niveaux de prix de l'ordre de 200 dollars par baril. Cela rejoint les hypothèses de certains chercheurs qui voient dans la crise du milieu des années 2000 un « tournant structurel » : le passage d'une période où l'offre pouvait s'adapter à la demande à une période où elle ne le peut plus et devient inélastique, avec des conséquences sur les prix³². Deux cent dollars par baril, c'est pour le consommateur un litre d'essence à plus de 2€ (à fiscalité constante) et pour l'économie un « prélèvement » sur le PIB de plus de 100 milliards d'euros uniquement pour le pétrole, sans parler des imports de gaz qui représentent aujourd'hui quelques 10 milliards d'euros.

Graphique 1.11

DOUZE ANS DE PRIX DU PÉTROLE ET DE DÉFICIT COMMERCIAL DE LA FRANCE (2000-2012)

SOURCE : D'APRÈS DOUANES, DG TRÉSOR, RÉSULTAT DU COMMERCE EXTÉRIEUR 2012



- Déficit commercial (Md€)
- Facture énergétique (Md€)
- Cours du baril de Brent (en euros)

Un risque non négligeable de rupture plus brutale

Si l'on ajoute aux pressions précédentes la convergence possible de plusieurs risques (risques géopolitiques, blocages ou accidents écologiques, difficultés à mettre en place les technologies, financement mal adapté des investissements, erreurs dans les anticipations, spéculation incontrôlée...), on voit qu'il faut aussi envisager la possibilité de crises ou de ruptures plus brutales d'approvisionnement, comme le fait, par exemple Dennis Meadows, un des auteurs principaux de l'ouvrage « Limites à la croissance »³³. C'est une situation que la France a connue à plusieurs reprises mais pendant des périodes limitées, dans les années 70 notamment. On n'a pas d'expérience de ce que pourrait être un choc durable.

Dans tous les cas, hausse des prix continue ou rupture brutale, c'est la société dans son ensemble qui sera affectée et en premier lieu les villes et les personnes plus vulnérables. Cette seule raison, ajoutée à la perspective d'un déficit croissant de la balance des paiements, justifie l'objectif d'une transition vers le « post-carbone », ou, en tout cas, d'une moindre dépendance au pétrole.

4) La transition vers des villes post-carbone : l'articulation entre facteur 4, adaptation et moindre dépendance aux fossiles

Les trois objectifs qui viennent d'être évoqués : division par quatre des émissions de gaz à effet de serre, adaptation au réchauffement et sortie des énergies fossiles (en commençant par la réduction de la dépendance au pétrole) **sont naturellement liés, mais pas nécessairement convergents.**

La volonté de limiter la dépendance au pétrole peut, par exemple, conduire à développer l'utilisation de charbon liquéfié comme substitut dans les transports, choix qui aura un impact défavorable sur les émissions de CO₂. L'adaptation ou les stratégies de « résilience » sont aussi parfois vues comme permettant de faire l'économie des actions de réduction (**en-cart 1.5**). Dans la pratique politique ou scientifique, il arrive d'ailleurs souvent que ces trois enjeux soient abordés séparément. Pourtant de nombreux travaux, comme par exemple le rapport Stern ou les rapports de l'AIE, ont clairement montré que les politiques les moins coûteuses et les moins risquées étaient celles qui arrivaient à combiner intelligemment les trois aspects³⁴. C'est dans cette perspective d'articulation que se situe le programme « **Repenser les villes dans la société post-carbone** ». L'hypothèse est en effet que c'est à l'échelle des villes que les passerelles les plus efficaces peuvent être construites entre ces trois volets, à la fois parce qu'elles sont directement concernées par ces différents aspects mais aussi parce qu'elles ont les leviers pour agir sur chacun d'eux. C'est aussi pourquoi leur rôle dans la transition « post-carbone » est majeur.

Encart

1.5

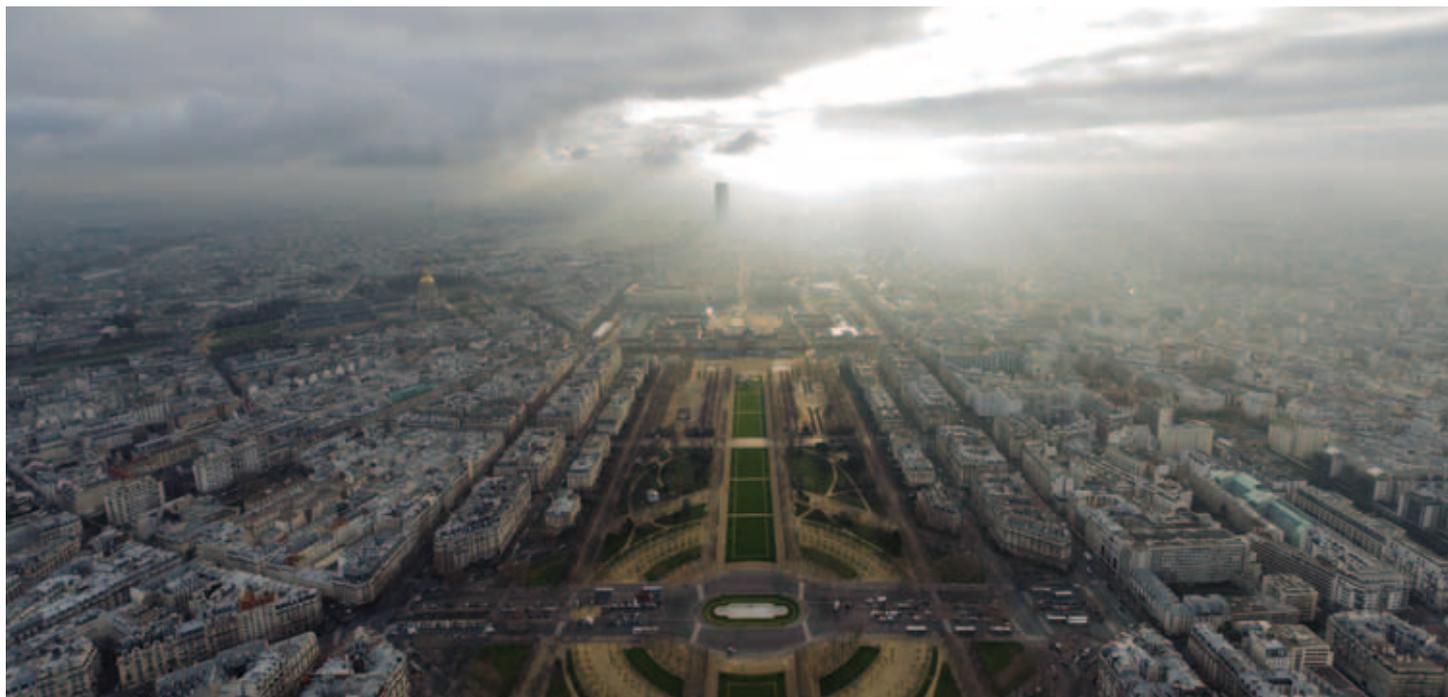
RÉCONCILIER DURABILITÉ ET RÉSILIENCE :

PRÉVENTION, ADAPTATION, MOINDRE DÉPENDANCE AU PÉTROLE DES OBJECTIFS
QUI NE CONVERGENT PAS NÉCESSAIREMENT

L'objectif des scénarios « villes post-carbone » est de faire jouer les convergences possibles entre les politiques de « Facteur 4 » et de résilience ou de réduction des vulnérabilités soit au changement climatique, soit aux variations fortes du prix des combustibles fossiles. Or cette convergence est loin d'être spontanée car, comme le montre le tableau suivant, ces politiques peuvent être contradictoires, notamment dans une approche sectorielle.

En outre, ces politiques s'inscrivent généralement dans des temps différents : la « résilience » pour le temps court, la « durabilité » pour le temps long. L'ambition d'une transition « post-carbone » réussie réside dans la tenue simultanément de ces deux horizons de temps.

RÉSILIENCE / ADAPTATION	-	<ul style="list-style-type: none">Usage des énergies fossiles Émissions de GESUrbanisation des espaces naturels vulnérables (ex : littoral)	<ul style="list-style-type: none">Densification des centres sans végétalisation ou architecture de rafraîchissement naturel (îlots de chaleur)Transports collectifs en site propre en zone inondable (souterrain notamment)
	+	<ul style="list-style-type: none">Solutions de substitution avec fort contenu en énergie griseDéveloppement et usage de substituts au pétrole émetteur de plus de GES (biocarburants 1^{ère} génération avec changement d'affectation des sols, gaz et charbon liquéfié, ressources non conventionnelles...)ClimatisationExtension des espaces verts en centre-ville ou première couronne réduisant la densité	<ul style="list-style-type: none">Maîtrise de la mobilité subieIsolation des bâtiments avec matériaux sobres en énergie griseModes de vie plus sobresPolitique d'urbanisme intégrant adaptation et durabilité
		-	+
		DURABILITÉ / RÉDUCTION DES ÉMISSIONS	



03 Quelles responsabilités et quel rôle pour les villes dans la société post-carbone ?

Que les villes soient concernées par les changements climatiques, l'évolution du prix du pétrole ou les usages de l'énergie ne fait pas de doute : c'est une réalité à laquelle chaque habitant ou chaque automobiliste est confronté quotidiennement. Depuis deux siècles, leur extraordinaire extension n'est pas dissociable d'un mode de croissance fondé sur les énergies carbonées ; et il est difficile de contester comme l'écrit Patrick Criqui que « **la structure des villes, la nature du bâti, l'organisation des systèmes de transport et les modes de vie urbains, sont et seront de plus en plus décisifs dans l'évolution des besoins en énergie et des émissions de gaz à effet de serre** »³⁵. Concentrant une partie désormais majoritaire de la population mondiale (et plus des quatre cinquièmes de celle-ci en France) les villes sont aussi, par définition, particulièrement exposées aux conséquences du réchauffement. Sur cette inquiétude générale, il n'y a plus de controverse.

Dans la pratique, il n'en reste pas moins de nombreuses questions ouvertes à propos de l'implication effective ou possible des villes : sur leur responsabilité concrète, sur la réalité de leur exposition au réchauffement, et surtout sur l'efficacité de leur éventuelle intervention dans les politiques climatiques ou énergétiques. À une perspective volontariste, qui prend appui sur les dynamiques locales déjà engagées, s'oppose, une vision beaucoup plus sceptique qui va jusqu'à mettre en doute le sens même d'une intervention massive sur les villes au nom d'arguments qui appellent une véritable discussion : l'absence de base scientifique solide, des coûts sociaux et économiques énormes, des inerties incompatibles avec l'urgence climatique ou énergétique, des problèmes de gouvernance insurmontables, un mandat politique flou... Sur toutes ces questions un minimum de clarification est donc nécessaire avant de s'engager dans la construction de scénarios ou d'envisager des actions possibles.

Parmi toutes les ambiguïtés, la moindre n'est pas celle qui concerne la notion de ville elle-même.

Comme chacun sait il n'y a pas de définition internationalement reconnue de ce que peut être une ville, et en France même, deux conceptions coexistent : l'une fondée, en plus de la taille, sur l'idée de contiguïté du bâti (les « unités urbaines »), l'autre sur l'attractivité en termes d'emplois ou d'activités (« les aires urbaines »)³⁶. Il y a surtout beaucoup de confusion qui vient de ce que « la ville » selon les interlocuteurs impliqués peut renvoyer alternativement soit à une responsabilité institutionnelle (« la collectivité locale »), soit à un espace (« le territoire urbain »), soit à une population (« les rennais, les strasbourgeois... »). Or en termes d'usage de l'énergie ou d'émission de gaz à effet de serre, cela n'est pas du tout la même chose.

Comment donc justifier l'implication des villes - et de quelles villes - dans la transition vers des sociétés « post-carbone » ? Ce sera l'objet de ce troisième chapitre d'en rappeler les principaux arguments - en commençant par le premier, qui commande tous les autres : le poids des dynamiques urbaines.

1) Le poids des dynamiques urbaines

Tous les cinq jours, la population urbaine mondiale s'accroît d'un million d'habitants. Elle a plus que quintuplé depuis 1950, et devrait presque doubler encore d'ici 2050 pour passer de 3,5 à 6,5 milliards et représenter alors environ 70% de la population du globe. Pour donner une image de ce que représente cette révolution urbaine, il faut rappeler qu'au début du 19^{ème} siècle seulement 3% de la population mondiale habitaient dans les villes ! En termes de poids économique, cette concentration est encore plus forte, avec, par exemple, des villes comme Tokyo

ou New York qui, en 2008, avaient un « PNB » supérieur à ceux de l'Espagne, du Canada ou des Pays-Bas ; mais aussi Paris à la Belgique, la Suède ou la Thaïlande³⁷... L'urbanisation mondialisée est un phénomène massif et elle transforme toutes les sociétés, les technologies, les cultures, et, naturellement, les rapports à la consommation et à la production dans leur ensemble³⁸. On comprend dans ces conditions que les villes puissent être aussi, au moins pour les trois ou quatre décennies à venir, l'un des moteurs les plus déterminants de l'évolution des problématiques énergétiques et climatiques mondiales.

Naturellement, ce caractère massif du mouvement d'urbanisation touche aujourd'hui essentiellement les pays émergents ou en développement « du Sud », qui représentent plus de 95% de l'accroissement de la population urbaine prévu à l'horizon 2050. **Mais cela ne veut pas dire que dans les pays du Nord, la dynamique urbaine se soit arrêtée** et que les villes de ces régions ne vont pas continuer à se transformer dans les trente-cinq prochaines années comme elles ont pu le faire dans la période récente. Si l'on regarde ce qui s'est passé, par exemple, en France métropolitaine entre 1999 et 2008 à l'échelle des unités urbaines ou des aires urbaines, on constate (**tableaux 1.3 et 1.4**) qu'en une décennie ces transformations ont été loin d'être négligeables : la population urbaine s'est encore accrue de 3,5 millions d'habitants, la superficie du territoire urbanisé a augmenté de 20%, et dans les espaces périurbains. Population, surface occupée et emploi ont connu des croissances de 40 à 50% ! L'idée qu'en Europe « la transition urbaine serait achevée »⁴ ne correspond pas à la réalité des dynamiques et recompositions territoriales qui se poursuivent sur le terrain et de l'influence croissante des villes sur ces territoires.

Tableau 1.3

70 ANS D'URBANISATION EN FRANCE

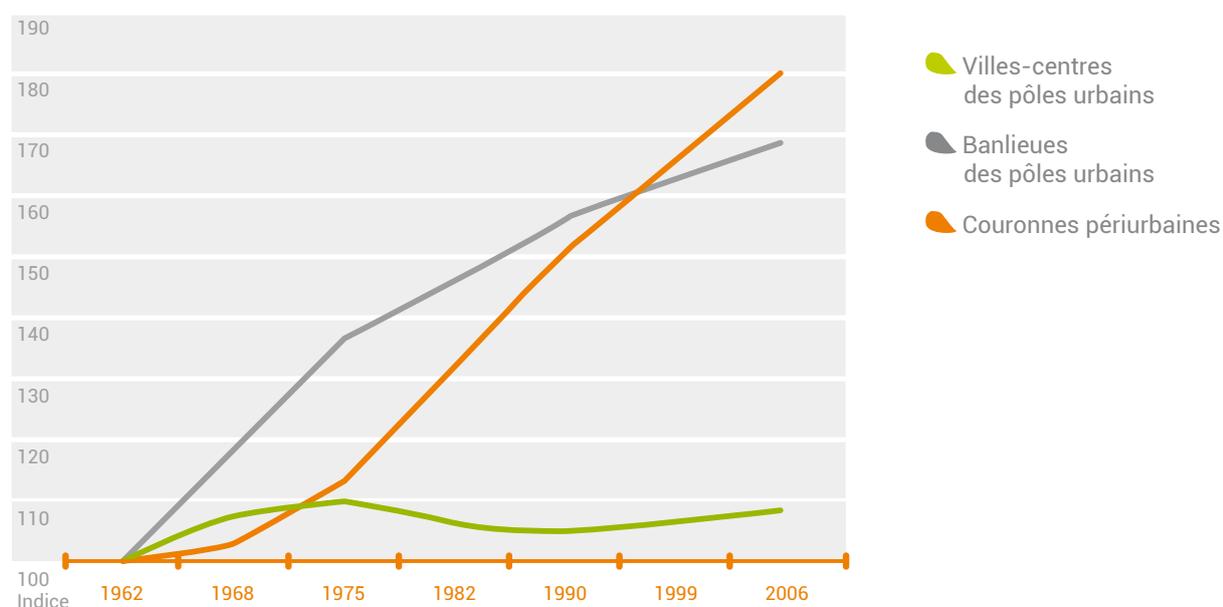
SOURCE : INSEE, INED (INSEE PREMIÈRE : 1364)

	1936	1954	1962	1968	1975	1982	1990	1999	2007
Population (en milliers)	41 813	42 705	46 425	49 712	52 592	54 335	56 615	58 518	61 795
dont urbaine	22 120	24 456	29 370	34 834	38 351	39 861	41 898	44 197	47 883
dont rurale	19 693	18 249	17 055	14 878	14 241	14 474	14 717	14 321	13 912
Part de la population urbaine (en %)	52,9	57,3	63,2	70,1	72,9	73,4	74,0	75,5	77,5
Superficie du territoire urbain (en km ²)	36 516	41 142	48 743	68 880	76 281	83 352	89 649	100 022	118 757

Tableau 1.4

L'ÉVOLUTION DES AIRES URBAINES ENTRE 1999 ET 2008

SOURCE : DGEC, ÉTALEMENT URBAIN ET POLITIQUE CLIMATIQUE, SYNTHÈSE N°4, DÉCEMBRE 2010 - INSEE



Malgré une histoire plus tardive que dans la plupart des pays voisins, **la France « urbaine » représente ainsi aujourd'hui - en métropole³⁹ - les quatre cinquièmes de la population et un cinquième de l'espace occupé. Ces deux chiffres pourraient résumer à eux seuls ce poids majeur des villes.** Mais les statistiques dont on dispose désormais sur les « grandes aires urbaines » montre que « l'influence » des agglomérations dépasse en réalité largement ces parties urbanisées, pour concerner près de 85% des habitants et des emplois, et, en 2008, près de la moitié (46%) du territoire. En prenant en compte les pôles plus petits, ou les communes attirées par plusieurs villes différentes, l'INSEE estime même finalement que c'est moins de 5% de la population française qui « échappe » à l'influence des villes⁴⁰ ! Si l'on s'en tient à une notion moins ambiguë que celle « d'influence », retenons qu'actuellement les régions urbaines concentrent plus des deux tiers de la mobilité automobile et au moins 80% des résidences principales et bâtiments tertiaires - ce qui, naturellement, a des conséquences directes en termes de consommation d'énergie et d'effet de serre.

Malheureusement, nous ne disposons pas aujourd'hui de prévision chiffrée indiquant ce que sera le taux d'urbanisation en 2050 - l'hybridation croissante entre villes et campagnes rendant d'ailleurs cette notion beaucoup plus floue que dans le passé. En revanche les prévisions démographiques faites par l'INSEE⁴¹ nous indiquent qu'à cet horizon la population française métropolitaine devrait s'être accrue de plus de 9 millions d'habitants, et le nombre de ménages de 6 à 7 millions (pour passer à 34 millions). Si l'on fait l'hypothèse d'un rapprochement du taux d'urbanisation français par rapport à la moyenne européenne

(85%), c'est donc environ 58 millions d'habitants qui devraient habiter en 2050 dans les villes, environ dix millions de plus qu'aujourd'hui... Ce serait à peu près le même accroissement que celui qui s'est produit durant la même période de 35 ans entre 1975 et 2010.

Ce chiffre - qui n'est qu'une hypothèse et un ordre de grandeur - ne fait que suggérer que la dynamique urbaine devrait se poursuivre à un rythme voisin des décennies récentes. Compte tenu de l'accroissement démographique, de la réduction de la taille des ménages, du rythme des démolitions, des mobilités entre villes et régions, des besoins de confort... les prévisions généralement faites d'une augmentation du parc de logement au rythme d'environ 1% par an, soit 300 000, semblent vraisemblables (même si la crise diminue actuellement ce chiffre) ; ce qui veut dire qu'**en 2050 au moins un quart de la ville existante - en termes d'infrastructures, de logements plus particulièrement - aura été construite après 2010.** Cela donne la mesure des marges de manœuvre ouvertes aux collectivités locales pour la localisation de l'habitat.

En termes de consommation d'énergie, d'effet de serre ou d'adaptation au changement climatique, ces chiffres globaux d'augmentation de la population urbaine important, en réalité, moins que la manière dont cette urbanisation va s'organiser sur les territoires. Malheureusement, là encore, on ne dispose pas de tendances indiscutables - les experts, sur ce point, ne sont pas d'accord⁴² - mais il est possible de présumer de ces évolutions à partir des tendances récentes - et surtout de l'histoire longue de l'urbanisation française depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale.

Comme l'illustrent le **tableau 1.5** et le **graphique 1.12**, cette histoire peut, très schématiquement se structurer **en trois grandes périodes** :

⊙ **la première période**, celle des « Trente Glorieuses », entre la fin de la Seconde Guerre mondiale et 1975, est celle du basculement de la France, encore presque à moitié rurale en 1946, dans la société urbaine. En trente ans, la population des villes est presque multipliée par deux (21 à 38 millions), avec une croissance qui se fait essentiellement dans les centres et surtout dans les banlieues proches. Le taux d'équipement automobile passe de 15 à 65% et le parc automobile de 2 à 16 millions... tandis que les transports en commun sont délaissés. La réglementation thermique n'existe pas, et le chauffage se fait essentiellement au charbon, au fioul... et au bois. Ce sont des évolutions assez comparables à ce qui se passe aujourd'hui - en accéléré - dans les pays du Sud.

⊙ **la seconde période**, entre le milieu des années 70 et les années 90-2000, est à la fois une période de ralentissement du rythme d'urbanisation et de fort développement de l'étalement urbain, avec une extension rapide de la propriété et de la maison individuelle. Entre la fin des années 60 et celle des années 90, la densité « moyenne » des villes passe ainsi de 600 à 400 habitants au kilomètre carré. Après les premières réglementations thermiques ou automobiles, et l'électrification de nombreux usages (avec le développement du nucléaire) liées à la crise pétrolière des années 70, les efforts se relâchent en raison du « contre choc » pétrolier, la mobilité explose, comme les distances domicile-travail, mais l'investissement est relancé dans les transports en commun et la qualité de vie dans les centres villes améliorée (en même temps que s'accroît la ségrégation). C'est aussi à la fin de cette période que s'affirme le rôle majeur des villes dans un monde devenu très largement mondialisé, interconnecté...

⊙ à partir de la fin années 90 et surtout du troisième choc pétrolier, une **troisième période** s'amorce allant dans le sens d'un certain rééquilibrage symbolisé par la notion de « **ville durable** ». Il y a un double mouvement, à peu près égal⁴³, à la fois de densification (au profit des villes centres et des banlieues) et de poursuite de la périurbanisation, de plus en plus lointaine, liée en grande partie à la spéculation foncière dans les centres. Simultanément, la mobilité automobile se ralentit (certains allant même jusqu'à évoquer « un pic mobilité ») au profit des transports en commun, qui accélèrent leur équipement (construction de tramways...), tout en étant confrontés à un problème croissant de rentabilité. C'est aussi le début d'un effort important de réhabilitation - démolition des quartiers dégradés hérités des années 50-70... Mais la « ville durable » coûte cher et, à partir de 2008, la crise économique vient remettre en question ces perspectives de « rééquilibrage » - tout en amplifiant les divergences croissantes entre villes et quartiers creusés durant toute cette période.

L'hypothèse que l'on peut faire à ce stade, est que dans les années à venir les dynamiques d'urbanisation seront assez proches de celles constatées dans cette dernière période, au moins dans une première phase, avec sans doute une amplification des phénomènes de métropolisation et de différenciation entre villes. Il est probable, néanmoins, que ces dynamiques d'urbanisation seront confrontées à **des tensions et des contradictions beaucoup plus fortes liées à la crise**, à l'accès au logement, au déficit des budgets publics, aux conflits de valeurs (par exemple sur l'opposition local - global) ou à la hausse du coût des énergies et de la précarité énergétique. C'est dans ce contexte de fortes pressions sur les collectivités locales et les habitants que va se poser pour les villes l'intégration des problématiques énergétiques et climatiques.

Tableau 1.5

QUELQUES DONNÉES CHIFFRÉES SUR UN SIÈCLE D'ÉVOLUTION URBAINE ET SOCIO ÉCONOMIQUE : 1950-2050

SOURCES DIVERSES : INSEE, AGORA 2020, PREDIT 4, CGPC, CCTN

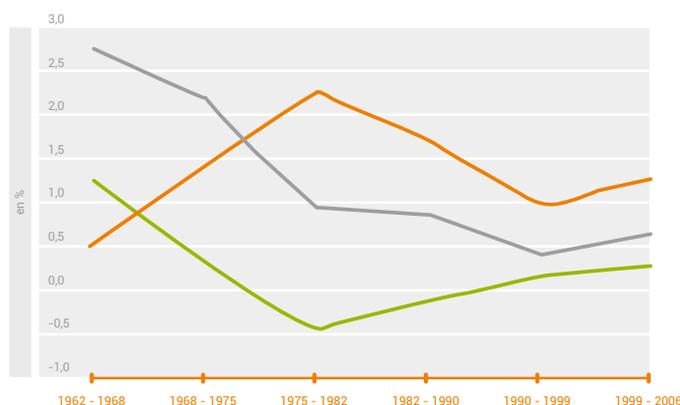
ANNÉES / CRITÈRES	1950	1975	2000	2012	2050
POPULATION MÉTROPOLE (MILLIONS)	42 M	52 M	58 M	63 M	72 M
POPULATION OUTRE MER (MILLIONS)	0,9 M	1,6 M	-	2,7 M	3,5 M
PIB (MILLIARDS D'EUROS CONSTANTS 2005)	300 MD	1000 MD	1750 MD	2000 MD	+ 3000 MD
PRIX DU PÉTROLE (\$ CONSTANT PAR BARIL)	10-20\$	50\$	20-30\$	100\$	150-300\$
CONSOMMATION DE PÉTROLE (ÉNERGIE PRIMAIRE (MTEP))	13 Mtep	115 Mtep	95 Mtep	88 Mtep	-
ÉMISSIONS DE CO ₂ (AVEC BIOMASSE UTCF) (MILLIONS DE TONNES)	150-200 MtCO ₂	515 MtCO ₂	440 MtCO ₂	434 MtCO ₂	100-300 MtCO ₂
NOMBRE DE MÉNAGES (MILLIONS)	13 M	18 M	24 M	28 M	34-36 M
TAILLE DES MÉNAGES (PERSONNES)	3,1	2,9	2,4	2,2	2
PARC DE LOGEMENTS (MILLIONS) (RÉSIDENCES SECONDAIRES INCLUSES)	14 M	21 M	29 M	32,5 M	37-42 M
PARC DE MAISONS INDIVIDUELLES (MILLIONS)	≈ 8,5 M	11 M	16 M	18,5 M	22-28 M
% DE DÉPENSES CONSACRÉES AU LOGEMENT (INVESTISSEMENTS EXCLUS)	(8%) - 13%	(14%) - 21%	(20%) - 25%	(23%) - 33%	-
DÉPENSES D'ÉNERGIE EN POURCENTAGE DU REVENU	5%	9%	8,70%	9%	-
PARC AUTOMOBILE (M) (UTILITAIRES INCLUS)	2,3 M	17 M	33 M	38 M	25-45 M
DÉPENSES PAR MÉNAGE CONSACRÉES AU TRANSPORTS (€)	200 €	1 800 €	5 000 €	5 300 €	-
POURCENTAGE DE LA POPULATION URBAINE	55%	73%	76%	78%	83-87%
POPULATION URBAINE (M) MÉTROPOLE	24 M	38 M	44 M	48 M	57 A 63 M
POPULATION PÉRIURBAINE (AVEC ET SANS COMMUNES MULTIPOLARISÉES)		(6,4 M) 6,5 M	(9,3 M) 11,5 M	(11 M) 15 M	16 A 24 M
TERRITOIRE URBANISÉ (KM ²)	40000 km ²	76000 km ²	100000 km ²	120000 km ²	130 à 160000 km ²
DISTANCE PARCOURUE PAR JOUR (MOBILITÉ LOCALE)	moins de 6 km	15,5 km	24 km	25,5 km	-
MOBILITÉ VOYAGEURS (MILLIARDS VOYAGEURS-KILOMÈTRES)	≈ 110	≈ 360	950	980	≈ 1500

Graphique 1.12

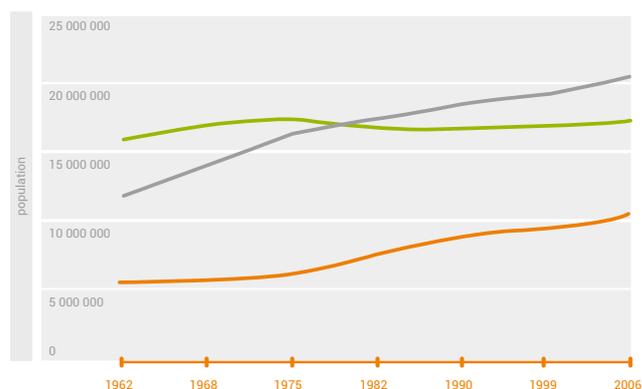
CROISSANCE COMPARÉE DES VILLES-CENTRES, DES BANLIEUES ET DES COURONNES PÉRIURBAINES ENTRE LES ANNÉES 60 ET AUJOURD'HUI

SOURCE : INSEE, RECENSEMENTS DE LA POPULATION

A) TAUX ANNUEL MOYEN D'ÉVOLUTION DÉMOGRAPHIQUE



B) ÉVOLUTION DE LA POPULATION



- Villes-centres des pôles urbains
- Banlieues des pôles urbains
- Couronnes périurbaines

2) Une responsabilité majeure des villes dans la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre

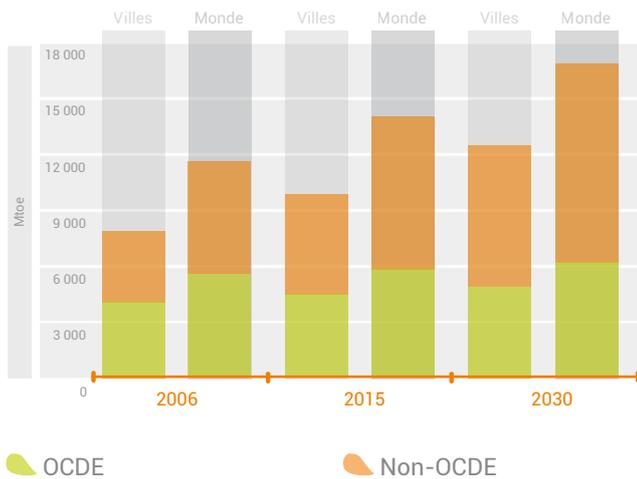
Compte tenu de ce qui vient d'être dit sur le poids démographique et économique des villes, il n'est pas étonnant de constater que leur « responsabilité » dans la consommation d'énergie ou dans les émissions

de gaz à effet de serre est une responsabilité majeure. C'est le diagnostic qui a été fait, en tout cas, de manière la plus officielle possible par l'Agence internationale de l'énergie, dans son rapport annuel de 2008 - qui leur consacrait pour la première fois un chapitre entier. L'Agence a ainsi estimé qu'en 2006 l'ensemble des villes mondiales représentait 67% de la consommation primaire d'énergie et plus de 70% des émissions globales de CO₂ (graphique 1.13). Il faut rappeler qu'à la même époque, elles regroupaient la moitié de la population mondiale...

Graphique 1.13

CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES DU MONDE ET DES VILLES DANS LE SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE DE L'AIE

SOURCE : WEO 2008, CHAPITRE 8, IEA



De fait, l'évaluation de ce qui est imputable aux villes en matière de consommation d'énergie et de gaz à effet de serre pose de nombreux problèmes méthodologiques et pratiques, et la notion de « responsabilité des villes » prête elle-même à controverse⁴⁴. Plusieurs façons de faire des estimations s'opposent⁴⁵ et l'on ne dispose de statistiques précises que pour un nombre limité de villes. Pour simplifier, il est possible de dire que les questionnements ou les débats portent au moins sur trois points majeurs.

Il y a d'abord une interrogation générale sur la notion de **responsabilité des villes** : si cela a un sens pour une collectivité locale (pour ce qu'elle maîtrise directement) ou pour un habitant, cette notion de responsabilité peut-elle s'appliquer à un territoire ? Certains auteurs⁴⁶ font remarquer qu'au moins dans les pays européens les populations urbaines consomment, par habitant, moins d'énergie qu'en moyenne à l'échelle de leur pays. L'urbanisation serait, en conséquence, une solution plutôt efficace pour réduire les impacts sur le climat, ce qui devrait conduire à « ne pas stigmatiser les villes »... En fait, ce premier débat, pas toujours argumenté sur le plan scientifique

(il faudrait des analyses précises du « métabolisme urbain » dans son ensemble), n'a qu'une portée réduite sur le plan pratique. Ce qui importe c'est que la concentration des activités dans les villes constitue un levier irremplaçable d'action sur une part majeure des activités.

Il y a ensuite une question plus classique sur **l'échelle** urbaine à prendre en compte, avec, sous-jacentes, des préoccupations liées aux « effets de bordure », à la cohérence systémique ou aux problèmes de gouvernance et de responsabilité institutionnelle. Sur ce point, comme pour beaucoup d'autres problèmes d'environnement et d'urbanisme, il y a globalement un accord pour dire que **l'échelle d'évaluation et d'action pertinente est plutôt celle de la « région urbaine »** (l'intercommunalité ou l'association d'intercommunalités à l'échelle la plus proche de l'aire urbaine). Mais que la solution est aussi dans l'articulation des échelles du quartier (ou même du bloc d'immeubles) à la région... et jusqu'au niveau global.

Il y a surtout **une controverse**, beaucoup plus difficile à arbitrer, **sur ce qui doit être pris en compte comme consommation d'énergie ou émission**⁴⁷. Trois options sont en effet ouvertes :

- ⊙ Soit s'en tenir aux seules **consommations ou émissions dont sont directement responsables, les collectivités locales concernées** (bâtiments administratifs, traitement des déchets...);
- ⊙ Soit prendre en compte toutes les **émissions et consommations** (à la fois finales et primaires, c'est-à-dire intégrant la production d'énergie associée) **liées aux activités** se produisant sur un territoire donné, en en déduisant, éventuellement les « puits de carbone ». C'est la perspective adoptée par l'Agence Internationale de l'Énergie - citée précédemment ;
- ⊙ Soit - troisième solution - **partir des acteurs ou des habitants et de l'ensemble de leurs consommations**, et tenir compte à la fois de leurs activités hors de la ville (par exemple les voyages), et des émissions et usages d'énergie indirectement liés aux produits ou services qu'ils utilisent (« l'énergie grise »). Cette dernière approche conduit, inversement à ne pas comptabiliser ce qui peut être lié à la présence temporaire - sur le territoire urbain - d'acteurs « externes » (transit, touristes...).

Toutes ces solutions alternatives qui reposent fondamentalement sur des conceptions différentes à la fois de la ville et de ce qui lui est extérieur (**tableau 1.6**) conduisent, de ce fait, à des évaluations extrêmement différentes⁴⁸.

Dans le programme « Repenser les villes dans la société post-carbone » et pour les scénarios présentés dans la partie suivante, il a été décidé de privilégier plutôt l'approche par les territoires (la deuxième option évoquée ci-dessus), avec comme échelle de référence les « grandes régions urbaines » (« aires urbaines »). Il a semblé, en effet, que cette entrée par les territoires correspondait le mieux à la perspective stratégique et politique qui était celle de l'exercice. Mais les autres dimensions ne sont pas oubliées - que ce soit les pratiques externes des habitants, ou l'empreinte écologique globale des pratiques et consommations urbaines (« énergie grise » liée aux produits...) - car toutes les recherches récentes ont montré qu'elles ont une importance considérable⁴⁹.

Les difficultés méthodologiques qui viennent d'être évoquées ne remettent pas en question le constat global de l'AIE et le diagnostic selon lequel les villes ont aujourd'hui - et auront encore plus demain - une responsabilité majeure dans la consommation d'énergie (et notamment de pétrole et de combustible fossile) et dans les émissions de gaz à effet de serre.

Il n'existe pas aujourd'hui pour la France de données statistiques précises sur cette contribution des villes.

Le groupe de travail a estimé qu'elle se situe -aussi bien pour la consommation d'énergie que pour les émissions de gaz à effet de serre- dans un intervalle allant **des 2/3 à 75%**. Cela résulte à la fois de la part des transports (32%), du logement (30%) et du tertiaire (14%) dans la consommation finale d'énergie (**graphique 1.14**) ; de la contribution de ces trois secteurs à la consommation de pétrole et aux émissions de CO₂ (les 2/3) ; de la proportion des déplacements automobiles ou en camion faits à l'échelle « locale » ; et, naturellement de l'importance de la population urbaine - au moins 80%. La difficulté dans ce type de calcul vient de l'intégration - ou pas - des activités industrielles ou énergétiques locales, et de tout ce qui est lié au transit, au fret ou au tourisme. Dans le **graphique 1.15** réalisé par Enerdata, il est convenu par convention que la « consommation énergétique urbaine » rassemble tout ce qui n'est pas lié à la « grande industrie, à l'agriculture ou à la production d'énergie primaire ». Mais ce n'est qu'une définition parmi d'autres ; et on trouve dans le monde beaucoup d'inventaires locaux qui prennent en compte aussi ces activités. Il faut donc considérer que tous ces chiffres - y compris ceux proposés par le groupe - sont des ordres de grandeur, certainement sous-estimés...

Tableau 1.6

CINQ APPROCHES DIFFÉRENTES DE L'IMPACT ÉNERGÉTIQUE DES VILLES

SOURCE : THEYS J. ET VIDALENC E.

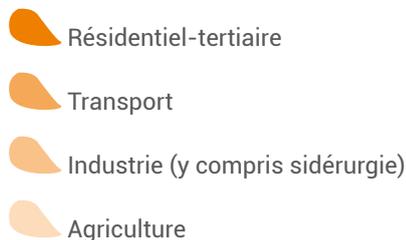
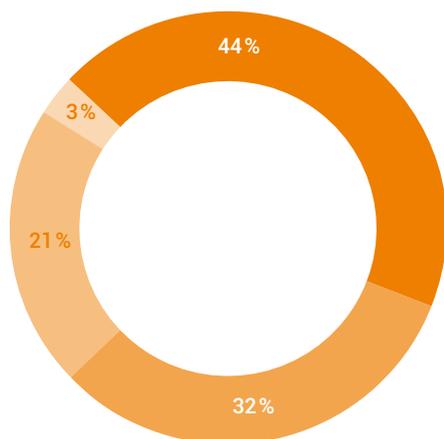
DEUX OPTIQUES		(B) PARTIR DES ACTEURS (HABITANTS...) ET DE LEUR CONSOMMATION						
		Acteurs	Colléctivité locale	Infrastructures	Habitants	Activités économiques	Acteurs externes traversant ou accédant au territoire (touristes)	Puits de carbone
(A) PARTIR DES TERRITOIRES DE PRODUCTION DES ÉMISSIONS	Territoires							
	Émissions directes sur le territoires	1 Émissions directes imputables aux collectivités locales de T	2 Émissions directes produites sur le territoire T hors collectivité locales. Conception II = 1 + 2 <i>(variantes avec ou sans les activités économiques)</i>					
	Émissions indirectes liées à la production d'énergie pour le territoire	3 Émissions indirectes liées à la production de l'énergie consommée sur le territoire T Conception III = 1 + 2 + 3						GÉNÉRALEMENT PAS PRIS EN COMPTE
	Émissions indirectes liées à la production externe de biens et services consommés sur le territoire	4 Empreinte carbone liée à la production des biens et services consommés sur le territoire T Conception IV = 1 + 2 + 3 + 4 <i>(moins les émissions liées aux acteurs externes)</i>						
	Émissions externes des acteurs et habitants du territoire (voyages, mobilité, filiales,...)	5 Émissions produites par les habitants et acteurs du territoire T hors de leur territoire de localisation <i>(voyages, déplacements, filiales d'entreprises...)</i> Conception V = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 <i>(moins les émissions liées aux acteurs externes)</i>						

Graphique 1.14

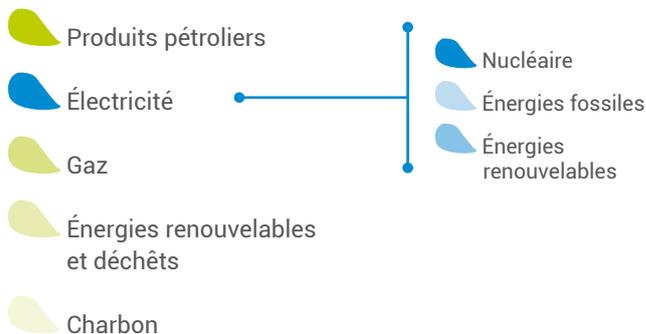
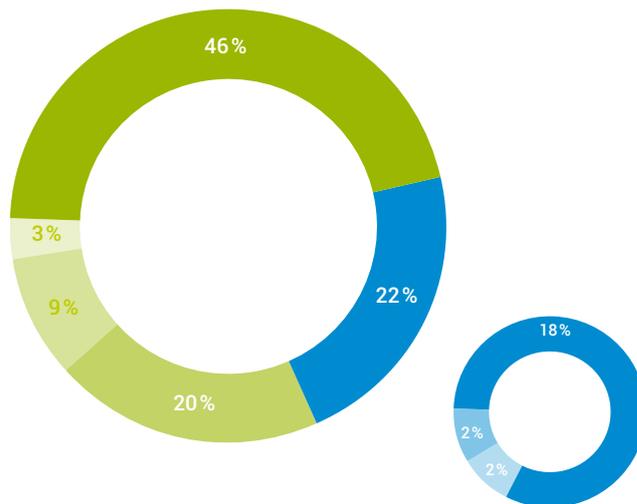
CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE FINALE EN 2011

SOURCE : BILAN DE L'ÉNERGIE, 2011 SOES

PAR SECTEUR



PAR SOURCE D'ÉNERGIE



Grâce aux plans climats locaux ou à leurs équivalents à l'échelle mondiale, beaucoup d'information sont désormais disponible à l'échelle des villes, et notamment pour les plus grandes. Les problèmes de méthode évoqués précédemment rendent cependant les comparaisons difficiles - en particulier au niveau des secteurs. Si l'on prend simplement deux exemples - la ville de New-York et celle d'Angers ([encart 1.6](#)) naturellement très différentes, il est facile de constater que les méthodes utilisées pour mesurer les émissions de gaz à effet de serre rendent les comparaisons impossibles. La ville de New-York ne prend en compte que les consommations d'énergie directes - essentiellement pour le chauffage ou la climatisation des bâti-

ments (75% des émissions) - alors que l'analyse faite à Angers met en évidence le poids des émissions indirectes (liés à la fabrication des biens de consommation). S'ajoute à cela un **autre choix majeur qui est de prendre ou pas en compte ou pas les déplacements faits par les habitants hors de l'aire urbaine où ils résident** : cela conduit à des évaluations complètement différentes de la contribution à l'effet de serre des habitants des centres-villes ou des périphéries urbaines, et par exemple de celle des parisiens ([tableau 1.7](#)). De fait, autour d'un « cœur » lié aux bâtiments et aux transports, les diagnostics divergent très fortement - ce qui évidemment n'est pas sans influence sur les politiques suivies...

Graphique 1.15

PART DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE URBAINE EN PROPORTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE COMMERCIALE FINALE EN 2008

SOURCE : GLOBALSTAT, ENERDATA

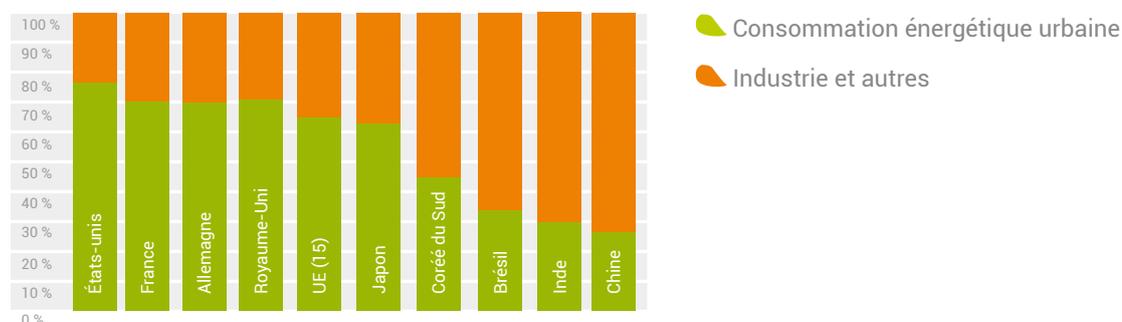


Tableau 1.7

LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE LIÉES AU DÉPLACEMENT DES HABITANTS EN FONCTION DU LIEU DE RÉSIDENCE :

UNE DIFFÉRENCE RADICALE DE PERSPECTIVE SELON QU'ON INTEGRE OU PAS LA MOBILITÉ LONGUE DISTANCE

SOURCE : SOES, INSEE, INRETS, ENQUÊTE NATIONALE TRANSPORTS ET DÉPLACEMENTS 2008, TRAITEMENT LET-CERTU
CHAMP : INDIVIDUS ÂGÉE DE 6 ANS OU PLUS RÉSIDANT EN FRANCE MÉTROPOLITAINE.

*CLASSE DE REVENUS : SEXTILE DE REVENUS PAR UNITÉ DE CONSOMMATION (UC) CLASSÉS PAR ORDRE CROISSANT.

*AU : AIRE URBAINE

LOCALISATION RÉSIDENTIELLES	MOBILITÉ LOCALE				MOBILITÉ LONGUE DISTANCE			
	Déplacements	Distances (en km)	Kg CO ₂ /hab.	g CO ₂ /km	Déplacements	Distances (en km)	Kg CO ₂ /hab.	g CO ₂ /km
PARIS	911	4 980	396	80	15	10 644	903	85
BANLIEUE DE PARIS	940	7 738	1 030	133	12	7 506	768	102
PÉRIURBAIN DE PARIS	919	12 302	1 645	134	12	6 027	541	90
CENTRE AU > 500 000 HAB.	1 024	6 438	926	144	18	7 729	557	72
BANLIEUE AU > 500 000 HAB.	1 076	8 641	1 499	173	14	5 906	621	105
PÉRIURBAIN DE AU 500 000 À 10 000 000 HAB.	1 118	12 800	2 046	160	17	6 951	744	107
CENTRE AU DE 100 000 À 500 000 HAB.	1 065	6 270	1 060	169	17	6 871	664	97
BANLIEUE AU DE 100 000 À 500 000 HAB.	1 103	8 878	1 524	172	14	5 191	563	109
PÉRIURBAIN AU DE 100 000 À 500 000 HAB.	981	10 352	1 676	162	16	5 782	510	88
PÔLE URBAIN AU JUSQU'À 99 999 HAB.	1 084	8 728	1 374	157	15	5 272	490	93
PÉRIURBAIN AU JUSQU'À 99 999 HAB.	977	9 857	1 584	161	12	4 006	434	108
COMMUNE MULTIPOLARISÉE	970	11 198	1 738	155	12	4 266	367	86
ESPACE À DOMINANTE RURALE	966	10 024	1 510	151	12	4 140	417	101

Encart

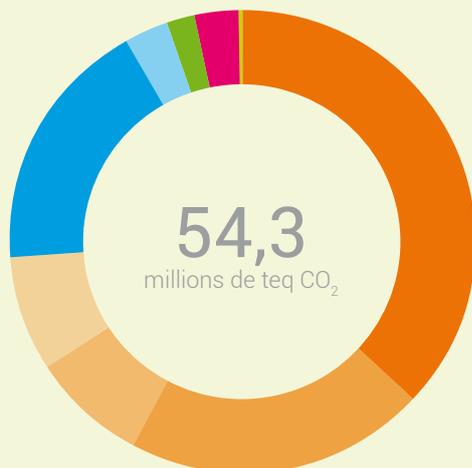
1.6

L'ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

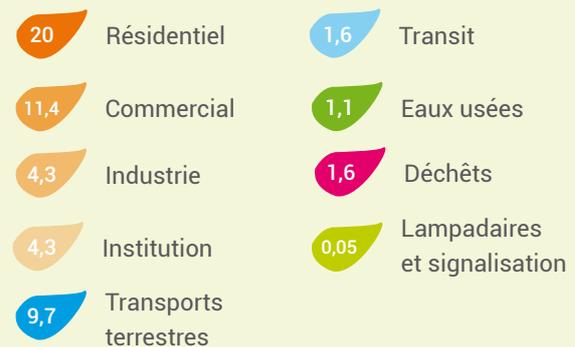
À NEW YORK ET À ANGERS PRENDRE EN COMPTE OU PAS L'EMPREINTE CARBONE DES BIENS CONSOMMÉS ?

Comme l'illustrent les deux graphiques suivants représentant les émissions de gaz à effet de serre à New York et à Angers, la perspective change radicalement selon que l'on prend en compte ou pas les émissions liées à la production à l'extérieur des biens consommés. Ainsi, les émissions des biens de consommations de la métropole angevine sont du même ordre de grandeur (plusieurs dizaine de millions de tonnes eq CO₂) que celles directes de la ville de New-york ! Ces approches ne sont naturellement pas neutres par rapport à la politique suivie, même si la prise en compte de l'« empreinte carbone » externe semble difficile à rendre opérationnelle dans la politique des villes.

SOURCE : NYC MAYOR'S OFFICE, 2010



En Mteq CO₂



SOURCE : BILAN CARBONE D'ANGERS LOIRE MÉTROPOLÉ, 2008



Ce manque de point de vue commun sur les méthodes n'empêche pas cependant de pouvoir tirer des conclusions intéressantes à partir des quelques informations synthétiques désormais disponibles. Ces informations permettent, en particulier, de positionner les efforts relatifs à faire dans les différentes villes et de tirer aussi des conclusions intéressantes sur les principaux facteurs qui influencent les consommations d'énergie ou les émissions de gaz à effet de serre au niveau local.

Une synthèse réalisée en 2009 - à partir des données collectées dans le cadre de la convention climat⁵⁰ - donne, par exemple, la possibilité de situer quelques grandes villes françaises par rapport à leurs homologues au niveau mondial. Comme le montre **tableau 1.8**, qui en présente quelques résultats, Paris est placé en termes d'émissions de gaz à effet de serre par habitant, parmi les villes les plus efficaces, ce qui n'est pas surprenant, compte tenu de sa densité et des performances plus globales de la France. Il n'en reste pas moins que si l'on se réfère à l'objectif d'un quota d'émission égal pour tous en 2050 (1,5 à 2 tonnes de CO₂ par personne), on retrouve presque le « facteur 4 » comme effort encore à réaliser... On constate aussi le très grand écart entre les villes industrielles (Rotterdam, Stuttgart...) et les autres ; ce qui, une nouvelle fois, pose le problème de la place des stratégies économiques dans les transitions vers des villes « post-carbone »... stratégies économiques qui, en général, sont relativement absentes (voir les deux exemples de New York et d'Angers).

On a aussi maintenant, grâce à toutes ces données, une meilleure idée des facteurs qui déterminent la performance des villes en matière de sobriété énergétique ou d'impact sur le climat.

Arnulf Grübler, chercheur à l'IIASA, dans ce qui est sans doute la meilleure synthèse récente sur les relations ville-énergie⁵¹, en a fait une recension systématique. Il distingue l'ensemble des facteurs suivants :

- ⊙ **la situation géographique** : climat, espace disponible, accès aux ressources locales ;
- ⊙ **la structure et le niveau de développement économique** : richesse, importance de l'industrie, positionnement dans les échanges nationaux ou internationaux ;
- ⊙ **les facteurs sociodémographiques** : population, revenus, taille des ménages, modes de vie et de consommation, valeurs culturelles ;
- ⊙ **les infrastructures** et la structure des réseaux existants (transports, eau, déchets, énergie...) ;
- ⊙ **la conception, l'âge et la répartition du bâti** ;
- ⊙ **la forme urbaine et la densité de l'habitat** ;
- ⊙ **l'organisation du marché de l'énergie et sa structure globale** ;
- ⊙ **les politiques locales ou nationales** en particulier dans les domaines de l'énergie, du climat, de l'innovation, des transports, du logement et de l'urbanisme... et l'efficacité de la « gouvernance multi-échelle ».

Tableau 1.8

LES ÉMISSIONS DE GES DE 16 VILLES MONDIALES

TONNES DE CO₂ PAR TÊTE EN 2005-2007

SOURCES : PNUE, BANQUE MONDIALE

ROTTERDAM	29,8
SYDNEY	25,7
WASHINGTON	19,7
LOS ANGELES	13
STUTTART	16
SHANGHAI	11,7
NEW-YORK	10,5
TORONTO	9,5
HAMBOURG	9,5
LONDRES	6,2
PARIS	5,2
TOKYO	4,9
BARCELONE	4,2
STOCKHOLM	3,6
SÃO PAULO	2,5
DELHI	1,5

Par rapport aux très nombreux travaux qui ont été réalisés depuis 20 ans - et le travail pionnier de Newman et Kenworthy⁵² sur « les relations énergie-densité » (graphique 1.16) - cette liste a comme mérite de mettre aussi l'accent, d'une part, sur les infrastructures et la structure du bâti (encart 1.7) et, de l'autre, sur les opportunités ou les déterminants économiques et géographiques locaux (spécialisation éco-

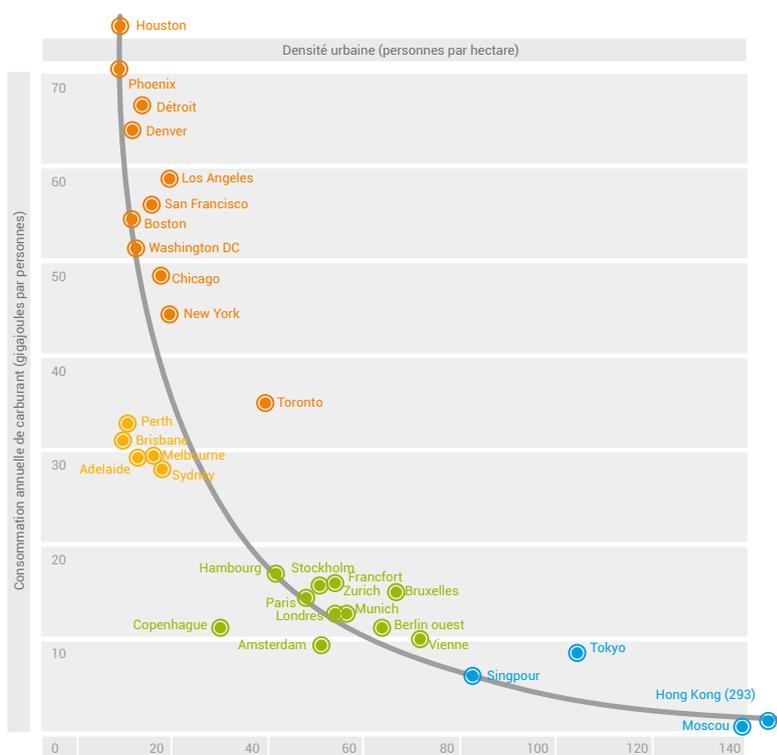
nomique, accès aux ressources et au foncier, climat, stratégie d'innovation et d'attractivité...). Il invite donc à une approche globale et systémique de la transition vers des villes « post-carbone ».

C'est cette perspective multidimensionnelle qui a inspiré la construction des scénarios présentés dans la partie II.

Graphique 1.16

LES RELATIONS DENSITÉ ÉMISSIONS DE CO₂

SOURCE : NEWMAN ET KENWORTHY, « CITIES AND AUTOMOBILE DEPENDENCE », 1989



3) Les villes vulnérables

À la source d'une part prépondérante des émissions de gaz à effet de serre et de la consommation d'énergie, les villes sont aussi - pour des raisons pour partie comparables - tout particulièrement exposées aux conséquences du changement climatique et aux risques de pénurie ou de renchérissement de ces énergies, et notamment du pétrole.

Cette vulnérabilité n'est pas seulement liée aux conséquences que pourrait avoir sur les villes l'occurrence croissante d'événements exceptionnels comme la canicule de 2003 ou de hausses brutales des prix du pétrole (telle celle survenue en 2008, où les prix ont atteint le record historique de 147\$ par baril). Elle est beaucoup plus large et systémique, car elle concerne l'ensemble du « métabolisme urbain » (son fonctionnement de tous les jours) ; et a, en outre, une dimension sociale potentiellement très forte (hausse

Encart

1.7

FACTEUR 2 OU FACTEUR 10 ?

QUELLES INFLUENCES DE LA MORPHOLOGIE ET DE LA STRUCTURE

DU BÂTI ? LES TRAVAUX DU LABORATOIRE DE MORPHOLOGIE URBAINE.

Se situant dans le prolongement des travaux pionniers de Newmann et Kenworthy (qui montrent empiriquement que l'énergie dépensée par une région métropolitaine varie comme le carré de la taille de celle-ci), le Laboratoire de morphologie urbaine du CSTB, dirigé par Serge Salat, mène depuis plus d'une dizaine d'années des travaux portant sur l'influence climatique ou énergétique de la morphologie urbaine. Ceux-ci montrent, notamment, que densité ne veut pas dire nécessairement construction en hauteur ; et mettent en évidence l'influence croisée de tout un ensemble d'autres facteurs caractéristiques de la forme et du métabolisme urbains : les trames urbaines, leur compacité, l'enveloppe et l'âge des bâtiments, la structure de l'habitat (individuel ou collectif...), les comportements individuels... De ces nombreux travaux, il est possible d'extraire les quelques ordres de grandeur suivants :

- la densité des grands ensembles est quatre fois supérieure à celle de l'habitat pavillonnaire, mais aussi quatre fois inférieure à celle des centres anciens. Une ville comme Kyoto, avec ses immeubles de 2 à 5 étages et aussi dense que Shanghai, avec ses tours qui n'occupent que 15% de l'espace au sol ;
- l'énergie utilisée par les transports et le chauffage par l'habitat ancien des centres villes près de 3 fois inférieure à celle de l'habitat individuel ancien en périphérie (800 MJ/m²/an au lieu de 2000 mais aussi 1100 pour le grand ensemble et 1300 pour le pavillon récent, c'est à dire respectivement de 220 à 555 kWh/m²/an) ;
- en comparant pour Paris les aires urbaines du 18^{ème}, 19^{ème} et 20^{ème} siècles, et en prenant en compte cinq facteurs : l'efficacité de la forme urbaine - en relation avec sa compacité -, la performance de l'enveloppe des bâtiments, le type et l'âge du système de chauffage, l'énergie utilisée et le comportement des habitants, on arrive à un facteur 20 entre les combinaisons les plus et les moins efficaces.

Si, en conclusion, « la morphologie urbaine peut diminuer d'un facteur 2 les émissions de carbone, la prise en compte de la ville comme un écosystème global intégrant la forme, la structure des réseaux, les flux, l'efficacité des bâtiments, les nouvelles technologies, les comportements permet d'espérer un facteur 10 ».

de la précarité énergétique, impact sur les habitants dépendants de l'automobile). Comme le faisait remarquer en 2011, un article d'Harriet Bulkeley et de trois autres chercheurs de l'Université de Salford, mondialement reconnus sur ce thème de la ville « bas carbone »⁵³, les changements climatiques et énergétiques, en mettant centralement en jeu le fonctionnement de l'ensemble des infrastructures urbaines, constituent un défi majeur pour leur développement futur. Il est intéressant de noter que c'est une préoc-

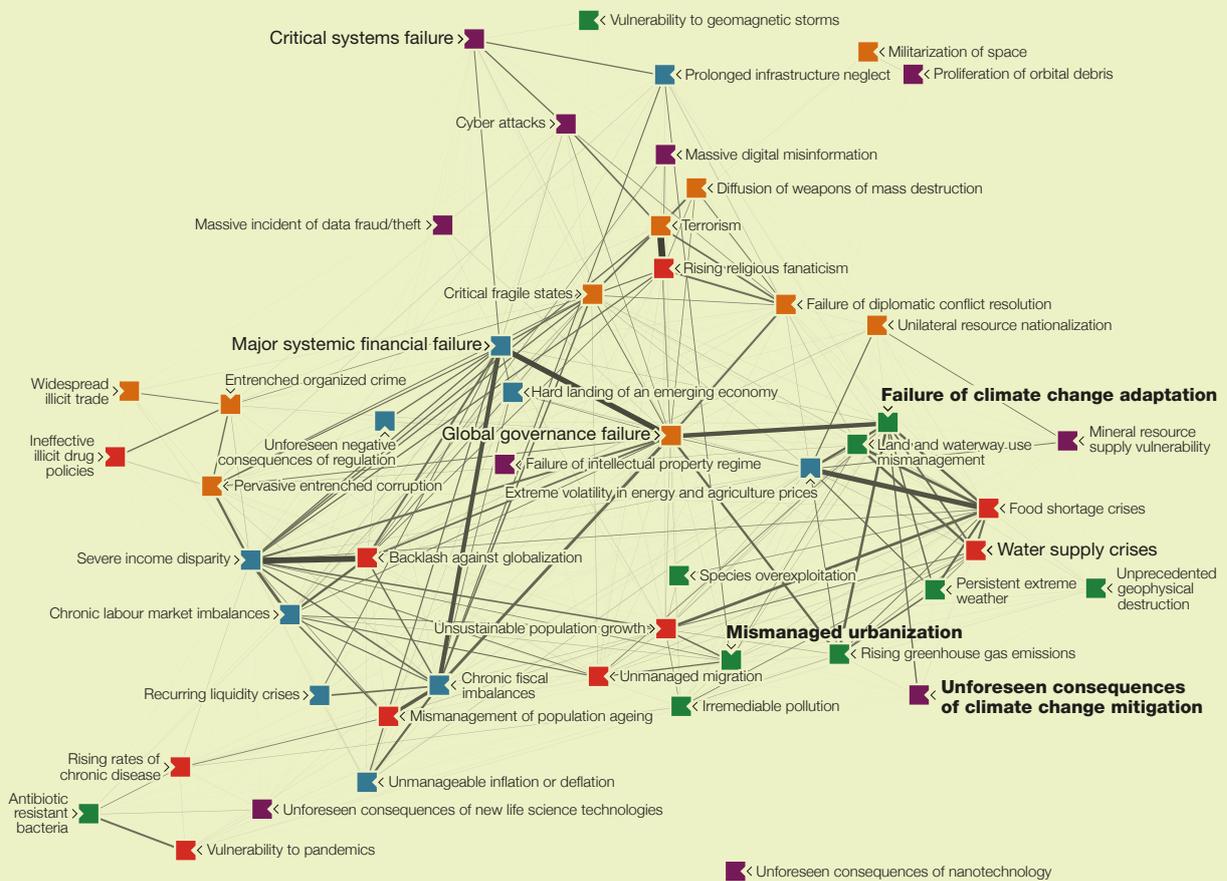
cupation qui a aussi été mise en avant récemment par le Forum de Davos dans l'analyse faite annuellement des risques majeurs pour l'économie mondiale (**graphique 1.17**). Dire que les villes sont vulnérables aux changements climatiques et énergétiques, ce n'est donc pas seulement évoquer les impacts du réchauffement, ou les conséquences sociales d'un éventuel renchérissement des prix de l'énergie, c'est aussi rappeler cette dimension systémique.

Graphique

1.17

L'INADAPTATION DES VILLES AUX FUTURS CHANGEMENTS ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES : UN RISQUE GLOBAL MAJEUR POUR LE FORUM DE DAVOS

SOURCE : WORLD ECONOMIC FORUM, GLOBAL RISK 2013



Les risques climatiques et liés à l'urbanisation font partie des enjeux identifiés dans le rapport 2013 du WEF.

Première vulnérabilité : l'exposition des villes au changement climatique

Soit par leur situation géographique, soit parce qu'elles concentrent la grande majorité de la population, les villes sont d'abord particulièrement concernées par les trois grandes catégories d'impacts liées aux changements attendus du climat : l'évolution des températures et de la pluviométrie ; la probabilité accrue d'événements « extrêmes » (canicules, tempêtes, inondations...) et l'élévation du niveau de la mer. Le spectre des conséquences - directes et indirectes - potentielles est très large, allant de la surmortalité résultant des épisodes de canicule à la transformation des circuits alimentaires, en passant par des mouvements de population entre régions inégalement affectées (tableau 1.9). Naturellement les

villes ne seront pas les seules à être concernées par le changement climatique ; mais, comme l'a montré une étude faite récemment au niveau européen⁵⁴, c'est de l'ordre de 75% des impacts qu'elles auront à prendre en charge - ce qui correspond à leur poids démographique. Lieux de concentration des richesses et des personnes, points névralgiques avec leurs infrastructures et leurs services de base, nœuds des réseaux de communication, elles sont aussi particulièrement exposées aux événements extrêmes qui pourraient accompagner le changement climatique⁵⁵. À cela s'ajoute, pour les grandes métropoles, l'effet d'amplification lié au phénomène « d'îlot de chaleur », qui fait, par exemple, que lors de la canicule de 2003, la moyenne des températures nocturnes au centre de Paris, a été supérieure de 5 à 6 degrés, à celle des départements de la seconde couronne (carte 1.1).

Tableau 1.9

UNE TYPOLOGIE DES IMPACTS POSSIBLES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES VILLES

SOURCE : GUIDE POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DES VILLES, PNUE, WORLDBANK, 2011

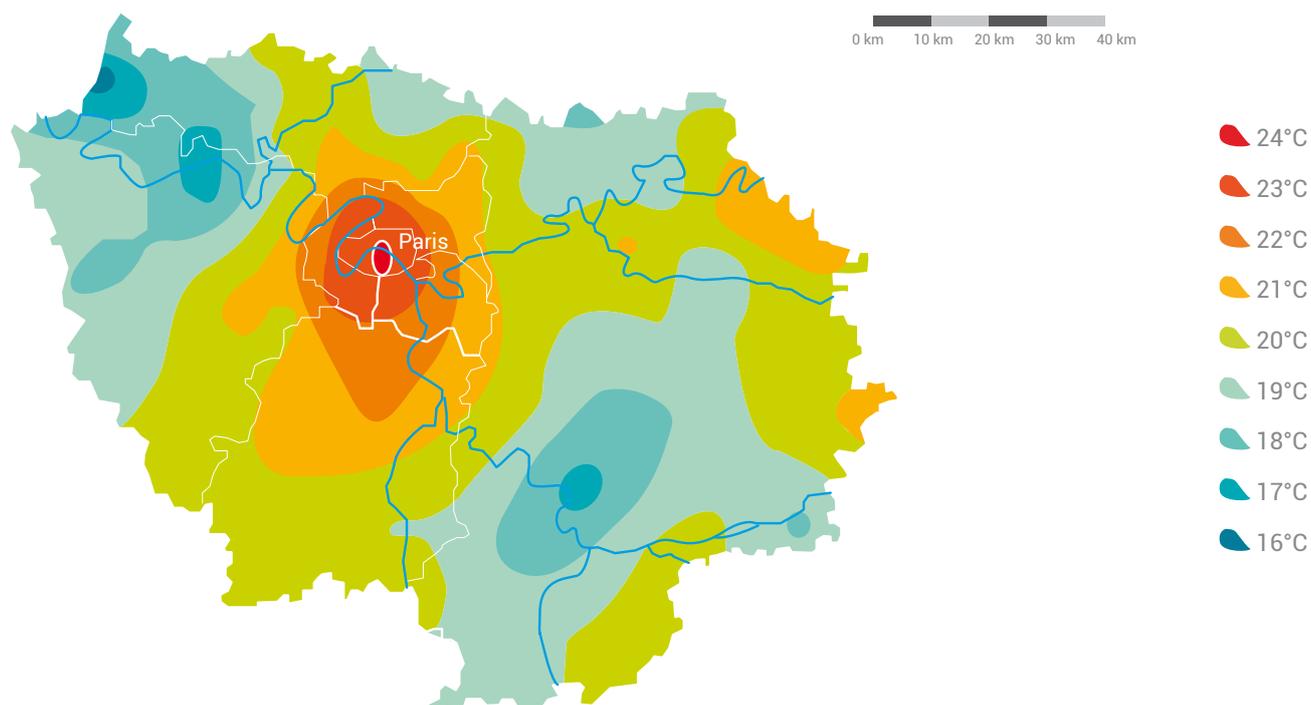
CHANGEMENTS PROJÉTÉS	CONSÉQUENCES POUR LES VILLES
<ul style="list-style-type: none"> ● Hausse des températures (plus de jours chauds) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Exacerbation des phénomènes d'îlot de chaleur : accroissement de la mortalité et de la morbidité notamment pour les personnes âgées, isolées et les jeunes enfants.
<ul style="list-style-type: none"> ● Fréquence accrue des Vagues de chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> ● Demande accrue de climatisation, mais baisse du chauffage. ● Baisse de la qualité de l'air et du confort thermique en ville. ● Stress hydrique accru. ● Baisse de la qualité de l'eau. ● Extension des maladies contagieuses. ● Baisse de la couverture neigeuse (villes de montagne).
<ul style="list-style-type: none"> ● Hausse des précipitations et intensité accrue des événements extrêmes (tempêtes, cyclones...) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Inondations, vents violents, glissements de terrains. ● Coupure des réseaux eau-assainissement. ● Dommages aux bâtiments et infrastructures. ● Hausse de la mortalité, des blessés, des maladies ● Perturbations fortes des transports et des activités. ● Déplacements de populations
<ul style="list-style-type: none"> ● Accroissement des sécheresses (zone méditerranéenne...) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Stress hydrique. ● Phénomènes de subsidence. ● Baisse de la fourniture d'énergie (hydroélectricité - nucléaire...). ● Dégradation des sols, baisse de la production alimentaire... ● Risques de migrations de populations.
<ul style="list-style-type: none"> ● Impacts plus transversaux 	<ul style="list-style-type: none"> ● Modification des flux touristiques. ● Impacts sur les écosystèmes. ● Baisse de la productivité du travail. ● Changement des circuits agricoles et alimentaires (positifs ou négatifs). ● Perturbations économiques. ● Migrations massives. ● Inégalités accrues (entre régions et groupes plus ou moins vulnérables).

Carte 1.1

UNE VULNÉRABILITÉ SPÉCIFIQUE AUX CENTRE VILLES : L'AMPLIFICATION DUE AUX « ÎLOTS DE CHALEUR »

L'EXEMPLE DE LA CANICULE DE 2003 À PARIS

SOURCE : V. MASSON, G. PIGEON, A. LEMONSU, C. MARCHADIER ET CNRM, MÉTÉO-FRANCE



Avec une perspective d'augmentation des températures d'un à deux degrés d'ici 2050, et de trois à quatre d'ici 2100, la France est exposée à ces conséquences, mais très diversement selon les régions, ce qui en fait un cas un peu particulier en Europe. Les deux cartes suivantes (cartes 1.2 et 1.3), à l'horizon 2050 et 2100, illustrent bien ces différences géographiques, avec un contraste important entre les régions du Sud (Est et Ouest) et le Nord-Ouest, et une exposition plus

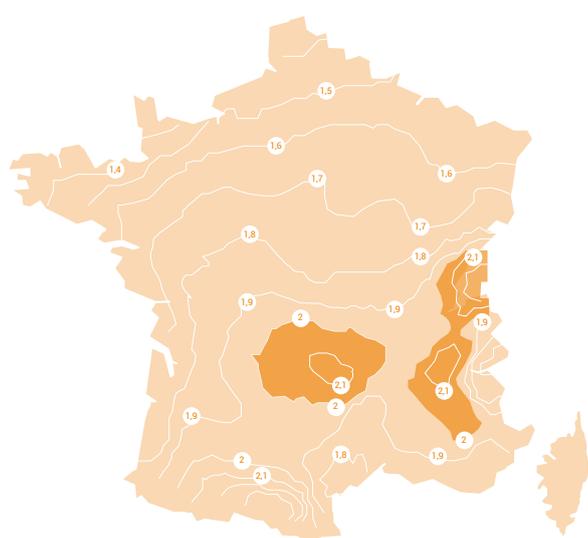
forte des régions montagneuses et des vallées du Sud (Alpes, Pyrénées, sud du Massif central). Cela aura naturellement des conséquences en termes d'attractivité des villes, et éventuellement de migration, avec des effets contradictoires de renforcement ou d'atténuation des inégalités régionales ; mais globalement toutes les villes auront à faire des efforts d'adaptation⁵⁶.

Cartes 1.2 et 1.3

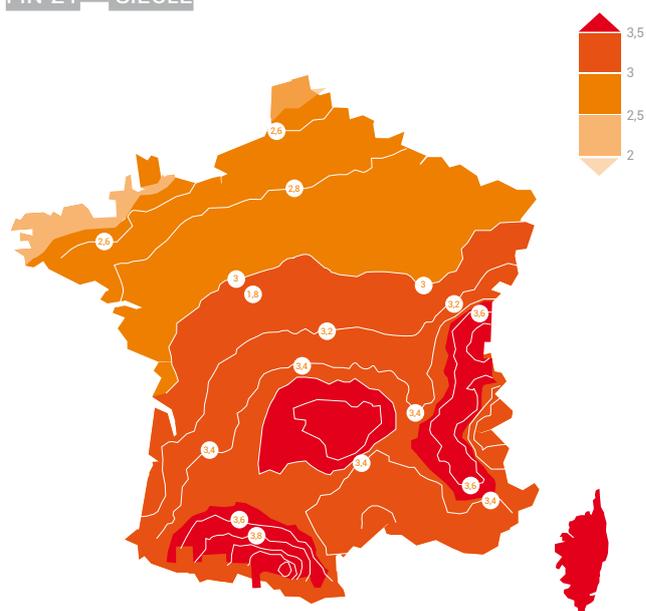
L'ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES MAXIMALES EN 2050 ET 2100 EN FRANCE DANS UN SCÉNARIO TENDANCIEL : D'IMPORTANTES DIFFÉRENCES GÉOGRAPHIQUES

SOURCE : ONERC, SIMULATEUR DE CLIMAT

MILIEU 21^{ÈME} SIÈCLE



FIN 21^{ÈME} SIÈCLE



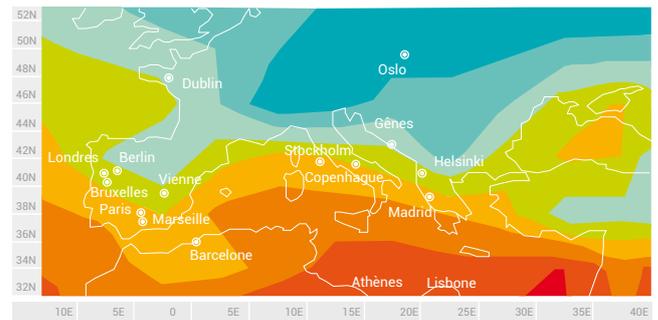
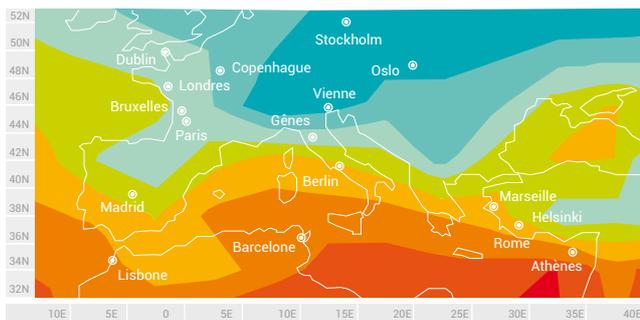
On dispose aujourd'hui de projections beaucoup plus précises qu'il y a quinze ans sur l'évolution attendue des températures, de précipitations et aussi sur leurs impacts possibles⁵⁷. Cela permet, par exemple de dire qu'un événement aussi exceptionnel que la canicule de 2003 sera devenu en 2080 « relativement banal »⁵⁸ - avec une fréquence moyenne de **10 à 25 jours de canicule par an** contre moins de 1 aujourd'hui. Néanmoins il subsiste beaucoup d'incertitudes et de controverses sur les prévisions fournies, d'autant plus grandes que l'on descend dans les échelles. Selon Météo France, par exemple, Paris aura en 2070 un climat voisin de celui que connaît actuellement Bordeaux ; mais plus proche de Cordoue pour le Centre de recherche de la

météo britannique (Hadley centre)⁵⁹ : c'est une différence loin d'être négligeable qui pose des problèmes considérables en termes de stratégie d'adaptation (**cartes 1.4 et 1.5**). Certains pourraient apprécier que d'ici cinquante ans Paris ait les mêmes températures qu'à Bordeaux aujourd'hui mais en revanche cela poserait plus de problème si le climat se rapprochait (en été) de l'Andalousie. On ne peut pas, en outre, exclure des variations beaucoup plus extrêmes dues à des rétroactions non prises en compte aujourd'hui, ou une croissance plus forte que prévue des émissions de gaz à effet de serre - comme d'ailleurs des effets inverses d'atténuation - ce qui accroît encore un peu plus la vulnérabilité des villes.

Cartes 1.4 et 1.5

ANALOGUES CLIMATIQUES EN 2070 SELON MÉTÉO FRANCE ET LE HADLEY CENTER (MÉTÉO BRITANNIQUE) : PARIS À LA LATITUDE DE BORDEAUX OU DE CORDOUE ?

SOURCE : HALLEGATE, AMBROSI, HOURCADE. 2007



Ainsi, si toutes les villes françaises seront concernées dès 2050, mais surtout après cette date, par le changement climatique, leurs politiques d'adaptation devront pouvoir prendre en compte à la fois la spécificité des situations géographiques (littoral, sud, métropoles, exposition aux inondations...) et la possibilité d'écarts considérables par rapport aux prévisions actuellement existantes. C'est ce qui justifie, d'un côté, une forte décentralisation des politiques climatiques ; et, de l'autre, des stratégies de « résilience » visant à accroître la capacité de répondre aux incertitudes mêmes les plus fortes.

Seconde vulnérabilité : la sensibilité socio-économique aux prix de l'énergie (et notamment du pétrole)

Les villes ne sont pas seulement vulnérables au réchauffement climatique. **Leur dynamisme et le bien-être de leurs habitants dépendent aussi pour partie de l'accès à une énergie - notamment fossile - concentrée et bon marché.** La perspective d'une énergie plus rare et plus chère constitue, en effet, une menace non seulement pour la partie la plus vulnérable des populations urbaines (accroissement de la précarité énergétique), mais aussi pour certaines villes (villes petites ou moyennes peu équipées et éloignées des grands réseaux de transports publics) ou certains quartiers

(périphéries urbaines, quartiers d'habitat ancien mal isolé...) et finalement, pour le dynamisme urbain en général. Naturellement, les régions rurales situées hors de l'influence des villes le sont également - parfois encore plus -, mais outre qu'elles ne regroupent plus qu'une part très minoritaire de la population, elles ont probablement des marges de manœuvre plus grandes pour réduire leur dépendance énergétique, au moins pour l'habitat.

Dans les vingt ans correspondant au contre choc pétrolier (1982-2002), c'est le faible coût de l'énergie (**tableau 1.10**), combiné avec un accès généralisé à l'automobile, qui a permis à toute une partie des populations urbaines de matérialiser ses aspirations à la propriété privée, à la sécurité ou à « l'entre soi » (fuite des banlieues proches), à la nature, et surtout à plus d'espace habitable... en allant s'installer de plus en plus loin des centres urbains et des lieux de travail dans des maisons individuelles. Les distances totales parcourues en voiture particulière ont ainsi augmenté de 45%. La spéculation foncière et le doublement du prix des logements - entre la fin des années 90 et 2010 - ont ensuite rendu cette stratégie nécessaire pour une part importante des classes moyennes, renforçant encore l'étalement urbain et l'attrait pour l'habitat individuel. C'est ainsi qu'**en 2008 près de 15 millions d'habitants habitaient dans l'espace périurbain, soit trois fois plus qu'à la fin des années 70.**

Tableau 1.10

LE POIDS DE TRENTE-CINQ ANS D'ÉVOLUTION DES PRIX ET DES DÉPENSES ÉNERGÉTIQUES : PRIX PEU ÉLEVÉS, DÉPENSES CONTENUES, INCITATIONS À L'ÉCONOMIE FAIBLES.

SOURCE : COMPTES NATIONAUX, BASE 2000, INSEE, SOES - BILAN ÉNERGIE 2012

						Valeur 2006 (en millions d'euros)	ÉVOLUTION DES (MOYENNE ANNUELLE)			EN %
	1960	1985	2002	2006	2012		1960-1985	1986-2002	2003-2006	
POIDS DE L'ÉNERGIE DANS LA DÉPENSE DE CONSOMMATION DES MÉNAGES (%)	6,8	10,2	6,8	7,3	8,1	-	-	-	-	
Énergie domestique	3,7	5,8	3,5	3,8	4,3	-	-	-	-	
Carburants et lubrifiants	3,1	4,4	3,3	3,5	3,8	-	-	-	-	
TOTAL DE L'ÉNERGIE DOMESTIQUE DONT :	100	100	100	100		37 289	7,8	-0,4	4,0	
Électricité	23,5	43,2	52,0	48,0		17 920	5,7	-0,3	0,8	
Gaz	17,2	22,2	22,2	22,6		8 435	5,7	-0,8	3,9	
Combustibles liquides dont :	15,1	26,9	18,9	23,1		8 598	10,2	-0,1	13,3	
Fioul lourd et domestique	9,8	23,3	14,1	18,3		6 810	10,6	-1,0	15,2	
Gaz pétroliers liquéfiés (GPL en bouteilles)	5,3	3,6	4,8	4,8		1 788	7,6	3,9	7,3	
Bois et charbon	42,1	3,6	2,8	2,2		819	7,9	1,3	2,7	
Eau chaude et vapeur d'eau (chauffage urbain)	2,1	4,1	4,1	4,1		1 517	10,7	0,0	1,5	
TOTAL DES CARBURANTS ET LUBRIFIANTS DONT :	100	100	100	100		34 977	6,8	1,7	7,3	
Essence, super plombé	96,8	90,9	7,6	0,4		146	6,7	1,7	6,4	
Super sans plomb	0,0	0,0	51,3	46,2		16 151	-	-	5,8	
Gazole	1,2	8,3	40,1	52,7		18 417	7,3	1,4	9,0	
Lubrifiants	2,0	0,8	1,0	0,7		263	7,6	2,9	1,2	

Ce n'est qu'après le troisième choc pétrolier, et l'augmentation de près de 45% en dix ans (2000-2010) du prix des carburants - et plus largement de l'ensemble des énergies (électricité exclue) (**tableau 1.11**) - que s'amorça une certaine prise de conscience des risques socio-économiques liés à cette situation, avec l'émergence dans le débat public des enjeux liés à la « **précarité énergétique** », puis à la « **vulnérabilité énergétique** ». La première de ces notions renvoie plutôt à une situation (part du revenu consacré à l'énergie supérieure à 10%). La seconde à un risque futur. Mais toutes deux sont la résultante des **inégalités très fortes qui existent dans les dépenses énergétiques**, que celles-ci soient liées au lieu d'habitat, à l'ancienneté et à l'isolation du logement, à l'éloignement du centre urbain, ou finalement à la situation sociale ou familiale. C'est ce qui apparaît clairement à la lecture des quelques chiffres suivants qui illustrent bien ces fortes inégalités⁶⁰ :

- ⊙ les besoins en énergie thermique sont près de trois fois (2,7) supérieurs dans le Jura à ceux de la Corse ;
- ⊙ les dépenses de chauffage peuvent aller de 1 à 6 (300 à 1800 euros par an) selon le type, l'ancienneté et le niveau d'isolation des logements ;
- ⊙ la part modale de la voiture pour les déplacements domicile-travail, désormais inférieure à 50% à Paris, Lyon ou Strasbourg reste proche de 85% dans les communes périurbaines ;
- ⊙ un ménage de ces communes périurbaines dépendant, en moyenne, 440 euros de plus par an pour son carburant et parcourant deux fois plus de kilomètres, que son homologue des centres-villes (et trois fois plus que les parisiens) ;
- ⊙ la part du budget consacré à l'énergie se situe (chauffage inclus et en 2008), dans un rapport de près de un à deux entre un habitant du pôle de Paris (5,7%) et un habitant du périurbain (10,5%) ;
- ⊙ un foyer sur sept était, à la même époque, en situation de **précarité énergétique**, dont une forte proportion ayant de faibles ressources ; les 20% des ménages les plus pauvres dépensant pour l'énergie, en proportion de leur revenu, 2,5 fois plus que les 20% les plus riches (et ont vu cette part passer de 10 à 15% en dix ans).

Le croisement de ces situations très contrastées avec l'hypothèse d'une hausse future des coûts de l'énergie (et notamment des énergies fossiles) conduit à faire **le constat d'une vulnérabilité énergétique importante, et hétérogène dans ses sources, pour une part significative de la population des villes** ; situation de dépendance qui pourrait se transformer, dans une proportion non négligeable, en pauvreté économique⁶¹. Des estimations faites pour six grandes villes françaises⁶², prenant en compte la seule dimension transport, évaluent cette vulnérabilité à un chiffre compris, selon les cas, entre 10 et 20% de la population : ménages actifs avec enfants, ayant des revenus moyens, dépendant de l'automobile, et habitant le plus souvent en périurbain (**tableau 1.11**). Mais, si l'on y ajoute la vulnérabilité liée au chauffage, cette proportion passe à **23-25%**⁶³. En réalité ces chiffres sont très probablement sous-estimés car toutes ces évaluations prennent en compte des hypothèses d'évolution des prix et de disponibilité des énergies qui reflètent plus le passé récent que la prospective à l'horizon 2050. En intégrant la plausibilité d'un pic pétrolier et la possibilité de hausses des prix se situant entre un doublement et un triplement (fiscalité carbone incluse), c'est à un chiffre beaucoup plus élevé auquel nous sommes conduits⁶⁴.

Au-delà des problèmes sociaux graves qui pourraient en résulter pour les habitants les plus vulnérables, c'est de fait l'ensemble du développement urbain qui pourrait être déstabilisé par des hausses continues et non anticipées des prix des combustibles fossiles, ou par des ruptures brutales, liées, par exemple, à des difficultés d'approvisionnement. En 2004, les experts réunis à l'occasion de l'exercice de prospective « AGORA 2020 »⁶⁵, avaient ainsi évoqué **le risque que les espaces situés en deuxième couronne urbaine deviennent des espaces « de relégation »** - avec des ménages captifs devant à la fois supporter des dépenses énergétiques élevées et une dévalorisation de leur propriété. En réalité, c'est l'ensemble du marché foncier local qui pourrait s'en trouver perturbé ; mais aussi une part de l'économie, dans la mesure où une fraction croissante de l'affectation des revenus serait « contrainte » par le développement des charges liées à l'énergie -venant s'ajouter aux dépenses de logement ou de transport. À cela viendrait, en outre s'ajouter le « poids » des politiques climatiques nationales... Tous ces risques ont une probabilité d'autant plus forte que dans tous les domaines concernés - localisation ou amélioration thermique de l'habitat, infrastructures de transport, marchés fonciers... - les inerties ou les irréversibilités sont considérables et les ajustements ou les adaptations difficiles.

Tableau 1.11

18% DE MÉNAGES VULNÉRABLES AU PRIX DES CARBURANTS À LYON

SOURCE : CERTU (VERRY, VANCO. A PARTIR DE ENQUÊTES MÉNAGES DÉPLACEMENTS LYON) 2006

		CENTRE	1 ^{ÈRE} COURONNE	2 ^{ÈME} COURONNE	PÉRIURBAIN	ENSEMBLE
RÉPARTITION DE LA POPULATION %	Pop. vulnérable	22	13	36	29	100%
	Pop. totale	36	15	30	19	100%
Revenu par unité de consommation (euros 2006/an)	Pop. vulnérable	13 401	14 110	16 212	15 925	15 248
	Pop. totale	21 592	18 729	21 327	19 503	20 682
Budget carburant (% revenu)	Pop. vulnérable	5,3%	5,4%	7,1%	7%	6,5%
	Pop. totale	1,3%	2,1%	3,2%	3,3%	2,3%
Budget auto hors carburant (% revenu)	Pop. vulnérable	19,2%	16,2%	15,7%	16,2%	16,7%
	Pop. totale	6,1%	7,4%	8,7%	10,0%	7,6%
Budget autres modes (% revenu)	Pop. vulnérable	2,1%	2,7%	2,4%	1,5%	2,1%
	Pop. totale	0,9%	0,9%	0,6%	0,6%	0,8%

Une vulnérabilité globale nécessitant des stratégies d'adaptation systémiques et de résilience

Les deux formes de vulnérabilité qui viennent d'être évoquées ne peuvent être dissociées ni abordées indépendamment d'autres aspects de la vulnérabilité urbaine ou d'autres risques, notamment socio-économiques ou institutionnels, liés à la situation actuelle des villes ou au contexte prévisible pour les années à venir. **Le changement climatique et la raréfaction (ou la hausse des prix) des énergies fossiles renforcent une vulnérabilité urbaine qu'il faut aborder de manière globale.**

Sans entrer dans le détail des interactions complexes entre système urbain, changement climatique, système énergétique et système socio-économique - ce qui est hors de portée de ce survol - il est important de mettre en avant quelques traits spécifiques qui caractérisent **cette interaction entre vulnérabilités climatique et énergétique et vulnérabilité urbaine globale**. On en évoquera quatre :

- ⊙ un premier aspect important est la **globalité des risques et des impacts**. Les changements climatiques et énergétiques n'ont pas que des conséquences sectorielles concernant presque tous les aspects de la vie urbaine : la mobilité et l'habitat, mais aussi l'activité économique et commerciale, les loisirs et le tourisme, les circuits alimentaires, la circulation des marchandises, la pollution de l'air, l'alimentation en eau, la qualité de vie, la biodiversité... Tous les espaces aussi de la ville sont aussi concernés les centres urbains (« îlots de chaleur »), les banlieues pauvres (précarité énergétique), le périurbain excentré (vulnérabilité au prix des carburants...), les espaces inondables, les espaces verts, agricoles ou naturels...

- ◎ la prise en compte des vulnérabilités climatique ou énergétiques conduit aussi à mettre en évidence, comme l'ont souligné maintes fois plusieurs chercheurs⁶⁶, le « **caractère stratégique des infrastructures urbaines** » : la structure du bâti mais aussi les réseaux de transport, d'alimentation en énergie, d'eau, de protection contre les inondations, d'approvisionnement en nourriture, d'accès aux soins... toutes ces infrastructures nécessaires à ce qu'on appelle le « métabolisme urbain »⁶⁷. Selon les villes, ces infrastructures peuvent exacerber les risques liés au changement climatique (**tableau 1.12**), ou au contraire les atténuer et faciliter l'adaptation et la résilience urbaine ;
- ◎ un troisième aspect spécifique est, naturellement, **l'importance des incertitudes, et leurs différences de nature**. Le climat et l'incertitude sur la transition énergétique en cours placent toutes les villes devant deux risques de nature opposés : celui de prendre (et faire accepter) des décisions coûteuses sans nécessité, ou celui, au contraire, de s'exposer à des événements catastrophiques sans aucune préparation. Ce qu'il y a de commun, cependant, dans ces deux cas, c'est qu'ils appellent, de la part des collectivités locales une politique de gestion des risques à long terme et de préparation à la crise - dont elles ne peuvent plus faire l'économie ;
- ◎ enfin, le dernier aspect, c'est **l'articulation entre vulnérabilités climatiques et énergétiques et vulnérabilités sociales**. Les premières personnes qui seront affectées par le changement climatique et le prix des énergies fossiles sont celles qui, pour de multiples raisons sont déjà les plus vulnérables : précaires énergétiques qui n'auront accès ni à la climatisation ou à des logements bien conçus (pour l'été), ni à des logements économes en énergie (pour l'hiver), ménages en périurbain dépendants de l'automobile, personnes âgées isolées ou malades, populations vivant en zones inondables, chômeurs devant trouver un emploi lointain, habi-

tants des villes sans ressources fiscales... Inversement, c'est à ces mêmes groupes sociaux qu'il sera demandé de faire des efforts financiers ou de changer de comportement. **C'est cette contradiction qui place la question des inégalités sociales au cœur de la transition vers des villes post-carbone**, avec directement en arrière plan celle du développement économique et des éventuelles opportunités liées à cette transition.

Aborder la vulnérabilité urbaine de manière globale, dans ses dimensions climatiques et énergétiques, mais aussi socio-économiques, justifie le choix qui a été fait dans les scénarios de transition vers une ville « post-carbone » de prendre en compte la perspective du développement durable - à côté des trois objectifs de « facteur 4 », d'autonomie par rapport au pétrole et d'adaptation au réchauffement. Mais cela a aussi pour autre conséquence d'appeler à une gestion du risque qui combine le plus intelligemment possible toutes les composantes d'une adaptation réussie (**graphique 1.18**) : une action en amont sur les causes (prévention) ; des stratégies structurelles d'adaptation sur le long terme (planification, sensibilisation...) ; des politiques ciblées de réduction des principales vulnérabilités (protection des points sensibles, des populations vulnérables...) ; un accroissement des capacités de résilience - c'est-à-dire d'adaptabilité à l'imprévu (en y intégrant les régimes d'assurance) ; et enfin une bonne préparation à la gestion institutionnelle des crises. À vulnérabilité globale doit correspondre une approche politique et socio-économique tout aussi globale⁶⁸.

Tableau 1.12

CARACTÉRISTIQUES URBAINES AYANT POUR EFFET D'EXACERBER LES RISQUES CLIMATIQUES

SOURCE : PENNEY ET WEIDITZ, 2007. REPRIS PAR BÉATRICE QUENAULT, RAPPORT POUR LE PIRVE, VULNÉRABILITÉ ET RÉSILIENCE EN MILIEU URBAIN, AAP 2009, 15 JUIN 2011

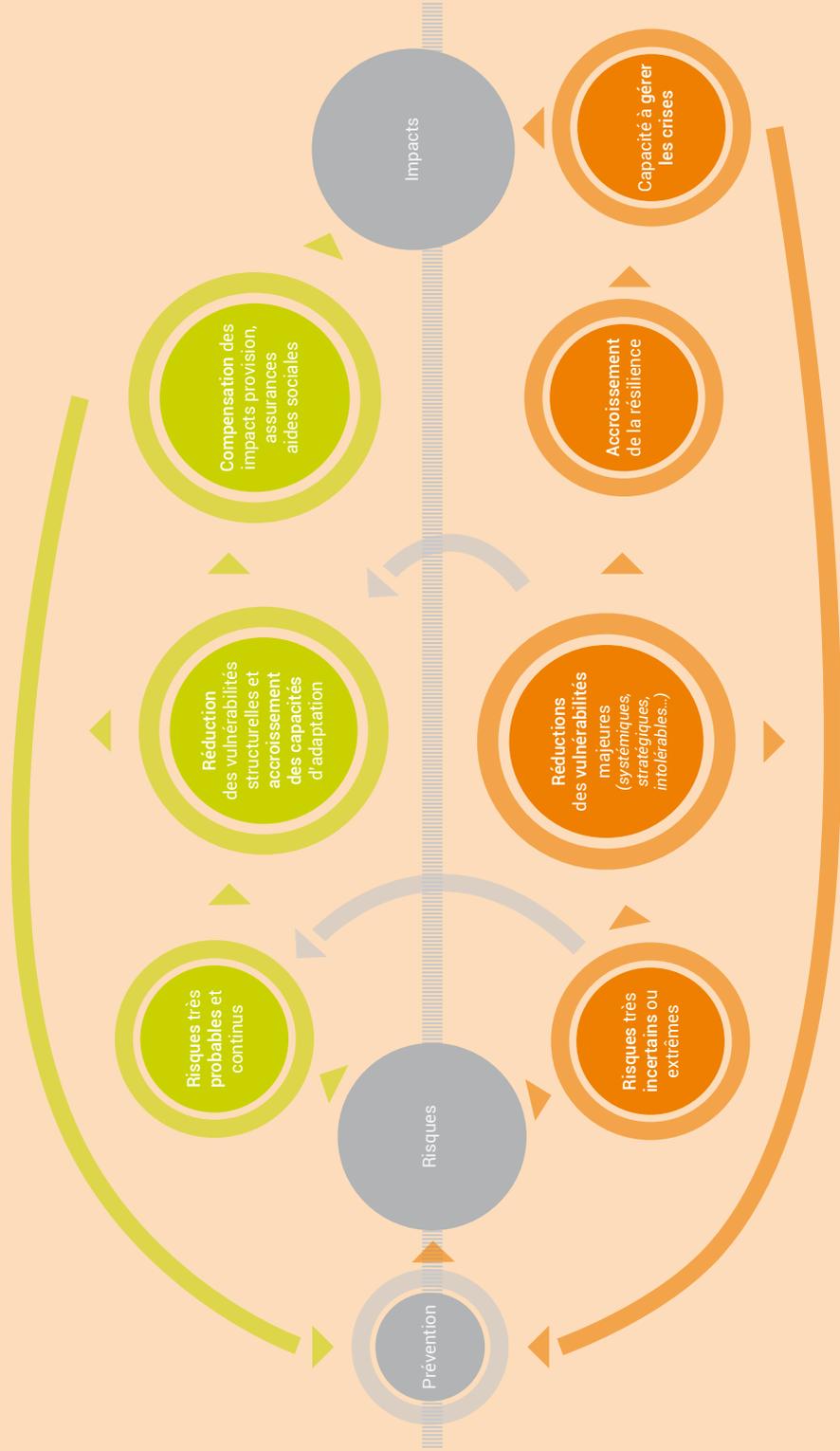
- L'asphalte, le ciment et autres surfaces dures de la ville absorbent les radiations du soleil, causant l'effet d'îlot de chaleur urbain qui intensifie les vagues de chaleur et exerce des pressions sur les systèmes de production et de distribution d'électricité.
- Les surfaces artificialisées empêchent également l'absorption des eaux de pluie, créant des ruissellements qui entraînent la pollution vers les lacs et cours d'eau. Ils peuvent faire déborder les systèmes de récupération des eaux d'orages, conduisant à des débordements des réserves d'égoûts et à des inondations aux cours des épisodes de fortes précipitations.
- Les égouts combinés qui transportent les eaux d'orages et les eaux usées sont très répandus dans beaucoup de centres villes. Des précipitations prolongées ou intenses conduisent à des débordements dans ces systèmes, entraînant les polluants non traités dans les masses d'eau locales.
- La concentration de personnes dans les centres urbains exerce des pressions sur la végétation et les espaces verts qui pourraient réduire la chaleur, les ruissellements d'eaux de pluie, la pollution et les pressions sociales.
- Les systèmes d'approvisionnement très étendus combinées à des pratiques d'affrètement en juste-à-temps peuvent se traduire par des pénuries de biens de première nécessité lorsque les transports sont interrompus ou perturbés par des événements météorologiques extrêmes.
- Les sources d'énergie centralisées, les lignes de distribution plus longues, accroissent la vulnérabilité aux pannes d'électricité lorsque des orages se produisent. L'impact des coupures de courant a également augmenté avec la dépendance accrue des logements et des bureaux aux systèmes de contrôle et de communication électroniques.
- La concentration de population dans de grandes villes crée une forte demande d'eau et peut exercer des pressions sur l'offre locale de l'eau, rendant les pénuries possibles dans des conditions de sécheresse.
- L'extension urbaine et la compétition pour les sites de construction ont conduit à construire dans des zones inondables ou sur des pentes raides qui sont vulnérables aux événements extrêmes météorologiques.
- Les citoyens à faible revenu habitant des constructions bas de gamme et mal isolées connaissent des risques accrus liés aux vagues de chaleur et autres extrêmes météorologiques. Les personnes sans domicile n'ont quasiment aucune protection contre ces événements.

Graphique

APPROCHER L'ADAPTATION DE MANIÈRE GLOBALE

ADAPTATION, VULNÉRABILITÉ, RÉSILIENCE, PRÉVENTION : UN CADRE SYSTÉMIQUE

SOURCE : JACQUES THEYS, À PARTIR DE « LA SOCIÉTÉ VULNÉRABLE », 1987



4) les villes comme solutions : leviers, marges de manœuvre, et obstacles

Particulièrement exposées au changement climatique, et dépendantes du pétrole, les villes détiennent aussi, pour une part importante, les clefs d'une transition réussie vers une société « post-carbone ». De tous les arguments qui plaident pour leur intervention dans les politiques climatiques et énergétiques, le moins controversé est qu'elles ont - dans ces domaines - un rôle irremplaçable à jouer. Ce rôle est double. D'une part leur implication est indispensable pour mettre en œuvre certaines des innovations ou solutions techniques conçues à plus grande échelle, une échelle industrielle par exemple - et un bon exemple étant le véhicule électrique. D'autre part, elles disposent de tout un ensemble de **leviers qu'elles sont les seules à pouvoir mobiliser. Elles ont ainsi une fonction essentielle dans l'articulation technique - territoire - société.**

Ce sont ces leviers qui seront rapidement évoqués puis discutés ici. Dans ce qui suit, la notion de ville sera donc, pour l'essentiel, assimilée à l'acteur institutionnel - à la (ou les) collectivité(s) locale(s). Mais il ne sera pas oublié que dans les territoires urbains beaucoup d'initiatives peuvent passer hors des canaux institutionnels, comme en témoigne le mouvement des « villes en transition ». C'est cette association entre institutions et habitants qui fait potentiellement des villes « la brique de base » de la transition « post-carbone »⁶⁹.

Les villes, « brique de base » de la transition post-carbone ?

La décentralisation a depuis longtemps légitimé l'idée selon laquelle, sauf exception, les collectivités locales sont les mieux placées pour gérer les risques qui se produisent à leur échelle. Plusieurs arguments - et le pragmatisme tiré de l'expérience - suggèrent que c'est aussi, de manière plus surprenante, le cas pour les risques globaux⁷⁰. D'une part il se trouve que beaucoup de problèmes sont à la fois globaux et locaux, ce qui laisse espérer un « double dividende » des politiques locales. D'autre part une intervention à l'échelle territoriale aura probablement plus de chance d'être efficace qu'au niveau national ou international dans la mesure où les responsabilités sont plus faciles à établir, les actions plus commodes à contrôler, et les interdépendances entre acteurs plus aisées à prendre en compte. Plus généralement, le niveau local est le plus à même de pouvoir organiser la transversalité qui est au cœur de la notion de « développement durable » : s'il y a quelque part une articulation démocratique à trouver entre le social, l'économique et l'écologique, c'est probablement à ce niveau qu'elle pourra le mieux être construite... Or, comme on l'a vu, l'articulation avec le social, par exemple, et, naturellement, avec l'emploi (« économie verte ») sont des enjeux majeurs de la transition vers les sociétés « post-carbone ».

A priori, il n'y a pas de raison évidente pour que des collectivités locales qui doivent d'abord répondre aux attentes à moyen terme de leurs électeurs, s'investissent dans la résolution de problèmes planétaires dont les bénéfices attendus seront très décalés dans le temps. Si beaucoup, et notamment presque toutes les grandes villes « globales » le font néanmoins c'est parce que ces situations de « double dividende » sont pour la « ville sobre » ou « bas carbone » relativement nombreuses - avec des convergences fortes en termes d'attractivité, de qualité de vie, d'innovation technique, d'emploi... La question est de savoir si les villes peuvent aussi être « la brique de base » d'une transition réussie vers « post-carbone » - avec les ruptures beaucoup plus fortes que cela suppose.

Une grande diversité de leviers localement mobilisables

Le caractère souvent récent des politiques climatiques ou énergétiques locales fait qu'on a une idée généralement imprécise des leviers d'action qui sont à la disposition des responsables territoriaux, avec un basculement fréquent entre une vision très large mais vague ou au contraire très restrictive et sectorielle de ces instruments. Certains Plans Climat-Énergie Territoriaux se limitent à la rationalisation de la gestion énergétique des bâtiments municipaux, d'autres vont jusqu'à envisager la maîtrise de « l'énergie grise » ou de l'« empreinte écologique » liées à la consommation quotidienne des habitants... et donc une intervention dans les modes de vie. Tout cela est très différent, et reflète des conceptions implicites très diverses des leviers d'action mobilisables. En s'appuyant, notamment, sur les travaux d'Energy Cities ou de l'ADEME et sur les analyses comparatives faites par H. Bulkeley et K.Kern⁷¹, il est possible de distinguer plus clairement **cinq grandes catégories de leviers qui correspondent à autant de formes d'intervention des collectivités locales (graphique 1.19) :**

- ⦿ **la bonne gestion énergétique de l'administration et du patrimoine local** (rénovation énergétique et adaptation des bâtiments administratifs et du patrimoine, amélioration de l'éclairage public, électrification du parc de véhicules, extension des capacités d'hébergement en cas de crise ; opérations exemplaires...) ;
- ⦿ **la fourniture de biens et services publics** (production et distribution d'énergie locale - comme le chauffage urbain -, gestion de l'eau et des déchets, transports publics, construction de logements sociaux et d'infrastructures de transport ou de protection, espaces verts, aide sociale, structures locales de formation, centre de soins...) ;
- ⦿ **la réglementation et la mise en place de politiques locales d'aménagement** (gestion de la mobilité, péages, politiques foncières et d'aménagement urbain, normes locales de construction, planification des risques, fiscalité locale ...) ;
- ⦿ **la mobilisation et l'incitation** (plans climat - énergie territoriaux, information et sensibilisation, partenariat public - privé, incitations et aides financières, soutien à l'innovation technique et sociale, organisation de filières, structures de coordination, processus de participation et d'implication des habitants, construction de visions à long terme...) ;
- ⦿ **et, enfin, l'influence politique et la participation à des réseaux** (intervention des élus dans les politiques nationales ou internationales, lobbying, implication dans les réseaux énergie climat, politiques d'image et de communication, recherche de financements nationaux, européens ou internationaux...).

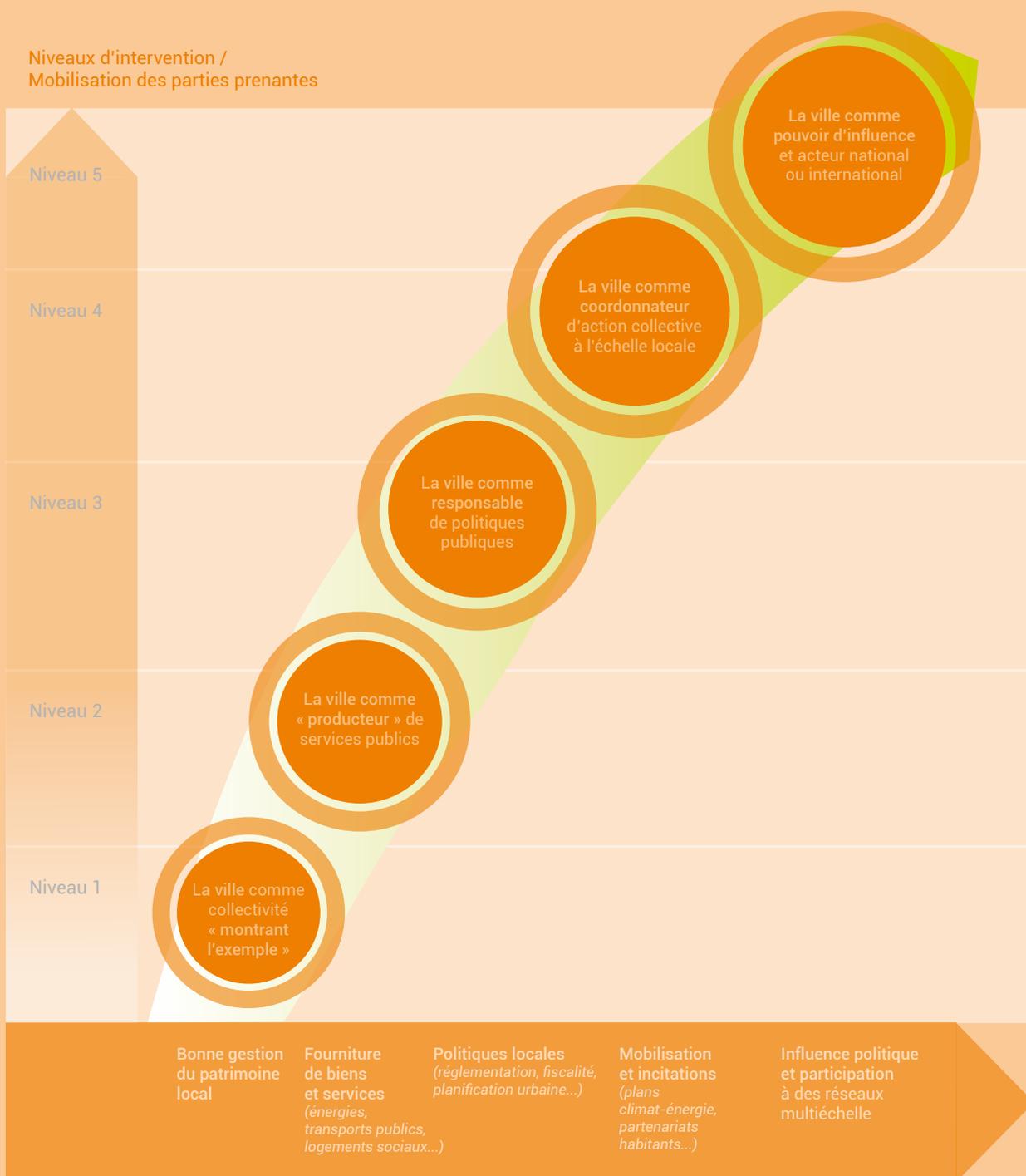
Graphique

1.19

CINQ NIVEAUX D'INTERVENTION POSSIBLE DES VILLES

SOURCE : GRAPHIQUE INSPIRÉ DE « THINK », INSTITUT EUROPÉEN DE FLORENCE, 2012

Niveaux d'intervention /
Mobilisation des parties prenantes



La liste des leviers a priori mobilisables par les villes est ainsi tout à fait considérable (**tableau 1.13**). Beaucoup d'entre eux ne peuvent l'être qu'à ce niveau, ce qui permet de dire que rien d'efficace en matière de transition énergétique ou climatique ne se fera sans leur implication active.

Tableau 1.13

CINQ MODES DE GOUVERNEMENT DES POLITIQUES LOCALES DU CLIMAT ET DE L'ÉNERGIE

SOURCES : TABLEAU DES AUTEURS LIBREMENT INSPIRÉ DE « GOVERNING CLIMATE CHANGE », BUCKELEY, 2011

NIVEAU 1 : SE GOUVERNER SOI MÊME
<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Rénovation énergétique des bâtiments publics. ⊙ « Verdissement » de l'éclairage public. ⊙ Électrification et usage des renouvelables dans le parc des véhicules municipaux. ⊙ Plans de déplacement « durable » pour les employés municipaux. ⊙ Politique d'achats publics et de marchés adaptés. ⊙ Projets de démonstration. ⊙ Protection du patrimoine contre les risques climatiques. ⊙ Capacités d'hébergement en cas de crise
NIVEAU 2 : GOUVERNER EN FOURNISSANT DES BIENS ET SERVICES
<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Mise en régie de la production et de la distribution d'énergie, développement des renouvelables, réseaux de chaleur... ⊙ Adaptation des systèmes de collecte et de traitement des déchets, cogénération... ⊙ Développement et verdissement des transports publics, réseaux pour les véhicules électriques... ⊙ Aide à la rénovation énergétique et climatique des logements sociaux et politique du logement social. ⊙ Politiques d'espaces verts. ⊙ Adaptation des réseaux d'eau au changement climatique. ⊙ Construction de protections contre les risques. ⊙ Aide aux populations précaires et vulnérables, centres de soins.
NIVEAU 3 : GOUVERNER PAR L'AUTORITÉ
<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Politique foncière et d'aménagement, planification urbaine, politique de construction. ⊙ Politique de mobilité durable (gestion de la voirie, voies cyclables ou piétonnes, contrôle du stationnement, vitesse...). ⊙ Intégration transport-aménagement (multipolarité, gestion des pôles...). ⊙ Adaptation de la fiscalité locale (prise en compte des localisations dans la fiscalité...). ⊙ Péages. ⊙ Normes locales de construction. ⊙ Planification des risques. ⊙ Politiques de développement local.
NIVEAU 4 : GOUVERNER PAR LA MOBILISATION
<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Plans climat énergie locaux, construction de visions à long terme. ⊙ Information, sensibilisation campagnes sur l'efficacité énergétique. ⊙ Observation et mesure. ⊙ Processus de concertation avec les acteurs et les habitants. ⊙ Aide à l'expérimentation sociale et aux associations. ⊙ Gouvernance et mutualisation des actions locales. ⊙ Aides à l'innovation. ⊙ Financements et subventions. ⊙ Partenariats public-privé.
NIVEAU 5 : GOUVERNER PAR L'INFLUENCE
<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Intervention des élus dans les politiques nationales et internationales. ⊙ Implication dans des réseaux, lobbying, échange d'expériences... ⊙ Mise en œuvre d'une bonne gouvernance « multiéchelle ». ⊙ Recherche de financements internationaux, nationaux, régionaux. ⊙ Politiques d'image et de communication. ⊙ « Terrestrialisation des politiques locales ».

Quelles marges de manœuvre réelles ? L' hétérogénéité des compétences concrètes et l'importance des obstacles

Les quelques données dont on dispose sur l'impact potentiel de l'action locale en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre conduisent à estimer que 2 à 4% peuvent être gagnés par une bonne gestion des services et patrimoines locaux ; et que ce chiffre peut monter à 15-20% en intégrant la fourniture de biens et services (niveau 2), et de l'ordre de 40-50% en tenant compte de tous les autres leviers d'action. 40% (« la moitié du facteur 4 »). C'est aussi l'ordre de grandeur généralement cité de ce qu'il est possible d'espérer à l'horizon 2050 comme réduction liée à des changements de comportement ou de modes de vie, l'autre moitié résultant de changements techniques ou dans les normes. C'est donc une hypothèse qui n'est pas incohérente si l'on intègre à l'action locale celle des habitants et des acteurs économiques territoriaux...

Malheureusement, dans la réalité, les marges de manœuvre locales sont, dans la plupart des cas, sensiblement plus faibles que ne le laisse espérer ce chiffre et ceci pour de multiples raisons bien analysées par de multiples travaux⁷² :

- ⊙ dans la plupart des pays, les compétences locales en matière de distribution et de production d'énergie sont très réduites, ou plus formelles que réelles ;
- ⊙ le pouvoir normatif échappe le plus souvent aux collectivités territoriales ;
- ⊙ la distribution incohérente des compétences entre niveaux et l'organisation « en silo » des politiques existantes font obstacle à la transversalité indispensable ;
- ⊙ le leadership technique ou politique en matière de climat et d'énergie est mal défini, et généralement pas à la bonne échelle ;

- ⊙ l'aménagement est le plus souvent conduit et défini par les acteurs privés qui jouent un rôle, à fortiori, encore plus déterminant en matière d'industrie ;
- ⊙ l'expertise, sauf pour les grandes villes, est hors de portée de beaucoup de communes ;
- ⊙ la mobilisation du public et des parties prenantes est difficile à maintenir sur le long terme - sauf exception historiquement construite, l'accès aux grands réseaux d'acteurs est essentiellement ouvert aux grandes agglomérations et villes globales.

En France, par exemple, les communes ont (depuis 1906) la responsabilité du service public de l'énergie, sont propriétaires des réseaux locaux de distribution du gaz et de l'électricité, peuvent gérer des réseaux de chaleur et subventionner la production d'énergie renouvelable ; mais en réalité leur rôle en matière de distribution et de production d'énergie reste très marginal, car l'essentiel (95%) est concédé aux grands acteurs et réseaux nationaux⁷³. La décentralisation de l'énergie y est donc plus formelle que réelle (encart 1.8). Beaucoup de grandes agglomérations n'ont pas encore de service énergie-climat clairement identifié et l'émission communal rend la création de tels services inaccessible sur une part importante du territoire, même urbain. Mais surtout la distribution des compétences entre communes, intercommunalités, pouvoir métropolitain, départements et régions y est telle qu'elle rend extrêmement difficile la mise en place de politiques cohérentes à l'échelle des « bassins de vie » - malgré l'existence des Plans Climat-Énergie Territoriaux à l'échelle urbaine ou encore de Schémas Régionaux Climat Air Énergie à l'échelle régionale -, avec, par exemple, des compétences en matière foncière réservées aux communes, une planification au niveau intercommunal, la gestion des aides sociales ou des routes prise en charge par les départements, la formation, la recherche et les transports ferrés gérés par la région... Ce sont autant d'obstacles qu'il s'agit de franchir pour les agglomérations convaincues que l'énergie et le climat sont des enjeux politiques et sociétaux importants.

Encart 1.8

LES VILLES FRANÇAISES, SIMPLES TERRITOIRES OU ACTRICES DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ?

SOURCE : FRANÇOIS MATHIEU POUPEAU, URBIA, N°15, FÉVRIER 2013

Si l'influence des politiques urbaines sur la demande d'énergie est incontestable, le rôle des villes en matière de production et de distribution d'énergie apparaît généralement beaucoup plus limité. C'est ce que constate François Mathieu Poupeau à propos de la situation française, dans un article publié en mars 2013 dans la revue URBIA :

« Le credo de l'impératif concurrentiel et le poids des communes rurales ont eu une forte influence sur la manière dont les villes se sont (ré) appropriées des compétences en matière de production et de distribution. Ils ont, d'une certaine manière, primé sur d'autres approches qui auraient, au contraire, pu conduire - au nom de la lutte contre le changement climatique, ou contre la précarité énergétique -, à modifier le modèle français de gouvernance énergétique et renforcer les prérogatives de collectivités locales. En matière de production, les collectivités locales sont, certes, autorisées à investir dans les énergies renouvelables (loi de 2000 et 2005 notamment). Mais pour bénéficier d'aides (souvent indispensables), l'électricité qu'elles produisent doit être réinjectée dans le réseau national et racheté par EDF, ce qui les empêche, par exemple, de devenir des opérateurs pouvant proposer des services à tout ou partie de leurs administrés. Aussi, comme par le passé, la production dite « décentralisée », continue de nourrir un modèle qui n'offre aucune possibilité de différenciation territoriale. À l'autre bout de la chaîne énergétique,

dans la distribution, les collectivités locales ont certes pu recouvrer en partie leur fonction d'autorité concédante, héritées de la loi de 1906, et qui avaient été mises à mal par un demi-siècle de (quasi) monopole public. Elles ont pu négocier de nouveaux contrats avec EDF et GDF. Mais ce regain de pouvoir s'est fait en contrepartie d'une restriction du périmètre de la concession. Historiquement celle-ci était un droit à transporter et à commercialiser l'énergie et, partant, les villes avaient un droit de regard sur ces deux aspects. Avec la séparation entre infrastructures et fourniture, la nature de la concession s'est transformée. Celle-ci tend aujourd'hui à ne devenir qu'un droit à transporter, la commercialisation étant du ressort du marché. De ce fait, les villes n'ont pas recouvré de prérogatives en matière de fixation des tarifs, qui dépendent soit des fournisseurs, soit de l'État. En conséquence, elles n'ont que peu de poids pour peser sur ce qui constitue un élément essentiel des politiques énergétiques. Si l'on revient sur ce qui appartient désormais au périmètre de la concession (la gestion des infrastructures), les villes disposent, là aussi de marges de manœuvre limitées. Bien que les lois découlant du Grenelle de l'Environnement aient ouvert la possibilité de favoriser les réseaux de chaleur, la capacité des villes à coordonner les réseaux (et donc à imposer aux citoyens une énergie plutôt qu'une autre) reste d'un usage limité, butant, in fine, sur le paradigme de mise en concurrence, qui met en avant la liberté pour tout consommateur de choisir librement son énergie ».

Entre l'évidence des responsabilités et l'ampleur des obstacles, on comprend que le rôle des villes dans la transition vers une « société post-carbone » puisse faire débat... et même susciter le scepticisme. Ni la prise de conscience, ni la conviction - quand elles existent - ne suffisent ; car les politiques climatiques supposent « une ingénierie » politique et technique particulièrement complexe. L'expérience montre ce-

pendant que beaucoup d'entre elles ont fait le choix de s'engager dans des politiques volontaristes - avant même qu'elles y soient incitées par les États ou le contexte international - soit à l'initiative des autorités locales, soit sous l'impulsion de groupes d'habitants. Pourquoi, comment, avec quels résultats ? C'est cette dynamique qui va maintenant être abordée.



04 Des dynamiques déjà largement engagées : diversité et limites des expériences locales

Ce sont les villes elles-mêmes qui, les premières, ont pris conscience des enjeux précédents. S'enracinant dans les contextes énergétiques ou écologiques locaux, puis prenant appui sur des réseaux très actifs comme l'ICLEI⁷⁴, Alliance Climat ou Energy-Cities, ce sont certaines d'entre elles qui, dès les années 80-90 se sont volontairement engagées dans des expériences de transition énergétique, des plans Climat, des projets d'écoquartiers, ou, plus récemment de « villes résilientes » - avant même que la communauté internationale ou les États interviennent⁷⁵.

Certaines de ces initiatives ou expérimentations sont devenues emblématiques : Fribourg en Brisgau, Hanovre ou Heidelberg en Allemagne, Växjö, Malmö, Göteborg ou Stockholm en Suède, Woking, Bristol ou l'écoquartier Bedzed (Beddington Zero fossil energy development) en Grande Bretagne, Copenhague ou Aarhus au Danemark ; Barcelone en Espagne ; Boulder ou Portland aux États-Unis, Masdar dans les Émirats Arabes Unis ou encore Curitiba au Brésil. Mais le mouvement va bien au-delà de ces expériences, comme en témoigne le fait qu'aujourd'hui près de 4000 villes européennes, signataires de la « Convention des Maires »⁷⁶ se sont engagées à respecter ou même aller au-delà des objectifs de baisse des émissions de CO₂ (20%) fixés par la Commission européenne pour 2020. En ajoutant à cela les villes ou quartiers qui participent aux mouvements plus citoyens des « villes en transition »⁷⁷, c'est donc une dynamique très large qui prend forme.

S'appuyant sur ces expériences pionnières, et sous l'impulsion, en Europe, de la Commission européenne, les États ont, depuis dix ans, pris le relais pour élargir encore la mobilisation et lancer les politiques nationales nécessaires. La comparaison des situations allemandes et suédoises - deux pays en pointe dans le monde - montre, en effet, que c'est de cette articulation réussie entre les échelles que dépend le succès des politiques « post-carbone ». En France, les lois Grenelle de 2009, s'appuyant sur tout un ensemble d'initiatives prises à partir de 2003-2004 en sont un bon exemple.

Avant de s'engager dans la construction de scénarios, le programme « Repenser les villes dans une société post-carbone » a consacré une part importante de ses moyens au recensement et à l'analyse de ces expériences, soit à travers les séances des séminaires, soit sous la forme de recherches spécifiques consacrées, par exemple, aux réseaux de villes ou aux expériences européennes⁷⁸, soit finalement en engageant des « recherches-action » portant sur des villes françaises. Il n'est pas possible dans ce rapport de synthèse de rendre compte de la richesse de ces travaux. Reprenant pour l'essentiel la synthèse réalisée par Cyria Emelianoff et Elsa Mor⁷⁹, on se limitera à quelques enseignements généraux et cadres d'action utiles pour comprendre - dans une optique prospective - les raisons, les forces et les faiblesses de ces dynamiques engagées depuis vingt ans. **Cinq points seront ainsi rapidement évoqués :** le poids des contextes locaux dans l'engagement des villes « pionnières » ; le rôle des réseaux et des processus de « glocalisation » dans l'extension de ces expériences ; les dynamiques récentes liées la recherche d'autres modèles de développement ; l'articulation des politiques locales et nationales à travers l'exemple français ; et enfin les succès, les limites et les obstacles à la dynamique existante.

1) le poids des contextes locaux dans l'engagement des villes pionnières⁸⁰

Les quelques villes qui sont aujourd'hui le plus souvent citées en exemple dans la transition énergétique ou climatique, Fribourg ou Hanovre en Allemagne, Bristol en grande Bretagne, Stockholm ou Växjö en Suède ont engagé leur politique depuis le début des années 90, le plus souvent avant même la Conférence de Rio et la Convention sur le Climat de 1992. **Ces politiques climatiques « pionnières » se sont en effet développées sur le terreau de préoccupations plus anciennes que celles du climat :** l'opposition à l'énergie nucléaire, les chocs pétroliers, des conflits locaux sur l'environnement, le souci d'assurer la sécurité de l'approvisionnement énergétique et de tirer parti des ressources locales... Leurs orientations sont donc, en conséquence, très dépendantes du contexte spécifique dans lequel elles se sont inscrites : la quête d'indépendance énergétique dans les pays anglo-saxons avec la préoccupation de préparer « l'après pétrole » en Grande Bretagne, les tentatives de sortie du nucléaire dans les villes germaniques, le souci écologique et de valorisation des ressources en biomasse en Suède... L'exemple le plus caractéristique de cette importance du contexte est la ville de Växjö, située dans un environnement de lacs et de forêts du Sud-Est de la Suède, qui après une longue histoire de mobilisations liées à l'eutrophisation de ses lacs, a décidé, à partir de 1995-96 de s'engager vers « **une ville sans énergie fossile** » en 2050, grâce à une utilisation massive de ses ressources en biomasse (**encart 1.9**).

UNE VILLE SANS ÉNERGIE FOSSILE EN 2050, L'EXEMPLE DE VÄXJÖ

Du chauffage au bois à l'architecture en bois, de l'éthanol au diméthyl éther, la ville de Växjö a misé depuis 1996 sur la biomasse pour gagner son pari climatique. Les ressources forestières, la présence d'une compagnie énergétique locale active (VEAB), la taille réduite de la ville, les subventions de l'État suédois... et un activisme environnemental très présent ont conduit, en deux étapes successives (ci-dessous), à définir un objectif de sortie du fossile pour 2050. Avec la présence locale de Volvo et un habitat relativement dispersé, le

pari s'avère plus difficile du côté des transports... L'espoir est mis dans la possibilité de transformer le bois utilisé pour le réseau de chaleur en biocarburants de seconde génération, mais il reste incertain. D'ores et déjà cependant une première étape importante a été franchie, avec une réduction en dix ans de plus de 30% des émissions de CO₂. C'est un résultat naturellement très lié à toutes les spécificités évoquées.

LES DEUX PROGRAMMES « VAXJO SANS ÉNERGIE FOSSILE EN 2050 »

OBJECTIFS DE RÉDUCTION DU CO ₂ PAR HABITANT EN 1996 ET PREMIERS RÉSULTATS	OBJECTIFS RÉVISÉS EN 2006
<p>Objectif : - 50% de CO₂ de 1993 à 2010 Fin des énergies fossiles en 2050 (consommations directes d'énergie)</p> <p>Résultat : -32% de CO₂ obtenus en 2007</p>	<p>Objectifs : - 50% de CO₂ de 1993 à 2010 - 70% de CO₂ de 1993 à 2025</p> <p>Fin des énergies fossiles en 2050 (consommations directes d'énergie)</p>
<p>Objectif : - 20% de consommation d'électricité par habitant d'ici 2010</p>	<p>- 20% de consommation d'électricité par habitant d'ici 2015</p>
<p>Objectif : augmentation de la part modale du vélo de 10% (1995) à 20% (2005)</p> <p>Résultat : part modale du vélo en 2005 : 18%</p> <p>Part modale du bus en 2005 : 8%</p>	<p>+ 20% de déplacements en vélo de 2004 à 2015 + 20% de déplacements en bus urbains/ 2002</p> <p>+ 12% de déplacements en transports en commun régionaux/ 2002</p>
<p>Objectif : sortie des énergies fossiles pour le chauffage 10% d'énergies fossiles pour le chauffage en 2007</p> <p>Résultats : - 80% d'émissions de CO₂ pour le chauffage 76% de taux de raccordement au réseau de chaleur en 2007</p>	<p>Fin des énergies fossiles pour le chauffage en 2010 sauf en pointe</p>
	<p>Exemplarité de l'administration : - 30% de CO₂ pour les services et transports municipaux entre 1999 et 2015</p>
<p>4,6 tonnes CO₂ émises par habitant en 1996</p>	<p>3,13 tonnes CO₂ émises par habitant en 2007 dont 2,4 tonnes pour les transports</p>

D'autres facteurs ont pu jouer un rôle de déclencheur important, comme, par exemple, à Grenoble, le développement et la municipalisation de la « houille blanche » dans les années 1920. L'expérience montre que l'existence d'opérateurs énergétiques locaux explique souvent la prise d'initiative des villes en matière de politiques énergie - climat⁸¹. Pour les villes qui n'avaient pas cette autonomie, mais souhaitaient s'engager dans une transition énergétique - comme Bristol ou Apeldoorn aux Pays Bas- la création d'entreprises énergétiques locales est donc souvent apparue comme une préoccupation prioritaire. En France, Grenoble a été la première ville à ratifier un Plan climat et c'est une des seules à disposer de fournisseurs locaux d'énergie. À Växjö, dont l'exemple vient d'être évoqué, le rôle de la compagnie locale a également été déterminant... **Transition énergétique et décentralisation énergétique sont donc fortement liées.** Mais ce n'est pas le seul facteur : dans d'autres cas, la préoccupation de reconversion industrielle, ou de transformation de l'image industrielle de la ville ou de certains de ces quartiers a joué, par exemple, un rôle déterminant, comme c'est le cas, par exemple, à Malmö en Suède ou Dunkerque en France...

Ces origines diverses expliquent qu'il n'y ait pas un modèle unique de transition « post-carbone » mais plusieurs visages de cette transition possibles, certaines villes misant sur la bioénergie et les réseaux de chaleur, d'autres sur l'essor des énergies renouvelables décentralisées et la petite cogénération, d'autres encore sur la simple diversification des énergies et l'innovation technologique ; mais aussi - dans les villes de vieille tradition industrielle - sur la rénovation du bâti et les écoquartiers.

Le poids des contextes locaux dans ces expériences pionnières, et leur différenciation doit cependant être nuancée de deux façons. D'une part, toutes ces expériences n'ont pu se développer que parce que le contexte « extérieur » à chaque ville était, lui-même favorable. C'est le cas, par exemple, en Suède, sensibilisée depuis les années 60 à l'environnement en raison des pluies acides, où les communes ont une très grande autonomie, et qui a décidé dès 1991 de mettre en place une taxe carbone en l'assortissant d'incitations au développement des énergies renouvelables et de normes thermiques élevées⁸². Par ailleurs on retrouve dans la plupart de ces exemples plusieurs facteurs communs : une volonté et une capacité d'autonomie importante, une sensibilisation forte à l'environnement - souvent liée à des conflits

passés ou à la perception de risques importants -, une forte présence dans la municipalité d'élus écologistes, une gouvernance locale qui fonctionne, des acteurs économiques intéressés (compagnies locales d'énergie...), et des processus de participation démocratiques... C'est aussi ce qui explique que les processus de transition puissent y évoluer dans le temps.

2) Le rôle des réseaux et de la « glocalisation » dans la généralisation des expériences : un second aspect de la dynamique

À côté des expériences pionnières, liées, comme on vient de le voir à la spécificité des contextes locaux, la dynamique des politiques locales énergie climat a aussi beaucoup reposé au cours des vingt dernières années sur un autre mouvement, en partie symétrique, **qui a été l'implication croissante des villes sur la scène internationale**, dans un contexte de compétition accrue à l'échelle européenne ou mondiale et de prise de conscience des enjeux écologiques globaux. Ce mouvement peut être interprété de deux façons différentes - et en partie complémentaires. Soit, comme l'a proposé Cyria Emelianoff », comme une forme de **« terrestrialisation » des politiques locales⁸³**, c'est-à-dire d'intégration par les territoires des enjeux planétaires. Soit comme la conséquence d'une recomposition des États, **et de l'émergence des villes comme des acteurs internationaux majeurs** - en association avec les grands acteurs économiques, les ONG et les grandes organisations internationales. Le développement des « villes climatiques », dans sa phase plus récente, peut donc aussi être vu comme une des composantes d'un mouvement plus général de « glocalisation »⁸⁴.

Il n'est pas étonnant de constater que l'implication de beaucoup de villes dans les politiques climatiques a été liée à la dynamique de globalisation et de transformation de la gouvernance mondiale qui s'est produite après les conférences du milieu des années 80 et surtout après la chute du mur de Berlin. Ce qu'il est intéressant de remarquer, c'est que cette participation croissante a connu **deux phases assez différentes**. Dans une première période, entre le début des années 90 et le troisième choc pétrolier du milieu des années 2000, l'impulsion - à l'échelle européenne -

est venue essentiellement d'une **coopération étroite entre quelques villes pionnières, la Commission européenne et trois réseaux de villes structurés après la parution du premier rapport du GIEC : l'ICLEI (Toronto et Fribourg), l'Alliance Climat (Frankfort) et Energy Cities (Besançon)** C'est ainsi qu'en 1993, « La campagne des villes pour la protection du climat » lancée par l'ICLEI, avec, en Europe, l'appui de Bruxelles, a cherché à impliquer les villes dans les premières actions de réduction des émissions de CO₂, en mettant l'accent, d'abord sur l'enjeu de la mesure de ces émissions. De l'avis général, **les résultats de cette première phase sont restés, sur un plan strictement énergétique, assez modestes** - même si, dans le même temps, la notion de « ville durable » a fait des progrès considérables : l'énergie est restée « hors du cœur » des politiques urbaines, mais les questions de mobilité durable, d'étalement urbain... ont été posées, et les centres des villes sont redevenus attractifs. En posant dès le début des années 90, la question climatique, avant même que n'émerge à Rio la notion d'agenda 21, les réseaux de ville n'ont pas, au cours de ces quinze premières années, nécessairement réussi à réduire les émissions de gaz à effet de serre, mais ils ont contribué à faire entrer dans la culture urbaine les notions de « ville à courte distance », de « ville cohérente », de « ville lente »... ce qui est un premier pas essentiel.

Au milieu des années 2000, **une seconde phase** complètement différente s'ouvre, avec la conjonction de plusieurs facteurs : la hausse des prix du pétrole, la signature par la Russie du Protocole de Kyoto - qui rend celui-ci applicable -, le cyclone Katrina à la Nouvelle Orléans, l'accélération de l'urbanisation en Asie... La campagne des villes pour la protection du climat est redynamisée et réunit, à partir de 2005 plus de 800 autorités locales, dont 160 en Europe. D'autres réseaux de villes se structurent, comme le C40 (sommet des grandes métropoles pour le climat), tandis qu'est créé aux États-Unis le « Post Carbon Institute »⁸⁵. En 2005, le programme Concerto (FP6 et FP7) est lancé par la DG Energy ; après l'adoption du programme européen de 2008 (« les 3 fois 20 ») et l'échec du sommet de Copenhague en 2009, une « gouvernance multi scalaire »⁸⁶ associant la Commission européenne et les réseaux de villes se met en place au niveau européen avec le lancement de la « Convention des Maires » qui réunit toutes les villes acceptant de s'engager sur les objectifs européens à l'horizon 2020.

Plus de 4000 d'entre elles en font partie en 2013. L'engagement est relativement contraignant puisque les villes qui n'ont pas pris de mesures suffisantes dans un délai de deux ans sont en principe exclues. Si l'on prend en compte également les mesures nationales (voir pages suivantes), il est donc possible de parler d'une dynamique réelle - même si la crise vient rapidement modérer les ambitions concrètes...

Comme le suggèrent des chercheurs à la fois en Grande Bretagne et en France⁸⁷, **cette seconde phase ne marque pas seulement un changement de rythme dans la transition vers des villes « bas carbone », mais aussi un changement de nature.** Dans les métropoles ou les grandes villes, les questions de l'énergie et du climat sont une façon de reposer plus globalement celle des infrastructures urbaines (eau, transports, déchets, réseaux de chaleur, logement, protections contre les risques...), mais aussi de l'innovation (économie verte...) et de la vulnérabilité aux risques (inondations, canicules, mais aussi alimentation ou mouvements de population...). Elles deviennent donc plus « stratégiques ». Ce sont, en outre, deux thèmes qui, par définition, permettent de positionner les villes dans la compétition mondiale (ou régionale) - ce qui inclut, naturellement, une forte composante de « marketing urbain », mais ne s'y réduit pas. Les enjeux vont donc bien au-delà des aspects sectoriels - et c'est pourquoi les villes sont, a priori, un moteur potentiel majeur pour la transition énergétique future.

En analysant récemment, pour une centaine de grandes villes mondiales, les « expérimentations » qui sont liées à cette intégration récente des préoccupations climatiques à l'échelle urbaine, Harriett Bulkeley et Vanessa Castan Broto⁸⁸ ont cependant montré que les actions mises en place, qui passent souvent par des partenariats public-privé, étaient très focalisées sur des projets techniques et sectoriels : sur le bâtiment, les grandes infrastructures énergétiques et la sécurité (**tableau 1.14**) Inversement les interventions sur les formes urbaines, les transports (hors réseaux en sites propres), ou en matière d'adaptation, restent très en deçà de ce qui serait nécessaire. La perspective est très « technocentriste », et profondément différente de celle qui orientait les villes pionnières.

Tableau 1.14

LA TYPOLOGIE ÉMERGENTE DES EXPÉRIMENTATIONS MENÉES PAR LES VILLES DANS LES DOMAINES CLIMAT-ÉNERGIE

SOURCE : GOVERNMENT BY EXPERIMENT? GLOBAL CITIES AND THE GOVERNING OF CLIMATE CHANGE, HARRIET BULKELEY, VANESA CASTÁN BROTO, 2012

RÉGION	SECTEURS D'EXPERIMENTATION (NOMBRE D'EXPÉRIENCES)						RÉPARTITION RÉGIONALE (%)	
	ADAPTATION	BÂTIMENT	CAPTURE DE CARBONE	TRANSPORT	INFRASTRUCTURE URBAINE	TOTAL	VILLES	EXPÉRIENCES
Afrique	6	9	5	6	14	41	7	7
Asie	20	35	5	28	69	162	33	26
Europe	13	49	6	34	40	159	23	25
Amérique du Nord	22	36	5	18	46	136	22	22
Océanie	3	7	0	3	3	17	2	3
Amérique du Sud et Centrale	12	19	14	29	29	112	13	18
Nombre total	76	155	35	118	201	627	100	100
Social	46	110	14	85	33	177	465	
Technique	35	80	23	59	27	78	302	

3) Une troisième dynamique : l'énergie et le climat comme ressources d'autonomie ou de modes nouveaux de développement

Cette focalisation sur les infrastructures et la sécurité urbaine, en partie portée, dans les pays émergents, par les financements internationaux et les marchés carbone, caractérise essentiellement les grandes villes. Elle rend mal compte de l'existence, depuis la crise pétrolière du milieu des années 2000 de **deux autres dynamiques** liées soit à l'extension des premières expériences à un tissu plus large de villes moyennes ; soit à la mobilisation des habitants. D'un côté, les questions énergétiques, constituent pour de

nombreuses villes - pas spécifiquement concernées - une opportunité pour se réapproprié toute une série d'enjeux liés à la santé, à l'alimentation, à la qualité de vie, mais aussi pour redéfinir des stratégies de développement plus autonomes. De l'autre se développe, à l'échelle des quartiers ou des communautés de citoyens, de nouvelles formes de mobilisation liées à la perspective du « peak oil » : c'est le mouvement des « villes en transition »⁸⁹. **Les déterminants politiques et sociaux qui expliquent une implication des villes beaucoup plus large qu'il y a dix ans dans les problématiques énergie-climat sont donc très différents.** Or dans la pratique tous ces modèles, très opposés dans leur motivations (**encart 1.10**), mais aussi fortement dissymétriques, ne se sont que rarement articulés... C'est une des questions majeures pour la transition future vers des villes « post-carbone » de déterminer dans quelle mesure leur complémentarité pourra - ou pas - être facilitée.

Encart 1.10

LE MOUVEMENT DES « VILLES EN TRANSITION »

Né en 2005-2006, en plein milieu du « troisième choc pétrolier », à l'initiative de Rob Hopkins, professeur à Kinsdale, le mouvement des « villes en transition », s'analyse plus comme un processus de changement que comme un programme défini à l'avance. Il s'agit pour une communauté d'habitants ou de citoyens, face au risque d'épuisement des ressources fossiles, de « reconstruire ensemble de la résilience » c'est-à-dire une capacité collective à faire face au choc que cet épuisement pourrait provoquer. L'enjeu est plus énergétique que climatique, mais les deux sont souvent articulés. Parti de la petite ville de Totnes au Royaume-Uni, le mouvement rassemble désormais plus d'un millier de villes, surtout en Europe. S'il faut parler de processus, c'est dans la mesure où une place très importante est donnée, à travers un certain nombre d'étapes, à l'appropriation collective du projet de transition, qui doit conduire à la fois à définir « un chemin de descente énergétique » et une vision positive de ce que peuvent être des modes de vie et de production « résilients ». Sur le contenu des actions, l'accent est moins mis sur « les petits gestes quotidiens » (comme dans le « consumérisme vert ») que sur des projets collectifs : création de monnaies locales, circuits courts, jardins partagés, auto partage, développement de l'agriculture en ville et « permaculture », valorisation des énergies disponibles localement... Solidarité et résilience sont ainsi liées. L'expérience montre cependant que, dans beaucoup de cas, la pérennité de ces actions est conditionnée par une certaine forme d'articulation avec les institutions locales intéressées, ce qui peut poser problème ou représenter en tout cas une difficulté.

4) L'articulation avec les politiques nationales : quelles orientations et dynamiques en France ?

Si dans certains pays comme la Suède les actions des villes et celle des États en matière climatique ont été très tôt coordonnées, **c'est généralement dans les dix dernières années que les gouvernements ont pris le relais des expériences pionnières** soit pour élargir la mobilisation, là où elle existait, soit pour mettre en place les cadres normatifs nationaux, là où une première impulsion était nécessaire. En France les lois Grenelle de 2009-2010 en sont un bon exemple. Mais elles n'ont fait qu'accélérer un processus d'implication des villes dans les politiques climatiques ou énergétiques commencé dès 2003-2004, avec le lancement des premiers plans climat, puis la loi d'orientation sur l'énergie (loi POPE) de 2005⁹⁰.

Les premières villes qui se sont mobilisées sont celles qui avaient déjà des politiques actives en matière de développement durable (Agenda 21, plan de mobilité durable ...) ou qui, de manière exceptionnelle, avaient gardé une certaine maîtrise énergétique - avec, notamment des réseaux de chaleur importants⁹¹. Grenoble a ainsi été la première ville à réaliser un Plan Climat, dès 2005. Elles ont pu, dans cette phase pionnière, bénéficier de l'appui des directions régionales de l'ADEME et de financements européens (Programme Concerto). Progressivement, toutes les grandes villes ayant une politique de développement durable importante se sont engagées dans cette direction - Paris, Lille, Nantes, Lyon, Rennes, Strasbourg... mais aussi des villes moyennes comme Dunkerque (**encart 1.11**), Angers, Mulhouse, Besançon...

Ce n'est cependant qu'après le Grenelle de l'environnement (2007-2010), que la dynamique s'est élargie et a pris une dimension plus ambitieuse, plus centrée sur les questions d'énergie, et plus structurée. La loi Grenelle 2 a rendu obligatoire la réalisation avant décembre 2012 de Plans Climat Énergie Territoire pour toutes les collectivités supérieures à 50 000 habitants, et les a encadrés par l'élaboration de Schémas Régionaux Climat Air Énergie. Les questions énergie-climat ont aussi été intégrées dans les documents d'urbanisme, Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) et Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT,

SDRIF). En 2011, l'État a par ailleurs lancé un appel à projet sur les écoquartiers et les écocités⁹². Plus que ce n'est le cas dans beaucoup d'autres pays, il a donc eu, en France, la volonté de mettre en place sur les problématiques climatiques une « **gouvernance multi-échelle** », avec, en outre, la préoccupation de mettre en cohérence les inventaires d'émission⁹³.

Début 2013, c'est ainsi quelques 390 plans climat-énergie locaux, comprenant un volet adaptation plus ou moins développé, qui ont pu être réalisés en France, et quelques 400 projets d'écoquartiers qui ont été lancés. Certes, l'obligation fixée par la loi Gre-

nelle n'aura pas été totalement respectée fin 2012, mais une certaine dynamique aura pu être maintenue, malgré la crise et des préoccupations liées au climat beaucoup moins vives qu'en 2007-2008. L'analyse faite par Cyria Emelianoff dans le cadre du programme « **ville post-carbone** »⁹⁴, montre cependant que l'ambition réelle de ces plans reste globalement limitée et qu'ils continuent, sauf exception, à susciter beaucoup de **scepticisme** : une grande majorité des villes s'en tiennent à des actions portant sur leur patrimoine et les perspectives affichées pour 2050 (« Facteur 4 », etc.) restent le plus souvent formelles. Comme dans beaucoup de pays européens

Encart 1.11

UN EXEMPLE DE POLITIQUE LOCALE : LA VILLE DE DUNKERQUE

Thermographie aérienne, écoquartier, projet pilote d'injection de biogaz et hydrogène dans les réseaux, installations d'énergies renouvelables. Sur un territoire très industrialisé, donc avec des consommations énergétiques importantes, des infrastructures tout aussi structurantes (réseau de chaleur...), Dunkerque combine des actions de court terme et projets pilotes visant à travailler sur des technologies plus de rupture, à long terme.

Au-delà d'un simple assemblage de « technologies vertes », c'est une évolution institutionnelle importante qui fait aussi l'intérêt de cette approche. La Communauté Urbaine de Dunkerque a la particularité d'exercer, en plus de ses compétences traditionnelles dévolues notamment par la loi de 1966, le rôle d'autorité concédante du service public de l'électricité depuis 1995 pour l'électricité et 2000 pour le gaz naturel. Cela a permis de négocier les traités de concession avec EDF et GDF Suez et d'y insérer des dispositions sur la production d'énergie décentralisée et l'autoconsommation.

Sur le plan technique, le réseau de chaleur construit en 1985 permet depuis plusieurs décennies de valoriser de la chaleur récupérée chez les industriels (à hauteur de 60%) pour quelques 15000 habitants. À partir de la

thermographie aérienne du territoire réalisée en 2004, la démarche « Réflexénergie » a permis de mettre en place des actions de maîtrise de l'énergie, en incitant les propriétaires de logements à entreprendre des travaux d'isolation et à installer des systèmes plus performants. Un projet expérimental de sensibilisation des propriétaires particuliers à la maîtrise de leurs consommations dans le cadre de rénovations a été entrepris en 2011-2013.

L'écoquartier Grand large a pris place sur les friches à réinvestir fin des années 2000. La fermeture des chantiers navals, en 1988, a laissé 42 hectares entre le centre-ville et les plages de Malo-les-Bains. Un millier de logements doivent prendre place avec aussi un espace culturel et un complexe de loisirs. Grands immeubles, petites copropriétés, maisons accolées, le quartier dense forme un mélange de gabarits, autour de nombreux jardins collectifs et privés et d'espaces publics qui connectent le quartier à la ville.

Actuellement, une phase de test de bus fonctionnant à l'Hythane (mélange de gaz naturel et hydrogène 20%) est en cours, et cela constitue une première en France.

À plus long terme, une étude « RÉGES » (Réduction des gaz à effet de serre), permettra d'orienter la politique d'investissement en matière d'infrastructures énergétiques et de réseaux. Les choix d'investissements seront effectués en fonction de leur impact sur les émissions de gaz à effet de serre.

le contexte conduit à recentrer les préoccupations sur la précarité énergétique, et les risques liées à la hausse du prix des énergies, sans que puissent être valorisées les convergences entre politique de rénovation énergétique et développement de l'emploi local. Il n'en reste pas moins que ces questions continuent à intéresser l'opinion publique⁹⁵, ce qui est un levier potentiel important pour l'avenir.

5) Progrès, limites et obstacles : un regard rapide

Même s'il existe désormais beaucoup de travaux faisant une première évaluation des politiques menées par les villes pionnières, et par quelques grandes villes mondiales⁹⁶, la transition est globalement trop récente pour qu'un bilan structuré des succès, des limites et des obstacles ait réellement un sens. Ce n'était pas, en tout cas, l'objet du programme « Repenser les villes dans la société post-carbone » même si plusieurs recherches - en particulier celles de Cyria Emelianoff et Elsa Mor ou d'Olivier Coutard et Jonathan Rutherford - se sont attachées à faire des évaluations approfondies, mais ciblées sur certains cas⁹⁷. La caractéristique première des villes est qu'elles sont très différentes ; et les généralisations ne peuvent rendre compte de cette diversité. Comme cela a été rappelé dans les pages précédentes, la prise en compte de l'énergie et du climat par les villes a emprunté des voies historiquement et géographiquement contrastées ; et il n'est pas possible, par exemple, de mettre dans le même ensemble les villes « pionnières » - dans lesquelles la dimension politique a été déterminante - et les grandes villes régionales ou globales - pour lesquelles les aspects technico-économiques et d'attractivité ont joué un rôle plus important. **Un premier aspect du « bilan » est de reconnaître qu'il y a, en effet, plusieurs sentiers de transition**, qui ont chacun leurs avantages et leurs inconvénients, mais qu'il est difficile - pour l'instant - de les comparer, ne serait-ce que parce que les contextes locaux et les horizons ne sont pas les mêmes.

Malgré cette absence - et ce caractère prématuré ou risqué - d'une évaluation synthétique, il est néanmoins possible de tirer d'ores et déjà **quelques enseignements « en ordre dispersé » sur la portée et les faiblesses des dynamiques qui viennent d'être présentées**. En conclusion de cette sous-partie, on en présentera **quatre** portant successivement sur **les succès obtenus, les conditions de réussite des actions engagées, leurs limites et enfin la perception des obstacles et des opportunités pour aller plus loin**.

Un premier élément de succès est dans la dynamique de mobilisation elle-même ; et la relative rapidité avec laquelle, malgré la crise, les villes se sont engagées, au niveau européen dans la Convention des Maires, ou, en France, dans les appels à idée sur les écoquartiers. Même si, en France, les dates fixées pour la mise en place des PCET n'ont pas été tenues⁹⁸, cela témoigne, globalement, d'un certain intérêt local, justifié, aussi, par la perspective d'une précarité énergétique croissante. **De manière plus sectorielle**, les politiques menées (ou engagées) ont permis de faire progresser sensiblement la connaissance locale des émissions de gaz à effet de serre ou des performances énergétiques du bâti, de mieux maîtriser la facture énergétique des communes, de mettre en place localement de nouveaux standards énergétiques (là où les collectivités pouvaient le faire), de faire progresser la rénovation thermique dans le parc social, de développer les transports publics et une gestion plus durable de la mobilité ; et enfin, de mettre en place des projets d'écoquartiers... Là où une certaine décentralisation énergétique existait, l'engagement des villes a aussi fait progresser la production locale d'énergies renouvelables (notamment la bioénergie) ainsi que les réseaux de chaleur... **Pour les collectivités les plus avancées des réductions de 10 à 25% des émissions de CO₂ ont pu, en conséquence, être obtenues en moins de deux décennies (tableau 1.15).**

Tableau 1.15

10 À 20% DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS À HANOVRE ET STOCKHOLM DE 1990 À 2005

SOURCES : EMELIANOFF C., SCÉNARIOS ET POLITIQUES DE VILLE POST-CARBONE : CONTRIBUTION À LA SYNTHÈSE DU PROGRAMME, 2012

ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE GES À HANOVRE :
une réduction de 7,5% des émissions de CO₂ sur le territoire (avec 15 000 habitants supplémentaires).

- ⊙ -19% d'émissions liées au chauffage de 1990 à 1997, -24% de 1997 à 2005 (réseau de chaleur et micro cogénération).
- ⊙ Diminution du CO₂ émis par kWh pour l'électricité mais augmentation de 32% des consommations électriques.
- ⊙ Diminution de la consommation électrique des logements par m² (-13%) mais augmentation des surfaces habitées (+10%), soit une réduction de 4% des émissions.
- ⊙ Industrie : - 16% d'émissions sur le chauffage, + 12% de consommation électrique, soit une réduction de 9% d'émissions.
- ⊙ - 75% d'émissions pour le quartier du Kronsberg (6800 habitants)
- ⊙ Part modale du transport en commun : + 4% voitures individuelles : - 6% d'émissions.

ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE À STOCKHOLM

ÉMISSIONS DE GES EN VALEUR RELATIVE ET ABSOLUE PAR HABITANT	1990	2005
Transport	30,8% (1,6 t)	32,5% (1,3 t)
Electricité	17,3% (0,9 t)	22,5% (0,9 t)
Chauffage	55,8% (2,9 t)	45% (1,8 t)
Total	5,4 t	4 t

Plusieurs des **conditions nécessaires** pour obtenir un tel résultat ont déjà été évoquées : une certaine autonomie énergétique locale (passant souvent par les réseaux de chaleur), une mobilisation et un soutien démocratique des habitants, des partenariats public-privé qui fonctionnent, une régulation intelligente des prix de l'énergie, une visibilité des actions à l'échelle nationale ou internationale, et des retombées possibles sur l'emploi et l'innovation locale... À partir d'une analyse faite - dans le cadre du programme « ville post-carbone » aussi - sur Paris, Londres et Stockholm, Olivier Coutard et John Rutherford en ajoutent deux autres importantes⁹⁹. D'une part « le caractère décisif, pour le portage et *in fine* le succès de ces politiques climatiques, d'une **organisation transversale des services techniques**, d'un positionnement le plus près possible du sommet de l'organigramme, et de la diffusion d'une culture professionnelle de l'environnement et de l'énergie ». D'autre part, **l'utilité d'introduire dans les décisions prises des « irréversibilités »**, par exemple en privilégiant les investissements dans les infrastructures (réseaux de chaleur, écoquartiers...) par rapport aux mesures plus « soft » de type fiscal. Cela pose, plus généralement, la question de l'horizon et de la gestion temporelle des politiques : une des raisons d'un certain désenchantement par rapport aux politiques menées dans les « villes pionnières » est qu'elles proposent des mesures structurelles qui n'auront de résultats que dans le long terme, alors que des actions « gagnant-gagnant » ou jouant sur les prix pourront avoir des effets beaucoup plus rapides - mais limités.

L'évocation d'un résultat de 10 à 25% de réduction des émissions de CO₂ pour les villes les plus actives montre que ce qui a été fait jusqu'à présent a eu aussi des **limites**. De manière générale ce qui a été engagé n'est pas parvenu, sauf cas exceptionnel, à réduire l'étalement urbain, et à maîtriser les questions posées par la dépendance automobile ou l'allongement des distances entre les lieux de travail et d'habitat (même si la mobilité locale a été ralentie par la crise et la hausse des prix du pétrole). Dans aucune des

villes évoquées, les objectifs fixés en matière de rénovation de l'habitat n'ont pu être respectés. Et les énergies renouvelables, hors hydroélectricité - souvent installées très auparavant - sont restées globalement, marginales. Enfin, dans la grande majorité des villes, les stratégies d'adaptation n'ont pas réussi à dépasser le stade de l'intention, ou, pour les plus actives, de la vision.

Cela suggère qu'une bonne partie du chemin pour aller vers des villes « post-carbone » reste encore à faire - même dans les pays les plus avancés. Pour cela des PCET existent désormais, qui dessinent des chemins possibles. Mais une recherche-action très intéressante sur l'agglomération de Tours a montré qu'entre les résultats attendus à 2020 du schéma d'aménagement de l'aire urbaine (le SCOT) et ce qui serait nécessaire pour atteindre le facteur 4 en 2050, la distance était considérable (**encart 1.12**). Cela rejoint l'hypothèse faite en début de cette partie d'un changement radical de perspective entre « ville bas carbone » et « ville post-carbone ».

Dans un contexte incertain - marqué à la fois par la crise économique, les risques sociaux, la possibilité de changements institutionnels importants, et les fluctuations du climat ou du prix des énergies fossiles - la **perception des avantages ou des obstacles liés à la transition énergétique** ou climatique va influencer fortement les dynamiques d'implication des villes qui viennent d'être évoquées. **Nous sommes, en effet, à un tournant dans le mouvement qui s'est produit depuis le milieu des années 2000 ; avec à la fois de nouveaux moteurs possibles** (le débat sur la transition énergétique, la sensibilité à la précarité énergétique et à la question du logement, la demande d'autonomie des élus locaux...), et **des facteurs défavorables** au moins aussi importants (l'endettement public et privé, la réduction des investissements, le moindre intérêt pour l'environnement, l'inacceptabilité de nouvelles taxes...).

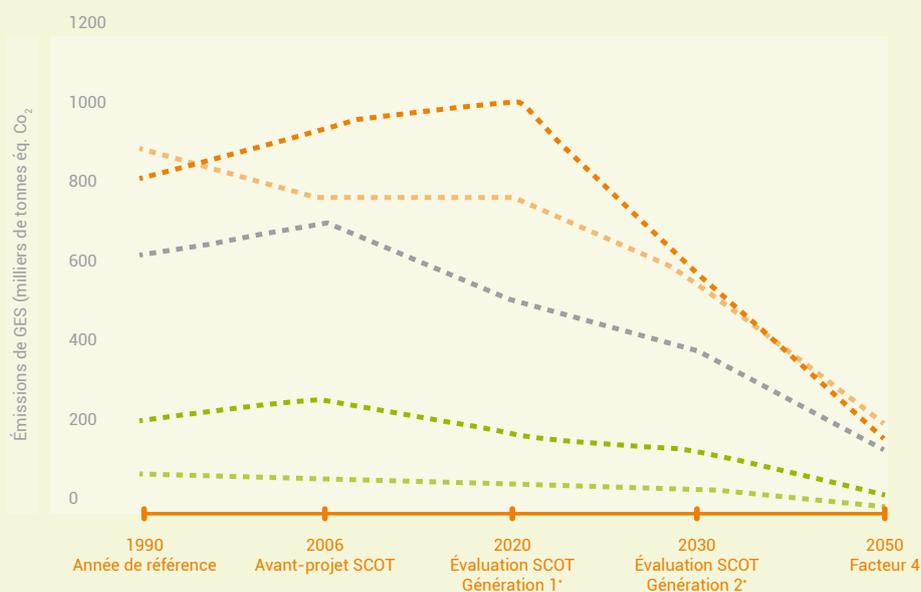
Encart

1.12

UN "GAP" CONSIDÉRABLE ENTRE LES OBJECTIFS À 2020 ET À 2050 : L'EXEMPLE DE L'AGGLOMERATION DE TOURS

SOURCE : PROJET DE RECHERCHE, AUT-BEAUVAIS CONSULTANT ET ARTICLE LE FACTEUR 4 DANS LES TERRITOIRES, TRAJECTOIRES 2020, 2030, 2050 DANS L'AGGLOMÉRATION DE TOURS. FUTURIBLES, N°392, JANVIER-FÉVRIER 2013

Dans le cadre du programme « ville post-carbone », une coopération très active a pu être développée avec l'Agence d'Urbanisme de l'Agglomération de Tours (AUT) et Beauvais Consultant, engagée dans un processus de préparation à la fois de son SCOT et de son PCET. Cette coopération a permis de mesurer la distance considérable entre les réductions de gaz à effet de serre liés au SCOT existant et ce qui serait en principe nécessaire pour atteindre en 2050 l'objectif du « facteur 4 ». C'est ce qui apparaît dans le graphique ci-dessous. Cet écart a conduit ensuite l'agence à proposer un « SCOT 2030 », qui cherche à se situer sur cette trajectoire à 2050, en reprenant certains des éléments de scénarios élaborés dans le cadre du programme. Les résultats se matérialisent par tout un ensemble de propositions très innovantes, élaborées dans un processus participatif, et qui devraient orienter les politiques futures de l'agglomération. C'est sans doute la première fois qu'une telle démarche cherchant à articuler moyen terme et long terme est entreprise localement.



	1990	2006	2020	2030	2050
Transport	838	969	1 037	604	206
Industrie et construction	914	801	793	600	228
Résidentiel	235	285	205	157	59
Tertiaire	649	728	540	414	162
Agriculture	115	88	74	60	29

Des avantages, nombreux, existent : baisse de la facture pétrolière et des dépenses contraintes pour les ménages, réduction de la précarité, sécurité des plus vulnérables contre les risques majeurs, création d'emplois non délocalisables, possibilité, aussi, de se positionner sur « l'économie verte » et l'innovation, ou encore valorisation des ressources locales, attractivité des villes, qualité de vie, souci des générations futures et solidarité internationale... **Mais le caractère souvent très technique des débats sur l'énergie et le climat - réservés souvent aux spécialistes - fait que**

ces avantages ne sont pas véritablement perçus. En revanche les obstacles apparaissent comme particulièrement importants, notamment au niveau local, comme en témoigne la liste suivante, qui résulte d'un débat, organisé dans le cadre du programme, avec des responsables de services techniques locaux (**encart 1.13**). C'est un premier inventaire, déjà très complet, des obstacles auxquels seront confrontés les scénarios¹⁰⁰ - et une invitation à faire de la valorisation des bénéfices un levier beaucoup plus visible de la transition à venir.

Encart 1.13

LES OBSTACLES À UNE TRANSITION VERS DES VILLES POST-CARBONE VUS PAR DES RESPONSABLES DE SERVICES DES COLLECTIVITÉS

Sollicités pour réagir aux scénarios construits dans le cadre du programme « ville post-carbone » une vingtaine de responsables de services des collectivités locales ont évoqué - avant la crise actuelle - les quelques obstacles suivants aux dynamiques de transition :

- ⊙ la légitimité des objectifs reste contestable : il faut d'abord commencer par réduire les marges d'incertitude et répondre aux controverses (climatoscepticisme, « Claude Allègre »...);
- ⊙ pour les élus, les risques liés à l'évolution des prix du pétrole sont plus importants que ceux, plus hypothétiques, liés au climat. Or il n'y a pas de message clair sur le peak oil pétrolier ou sur les prix à long terme du pétrole ;
- ⊙ alors que le thème de la « ville durable » n'est pas encore intégré localement, faut-il passer à un nouvel enjeu sans organiser un minimum de continuité ? Les dimensions « qualité de vie », ressources locales, qualité architecturale... ne doivent pas être sacrifiées au profit d'une vision technique de la ville centrée sur l'énergie ;
- ⊙ il est très difficile de justifier auprès des habitants des objectifs à 2030-2050. Peut-être peut-on aller jusqu'à 2020... mais pas au-delà. Il faudrait pouvoir faire état de résultats à deux ou cinq ans pour mobiliser la population ;

- ⊙ que sait-on des valeurs des nouvelles générations (30-35 ans...)? Sont-elles prêtes à changer de modes de vie ? À se passer de voitures ? À accepter moins d'espace pour leur logement ? À se mobiliser pour le climat ?
- ⊙ si la « ville post-carbone » est perçue comme une contrainte, et pas comme une opportunité, elle n'aura aucune chance de se mettre en place ; il serait utile de disposer d'une évaluation coût-bénéfice de chaque sentier de transition ; et, à un niveau plus fin, de chaque mesure envisageable ;
- ⊙ rien ne bougera si l'on ne met pas en évidence les relations entre « ville post-carbone » et création d'emplois au niveau local : est-on capable d'évaluer les retombées locales des différents scénarios en termes d'activité ?
- ⊙ les petites communes ne se sentent pas concernées. Elles auraient besoin de conseils et d'informations : comment les impliquer et éviter que la ville « post-carbone » ne leur apparaisse que comme une menace ?
- ⊙ il faudrait commencer par le commencement c'est-à-dire l'information sur les émissions de CO₂, les zones à risque, les impacts du réchauffement, la qualité thermique des logements, les coûts et les prix des énergies renouvelables... : les informations fournies par l'État sont insuffisantes et les relais fonctionnent mal ;
- ⊙ en matière d'énergie les compétences des collectivités locales sont limitées par rapport à celles des grands opérateurs nationaux ; mais personne n'a de vision claire des avantages et des inconvénients d'une décentralisation énergétique. Il n'y a pas nécessairement de souhait des élus à plus de pouvoir dans ce domaine ;

- ⊙ dans les politiques climatiques et énergétiques, on ne sait pas qui est le « chef de file » (commune, inter-communalités, régions ...). Il faudrait déterminer l'échelle la plus pertinente, et donc le chef de file ;
 - ⊙ il manque dans la plupart des villes des compétences transversales sur « énergie-climat », aussi bien du côté des élus que des techniciens ;
 - ⊙ l'autonomie financière et fiscale des collectivités locales, comme la péréquation, vont ont être réduites par la crise et les réformes en cours des finances locales (suppression de la taxe professionnelle...). Il faudra de nouvelles ressources (affectation de la TIPP, devenue TICPE depuis 2011 aux territoires, accès aux marchés de droits, certificats d'énergie...);
- À ces interrogations globales s'ajoutent des constats ou des questions plus sectorielles :
- ⊙ pour la réhabilitation énergétique des bâtiments - même dans le logement social - mais surtout dans le secteur privé, les capacités d'intervention des collectivités locales restent limitées. Il faudrait qu'elles puissent intervenir plus fortement dans les aides au logement (conditionnalité des aides) la réhabilitation (ANRU, ANAH...), l'information foncière, le portage financier des investissements (comme à Berlin) ;
 - ⊙ la labellisation des écoquartiers par le Ministère de l'Ecologie n'a pas été faite de manière très transparente : il aurait fallu une approche plus dynamique et intégrer le développement des écoquartiers dans la dynamique globale des villes ;
 - ⊙ une des barrières majeures est la question des métiers et des compétences. Comment former les professionnels et les collectivités locales ? Doivent-elles intervenir dans cette formation ? À quelle échelle ?
 - ⊙ les questions d'énergie devraient être intégrées le plus en amont possible, dans les politiques de renouvellement urbain, le choix des matériaux...Mais la notion « d'énergie grise » reste incompréhensible. Les producteurs de matériaux et les promoteurs ne sont pas suffisamment impliqués ;
 - ⊙ est-ce aux collectivités locales de s'investir dans les nouveaux réseaux : infrastructures pour les véhicules électriques, smart grids... ? Qui est responsable de quoi en ce domaine et qui financera à long terme ?
 - ⊙ compensera-t-on financièrement les communes qui accepteront des centrales solaires ou des parcs éoliens ou protégeront la biomasse ou les ressources en eau ?
 - ⊙ un des choix majeurs pour les trente ans à venir va être la localisation des nouveaux logements et l'articulation avec les réseaux de transport, la mise en place de nouveaux services autour des pôles d'échange... Mais les outils fonciers ne sont pas adaptés, la construction de logements stagne et il faudra trouver des compensations pour les communes rurales. On ne reconstruira pas les villes denses comme on savait le faire il y a un siècle : les centres sont saturés et les habitants veulent de la nature ;
 - ⊙ il n'y a pas de solution alternative à la voiture pour les habitants des communes périphériques éloignés. Il serait utile d'avoir une vision plus claire de ce qu'il est possible d'attendre du télétravail et de l'usage des nouvelles technologies de communication dans ce domaine, du covoiturage, du véhicule ou vélo électrique ;
 - ⊙ dans l'immédiat « la ville post-carbone » ne va faire que renforcer les charges pour les plus pauvres et les plus vulnérables et renforcer finalement la précarité énergétique, le coût du logement, du carburant, les péages... L'obstacle social sera majeur et on voit mal comment le contourner. Les collectivités locales n'auront pas les moyens de compenser ces surcoûts. Il va être difficile de mobiliser les habitants sur un tel programme dans le contexte actuel.



05 Les villes et les autres acteurs de la transition : une articulation des responsabilités et des visions à organiser

Des deux sous parties précédentes se dégage une conclusion claire : il n'y aura pas de transition réussie vers une « société post-carbone » sans l'implication des villes. Partie prenante indispensable de la solution aux trois enjeux du facteur 4, de l'adaptation au changement climatique et de la sortie des énergies fossiles, celles-ci ne sont cependant pas toute la solution.

Même si leur capacité de mobilisation va au-delà des 15 à 20% des émissions qu'elles maîtrisent directement, et si l'échec des négociations internationales sur le climat leur donne, de fait, une responsabilité qui s'étend au-delà de leurs intérêts locaux, elles

ne sont qu'un des maillons (essentiel) d'une chaîne d'acteurs qui va des organisations internationales aux entreprises et aux habitants - du global au local. Dans des domaines comme l'énergie et le climat où les interdépendances entre acteurs sont la règle et où les responsabilités sont à la fois dispersées et complémentaires, cela n'a pas de sens d'aborder chacun d'entre eux de manière séparée - que ce soit en parlant des habitants, des États, du niveau global, des entreprises... ou des villes. L'expérience montre, au contraire, qu'une part importante des résultats des uns et des autres, et du résultat global, dépend de la mise en place d'une gouvernance efficace, articulant intelligemment l'action des uns et des autres.

Encart 1.14

LES POLITIQUES LOCALES : UN MOYEN MOINS COÛTEUX D'ATTEINDRE LE « FACTEUR 4 »

SOURCE : SCÉNARIOS DE TRANSITION
VERS UN MONDE ÉCONOME EN CARBONE,
EPE, IDDRI, NOVEMBRE 2008 (SYNTHÈSE)

À la demande d'Entreprises pour l'Environnement et de l'IDDRI, le CIRED, ENERDATA et le LEPII ont publié en 2008 trois scénarios de transition vers un monde économe en carbone en 2050 :

- ⊙ le premier, de poursuite des tendances actuelles sans contrainte carbone conduit à un doublement et demi des émissions en 2050 par rapport au début des années 2000 (57 Gt contre 23,5 Gt en 2001), ce qui n'est pas soutenable du point de vue climatique ;
- ⊙ le second, qui intègre la contrainte carbone mais sans modification des infrastructures et des modèles urbains, suppose, pour se réaliser un prix de la tonne de CO₂ très élevé : 160 à 220 euros en 2030, 350 à 430 en 2050 ;
- ⊙ en introduisant dans le troisième scénario des options différenciées sur les infrastructures de transport, la production d'énergie (décentralisée), l'organisation des zones urbaines (soit polycentriques, soit concentrées) mais aussi sur l'organisation des systèmes productifs, les objectifs peuvent être atteints avec un prix du carbone beaucoup moins élevé. Cela montre l'importance d'une différenciation locale des politiques.

Comme cela a déjà été mentionné, une partie majeure de la différence de performance entre la Suède et l'Allemagne - les deux pays les plus avancés dans la transition vers des « villes bas carbone » - s'explique, par la qualité de l'intégration qui existe en Suède entre les politiques nationales et locales. Symétriquement, des travaux de modélisation faits par le CIRED, Enerdata et le LEPII pour EpE et l'IDDRI¹⁰¹ ont montré que des politiques locales actives constituaient le meilleur moyen d'atteindre des objectifs proches du facteur 4 avec des coûts réduits, et notamment des coûts du carbone nettement inférieurs à ceux d'une politique purement nationale (encart 1.14). Il ne peut y avoir de scénario sur les villes « post-carbone » qui puisse ainsi faire l'économie à la fois de cette organisation de **la gouvernance « multi acteur » ou « multi-échelle »** ; et d'une connaissance des **visions portées par les acteurs majeurs** (et notamment de celles, portées en France, au niveau national, par l'État ou la société civile)... Dans le contexte actuel, il importe, en particulier, de faire la liaison entre « les villes post-carbone » et le débat sur la transition énergétique.

1) Les villes acteurs d'une gouvernance multi-échelle - du global au local, et de la région urbaine aux habitants

Les politiques énergétiques et climatiques locales sont « enchâssées » dans tout un ensemble d'interactions et de systèmes qui sont pour elles autant d'opportunités que de contraintes ; auxquelles elles peuvent participer ; ou dont elles peuvent, au contraire chercher à s'autonomiser.

Pour simplifier il est possible de distinguer **quatre grands systèmes** dans lesquels se déploie l'action locale et qui en déterminent en large partie les marges de manœuvre et l'efficacité :

- ⊙ d'abord « **la gouvernance climatique** », du global au local, des conventions internationales à l'Europe et à la société civile, dans laquelle certaines collectivités locales se sont impliquées dès le début des années 90 ;
- ⊙ ensuite les **interactions État - collectivités locales**, avec comme questions celles de la décentralisation énergétique et climatique, et de la mise en œuvre d'une « gouvernance multi niveaux et pluri-sectorielle efficace »¹⁰² ;
- ⊙ en troisième lieu, **la gouvernance territoriale, des régions aux quartiers et aux habitants**, avec à la fois des problèmes des compétences, de relations entre acteurs, d'échelle des interventions et d'organisation de la démocratie ;
- ⊙ et enfin **le système technico-économique** de production et d'usage de l'énergie, (et plus largement de biens et services ayant un impact sur le climat), avec des questions liées à l'innovation technique, à la régulation des prix, et à l'organisation de la production, de la distribution ou de la consommation.

Toutes ces interactions sont naturellement au cœur des scénarios de transition vers la « ville post-carbone », avec des interrogations qui portent à la fois sur l'évolution future de ces différents systèmes, sur les stratégies et niveaux d'intervention possibles des collectivités locales (ou des habitants), et sur les formes ou les blocages à des modalités de coopération efficaces.

Ce n'est pas le lieu ici de faire une prospective de ces quatre grands systèmes ni même simplement d'en décrire les logiques d'acteurs et les modes de régulation : il faudrait pour cela un autre rapport... et cela a déjà fait l'objet de nombreuses analyses ou recherches¹⁰³. Le **graphique 1.20** ci-dessous se limite à en expliciter quelques enjeux, qui seront repris dans la partie sur les scénarios. **Comme on le verra, ceux-ci sont en partie structurés autour des interactions entre les politiques locales et le contexte** : est-ce que l'action future des villes sera essentiellement déterminée par des facteurs externes (le prix du pétrole et des énergies, l'innovation technique, le rôle des marchés, les conventions internationales, la sensibilité aux risques climatiques...), ou par des **facteurs internes** (préoccupations locales, activisme des col-

lectivités, mobilisation des habitants..) ? Dans quelle mesure aussi cette implication locale sera aussi marquée par un souci de coopération et de convergence avec des « standards nationaux ou internationaux » ou, au contraire, d'autonomie par rapport aux déterminations externes et de prise en compte des spécificités locales ? Pour illustrer ce type de bifurcation, il est intéressant de se référer aux scénarios élaborés en 2009 par le Conseil économique et social de Bretagne, parfaitement extrapolables à l'échelle des villes¹⁰⁴. Comme le montre **l'encart 1.15**, qui résume rapidement l'esprit de ces scénarios, c'est finalement le poids respectif futur des quatre grands systèmes précédemment évoqués (international, national, local, marchand) qui y joue un rôle déterminant.

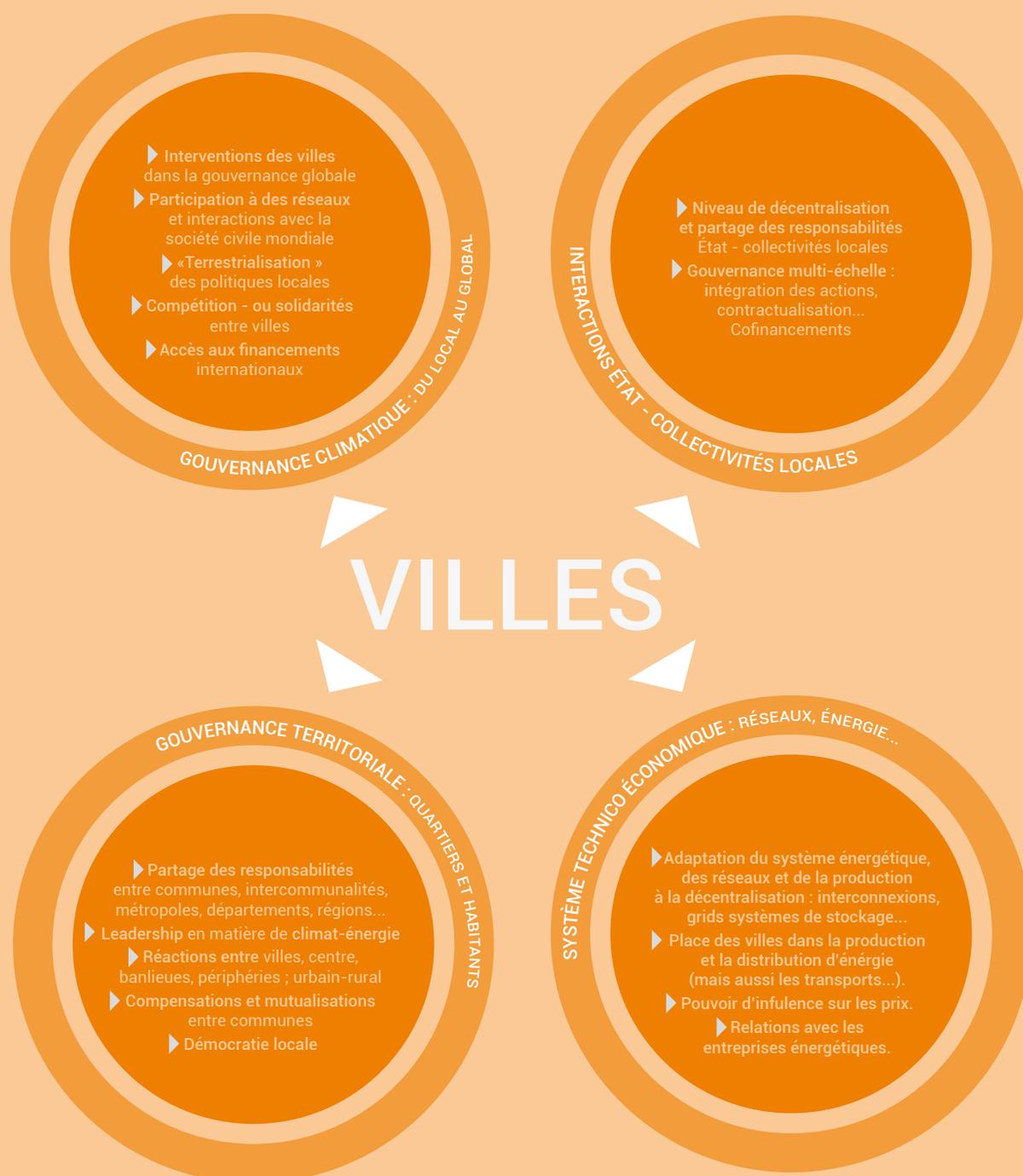
Il est important, à ce stade, de rappeler que ces questions de gouvernance et d'articulation des actions entre échelles ou secteurs ne se limitent pas seulement à des relations plus ou moins égales entre des acteurs ayant des responsabilités, des pouvoirs ou des moyens économiques différents ; mais qu'elles ont aussi des dimensions technique, géographique, socioculturelle ou temporelle qui « surdéterminent » l'action de chacun.

Sur un plan technique, par exemple, l'autonomie des collectivités locales est en partie conditionnée - pour la production d'énergie renouvelable - par des solutions efficaces en matière d'interconnexion des réseaux (« smart grids »), ou des progrès en matière de stockage de l'énergie (pour faire face au caractère variable des énergies éoliennes ou solaire). **Sur un plan spatial et géographique, les contraintes et les opportunités liées à l'échelle sont également très importantes.** Marc Weil et Jean Haetjens ont ainsi récemment insisté sur la nécessité de distinguer dans les politiques énergétiques et climatiques locales six niveaux d'intervention bien spécifiques : le bloc d'immeuble, le quartier, la commune, l'agglomération, la région urbaine - et, finalement, les autres territoires (de « l'hinterland au global »)¹⁰⁵. Les enjeux et les marges de manœuvre existants à ces différents niveaux sont extrêmement différents et conditionnent l'intervention des acteurs. Sur un plan socioculturel entrent naturellement en compte l'évolution générale des systèmes de valeurs, celle des habitants - mais aussi des élus et des techniciens. Enfin, il ne faut pas oublier le rôle fondamental que jouent les **temporalités et leur perception** dans la régulation des questions climatiques et énergétiques. Ce sont autant de variables et de dimensions que des scénarios de transition vers la ville « post-carbone » doivent pouvoir intégrer.

Graphique

1.20

LES VILLES DANS LA GOUVERNANCE MULTI-ÉCHELLE DES SYSTÈMES CLIMATIQUES ET ÉNERGÉTIQUES : QUELQUES INTERACTIONS ET ENJEUX



Encart 1.15

QUATRE SCÉNARIOS PROSPECTIFS DE « GOUVERNANCE » DU CLIMAT À L'ÉCHELLE LOCALE : L'EXEMPLE DE LA RÉGION BRETAGNE À L'HORIZON 2030.

SOURCE : HORIZON(S) À BRETAGNE(S) N°6,
NOVEMBRE 2009

Scénario 1 : « Un pilote pour la planète »

En 2030, le gouvernement des questions climatiques est dominé par un comité réduit de pays, sorte de « G30 », qui fixe les grandes orientations et décide des principales mesures à mettre en œuvre. Cette situation découle d'une succession de crises graves ; la crise climatique s'étant conjuguée avec d'autres crises (économique, financière, alimentaire, énergétique, écologique... avec des guerres). En France, l'État relaie les décisions du nouveau G30, de manière autoritaire, tandis que l'Union européenne est affaiblie. Les régions n'ont guère leur mot à dire. Dans ce contexte, le mot d'ordre de l'efficacité prime et il y a peu de place pour la concertation ou les processus participatifs au niveau territorial.

Scénario 2 : « L'État climatiseur »

En 2030, la gouvernance mondiale est faible car il n'y a aucun consensus au niveau des États. Dans ces conditions, les politiques climatiques sont décidées par l'échelon national, avec l'échelon européen. Les grandes décisions ne sont pas davantage d'inspira-

tion régionale que dans le scénario précédent, mais, ici, elles ne sont pas non plus intergouvernementales. Par ailleurs, en France, il s'est produit une recentralisation des pouvoirs, qui s'exercent de manière descendante. Les réformes territoriales ont renforcé l'action de l'État, qui s'est doté des moyens de « gouverner à distance », et de nouveaux outils de pilotage territorial (évaluations, indicateurs, cahiers des charges-types, démocratie numérique...). C'est l'État qui organise la participation, multipliant les « Grenelle ».

Scénario 3 : « Grâce à nous le déluge »

En 2030, aucun échelon de gouvernement ne pilote les politiques climatiques. L'action publique ne fait l'objet d'aucune coordination des interventions. Il n'y a ni recherche, ni réussite de synergies ou complémentarités. D'autres modes de gouvernance s'imposent, et produisent des résultats, suivant d'autres logiques. Les solutions sont davantage portées par le « libre jeu du marché » et la multiplication d'initiatives privées. Dans ces conditions, l'origine, le bien-fondé et la responsabilité des décisions n'apparaissent pas clairement, et la défiance envers le politique est grande. Les conflits d'intérêts sont exacerbés, les lobbies affirmés.

Scénario 4 : « Ensemble contre vents et marées »

En 2030, la décentralisation a abouti à la mise en place de véritables gouvernements régionaux et d'institutions urbaines achevées. Les différents échelons territoriaux accordent leurs interventions et, dans le même temps, promeuvent la concertation et le dialogue avec la société « civile ». Les grands enjeux de société sont débattus. Il en découle, dans le domaine des politiques climatiques, des mises en cohérence plus faciles et davantage de convergence dans les analyses. Mais ce scénario présente aussi des risques : primat du local, rupture du lien entre générations, concurrence accrue entre les territoires...

Sur un plan plus pratique, ces scénarios seront, bien évidemment, influencés à la fois par le cadre international, européen et national déjà défini en matière climatique et énergétique ; et par les perspectives

et visions nationales qui s'imposeront dans ce domaine. Ce sont maintenant ces deux points qui vont être rapidement abordés.

2) Un cadre politique à moyen terme déjà partiellement défini : rappel rapide de quelques éléments de cadrage, début 2013

Même si elle peut les dépasser, la prospective des « villes post-carbone », comme les politiques locales futures, ne peut pas s'affranchir des éléments de politiques publiques déjà définis au niveau national ou international ; d'autant que, dans les domaines de l'énergie et du climat, beaucoup d'orientations ont déjà été définies pour le moyen terme. Sans pouvoir anticiper les décisions qui seront prises à la suite du débat sur la transition énergétique - DNTE, il est utile de rappeler - en s'en tenant à l'essentiel et **au seul champ énergie-climat** - ces quelques éléments de cadrage qui servent aujourd'hui de référentiel aux politiques climatiques et énergétiques locales et qui devraient, au moins pour partie, continuer à le faire à un horizon de moyen terme.

Des contraintes européennes et internationales qui ne vont pas au-delà du moyen terme (2020)

Aux échelles européenne et internationale, le cadrage déjà défini ne couvre que le moyen-court terme, à l'exception de l'engagement pris par les États de mener des politiques compatibles avec l'objectif de 2 degrés d'augmentation maximum de la température du globe à l'horizon 2100.

Le protocole de Kyoto, signé en 1997, qui n'engageait qu'un premier effort de réduction à court terme des émissions de gaz à effet de serre des seuls pays industrialisés à l'horizon 2012 a pu être réalisé sans trop de difficultés pour la France. Les conférences successives de Copenhague (2009), Cancun (2010), Durban (2011) et Doha (2012) n'ayant pas permis d'avancer vers un nouvel accord, il n'y a plus aujourd'hui de cadrage international contraignant sur les politiques climatiques mais uniquement des engagements volontaires et d'intensité très variables de certaines parties.

À l'échelle européenne le paquet énergie-climat, adopté en 2008, définit pour 2020 trois objectifs de réduction de 20% (par rapport à 1990), 20% de baisse des émissions de CO₂, 20% d'énergies renouvelables et 20% de hausse de l'efficacité énergétique (dernier objectif non contraignant/obligatoire). Même si l'horizon est 2020, et donc très rapproché, **ce cadre européen devrait servir durablement de référentiel**. D'abord parce qu'il a été intégré dans la politique nationale (« le Grenelle ») et dans les politiques locales (par le biais de la Convention des Maires). Ensuite parce qu'il s'agit sur certains cas d'objectifs plus contraignants que prévu, la France en étant seulement à 13% pour les énergies renouvelables, et à 6% pour la réduction des émissions de CO₂ hors système de quota (applicable aux industries) - pour un objectif finalement fixé à 14% pour ce secteur. Il faut ajouter qu'il n'y a pas, pour l'instant, de politique européenne commune de l'énergie ; mais que la politique de cohésion tend à intégrer progressivement cette dimension.

Un cadre national sectoriellement contraignant, diversifié, mais en recomposition

À l'échelle française, la succession depuis 2005 des lois POPE, Grenelle 1 et 2 (**l'encart 1.16**), et des mesures récentes prises sur les aides à la rénovation ont créé un cadre d'action relativement ambitieux, qui concerne à la fois le climat, l'énergie et l'adaptation - avec à la fois l'objectif du « Facteur 4 » à 2050, et tout un ensemble diversifié d'outils de réglementation et d'incitation. Parmi ceux-ci certains sont très ambitieux - comme par exemple la réglementation thermique sur les bâtiments neufs. Comme l'illustre le **tableau 1.16** le dispositif d'encadrement des actions en matière de climat et d'énergie couvre tout le spectre des instruments possibles, des plus incitatifs aux plus impératifs.

Tableau 1.16

UNE GAMME TRÈS ÉTENDUE D'INSTRUMENTS D'ACTION REFLET DE LA COMPLEXITÉ DES POLITIQUES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES À L'ÉCHELLE NATIONALE,

SOURCE : PIERRE FRANCK CHEVET, RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT, ANNALES DES MINES, JANVIER 2011, « UNE CROISSANCE VERTE ? »

TYPES D'INSTRUMENTS	
INFORMATION-PLANIFICATION-MOBILISATION	RÉGLEMENTATIONS
<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Diagnostics de performance énergétique ⊙ Espaces info-énergie ⊙ Campagnes ADEME ⊙ Appels à projet production d'énergies renouvelables ⊙ Appels à projet écoquartiers ⊙ Schéma régionaux air-énergie-climat ⊙ Plans énergie-climat 	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Réglementations thermiques ⊙ Bonus de COS ⊙ Classement des réseaux de chaleur urbains
AIDES A LA RECHERCHE	AUTRES SUBVENTIONS
<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Fonds démonstrateur ADEME ⊙ Programmes investissements d'avenir ⊙ Pôles de compétitivité ⊙ Programmes ANR et PREDITT 	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Aides ANAH ⊙ Plan de rénovation logements sociaux et bâtiments d'avenir ⊙ Fonds chaleur ⊙ Tarifs d'achat de électricité produite à partir des renouvelables
DÉPENSE FISCALE	INSTRUMENTS DE MARCHÉ
<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Crédits d'impôts sur le revenu développement durable ⊙ TVA à taux réduit pour les équipements de produits énergies renouvelables en résidentiel et pour les réseaux de chaleur (>50% ENR) ⊙ Éco prêts à taux zéro liés à la performance énergétique des logements ⊙ Exonération partielle de taxe sur la consommation de biocarburants ⊙ Aides aux véhicules électriques 	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Certificats d'énergie ⊙ Taxe sur les activités polluantes ⊙ Quotas CO₂

Ce caractère très complet du dispositif existant n'exclut pas que se posent deux questions majeures en termes de prospective. D'une part il y a, naturellement, des interrogations sur la pérennité des règles définies antérieurement (notamment dans le cadre du Grenelle) ; dans un contexte où, à travers le débat sur la transition énergétique, c'est - de fait - toute la politique énergétique et climatique qui pourrait/de devrait être redéfinie. Il y a, d'autre part, des interrogations sur le réalisme des objectifs définis en 2007-

2008, dans un contexte économique très différent de celui d'aujourd'hui. C'est le cas, en particulier, pour la réhabilitation énergétique du patrimoine existant ou pour l'application des normes dans les bâtiments neufs (graphique 1.21) ; mais, plus généralement dans tous les domaines qui supposent des investissements importants. Ce type de question occupe une place centrale dans les scénarios de transition vers la « ville post-carbone ».

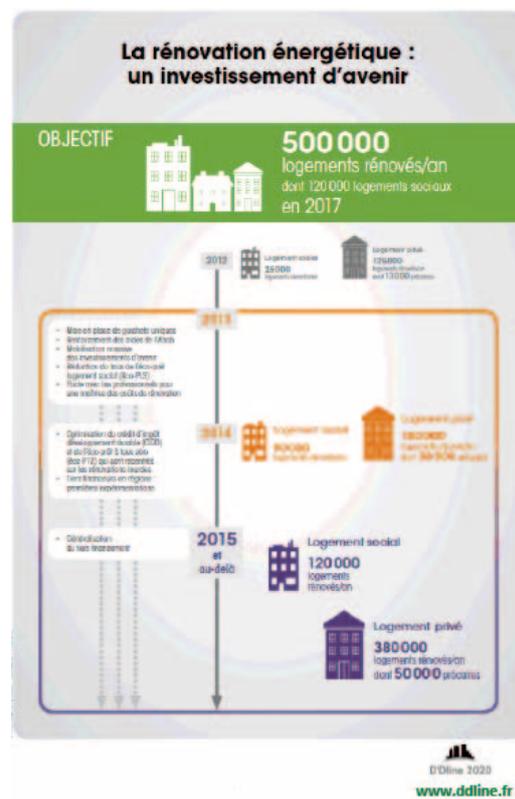
Graphique 1.21

UN CADRE D'ACTION TRÈS AMBITIEUX POUR LE BÂTIMENT

SOURCE : DNTE - PLAN BATIMENT GRENNELLE, DDLINE.FR

Le plan de rénovation énergétique des logements :

- Faciliter la transformation de bureaux en logements et favoriser la densité en zone urbaine. **Plus de 2,5 millions de m² de bureaux sont vacants en Île-de-France.**
- Lancer rapidement la construction de 10 000 logements « intermédiaires ».
- Taux réduit de TVA de 5% en 2014 pour la construction de logements sociaux (contre 10% prévus).
- Mise en place d'un service téléphonique unique et d'un guichet pour les propriétaires souhaitant réaliser des rénovations énergétiques.
- Une subvention, pendant 2 ans à partir de 2013, de 1 350 euros accordée aux classes moyennes pour les ménages procédant à des travaux de rénovation énergétique.
- Multiplier par 4 le plan de rénovation thermique des logements sociaux pour atteindre 120 000 par an en 2017.
- Professionaliser la filière de rénovation énergétique Permettant la création ou le maintien de 75 000 emplois directs ou indirects.



Encart 1.16

LES OBJECTIFS MAJEURS DE LA LOI GRENELLE 1 CONCERNANT LES VILLES

Parmi les objectifs majeurs définis dans la loi « Grenelle 1 », une dizaine concerne tout particulièrement l'énergie et le climat dans les villes. Il est intéressant de les rappeler ici comme cadre de l'exercice de scénarios.

1. CONCERNANT LE BÂTIMENT

Porter la consommation d'énergie à 50 KWh/m²/an pour les bâtiments neufs à compter de fin 2012 pour le résidentiel, de fin 2010 pour le tertiaire.

- Réduire les consommations d'énergie du parc des bâtiments existants d'au moins 38% d'ici 2020. À cette fin, l'État incite les collectivités territoriales, dans le respect de leur administration, à engager un programme de rénovation de leurs bâtiments visant à réaliser des économies d'énergie, dans les conditions suivantes :
 - auditer d'ici 2010, engager la rénovation d'ici 2012 avec traitement des surfaces les plus coûteuses en énergie, l'objectif étant de réduire d'au moins 40% les consommations d'énergie et d'au moins 50% les émissions de GES des bâtiments dans un délai de 10 ans ;
 - rénover l'ensemble du parc de logements sociaux. Dès avant 2020, les 800.000 logements sociaux dont la consommation annuelle d'énergie est supérieure à 230 KWh d'énergie primaire/m²/an devront être rénovés pour atteindre une consommation de moins de 150 KWh (Article 5).

2. CONCERNANT LE CLIMAT ET L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

- Renforcer le rôle des collectivités dans la conception et la mise en œuvre des programmes d'aménagement durable. L'État incitera les régions, les départements et les communes et leur groupement de plus de 50.000 habitants à établir, en cohérence avec les documents d'urbanisme, des plans climat énergie territoriaux avant 2012 (Article 7).

3. CONCERNANT LES TRANSPORTS

- Réduire dans le domaine des transports, les émissions de CO₂ de 20% d'ici 2020 (Article 9). Pour les transports de marchandises, développer de manière prioritaire l'usage des transports fluvial, ferroviaire, maritime et, plus particulièrement, du cabotage (Article 10).
- Développer prioritairement l'usage des transports collectifs de personnes (Article 11).
- Encourager, dans le cadre des plans de déplacements urbains, la mise en place de plans de déplacement entreprises, d'administrations, d'écoles ou de zones d'activités, ainsi que le développement du covoiturage, de l'auto-partage, de la marche et du vélo (Article 12).
- Développer les transports en site propre afin de les porter en quinze ans de 329 à 1800 km (Article 12).

4. CONCERNANT LES ÉNERGIES RENOUVELABLES

- Favoriser le développement des énergies renouvelables afin de diversifier les sources d'énergie et les porter à au moins, 20% dans la consommation d'énergie finale d'ici 2020 (Article 17).

3) Horizon 2050 : des visions d'experts et du public

Au-delà du cadre politique déjà défini, la transition vers des villes « post-carbone » ne peut pas faire abstraction des prospectives ou des visions dans lequel s'inscrit aujourd'hui le débat sur l'avenir du système énergétique français, en relation avec les questions liées au facteur 4 à l'adaptation au changement climatique ou la raréfaction des combustibles fossiles. Sur tous ces thèmes il y a eu depuis une dizaine d'années tout un ensemble de travaux ou de modèles proposant des visions très contrastées¹⁰⁶ - conduisant, par exemple, à des écarts de 1 à 3 dans les con-

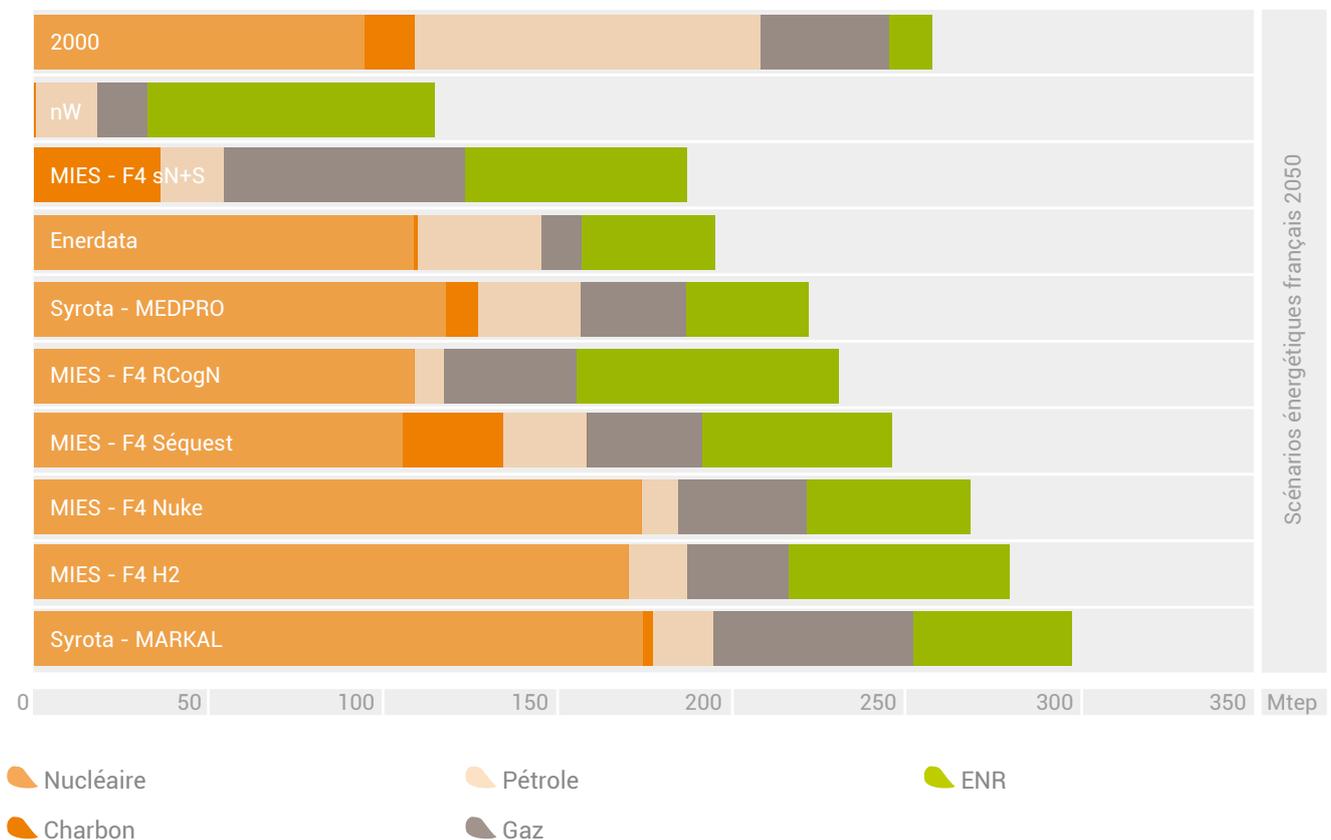
sommations d'énergie primaire en 2050, avec des « mix énergétiques » eux-mêmes très dissemblables (graphique 1.22). Le grand débat sur l'énergie de 2013 sera l'occasion d'en ajouter d'autres¹⁰⁷. Il ne s'agira pas ici d'en faire une présentation exhaustive - et encore moins une comparaison - mais plutôt de décrire très rapidement quelques unes de ces visions alternatives, dans la perspective qui est celle des scénarios « post-carbone », en mettant en avant leur diversité. Sur les trois ainsi choisis parmi les 11 étudiés dans le DNTE (Ademe, Ancre, Cired, Encilowcarb, DGEC, Global Chance, GRDF, Greenpeace, Negawatt, RT, Negatep, UFE) il a paru intéressant, à côté des scénarios élaborés par les experts, de donner une place à la vision du public, telle qu'elle s'est exprimée en mai 2013 justement dans le cadre du débat sur la transition énergétique.

Graphique 1.22

DES VISIONS TRÈS CONTRASTÉES DU FUTUR ÉNERGÉTIQUE DE LA FRANCE : COMPARAISON DE QUELQUES TRAVAUX FAITS DANS LES ANNÉES 2005-2010

SOURCE : SANDRINE MATHY, MEIKE FINK ET RUBEN BIBAS, « QUEL RÔLE POUR LES SCÉNARIOS FACTEUR 4 DANS LA CONSTRUCTION DE LA DÉCISION PUBLIQUE ? », DÉVELOPPEMENT DURABLE ET TERRITOIRES, VOL. 2, N° 1 | MARS 2011

MIX ÉNERGÉTIQUE EN ÉNERGIE PRIMAIRE - VOLUME (Mtep)



Scénarios énergétiques français 2050

Les scénarios de la Direction générale Énergie Climat (MEDDE)

L'exercice de prospective énergétique le plus officiel à ce jour est celui réalisé en 2011 par la Direction générale de l'Énergie et du Climat (DGEC) du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie et du Développement durable - avec l'appui du Commissariat général au développement durable. Même si son horizon est limité à 2030, et si son objet est essentiellement de simuler les conséquences de la mise en œuvre des mesures contenues dans le Grenelle (**encart 1.16**), les scénarios qu'il propose sont intéressants pour la prospective « post-carbone », d'une part parce qu'ils correspondent le mieux aux réalités qui sont celles du système énergétique français, et, de l'autre, parce que révisés fréquemment (tous les deux ans), ils intègrent les changements liés au contexte économique.

Parmi les scénarios construits en 2011 visant à comparer les consommations d'énergie et les émissions de CO₂, d'abord un scénario « tendanciel » sans mise en œuvre des mesures du Grenelle, puis un les intégrant, tous deux se fondent sur le même cadrage macroéconomique (taux de croissance, prix de l'énergie) : seule diffère donc la politique suivie.

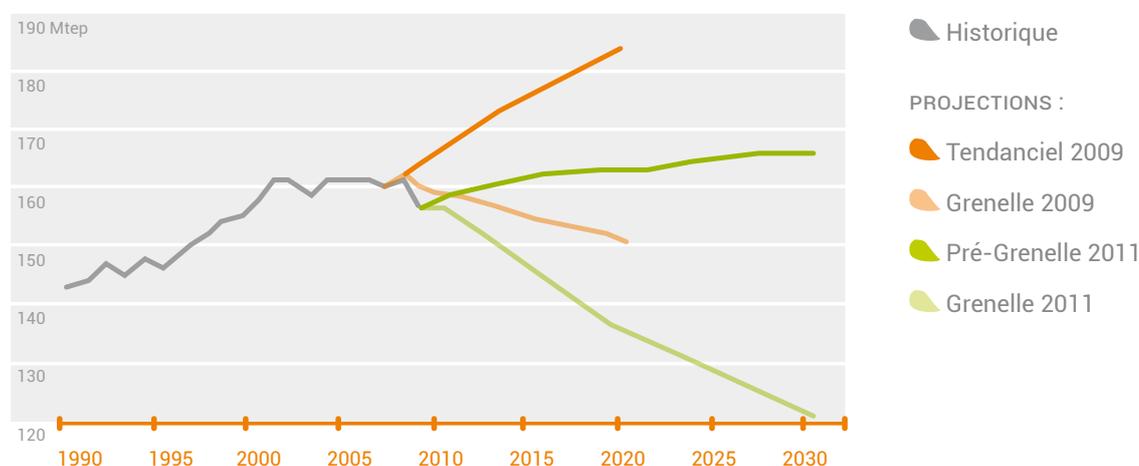
D'une consommation énergétique passant de 157 en 2009 à 166 Mtep en 2030 en énergie finale dans le scénario tendanciel, le scénario Grenelle permet de diminuer la consommation à 134 Mtep. Les projections d'émissions de gaz à effet de serre (hors UTCF) dans le scénario Grenelle sont à 435 Mt eq.CO₂ en 2020, soit une réduction de 23,1% par rapport à 1990 et par rapport à 2005. En 2030, le niveau serait de 385 MteqCO₂, soit une réduction de 31,9% des émissions de gaz à effet de serre de la France par rapport à 1990. Ces trajectoires apparaissent donc compatibles avec le facteur 4 en 2050... à condition d'intensifier les politiques menées après 2030.

Il est intéressant de mettre ces résultats en perspective avec ceux obtenus dans l'exercice fait précédemment par la même direction en 2009, dans un contexte économique qui n'était pas encore fortement impacté par la crise économique. Comme il est possible de le constater sur le **graphique 1.23**, le changement de contexte a des conséquences considérables sur les prévisions faites à ces deux périodes. S'ajoutant à une meilleure appréciation des mesures liées au Grenelle, cela se traduit par une forte réévaluation à la baisse des consommations d'énergie et en conséquence des émissions de CO₂ prévues en 2030. Cela montre l'importance d'une bonne prise en compte du contexte économique dans les scénarios « post-carbone ».

Graphique 1.23

L'IMPACT DE LA CRISE SUR LES PRÉVISIONS DE CONSOMMATION FINALE D'ÉNERGIE

SOURCE : SCÉNARIOS PROSPECTIFS ENERGIE, CLIMAT, AIR À HORIZON 2030 - DOCUMENT DE SYNTHÈSE, DGEC, JUILLET 2011



Les visions ADEME 2030-2050

Elaborée dans le cadre du débat national sur la transition énergétique, les visions de l'ADEME¹⁰⁸ ont comme spécificité d'articuler deux démarches différentes, l'une à l'horizon 2030 et l'autre à 2050. Le scénario 2030 correspond à une évolution « tendancielle volontariste » s'appuyant sur la mise en œuvre des meilleures technologies disponibles - avec des temps de retour sur investissement variables (de deux à plus de vingt ans). Pour 2050, la logique est fondamentalement différente puisqu'il s'agit de définir les conditions pour atteindre le facteur 4 à cet horizon, dans une approche qui n'est plus exploratoire (partant du présent), mais normative (partant du futur souhaitable, et appliquant une démarche de « backcasting »). Une autre grande différence, par rapport aux scénarios de la DGEC et par rapport à la majorité des modélisations énergie-climat de long terme existantes, est que tous les gaz à effet de serre sont pris en compte notamment ceux liés à l'agriculture (méthane, protoxyde d'azote), globalement responsable d'un quart des émissions.

À l'horizon 2030, la mise en œuvre des meilleures technologies disponibles, l'application des normes et des mesures prises et l'extension des pratiques innovantes déjà mises en œuvre (covoiturage...) permet une diminution globale, tous secteurs confondus, de l'ordre de 20% de la demande en énergie finale, avec une baisse significative de cette demande dans le bâtiment, mais plus réduite dans les transports - où les inerties sont importantes. En termes d'émissions de gaz à effet de serre, la baisse est beaucoup plus importante, de l'ordre de 40%, ce qui est plus en ligne avec le facteur 4 en 2050. Le scénario prend en compte la décision, annoncée dans la « conférence environnementale » de 2012¹⁰⁹ de faire passer la part du nucléaire dans l'électricité de 75 à 50%, ce qui conduit à un mix énergétique donnant aux énergies renouvelables une part beaucoup plus grande que dans la vision élaborée par la DGEC.

À l'horizon 2050, le facteur 4 est atteint, avec une diminution d'un facteur 2 de la consommation d'énergie finale (graphique 1.24), et une pénétration massive des énergies renouvelables dans tous les vecteurs -électrique, chaleur, gaz... (graphique 1.25). Il est intéressant de remarquer que ce rôle des énergies renouvelables est important même dans le domaine des transports de personnes - dans lequel le gaz et l'électricité se substituent au pétrole et sont pour moitié d'origine renouvelable. Ces résultats ne sont pour plus de cependant possibles que grâce à des changements considérables non seulement dans les techniques,

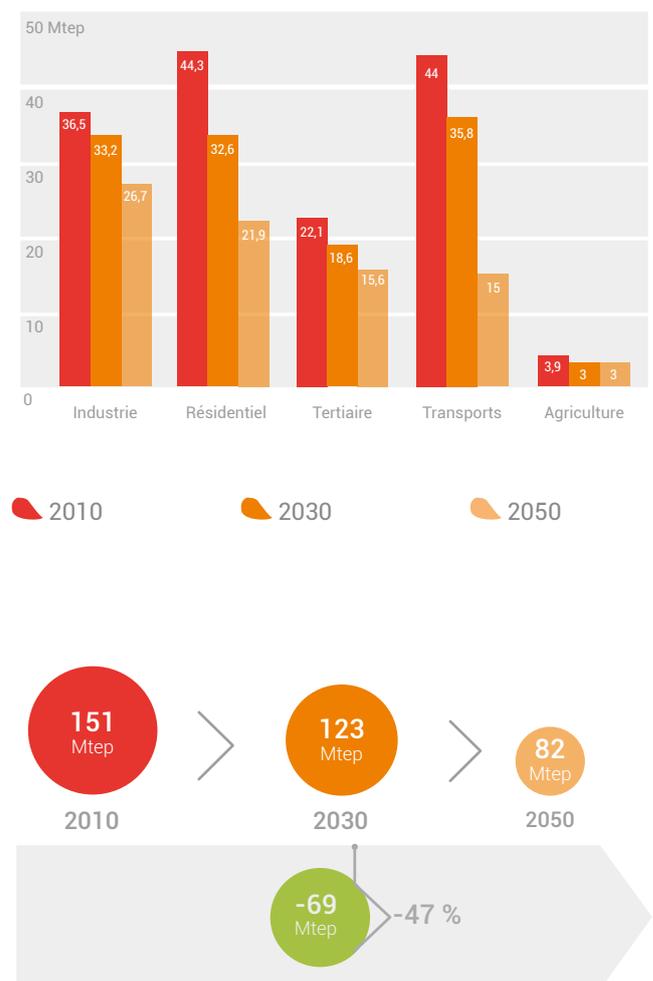
mais aussi dans la rénovation des bâtiments, la transformation du parc de véhicules (1/3 du parc est composé de véhicules électriques en 2050 par exemple), les formes de mobilité (mobilité servicielle condition de la pénétration des véhicules électriques...). C'est ce que résume l'encart 1.17 - qui présente les hypothèses majeures sur lesquelles repose cette vision de l'ADEME en 2050.

Il s'agit donc d'un scénario déjà très volontariste.

Graphique 1.24

LES VISIONS ADEME : LES ÉVOLUTIONS DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE GLOBALE ET PAR SECTEUR AUX HORIZONS 2030 ET 2050

SOURCE : VISIONS 2030 2050



LA VISION DE L'ADEME À 2050 :

QUELLES HYPOTHÈSES POUR ALLER VERS LE FACTEUR 4 ?

SOURCE : CONTRIBUTION DE L'ADEME À L'ÉLABORATION DE VISIONS ÉNERGÉTIQUES, 2030-2050, 2013.

Bâtiment

- 300 000 logements construits en moyenne par an dont 60% en collectif
- Baisse de 20% des surfaces par employé (télétravail, etc.)
- Enveloppe thermique :
Parc rénové d'environ 27 millions de logements, Consommation moyenne : 130 kWhep/m²/an tous usages ; parc neuf d'environ 9 millions de logements
- Consommation moyenne 100 kWhep/m²/an tous usages.

Équipements

- Chauffage : PAC, systèmes hybrides et microcogénération
- Eau chaude sanitaire : Chauffe-eau thermodynamique, Chauffe-eau solaire.
- Climatisation : augmentation forte (multipliée par six par rapport à 2010), prise en compte indirecte de l'impact du changement climatique.

Industrie

- Maintien des productions physiques à leur niveau de 2030.
- Effets de structure importants et non prévisibles : gains 2010-2030 repris pour 2030-2050 et prolongation des évolutions structurelles prises

Agriculture

- Assiette alimentaire modifiée vers recommandations - santé FAO (sans les atteindre), poursuite réduction pertes évitables (60%)
- Évolution des pratiques agricoles vers des modes plus intégrés
- Agriculture conventionnelle : 10%, Agriculture intégrée : 60%, Agriculture biologique : 30%
- Réduction des engrais azotés (-37%)
- Maintien du solde exportateur en ktonnes exportées
- Besoins croissants en irrigation (changement climatique)
- Arrêt de l'artificialisation des sols en 2030

Mobilité

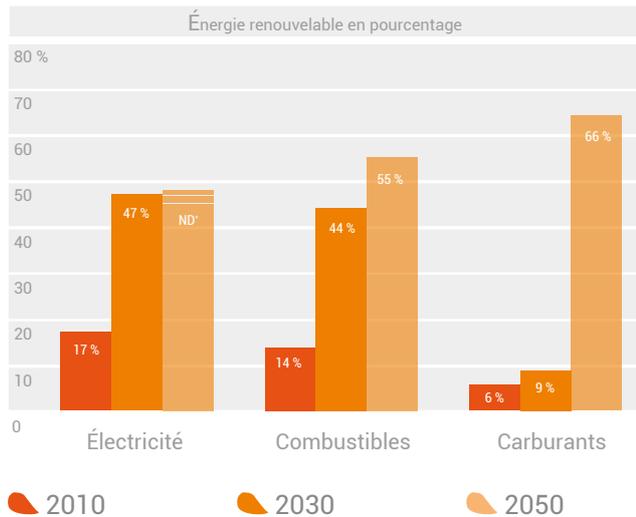
- Mobilité totale constante par rapport à 2010 donc baisse de la mobilité individuelle (environ -20%, télétravail, vieillissement, urbanisme)
- Changement de paradigme : pénétration importante des services de mobilité (qui permet des véhicules mieux adaptés) et report important vers les transports collectifs et les modes doux
- Passage possible du pétrole au gaz dans les véhicules thermiques

	VENTES 2010	VENTES 2030	VENTES 2050	PARC 2010	PARC 2030	PARC 2050
Thermique	100%	64%	34%	100%	89%	34%
Hybride rechargeable	0%	22%	38%	0%	7%	38%
Electrique	0%	10%	28%	0%	4%	28%
Total parc	2,2 millions	2 millions	1,2 millions	35 millions	35 millions	22 millions

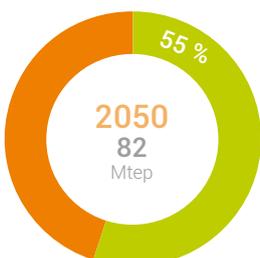
Graphique 1.25

LA VISION ADEME : LA PÉNÉTRATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES AU GLOBALE ET PAR SECTEUR EN 2030 ET 2050

SOURCE : VISIONS 2030 2050



■ énergies conventionnelles
■ énergies renouvelables



Le scénario « Négawatt »

Plus ambitieux encore est le scénario élaboré en 2011 par l'association NÉGAWATT¹¹⁰, qui actualise des versions antérieures produites par la même équipe en 2002 et 2006. L'objectif de Négawatt est de montrer qu'un chemin de réduction massive à la fois de la consommation d'énergie, de sortie progressive du nucléaire et de baisse forte des émissions de gaz à effet de serre est possible à l'horizon 2050, et même sensiblement avant, à condition de combiner intelligemment trois leviers majeurs : un usage massif des énergies renouvelables, une meilleure efficacité énergétique et, en premier lieu, la sobriété dans l'usage de l'énergie, liée à des changements de comportements. **C'est le triptyque désormais largement popularisé : sobriété, efficacité, renouvelables.**

La version élaborée en 2011 introduit de nombreuses améliorations par rapport à celles publiées antérieurement et donne une vision beaucoup plus précise de ce que devrait être la transition vers une société beaucoup plus sobre et écologiquement durable. Par exemple, une analyse beaucoup plus fine est faite de la production d'énergie, avec un équilibre du système électrique assuré par un recours important à la méthanisation via une gestion coordonnée des réseaux de gaz et d'électricité, permettant à tout moment de répondre aux besoins et d'assurer l'équilibre en puissance. Le système énergétique français est presque entièrement décarboné malgré un arrêt maîtrisé de toute production d'énergie nucléaire en 22 ans - c'est-à-dire à l'horizon 2033.

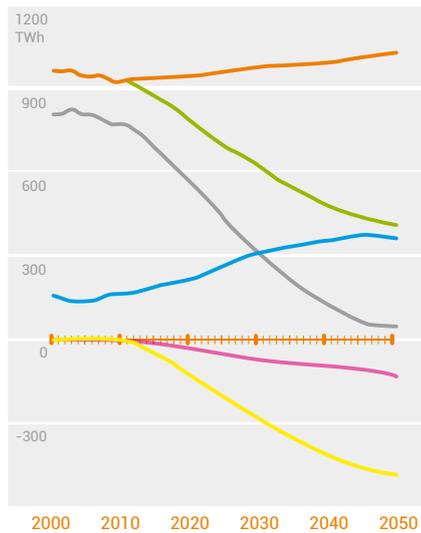
Il est intéressant d'analyser comment s'opère, secteur par secteur, la combinaison entre les trois éléments du triptyque renouvelables, efficacité, sobriété. Comme on le constate dans le **graphique 1.26**, portant respectivement sur les transports et la production de chaleur (essentiellement pour le chauffage des bâtiments), l'efficacité joue un rôle majeur pour le chauffage, et la sobriété (liée à des changements de comportements) dans les transports. Un des principaux leviers est la rénovation énergétique du parc de logements - à partir d'une montée en puissance significative mais réaliste : il est envisagé de passer de 250 000 rénovations par an à 300 000 en ciblant d'abord majoritairement les bâtiments antérieurs à 1975. Dans les transports, une particularité de cette vision est de combiner le véhicule électrique en ville ou en périurbain et l'utilisation de véhicules à gaz (en grande partie issu de renouvelables) pour les longues distances.

Graphique 1.26

LE SCÉNARIO NÉGAWATT, OU TROIS LEVIERS POUR UNE TRANSITION : SOBRIÉTÉ, EFFICACITÉ, RENOUELABLES

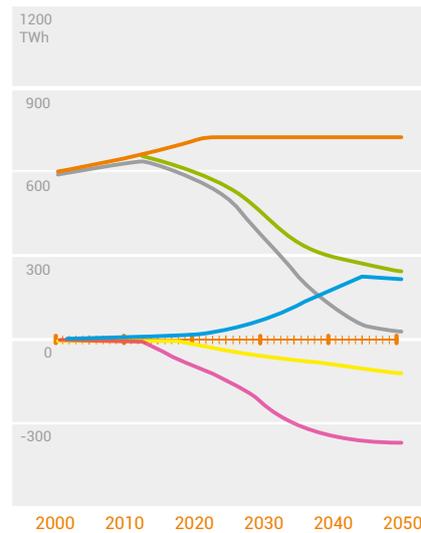
UNE COMBINAISON DIFFÉRENT POUR LA PRODUCTION DE CHALEUR ET LES TRANSPORTS

CHALEUR



- Tendanciel
- nW (négaWatt)
- Fossiles/Fissiles

MOBILITÉ



- Renouvelables
- Sobriété
- Efficacité

Les résultats de toutes ces transformations sont éloquentes (graphique 1.27). En 2050, la demande en énergie primaire est réduite de 65% par rapport à 2010 et divisée par trois par rapport à un scénario tendanciel, dans lequel cette consommation est supposée rester égale à celle d'aujourd'hui (3000 TWh en énergie primaire). **Les émissions de CO₂ sont divisées par 2 par rapport à 2010 avant 2030 et... par 16 en 2050.** Cela suppose, notamment, un recours massif à la biomasse pour la production d'énergie et de matériaux ; mais la vision prend en compte les contraintes que cela suppose en termes d'utilisation du sol et de production agricole. Même si les effets sur l'emploi sont pris en compte, ce troisième type de scénario suppose des bouleversements socio-économiques radicaux sans explicitation parfaitement claire des cheminements nécessaires pour y parvenir : on reste dans une vision essentiellement normative.

Quelle vision du public ?

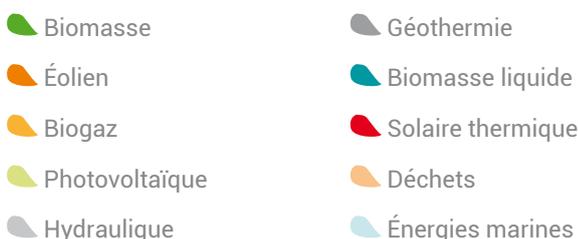
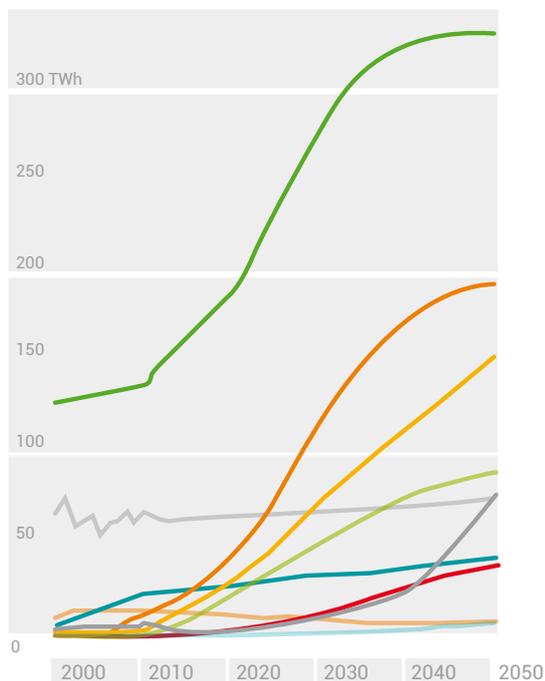
Les trois visions précédentes, choisies pour leur diversité, mais aussi les tendances lourdes qui structurent le paysage énergétique français dèsormais, et pour l'éclairage qu'elle peuvent apporter aux scénarios de transition vers la ville « post-carbone », sont des visions d'experts de l'énergie et du climat reposant en large partie sur des travaux importants de modélisation. Même s'il est impossible de faire des comparaisons, il est intéressant, pour conclure cette partie sur les visions, de les comparer avec celle que le public a exprimée lors du débat public sur la transition énergétique à travers sa réponse à la question : **qu'est ce que serait pour vous une transition réussie en 2050 ?** Comme l'indique le dernier encart 1.18, trois dimensions sont particulièrement mises en évidence dans cette perception du public : la production et la consommation locale d'énergie à l'échelle des bassins de vie ; la création de nouvelles filières économiques et d'emplois liées aux énergies

renouvelables et à l'efficacité énergétique - notamment dans le bâtiment ; et la maîtrise des factures individuelles d'énergie. Les questions climatiques sont, en revanche peu évoquées, peut être en raison de l'orientation même de ce débat.

Cet intérêt attaché à la décentralisation énergétique et aux questions économiques, mais aussi ce décalage entre la vision du public et celle des experts font partie des points majeurs auxquels s'attachent les scénarios des parties suivantes.

Graphique 1.27

**VERS UNE SOCIÉTÉ
DU RENEUVABLE EN 2050 :
LA CONTRIBUTION DES DIFFÉRENTES
ÉNERGIES RENEUVABLES
À L'HORIZON 2050 DANS
LA VISION NEGAWATT**



Encart 1.18

**QU'EST CE QUE SERAIT POUR
LE PUBLIC UNE TRANSITION
ÉNERGÉTIQUE RÉUSSIE
EN SE PROJÉTANT À 2050 ?**

SOURCE : DNTÉ

[LES DIX PREMIÈRES RÉPONSES CLASSÉES PAR NOMBRE ET PROPORTION DE PARTICIPANTS AU DÉBAT DU 24 MAI 2013 SUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE, PLUSIEURS RÉPONSES POSSIBLES].

1) La majorité de l'énergie est produite et consommée localement à l'échelle des bassins de vie : 35,15% (336)

2) La France est autonome sur le plan énergétique et sa balance commerciale s'est rééquilibrée : 32% (306)

3) La création de nouvelles filières économiques liées aux renouvelables a permis de créer des milliers d'emplois : 31,5% (301)

4) La France a développé de nouvelles filières professionnelles de l'efficacité énergétique, par exemple autour des nouveaux métiers de l'isolation et de la construction, la recherche... : 29,4% (281)

5) La France a relancé son industrie grâce aux renouvelables et à l'efficacité énergétique : 24,2% (231)

6) Les passoires « thermiques » n'existent plus : le parc immobilier s'est amélioré en termes d'efficacité énergétique, et donc de confort : 20,5% (196)

7) Chaque ménage maîtrise sa facture d'énergie (prix, quantités, choix de l'énergie) : 19,9% (190)

8) La France a atteint ses objectifs en terme de réduction des gaz à effet de serre (facteur 4...) : 19,9% (190)

9) La France est devenue une référence mondiale pour son savoir faire sur les renouvelables : 14% (134)

10) L'énergie n'est plus un poste de dépense rendant vulnérables les plus pauvres ou contraints : 12,8% (122)

Notes

- 1) Lewis Mumford, « Technique et civilisation », Editions du Seuil, 1950 (traduction de l'ouvrage publié en anglais en 1934). Dans ce livre, Mumford décrit pour la première fois ce que pourrait être une société « post-carbone », par opposition à la société industrielle construite sur le charbon du 19^{ème} siècle.
- 2) Référence au réseau « Low Carbon Societies Research Network » mis en place en à l'initiative du Japon qui réunit des experts du climat de l'énergie, et notamment de la modélisation, venant du G8 et d'une vingtaine de pays (lcs-rnet.org).
- 3) Titre de l'ouvrage publié en 2011 par Jean Haëntjens : « La ville frugale : un modèle pour préparer l'après pétrole », Editions FYP
- 4) Parmi les nombreux articles publiés sur l'expérience de Göteborg, deux en présentent une vision particulièrement synthétique et prospective. D'une part « Projet Göteborg 2050 » (Solstad Göteborg 2050) de H.Eek et J. Swahn, disponible sur www.Goteborg2050.nu. D'autre part, l'article publié en septembre 2011 dans le volume 43 de la revue « Futures » par Aummad Phdungsilp : « Future studies backasting methods used for strategic sustainable cities planning ». Le cas de Göteborg a été présenté et discuté dans le cadre du premier séminaire organisé par le programme « Ville post-carbone » avec des responsables de la ville.
- 5) Il y a deux conceptions du métabolisme urbain. La première analyse le fonctionnement des villes par analogie à celui d'un système physique ou écologique, en prenant en compte tous les flux de matière et d'énergie qui y entrent ou en sortent. La seconde aborde ce fonctionnement de manière plus large, en intégrant les systèmes sociaux. À propos de ce thème, qui fait l'objet de travaux de recherche de plus en plus nombreux (voir, en France le programme « PIRVE »), il est possible de citer : S. Barles « Ecologie urbaine, industrie et territoire », in « Ecologies urbaines », Economica, 2009 ; P.H. Brunner : « Reshaping urban metabolism », Journal of industrial ecology, 2008 ; E. Rapoport : « Perspectives on urban metabolism, a review of literature », University College London, Planning unit, 2011 ; et enfin, E. Swyndegdow, « Circulations and metabolism - hybrid natures and cyborg cities », Science and culture, volume 15, 2006.
- 6) Ce seuil symbolique de 400 ppm (parties par million) a été franchi les 9 et 13 mai 2013 à l'observatoire de Mauna Loa, dont les premières observations remontent à 1958. Ce seuil n'avait jamais été atteint depuis au moins 800 000 ans - et peut être cinq millions d'années. Cette teneur de l'atmosphère en CO₂ ne dépassait pas 280 ppm avant la révolution industrielle (entre 1750 et 1800).
- 7) Loi de programmation et d'orientation de la politique de l'énergie, votée en 2005
- 8) Au cours de ces conférences de suivi de la Convention Climat, le « Facteur 4 » n'a pas été officiellement avalisé par les différents pays parties prenantes ; mais ceux-ci ont accepté l'objectif de limitation du réchauffement à 2 degrés à la fin du siècle, ce qui implique ce facteur 4 (facteur deux pour les pays émergents ou en développement).
- 9) Notamment ceux publiés en 2011 dans la revue Nature Climate Change par Rojelj, Meinhausen et alii sous le titre : « Emission pathways consistent with 2° global temperature limit ». Voir aussi le rapport du Conseil des conseillers scientifiques sur le climat du gouvernement allemand (GPUV) : « Solving the climate dilemma : the budget approach » (2009) ; ainsi que les travaux de Kevin Anderson et Alice Bows, ou de Katherine Richardson.
- 10) Source : « L'empreinte carbone de la consommation des français, évolution 1990-2007 ». Service statistique du Ministère de l'écologie (SOes, MEDDE), Le point sur n° 114, mars 2012.
- 11) Ce sont notamment les conclusions du programme de prospective mené par le PREDIT entre 2005 et 2010 et, en particulier, de la recherche menée par le LET et ENERDATA sur les scénarios « facteur 4 » à 2050.
- 12) Selon les travaux publiés en 2008 par l'Académie des sciences Américaine (volume 105, 2008) par V. Ramanathan et Y. Ferg, le stock de gaz à effet de serre d'ores et déjà présent dans l'atmosphère en 2005 engagerait un réchauffement climatique de 2,4 degrés à l'horizon 2100, quelles que soient les actions mises en œuvre d'ici là.
- 13) Sources : Rapport de la Banque mondiale sur le climat : « Turn down the heat » (novembre 2012) ; The World Energy Outlook de l'Agence Internationale de l'Énergie (2012 et 2013) ; et le rapport du Programme des nations unies sur l'Environnement (PNUE) (2012). Le premier de ces rapports fait une analyse très détaillée des impacts d'un éventuel réchauffement de 4 degrés, qui constitue désormais la tendance la plus probable.
- 14) Ce risque d'augmentation de la température de six degrés à la fin du siècle fait partie des scénarios élaborés par le GIEC (Groupe international d'évaluation du climat) et a fait récemment l'objet d'une étude menée par Pricewaterhouse en 2012. Ce serait un bouleversement total de l'ensemble du fonctionnement planétaire.
- 15) Source : Rapport Stern sur le changement climatique.
- 16) Source : Rapport de l'Agence internationale de l'énergie : Energy Outlook 2012.
- 17) Voir le site de l'ONERC
- 18) Source : Scénarios climatiques : Indices sur la France métropolitaine pour les modèles ARPEGE et LMDz et quelques projections pour les DOM-TOM. Météo France, CNRM, 2011.

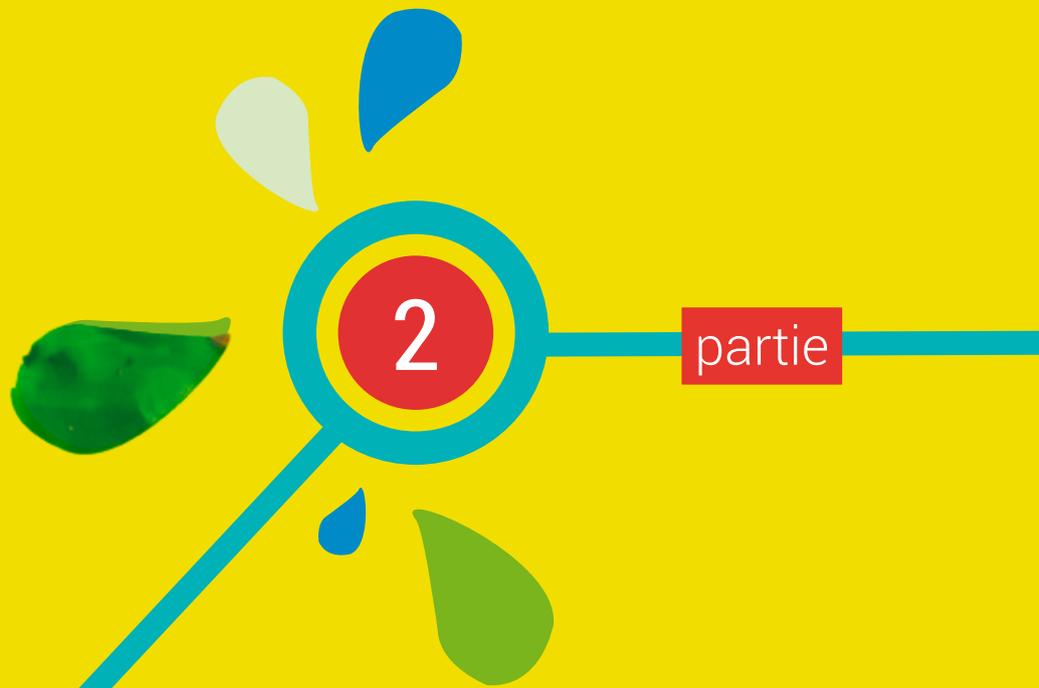
- 19) Sources: Leonardo Maugeri, « Oil, the next revolution. The unprecedented upsurge of oil production capacity and what it means for the world ». Harvard Kennedy School, Belfer Centre, juin 2012; ainsi que Michael T Klare: « The new golden age of oil that is not », *European Energy Review*, October 2012.
- 20) Plusieurs entreprises pétrolières comme TOTAL ont reconnu que l'hypothèse d'un peak oil avant 2050 pour le pétrole conventionnel était la plus probable ; et certaines - comme Shell - ont annoncé qu'elles ne feraient pas d'exploration dans les régions Arctique pour des raisons écologiques. Voir l'article publié en 2011 par Jean Lahérrer dans la revue *Futuribles* (numéro 373) : « Les perspectives pétrolières et gazières ».
- 21) Source : DECC (Department of Energy and Climate Change of United Kingdom): « Call for evidence. Prospects for crude oil supply and demand », 2011.
- 22) Source : « The future of global oil supply, understanding the building blocks », Peter Jackson, ISH CERA, November 2009.
- 23) Sources : Rapport annuel WEO de l'Agence internationale de l'énergie de 2012 ; et l'Energy Outlook 2013 de l'Agence américaine de l'énergie (US Energy Information Administration).
- 24) Ces informations sur les ressources non conventionnelles aux États-Unis sont extraites de communications au colloque organisé en avril 2013 par le LIED sur « Les hydrocarbures de roche mère » ; du rapport publié fin 2012 par David Hugues pour le Post Carbon Institute : « Can unconventional fuel usher in a new era of energy abundance ? ».
- 25) Citation extraite d'un article publié dans la rubrique « idées » du journal électronique du Monde - article de PR Bauquis « Nouvelles découvertes et gaz de schiste retarderont à peine le pic pétrolier », *LE MONDE ECONOMIE*, 09.05.2012.
- 26) Voir, en particulier, l'article du Guardian publié fin 2012, « IEA report remind us peak oil idea has gone up into flame », qui suggère que désormais le problème n'est plus qu'il n'y pas assez de pétrole, mais plutôt qu'il y en a trop.
- 27) Les hypothèses sur un pic de production pour le gaz varient entre 2030 et 2060, soit un décalage de 20-30 ans par rapport au pétrole ; mais font l'objet de beaucoup moins de travaux que pour ce dernier.
- 28) Ces impacts possibles pour l'Europe d'un épuisement des ressources de la mer du nord (Norvège, Grande Bretagne, Pays Bas...) sont, notamment, analysés par JM. Jancovici (www.manicore.com). Matthieu Auzanneau, à travers son blog invité par la rédaction du Monde (<http://petrole.blog.lemonde.fr>), mène un important travail de recensement et d'analyse des données et discours relatifs au « peak oil », et à ses impacts potentiels.
- 29) Il faut rappeler qu'à taxation inchangée, un prix du baril du pétrole à 150, 200 et 250 dollars correspond pour le gas oil (non professionnel) à 2,1 2,6 et 3,1 euros par litre de carburant (et 2,2, 2,6 et 3,1 pour l'essence sans plomb).
- 30) Les estimations actuelles sur le parc automobile mondial en 2050 varient entre 2,5 et 3,5 milliards d'automobiles, à comparer aux 800 millions existant au début des années 2000 (voir, en particulier les évaluations faites par Global Insight, ainsi que le rapport publié par la Commission européenne en 2007 : « Quelles technologies clés pour les transports en Europe ? » (rédigé par J. Theys et repris dans la note du Centre de prospective de l'Equipement).
- 31) Sources : Benes Jaromir et al : « The Future of oil : geology versus technology » ; FMI working paper, may 2012; ainsi que le document de travail publié début 2013 par J.M.Fournier, I.Koske, I. Wanner et V. Zipperer du département économie de l'OCDE sous le titre : *The price of oil - will it start again ? (WP 1031)*. Ces deux analyses envisagent l'hypothèse d'un prix du pétrole voisin de 200 dollars par baril à l'horizon 2020-2025.
- 32) Source : James Murray, David King: « Oil tipping point has passed », revue *Nature*, janvier 2012.
- 33) Voir la conférence faite par Dennis Meadows au pôle de compétitivité « Advancity » en mai 2012.
- 34) Source : Agence internationale de l'énergie, Rapport annuel 2012.
- 35) Citation extraite de l'article de Patrick Criqui : *Vers une rupture profonde du modèle énergétique mondial ?*, *Questions internationales*, N° 38 - Juillet 2009.
- 36) Rappelons les définitions de l'INSEE : « l'unité urbaine » est une commune ou un ensemble de communes présentant une zone de bâti continu comptant au moins 2000 habitants. « L'aire urbaine » se définit à la fois par un pôle (unité urbaine d'au moins 1500 emplois) et par une couronne de communes dont au moins 40% de la population travaille dans ce pôle.
- 37) Source : « Cities and climate change: an urgent agenda » (page 17), World Bank, 2010.
- 38) L'idée d'une « transition urbaine achevée » a été, notamment, exprimée par François Ascher.
- 39) Dans les départements et territoires d'outre mer, les taux d'urbanisation sont encore supérieurs et se situent entre 90 et 98% (à la Guadeloupe) source : F. Claudé et O. Rascol : « Le découpage des unités urbaines en 2010 », INSEE première n°1364, août 2011.
- 40) Source : C.Brutel et D.Levy : « Le nouveau zonage en aires urbaines de 2010 : 95% de la population vit sous l'influence des villes », INSEE première n° 1374, Octobre 2011.
- 41) N. Blampain et O. Chardon : « Projections de population à l'horizon 2060 », INSEE Première n° 1320, Octobre 2010

- 42) Sur la prospective de l'organisation et des formes urbaines futures, il y a beaucoup plus de conflits d'experts ou de scénarios contrastés que de prévisions ou de pronostics clairs. Voir : « Villes du futur, futur des villes », Délégation à la prospective du Sénat, juin 2011 ; « Villes du 21^{ème} siècle », CERTU, 1999 et 2000 (deux tomes) ; ainsi que les scénarios réalisés par Mindjid Maiza pour le PUCA : « Prospective à l'horizon 2050 du développement urbain en France et implications énergétiques et spatiales des évolutions de l'habitat et de la mobilité ».
- 43) Sources : J.M. Floch et D.Levy : « Le nouveau zonage des aires urbaines de 2010 : poursuite de la périurbanisation et croissance des grandes aires urbaines », INSEE première n° 1375, octobre 2011 ; ainsi que : B. Baccaini et F. Senécombe : « La croissance périurbaine depuis 45 ans : extensification et densification », INSEE première n°1240, juin 2009.
- 44) Voir l'article de David Dodman : « Blaming cities ? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories, Environment and urbanisation », Vol 21, N° 1, April 2009.
- 45) Source : Bader et Bleishchwitz, Institut Véolia environnement et Collège of Europe : « Comparing analysis of local CGH inventory tools », guiding report, april 2001 ; ainsi que Arnolf Grubler, « Urban Energy systems », Global Energy Assessment 4, 2011.
- 46) Voir David Dodman (note 44) et le rapport de l'Institut Véolia (note 45).
- 47) Sources : Arnolf Grubler (note 45), ainsi que le travail fait par Meike Fink (Réseau Action Climat RAC F) pour l'ADEME, le CITEPA : « Les émissions importées, le passager clandestin du commerce mondial », avril 2013.
- 48) Voir l'encart portant sur la comparaison entre New York et Angers ; ainsi que : Peter and Hertwich, 2008, « CO₂ embodied in international trade with implications for global climate policies » ; et Lucas Chancel : « Agir sur les consommations directes d'énergie des ménages », Policy brief de l'IDDRI, Février 2013.
- 49) Voir les références de la note 47.
- 50) Source : « Cities and climate change », Banque Mondiale ; ainsi que P.N.Giraud et B. Lefèvre : « Signature énergétique des transports urbains, un outil d'évaluation de la durabilité des dynamiques urbaines, PUCA, MEEDD ; et le rapport du World Energy Council : « Energy and urban innovation » (Juillet 2010), coordination de P.N. Giraud.
- 51) Voir notamment Lucas Chancel, note 48.
- 52) Newmann & Kenworthy : « Cities and automobile dependence » : An international sourcebook, Adelshot, Gower, UK.
- 53) Source : Hariett Bulkeley, Vanessa Castan Broca, Mike Hudson, Simon Marvin : Cities and the low carbon transition, The European Financial Review, August - September 2011.
- 54) Source : rapport ESPON sur les conséquences du changement climatique en Europe, Commission européenne.
- 55) Sources : article cité note 53 ; S. Hallegatte, F. Henriot et J. Corfee Morlot : « The economics of climate change - impacts and policy benefits at city scale », OCDE environment working paper N°4, 2008 ; et : « Climate change and cities : first assessment report of the urban change climate network », 2012
- 56) Source : ONERC - Simulateur de climat - <http://onerc.developpement-durable.gouv.fr/fr/content/le-simulateur-de-climat>.
- 57) Voir ONERC (source précédente) ainsi que V.Viguié et S. Hallegatte : « Les territoires français face au défi climatique : atténuation, adaptation ?, in «Vers l'égalité des territoires », rapport pour la Ministre de l'égalité territoriale, La Documentation Française, mars 2013.
- 58) Voir l'ONERC (source 56) ainsi que les travaux de Météo France.
- 59) S. Hallegatte, J.C. Hourcade, P. Ambrosi (CIRED) : Using climate analogues for assessing climate change economic impacts in urban areas, revue Climatic Change, Vol 82, Mai 2007.
- 60) Données tirées de sources diverses : G. Magnin : « Transition énergétique et égalité des territoires », in : « Vers l'égalité des territoires », opus cité ; Eloi Laurent et Stéphane Hallegatte : quelles politiques social écologiques pour les villes françaises - même source ; Revue du CGDD (Ministère de l'écologie) : « Urbanisation et consommation d'espace, une question de mesure », mars 2012 ; et enfin, du même service « la mobilité des français », 2012.
- 61) Ce thème de la vulnérabilité, et celui de la de la précarité énergétique ont fait récemment l'objet de très nombreux travaux. On citera particulièrement : D. Verry, F. Vanco : Hausse des carburants : les ménages vulnérables, CERTU, 2012 ; G.Brisepierre : « La vulnérabilité énergétique des territoires urbains », 2012. M. Saujot : « La mobilité, l'autre vulnérabilité énergétique », IDDRI, mars 2012, et, avec Lucas Chancel : « Inégalités, vulnérabilités et transition énergétique » (IDDRI, 2013 ; Insee, Portrait social de la France : « La fracture énergétique serait plus faible de 10% sans l'étalement urbain des 20 dernières années », 2010 ; B. Maresca : « la précarité énergétique pose la question du coût du logement en France » Credoc, N° 258, mars 2013 ; ADEME : « Le poids des dépenses énergétiques dans le budget des ménages en France », 2011 ; INSEE Centre : « les territoires à forte vulnérabilité ont les croissances les plus marquées ») - fev 2013 ; et enfin Alterre Bourgogne : « Consommation d'énergie : la vulnérabilité des territoires », repères, n°44, septembre 2007.
- 62) Source : J.P. Nicolas et alii : « Mobilité quotidienne et vulnérabilité des ménages », Revue d'Economie Régionale et Urbaine, février 2012.

- 63) Source : Aurélie Dijoux et S. Rosales Montano : première approche de la vulnérabilité énergétique des ménages dans l'aire élargie de Lyon, Agence d'urbanisme de l'agglomération lyonnaise, juillet 2009.
- 64) Ce serait pratiquement toutes les classes moyennes n'habitant pas en centre ville qui seraient touchées - en plus des catégories plus pauvres qui sont déjà en situation de précarité énergétique.
- 65) Source : J. Theys, P. Bain et S. Maujean : Agora 2020 : Vivre, Habiter, se déplacer en 2020 - Quelles priorités de recherche, MEDDAD, 2007.
- 66) Source : O Coutard et T. Rutherford ; « The rise of post network cities in Europe, in « Cities and low carbon transitions » (sous la direction de Bulkeley, Hodson, Marvin et Castan Broca), Routledge, 2012. Voir aussi: Hodson et Marvin: « World cities and climate change - producing urban ecological security », Open university press, 2010.
- 67) Sur le métabolisme urbain, voir la note 39 page 115 de ce rapport
- 68) Sur une conception systémique de la vulnérabilité intégrant la résilience, voir J. Theys : « La société Vulnérable », article de l'ouvrage collectif publié sous le même titre en 1987, aux Presses de l'Ecole Normale Supérieure ; ainsi que les travaux de Ian Burton (Canada). Voir également la recherche faite par Béatrice Quenault pour le PIRVE : « Vulnérabilité et résilience en milieu urbain : vers de nouvelles stratégie de développement durable », Juin 2011.
- 69) L'expression est empruntée à Pierre Calame « Les collectivités locales, briques de base de la gouvernance » .
- 70) C'est, en particulier une argumentation développée par P. Nijkamp et R. Camagni à travers leur « théorème » de la localité.
- 71) Source : H. Bulkeley et K.Kern: « Local governments and the governing of climate change in Germany and the UK », Urban Studies, 43, 2006.
- 72) Sources : Cyria Emelianoff, « Les pouvoirs locaux dans la mondialisation écologique : remodeler l'environnement et le climat », Habilitation à Diriger des Recherches, Université du Maine, 2011 ; ainsi que toutes les recherches faites dans le cadre du programme « villes post-carbone » portant sur les politiques locales.
- 73) Plusieurs articles récents peuvent être consultés sur cette responsabilité des villes en matière de production et de distribution d'énergie notamment : C. Canévet, V.Duthoit, J.Labarthe A.Wiantrater : « Entre autonomie et solidarités territoriales, quelle gouvernance énergétique dans les territoires urbains ? », Etude ACUF, AMGVF, INET Septembre 2012 ; C.Chanrard, M.H. de Séde Marceau et M. Robert : « Politiques énergétiques et facteur 4 : Instruments et outils de régulation à disposition des collectivités », Revue Développement durable et territoires, Vol 2, N°1, Mars 2011 ; ainsi que l'article de F.M.Poupeau publié dans le N° 15 de la Revue Urbia en février 2013.
- 74) L'ICLEI - International Council for Local Environmental Initiatives-, rebaptisé en 2002 « Local governments for sustainability », a été créé en 1990 et a joué un rôle majeur dans l'émergence de la notion de développement durable et la prise en compte des questions climatiques par les villes.
- 75) Sur ce rôle historique des villes dans la prise en compte locale des questions climatiques, voir le dossier d'habilitation à diriger des recherches présenté par Cyria Emélianoff en décembre 2011 à l'Université du Maine : « Les pouvoirs locaux dans la mondialisation écologique » ; ainsi que la synthèse, réalisée avec Elsa Mor, pour le programme « Scénarios et politiques de villes post-carbone », Mars 2012.
- 76) Initiée en 2008 par la Commission européenne, la « Convention des Maires pour une énergie locale durable », réunit les villes qui acceptent de réduire leurs émissions de CO₂ de plus de 20% à l'horizon 2020.
- 77) Né en grande Bretagne en 2006, à l'initiative de Rob Hopkins, le mouvement des villes en transition rassemble des centaines d'initiatives citoyennes visant à passer « de la dépendance au pétrole à la résilience locale ».
- 78) Source : Julien Langé, Act Consultants, « Le rôle des réseaux de villes dans la gouvernance climatique », 2011, recherche réalisée pour la mission prospective et l'ADEME dans le cadre du programme « Villes post-carbone ».
- 79) Sources : recherches réalisées, dans le cadre du programme, par Julien Langé (note précédente), Elsa Mor et Cyria - Emelianoff (note 2), ainsi que par Olivier Coutard et Jonathan Rutherford (LATTS, ENPC, CNRS) : Politiques - Urbaines de transition énergétiques et changements politico institutionnels, Paris, Londres, Stockholm, sep 2012.
- 80) Tout ce paragraphe s'inspire de la synthèse réalisée par C. Emélianoff et E. Mor pour le programme et de leur article publié en janvier 2013 dans la Revue Futuribles (numéro 392) : « Société post-carbone : les villes pionnières ».
- 81) Source : synthèse de C. Emélianoff et E. Mor et article de Futuribles cité dans la note précédente.

- 82) Il est intéressant de remarquer que la décision prise en Suède d'instaurer une taxe carbone dès 1990 a été prise dans le cadre d'une réforme fiscale globale visant à réduire, notamment, le poids de l'impôt sur les revenus.
- 83) Source : Dossier HDR de Cyria Emelianoff, note partie 3, 38.
- 84) Le concept de « glocalisation » articule des interactions à la fois locale et globale.
- 85) Situé à Santa Rosa, en Californie, le Post carbon Institute, Think tank réunissant une trentaine d'experts, a été créé en 2003 dans un contexte d'émergence du troisième choc pétrolier. Le directeur de ses publications, Daniel Lerch, a publié dès 2007 un ouvrage majeur sur la ville post-carbone sous le titre « Post carbon cities ».
- 86) Sur ce concept de gouvernance multiscalaire du climat, voir, en particulier : Jan Corfee - Morlot et alli : « Cities, Climate change and multilevel governance », OCDE environment working papers N°14 (2009) ; Bache I., Flinders M, (dir), « Multi level governance » Oxford University Press, 2007 ; BulkelyH., Newell P. : « Governing climate change », Rutledge, 2006 ; ainsi que le dossier HDR de Cyria Emelianoff.
- 87) Voir la recherche, déjà citée d' Olivier Coutard et Jonathan Rutherford, ainsi que l'article publié en septembre 2011 par H. Bulkely, V. Castan Broto, M. Hodson et S. Marvin dans la revue The European financial review : « Cities and the low carbon transition » (synthèse d'un ouvrage publié en 2010 aux éditions Routledge).
- 88) Source : Hariett Bulkely et Vanessa Castan Broto : « Governing by experiment ? Global cities and the governing of climate change », Royal geographical society and Institute of British geographers, 2012.
- 89) Voir Rob Hopkins et le mouvement des villes en transition.
- 90) Loi d'orientation et de programmation des politiques de l'énergie.
- 91) Développés à partir des années 50, les réseaux de chaleur alimentent aujourd'hui en énergie un peu plus de 2 millions d'équivalents logements en France (deux tiers de résidentiel et un tiers de tertiaire). Un tiers de la chaleur fournie l'est en utilisant des énergies renouvelables (en fait, essentiellement des déchets). L'objectif est de multiplier par 3 d'ici 2020 la part de ces réseaux, qui représente actuellement de l'ordre de 5% de la chaleur consommée - alors qu'elle est de près ou plus de 50% dans tous les pays scandinaves, la Pologne, la Tchéquie (Source : CETE de l'Ouest).
- 92) L'appel à proposition sur les écoquartiers a été lancé par le Ministère de l'Écologie et du Développement durable. Voir : le palmarès des écoquartiers sur le site du ministère (Palmares-national-Ecoquartier-2011).
- 93) Sous l'impulsion de l'ADEME qui a élaboré une méthode standardisée d'évaluation des émissions locales.
- 94) Source : Cyria Emelianoff, voir notes précédentes partie 4.
- 95) Comme l'a montré le débat récent sur la transition énergétique, l'opinion publique reste sensibilisée aux questions énergétiques et climatiques, malgré la crise économique et le chômage.
- 96) Source : Hariett Bulkely et Vanessa Castan Broto : « Governing by experiment ? Global cities and the governing of climate change », Royal geographical society and Institute of British geographers, 2012.»
- 97) Les villes de Stockholm, Vaxjo, Hanovre, Bristol, Paris, Séoul, Londres ont ainsi fait l'objet de monographies dans le cadre ou en relation avec le programme ; mais aussi, plus succinctement, Lyon, Grenoble, Dunkerque, Nantes...
- 98) Voir la carte de l'Observatoire des Plans Climat énergie Territoriaux, publiée par l'ADEME, ainsi que l'article publié en octobre 2012 par Sophie d'Anahlt dans la revue « L'Usine à GES », N°90 : « la planification locale du climat marque le pas » - qui constatait que seulement 130 PCET allaient être effectivement publiés fin 2012 (et non 300).
- 99) Voir note 79.
- 100) Sources : Séminaires du programme « villes post-carbone » ; et intervention débat de Jacques Theys au CNFPT de Dunkerque, en 2010.
- 101) Source : CIRED, LEPII, ENERDARTA - pour l'IDDRI et Entreprises pour l'Environnement - : Scénarios de transition vers un monde économe en carbone en 2050 : quels enjeux pour l'industrie ? Synthèse, Nov 2008.
- 102) Sur cette « gouvernance multi-échelle » voir notamment : Corfee Morlot et al (2009) : « Cities, climate change and multilevel governance », OCDE , Environment working papers N° 14 ; ainsi que l'article de S. Mathy publié dans Environmental Sciences en 2007 : « Urban and rural policies and the climate change issue - the french experience of governance ».
- 103) Voir en particulier les travaux de Cyria Emelianoff et du LATTs, déjà cités, ainsi que les articles suivants : C. Chaud et al. « Politique énergétique et facteur 4 : instruments et outils de régulation à disposition des collectivités », Revue Développement Durable et Territoires, mars 2011 ; Réseau Action Climat : « Quelle gouvernance des territoires pour la transition énergétique ? », janvier 2013 ; Institut européen de Florence : « Smart cities initiatives, how to foster a quick transition towards local sustainable energy systems ? », janvier 2013 ; C. Canevet et al. : « Entre autonomie territoriale et solidarité : quelle gouvernance énergétique dans les territoires urbains ? » INET, sept 2012.
- 104) Source : Conseil Économique et Social de la Région Bretagne ; Pouvoirs et démocratie à l'épreuve du changement climatique à l'horizon 2030, revue Horizons 2030, avril 2009.

- 105) *Source : Jean Haetjens ; La ville frugale, un modèle pour préparer l'après pétrole, éditions FYP, 2011.*
- 106) *Voir la synthèse de ces modèles publiée par S.Mathy, M.Fink et R .Bibos dans la Revue Développement Durable et Territoires : « Quel rôle pour les scénarios facteur 4 dans la décision publique ? », 2011.*
- 107) *Au sein du grand débat sur l'énergie, le groupe d'experts, présidé par A. Granjean a été chargé d'étudier et proposer plusieurs scénarios à moyen et long terme.*
- 108) *Source : Scénarios Energie à l'horizon 2030 et 2050, la vision de l'ADEME, avril 2013.*
- 109) *Source : intervention du Président de la République à la Conférence environnementale des 14 et 15 septembre 2012 (Conseil économique, social et environnemental).*
- 110) *Fondée en 2001, l'association Négawatt promeut le concept de « négawatt » combinant sobriété, efficacité et énergies renouvelables. Elle élabore des scénarios énergétiques pour la France construits sur ce triptyque à l'horizon 2050, le plus récent date de 2011.*



Vers des villes post-carbone : décider face à l'incertitude

La variété des dynamiques évoquées dans la partie précédente et la floraison des initiatives qu'elles recouvrent montrent qu'il y a, au moins en Europe, une sensibilité aux enjeux qui sont ceux de la ville bas ou « post-carbone » et une volonté politique de s'en approcher. D'ores et déjà l'inventaire des solutions proposées aux niveaux européen, national ou local est impressionnant, et le débat sur les visions à plus long terme a, comme on vient de le voir, été largement engagé. Même si les controverses ne sont pas closes, le stade de la sensibilisation est donc désormais, en large partie, dépassé.

Néanmoins une rapide évaluation des actions en cours (plans climat, écoquartiers, nouveaux services à la mobilité, rénovation énergétique des logements...) - comme certaines villes l'ont elles-mêmes réalisées ou comme de multiples recherches s'y sont attachées¹ - montre que l'on demeure très loin des efforts nécessaires à l'horizon 2050². Si les objectifs fixés pour 2020 ou 2025, à la fois par la Commission européenne (les 3 fois 20) ou par le Grenelle de l'Environnement (et ce qui s'y substituera) ont de bonnes chances de pouvoir être atteints, grâce ou malgré la crise, les ruptures qui seront nécessaires pour faire face aux enjeux de la ville « post-carbone » ne sont pas, sauf exception, encore engagées. C'est au-delà de ce seuil de 20% que la question du « com-

ment faire » devient cruciale ; et que se posent des problèmes majeurs d'articulation avec le contexte économique, et d'adaptation des cadres de l'action publique ou privée. Entre les « pragmatiques », qui voient l'évolution vers cette ville post-carbone (ou vers la « transition énergétique ») comme un processus à engager rapidement, sans en évaluer l'efficacité réelle à long terme ; et les « visionnaires » qui se fixent sur l'objectif final (le facteur 4, la sortie des énergies fossile...), sans s'interroger sur les marges de manœuvre pour y parvenir³ ; il manque un instrument de dialogue qui s'attache à imaginer des chemins de transition réalistes à un horizon de 30-40 ans - ce que les prospectivistes appellent des « scénarios de backcasting » (identifiant et comparant des voies de transition vers un objectif). C'est dans cette perspective que s'inscrit l'exercice d'élaboration de scénarios mené entre 2009 et 2012 par l'atelier de prospective mis en place dans le cadre du programme « villes post-carbone » - dont la composition est donnée dans l'encart 2.1.

Avant de décrire de manière détaillée, dans la partie suivante, le résultat de ce travail d'élaboration de scénarios, cette seconde partie va d'abord s'attacher à en présenter à la fois la démarche, les enjeux, les dimensions et l'esprit général. Elle sera conclue par un rapide « balayage » des six grandes options retenues.

LA COMPOSITION DE L'ATELIER DE PROSPECTIVE

« VILLE POST-CARBONE »

Les scénarios du programme « villes post-carbone » sont le fruit d'un travail collectif co-animé par l'Association Futuribles, puis par le bureau d'études MANA, en collaboration avec la Mission Prospective et l'ADEME. À l'atelier de prospective composé d'une vingtaine de personnes, de disciplines et d'institutions très diverses, s'est ajouté, dans une seconde phase un « groupe d'appui » rassemblant, notamment, les équipes de recherche et quelques représentants des villes impliquées dans le programme.

ANIMATION DE L'ATELIER

Véronique LAMBLIN (FUTURIBLES)*
 Stéphane CHEVRIER (MANA)**
 Stéphane JUGUET (MANA)**
 Jacques THEYS (Mission Prospective, MEDDE)
 Serge WACHTER (Mission prospective, MEDDE)*
 Eric VIDALENC (ADEME, SEP)
 Nathalie ETAHIRI (Mission Prospective, MEDDE)**

[* : Première phase - ** : deuxième phase]

MEMBRES DE L'ATELIER DE PROSPECTIVE

Dominique AUVERLOT, Centre d'Analyse Stratégique
 Mathieu BAISEZ, GDF Suez
 Carine BARBIER, IDDRI, CLIP, Science Po
 Jacques CHEVALIER, Université du Mans
 Olivier COUTARD, LATTIS, ENPC, CNRS
 Michèle DOBRE, Université de Caen
 Cyria EMELIANOFF, Université du Mans
 Jacques GHISGANT, EDF
 Pascal GIRAULT, EIFER, Karlsruhe
 Fabio GRAZI, CIRED, CNRS
 Yves GEFFRIN, DDD, MEDDE
 Lydie LAIGLE, CSTB
 Richard LAVERGNE, CGDD, MEDDE
 Benoît LEFEVRE, IDDRI, Science Po
 Jean Pierre LEVY,
 École d'architecture de Paris Val de Seine, LAVUE
 Anthony MAZZENGA, GRDF
 Meike FINK, Réseau Action Climat
 François MENARD, PUCA, DGALN, MEDDE
 Elsa MOR, Université du Mans
 Michel MOUSEL, Association 4D
 (ancien Président de la MIES)
 Taoufik SOUAMI, Université Paris VIII, IFU
 Jean Pierre TRAISNEL, Université Paris VIII, IFU
 Marc WIEL, consultant, Ancien directeur de l'Agence
 d'Urbanisme de Brest

MEMBRES DU GROUPE D'APPUI

Cédric ALLIO, CIRED
 Loïc AUBREE, CLERSE, Lille
 Louis BOULIANE, École Polytechnique
 Fédérale de Lausanne
 Jean Marie BEAUVAIS, Beauvais consultant
 Thomas BRASCHI, BeCitizen
 Gaël CALLONEC, ADEME
 Jean CARASSUS, Immobilier Durable
 (antérieurement CSTB)
 Gérard DARRIS, CERUR
 Rodolphe DEBORRE, Becitizen
 Hervé DELAS, GDF Suez
 Julien DOSSIER, Quatrolibri
 Acky DOUMENJOU, Gaz de France
 Laetitia ELBEZE, Direction Générale Energie Climat,
 MEDDE
 Michel Julien, PREDIT, DRI, MEDDE
 Michel LADET, Sociovision
 Laure LAMPIN, CIRED
 Julien LANGE, Act Consultants
 Hélène LE TENO, Carbone 4
 Gérard MAGNIN, Energies Cités
 Bénédicte METAIS, Agence d'urbanisme de Tours
 Simon METIVIER, E&E consultant
 Murielle PEZET-KHUN, Agence d'Urbanisme
 de Grenoble
 Françoise PICHAVANT, Agence d'Urbanisme
 de Grenoble
 Gabriel PLASSAT, ADEME
 Séverine POUTREL, ICE consultants - BURGEAP
 Bernard ROGEAUX, EDF
 Jonathan RUTHERFORD, LATTIS, ENPC
 Didier TAVERNE, Agence d'Urbanisme de Mulhouse
 Dominique THEIL, Chercheur - consultant sur l'habitat
 Maya VITORGE, Agence d'Urbanisme de Grenoble
 Henry WAISMAN, CIRED, CNRS



01 Décider face à l'incertitude : l'esprit et la méthode des scénarios

Quelle est la nature des scénarios proposés dans la démarche « ville post-carbone » et comment ont-ils été construits ? Même si beaucoup d'éléments de réponse à ces deux questions ont déjà été donnés en introduction, il est utile de les rappeler - en insistant, en particulier, sur le fait qu'il ne s'agit pas de visions de la ville future en 2050 mais d'une contribution à la définition de stratégies territoriales à moyen - long terme en situation d'incertitude.

1) L'esprit des scénarios : dessiner des stratégies alternatives face à l'incertitude

L'objet des scénarios « villes post-carbone » n'est pas d'imaginer ce que sera la ville en 2050 (autosuffisante, technologique, frugale, résiliente...)⁴, ni d'explorer les conséquences de différentes hypothèses de contexte sur les problèmes auxquels elles seront confrontées (situation économique ou géopolitique, ruptures technologiques, prix des énergies, décisions politiques, gouvernance internationale, évolution des valeurs...). Il est de concevoir, comparer et, en partie, évaluer plusieurs stratégies possibles pour atteindre les quatre objectifs fixés en 2050 : facteur 4, adaptation, et autonomie par rapport aux énergies fossiles - sous condition de durabilité. Le présupposé de départ est que la nécessité de s'approcher de ces différents objectifs est partagée par les différents acteurs concernés. Seules diffèrent les trajectoires pour les atteindre - ce qui est le principe des approches de « **backcasting** » dans lesquelles se range l'exercice⁵.

À un horizon aussi éloigné, l'incertitude et les représentations du contexte futur occupent, naturellement des places majeures dans les stratégies à imaginer.

L'hypothèse de base adoptée pour la construction des scénarios est que les sentiers de transition vont dépendre essentiellement de la perception que les différents acteurs impliqués (en particulier les collectivités locales) ont à la fois des **incertitudes du contexte** et des **opportunités ou des marges de manœuvre** qui leur sont ouvertes. L'esprit de la démarche est donc d'essayer d'intégrer le mieux possible des éléments de conjecture sur le contexte avec des hypothèses sur les intérêts ou les marges de manœuvre des acteurs ; et ceci pour dessiner des trajectoires vers des objectifs à 2050 supposés être partagés. Il est important de remarquer, à ce stade, que le contexte (ou plutôt la perception de ses incertitudes) peut intervenir à plusieurs moments des scénarios de transition envisagés : sur les décisions de départ, sur leur mise en œuvre au cours du temps mais aussi sur l'atteinte des objectifs finaux (**graphique 2.1**). Entrent donc aussi en jeu dans l'évaluation des différentes trajectoires leur capacité de s'adapter à des événements ou des contextes qui n'avaient pas été prévus à l'origine. C'est l'élément clé d'une prospective stratégique.

Compte tenu de la spécificité de l'exercice (essentiellement national mais concernant les villes), trois précisions doivent être ajoutées - à la fois sur les objectifs, sur la notion « d'acteurs concernés », et sur l'horizon. Tout d'abord, l'hypothèse de base qui structure tous les scénarios est qu'il y a une certaine volonté d'aller vers les objectifs définis dans la partie précédente : **il n'y a pas, parmi les trajectoires proposées de vision dans laquelle, pour différentes raisons (liées par exemple au contexte de crise), rien ou pratiquement rien ne serait fait par rapport aux enjeux réels** (« un scénario zéro»). La seule chose qui ne varie pas dans les différents scénarios est la reconnaissance - au moins a priori - de la validité des objectifs.

En second lieu, il s'agit de définir des stratégies relatives à des grands territoires urbains (sans spécifier lesquels) - ce qui peut impliquer une multiplicité d'acteurs à différentes échelles mais place en première ligne à la fois les acteurs territoriaux (dont les habitants et les entreprises) et surtout les collectivités locales. Implicitement les scénarios s'adressent donc, en priorité, à ces acteurs.

Il faut enfin préciser que si l'horizon est bien 2050, avec l'objectif d'adapter les villes à la société « post-carbone » qui devrait émerger après cette date, **le profil dans le temps des trajectoires poursuivies est lui aussi important**, car les émissions de gaz à effet de serre et les prélèvements de ressources non renouvelables ont des effets cumulatifs qu'il est nécessaire, également, de prendre en compte. Dans ces domaines, ce qui peut être fait à court ou moyen terme importe au moins autant que ce qui est projeté à long terme. D'où la place donnée dans les scénarios aux cheminements...

En conclusion, il faut insister sur le **caractère pragmatique, heuristique et ouvert de la démarche**. Il ne s'agit pas de proposer une « feuille de route » normative sur ce que devrait être la transition vers des villes post-carbone, ni de suggérer des histoires réalistes du futur (ce qui par définition, est impossible) mais plutôt - à partir de cheminements diversifiés - de mettre en évidence des blocages possibles, des conditions à réaliser, de nouvelles opportunités et finalement des moyens d'intervention utiles pour conduire une action allant au-delà de ce qui d'ores et déjà engagé.

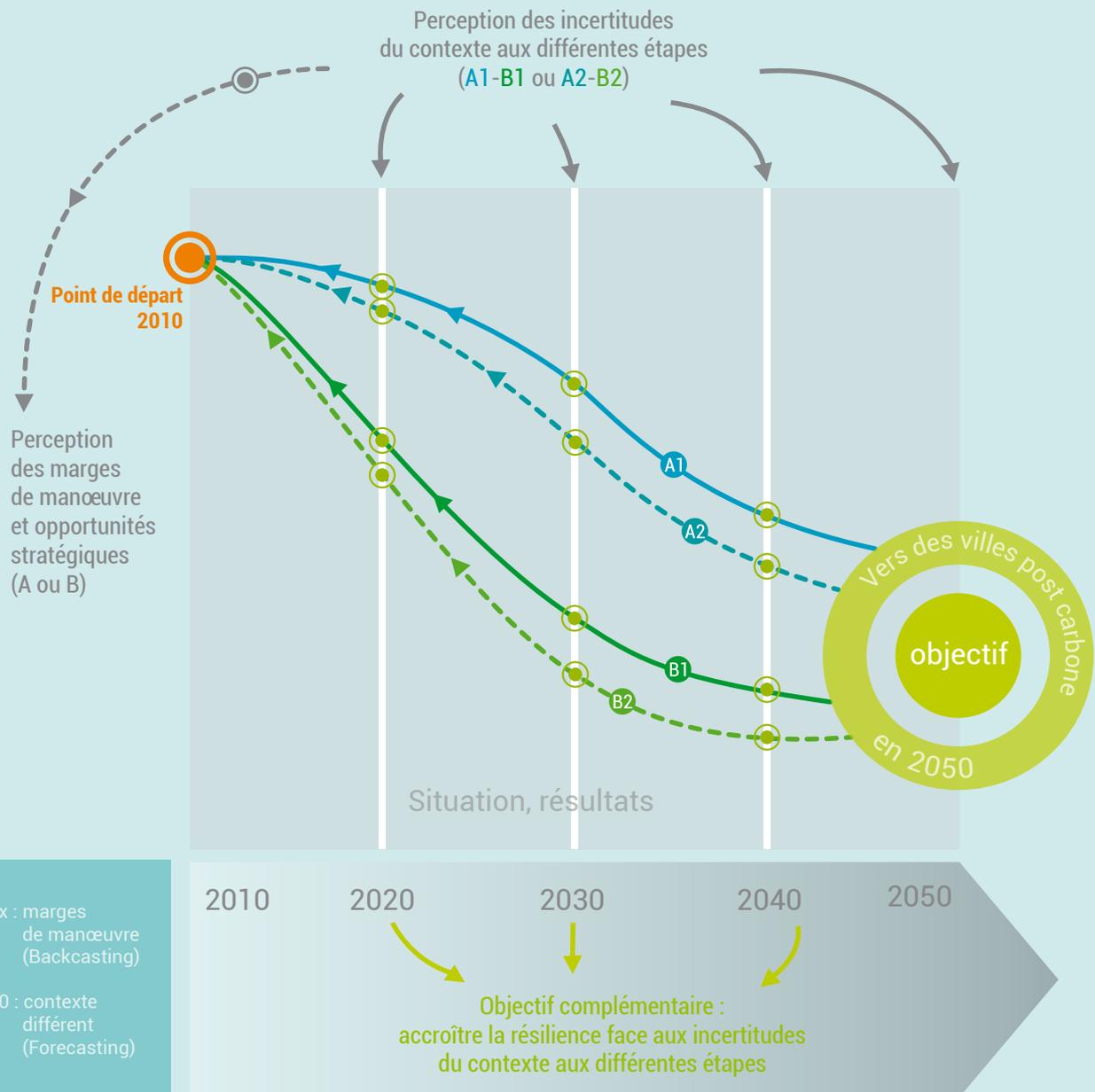
2) Une démarche en trois grandes étapes

L'objectif étant de définir et de comparer des stratégies alternatives en situation d'incertitude, la démarche s'est structurée en trois grandes étapes : une première, partant du présent et allant vers le futur, d'exploration des contextes possibles (prospective exploratoire) ; une seconde, faisant le chemin inverse, de construction de trajectoires alternatives vers « la ville post-carbone » (prospective stratégique) ; et enfin une troisième, d'évaluation comparative des différents scénarios proposés, restée essentiellement qualitative. Ce sont les trois étapes que l'on retrouve classiquement dans la plupart des démarches de « backcasting ». La seule différence importante par rapport à celles-ci a été l'apport important des recherches au travail proprement prospectif - recherches portant soit sur les leviers et facteurs de blocage soit sur des villes spécifiques (« recherches action »). C'est ce qui explique la longueur du processus (plus de trois ans).

Graphique 2.1

UNE DÉMARCHE STRATÉGIQUE DE DÉCISION EN SITUATION D'INCERTITUDE CROISSANT « BACKCASTING » ET « FORECASTING »

SOURCE : J. THEYS ET E. VIDALENC



La démarche entreprise pour la construction des scénarios est reprise sur le graphique présent. Elle vise à associer une démarche de forecasting (ou de projection) sur les dimensions de contexte et une approche de backcasting (trajectoires construites à partir du futur et de la cible choisie) pour établir des cheminements et scénarios de transition

La **première étape de prospective exploratoire** a essentiellement consisté à construire le « système », en définir les variables majeures (une centaine), à faire des hypothèses sur leurs évolutions possibles (par rapport aux tendances passées), puis à les intégrer sous la forme de « micro-scénario » propres à chacune des grandes dimensions (quinze) de la thématique « ville post-carbone ». Ces micro-scénario constituent une représentation qualitative des incertitudes majeures du contexte.

La **seconde étape** a été celle de la **construction des scénarios de backcasting**, six chemins contrastés visant les mêmes objectifs mais prenant en compte des perceptions différenciées du contexte et des marges de manœuvre mobilisables. Elle débouche sur la mise en évidence de facteurs de blocage, d'opportunités ou de leviers liés à chaque stratégie.

Enfin, dans une **dernière étape**, ces différents scénarios ont fait l'objet d'une **évaluation** restée essentiellement qualitative (même si elle a pu bénéficier d'un premier éclairage quantitatif grâce aux travaux du CIRED⁶). C'est dans cette étape qu'ont pu être intégrés les résultats de la vingtaine de recherches menées au sein du programme (voir en annexe) ainsi que les **recherches actions** menées avec six territoires ou collectivités locales. Ces évaluations, portant à la fois sur les impacts de chaque scénario (en ordre de grandeur), les blocages possibles et les leviers les plus efficaces, constituent la base à partir de laquelle le programme se conclut par quelques **recommandations d'action** (voir en partie 4).

Ces trois étapes sont synthétisées dans le **tableau 2.1** :

Tableau 2.1

LES TROIS ÉTAPES DE LA DÉMARCHE

Première étape : la prospective exploratoire (l'exploration des incertitudes) :

- le débat sur les objectifs de la « ville post-carbone »
- la définition du « système » et de ses dimensions
- les variables et leurs évolutions (tendances et ruptures)
- la construction de « micro-scénario » intégrant plusieurs variables
- les incertitudes synthétisées sous la forme d'une soixantaine de « micro-scénario »

Deuxième étape : la construction des scénarios (six stratégies alternatives) :

- le choix d'une hypothèse centrale structurant chaque scénario
- la description du contexte
- le cheminement des scénarios et leur description
- l'analyse des principaux obstacles, des opportunités, des leviers d'action

Troisième étape : l'évaluation comparative et les orientations pour l'action :

- l'évaluation qualitative des impacts (par rapport aux quatre objectifs initiaux)
- les éléments d'évaluation quantitative (travaux du CIRED)
- les apports du programme de recherche et des séminaires (blocages et leviers)
- l'expérience tirée des « recherches actions » avec les villes
- les conclusions en termes de comparaison des scénarios
- les recommandations pour l'action (esquisse d'un « septième scénario »)



02 Le système et ses variables : une cartographie des tendances, ruptures et marges de manœuvre « possibles »

Beaucoup de temps et d'efforts ont été consacrés dans la première partie de l'atelier de prospective pour définir et hiérarchiser les **variables** susceptibles d'influencer la transition vers des villes post-carbone, puis pour établir des hypothèses sur leur évolution à l'horizon 2050. De tout ce travail préparatoire essentiel - couvrant une centaine de variables - il est impossible de rendre pleinement compte dans ce rapport de synthèse⁷. On se limitera ici à présenter les grandes **composantes** de l'analyse prises en compte, quelques hypothèses de tendances ou de ruptures choisies à titre d'illustration ; et surtout les « **micro-scénario** » (croisant plusieurs variables) qui donnent, composante par composante, une cartographie relativement synthétique des futurs possibles, et donc des incertitudes et des marges de manœuvre, envisagées à l'horizon 2050.

Toutes les villes sont en elles-mêmes des systèmes très complexes intégrant toutes les dimensions des activités humaines et des relations à l'environnement : des mondes en réduction. Quand s'y ajoutent l'intégration des échelles qu'impliquent les questions climatiques et énergétiques, c'est à un nombre considérable de variables auquel conduit la définition du « système » « ville post-carbone » ; avec la nécessité de prendre en compte :

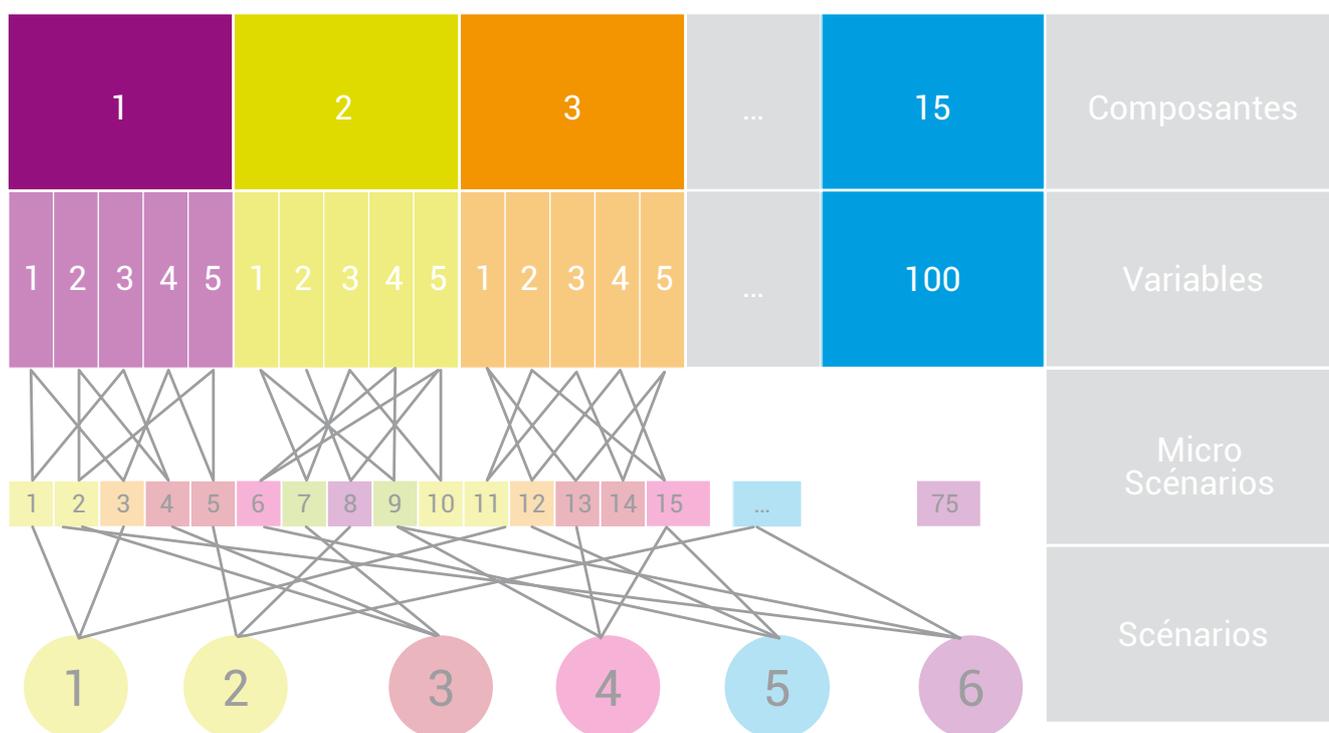
- les trois dimensions énergie : facteur 4, adaptation ;
- presque tous les secteurs d'activité (Habitat, transport, énergie, activités productives...)
- la complexité des structures, des interactions et des dynamiques urbaines ou interterritoriales ;
- les modes de vie, pratiques quotidiennes et systèmes de valeur des habitants ;

- les institutions, politiques et modes de gouvernance à toutes les échelles ;
- le contexte économique et international ;
- les technologies et infrastructures passées, présentes et futures ;
- la démographie, la taille, la mobilité et la structure des ménages...

L'atelier de prospective a choisi de ne pas privilégier l'une ou l'autre de ces dimensions comme facteur explicatif essentiel, ce qui l'a conduit, après un premier tri, à retenir dans la construction des scénarios environ **une centaine de variables différentes**. Celles-ci ont été, ensuite, structurées autour de **15 composantes**, qui constituent les grandes dimensions du système pris en compte. C'est ce que synthétise le **graphique 2.2**.

Graphique 2.2

LE SYSTÈME VILLES POST-CARBONE



Comme on le constate dans le **graphique 2.3**, et dans le **tableau 2.2**, ces grandes composantes, qui servent à décrire les scénarios, se divisent en trois grandes catégories :

- ① d'abord **deux composantes de contexte**, portant sur les régulations internationales énergie/climat ; et sur l'environnement économique national et international ;
- ② puis **cinq composantes transversales** - intermédiaires entre le niveau national et local - relatives aux politiques publiques nationales, à la décentralisation ou aux formes de gouvernance territoriale, aux systèmes urbains, aux modes de vie et valeurs et, enfin, aux enjeux et stratégies d'adaptation au changement climatique ;

- ③ et, enfin, huit **composantes sectorielles ou thématiques**, plutôt recentrées sur les villes (mais, de fait, plus larges) ; et concernant respectivement : les systèmes productifs, les systèmes énergétiques, les politiques urbaines et foncières, les technologies de transport et de télécommunication, les politiques et formes de mobilité, l'habitat et le tertiaire, les politiques du logement, et enfin, les politiques sociales et de lutte contre la précarité énergétique.

Tableau 2.2

L'OSSATURE DES SCÉNARIOS : LES 15 GRANDES COMPOSANTES

COMPOSANTE DE CONTEXTE	COMPOSANTE TRANSVERSALE	COMPOSANTE THÉMATIQUE
C1 Régulation internationale (énergie-climat)	C3 Politiques publiques nationales	C8 Systèmes productifs
C2 Contexte économique nationale et internationale	C4 Décentralisation et gouvernance locale	C9 Systèmes énergétiques
	C5 Systèmes urbains (hiérarchie et structuration des villes)	C10 Politiques urbaines et foncières
	C6 Modes de vie et valeurs	C11 Technologies de transport
	C7 Adaptation au changement climatique	C12 Politiques de mobilité
		C13 Habitat et tertiaire (maîtrise d'œuvre)
		C14 Politiques du logement
		C15 Politiques sociales et précarité énergétique

Graphique 2.3

LE « SYSTÈME VILLE POST-CARBONE » : VARIABLES ET COMPOSANTES L'OSSATURE DES SCÉNARIOS : LES 15 GRANDES COMPOSANTES

COMPOSANTES DE CONTEXTE

Régulation internationale du climat et de l'énergie

- démographie mondiale et distribution de la population
- évolution du climat et de sa perception
- géopolitique mondiale
- disponibilité, offre, demande et prix des énergies fossiles
- régulation internationale du climat
- politique européenne climat-énergie

Contexte économique national et international

- dynamique et répartition de la croissance mondiale
- évolution des prix, monnaies et taux d'intérêt
- politique économique et dynamique européenne
- croissance économique française et spécialisation des activités
- compétitivité (en particulier énergétique) et balance des paiements
- évolution de l'emploi (taux d'emploi, chômage.)
- finances publiques (endettement..) épargne et fiscalité
- revenus disponibles par habitant

COMPOSANTES TRANSVERSALES

Politiques publiques nationales

- grands choix budgétaires
- politiques de redistribution sociale
- soutiens à l'innovation
- politiques climatique et énergétique
- politique de développement durable
- normes énergétiques et climatiques
- fiscalité carbone, écologique et énergétique

Décentralisation et gouvernance locale

- dynamiques de décentralisation
- responsabilités climatiques et énergétiques locales
- gouvernance et pouvoirs territoriaux et interterritoriaux
- organisation des services et leadership (climat énergie)
- finances locales, budgets et fiscalité
- fonctionnement de la démocratie locale
- partenariat public privé, régies, concessions

Systèmes urbains et interterritoriaux

- distribution de la population (par région, taille de ville...)
- périurbanisation, centres, banlieues, périphéries
- armature urbaine et grands réseaux (transports, communication.)
- mobilité résidentielle
- relations ville-campagne, ville nature
- attractivité des villes et accueil de flux extérieurs (tourisme, capitaux)
- gestion des peuplements et aménagement du territoire.
- participation à des réseaux et solidarités

Modes de vie et valeurs

- démographie, vieillissement et taille des ménages
- évolution des valeurs et modèles culturels
- implications citoyennes, mouvements sociaux
- lien social et formes de sociabilité
- organisation du temps
- revenus et distribution des ressources ou capacités
- structures et modes de consommation
- pratiques de la ville et de l'habitat
- pratiques de mobilité
- activités hors de la ville (loisirs, voyages, communications)
- relations à la nature et ville-campagne

Adaptation au changement climatique

- vitesse du changement climatique et impacts locaux
- information et sensibilisation des acteurs
- politiques d'adaptation et de gestion des risques
- adaptation et climatisation des bâtiments
- systèmes d'assurance
- résilience des communautés et activités locales
- stratégies de valorisation de la biomasse
- réseaux et politiques de l'eau

COMPOSANTES THÉMATIQUES

Système productif
(dont dimension énergie-climat)

- structure des activités économiques
- organisation et localisation des industries manufacturières
- organisation et localisation des services aux personnes
- organisation et localisation des services aux entreprises
- organisation de la production et distribution alimentaire
- organisation et localisation des activités liées aux déplacements

Système énergétique

- régulation du système énergétique (prix, concurrence...)
- organisation des réseaux et du stockage
- filières fossiles et stockage du CO₂
- filière nucléaire (dont déchets)
- filières renouvelables
- conversion en services rendus pour l'habitat
- conversion en services rendus pour la mobilité
- conversion en services rendus pour l'alimentaire

Politiques urbaines et foncières

- politiques d'urbanisme et d'aménagement
- politiques foncières
- structuration et intégration des réseaux
- outils fiscaux liés à l'espace et aux localisations
- localisation des entreprises et zones d'activité (mixité fonctionnelle)
- l'énergie et le climat dans la planification et l'aménagement

Technologies transport-communication

- dématérialisation des déplacements, futur des TICS
- combustibles futurs (fossiles, électrique, biocarburants, hydrogène...)
- technologies, usages et coûts des véhicules
- technologies pour les transports locaux de personnes
- technologies pour les déplacements longues distances
- technologies pour le transport de marchandises

Politiques de mobilité

- politiques et offre de transports publics
- régulation des transports privés (prix, vitesses, péages, stationnement.)
- régulation et organisation du fret et de la logistique
- offre d'infrastructures et partage de la voirie
- articulation transport - aménagement
- actions sur la demande de mobilité, schémas d'activité

Habitat et tertiaire

- nombre et structure des ménages (et tertiaire associé)
- polarisation et dynamiques de ségrégation
- statut, types et localisation de la demande (maison individuelle)
- qualité des constructions, confort, espace, salubrité
- accès aux services, à l'emploi et à la nature
- parc existant, construction neuve, réhabilitation à faire
- choix et normes énergétiques et climatiques (habitat)
- technologie des matériaux et architecture

Politiques du logement (dont la localisation)

- part du logement dans les revenus, solvabilité, financement
- fiscalité et aides au logement privé (location-propriété)
- maîtrise des dynamiques spéculatives et des prix
- politique de logements sociaux et de mixité sociale
- aide à la réhabilitation - destruction
- incitations à la rénovation énergétique ou climatique

Politiques sociales et précarité énergétique

- évolution de l'État providence et des transferts sociaux
- évolution des outils fiscaux de redistribution (sociale et spatiale)
- tarification sociale des transports et de l'énergie
- réduction de la précarité (ou pauvreté) énergétique
- intégration du social dans les politiques climatiques (vulnérabilités)
- évolution des réseaux locaux de solidarité

Il n'y pas eu dans l'atelier de travail méthodologique pour essayer de formaliser les innombrables relations qui existent entre toutes ces variables ou composantes, puis tenter, ensuite, de hiérarchiser celles qui sont motrices ou, au contraire dépendantes des autres⁸. Compte tenu de la complexité du système, il a été jugé préférable de s'en tenir à un travail d'intégration au niveau de chaque grande composante - pour lesquelles ont été construits des « **micro-scénario** ». Ce sont eux qui synthétisent donc l'ensemble du travail fait sur la centaine de variables de ce système « ville post-carbone » et feront seuls l'objet d'une présentation détaillée.

1) Quelques tendances et ruptures

Comme cela a été dit en introduction de ce chapitre sur le système « ville post-carbone », il est impossible dans ce rapport de rendre compte des travaux qui ont été faits - dans le cadre de l'atelier de prospective - sur chacune des variables précédentes (une centaine). Sauf exception⁹, chacune de celles-ci a fait l'objet à la fois d'une analyse des tendances passées et futures et de deux à quatre hypothèses contrastées d'évolutions à l'horizon 2050. Un document de travail rassemble ces réflexions¹⁰, qui ont également bénéficié d'exercices de prospective antérieurs menés soit dans le cadre « d'Agora 2020 »¹¹ soit de « Transport 2050 »¹².

À titre d'illustration certaines de ces tendances et hypothèses contrastées sont rassemblées dans le tableau 2.3.

Du côté des tendances, une lecture très transversale et schématique de ce tableau peut se faire à travers les deux grandes observations suivantes :

Dans beaucoup de domaines - la croissance économique, l'évolution des revenus, le taux d'urbanisation, la mobilité, la construction de logements... - **la tendance va plutôt dans le sens d'un ralentissement des dynamiques passées**. Le meilleur exemple en est dans le domaine des transports de personnes ou de marchandises où les croissances attendues (en tonnes ou voyageurs par kilomètre) sur une période de trente-cinq ans sont globalement de l'ordre de

30 à 50% (et moins encore au niveau local) - alors qu'elles avaient été de l'ordre de 150-200% dans les 35 ans avant 2005. Même dans les champs des technologies de l'information et de la communication, nous sommes entrés dans une phase de maturité qui nous éloigne des taux de croissance de la période d'émergence, avec des questions liées à l'obsolescence programmée. Une des conséquences de ce ralentissement est l'importance croissante de la gestion des « stocks » par rapport aux « flux » : gestion des parcs et des patrimoines, problèmes d'entretien et de maintenance, reconstruction des villes sur elles-mêmes, exploitation intelligente des infrastructures, démantèlement des centrales nucléaires... En termes d'énergie et de climat, cela a, naturellement, des conséquences sur les évolutions d'émissions de gaz à effet de serre et la demande d'énergie, comme on a pu le voir depuis le milieu des années 2000. Mais il faut en nuancer les conséquences. D'une part, des taux de croissance même modérés continuent à nous situer sur une trajectoire d'augmentation des gaz à effet de serre, ou à minima de plafonnement avec des gains d'efficacité énergétique, à l'horizon 2050, loin du « facteur 4 » attendu. De l'autre, il ne faut pas oublier qu'il s'agit de moyennes qui recouvrent de très grandes inégalités de situation, notamment entre territoires. Par exemples la concentration de la population dans les grandes métropoles et à la périphérie de celles-ci devrait, à cette échelle, plutôt accélérer les dynamiques que les atténuer. Plus qu'un ralentissement général, c'est plutôt l'image **d'espaces à plusieurs vitesses** qu'il faut donc retenir.

La seconde observation, symétrique de la précédente, est que les tendances des décennies prochaines nous situent d'emblée dans une perspective de rupture profonde par rapport aux décennies passées, avec comme conséquence majeure, un rétrécissement considérable des marges de manœuvre disponibles pour l'action. Les ruptures majeures sont déjà là et constituent la tendance¹³. Ces ruptures sont connues : basculement de la puissance économique vers l'Asie et fragilité de l'Europe, endettement privé/public massif et crise de l'État centralisé, vieillissement de la population, passage à de nouvelles formes d'énergie (avec des tensions sur les prix liées à la transition), raréfaction de l'espace (y compris foncier) et des ressources disponibles, rupture climatique probable...

Tableau 2.3

QUELQUES TENDANCES ET RUPTURES TIRÉES DE L'ANALYSE PAR VARIABLE

QUELQUES TENDANCES :

- ⊙ Pas d'accord post Kyoto contraignant avant 2025 et trajectoire de réchauffement de 3 à 4 degrés d'ici 2100
- ⊙ Peak-oil vers 2040 avec tensions persistantes sur les prix (200 à 300 dollars par baril en 2050)
- ⊙ Scepticisme croissant par rapport à l'atténuation, et préoccupations recentrées sur les prix de l'énergie
- ⊙ Difficulté à opérationnaliser les objectifs d'adaptation sauf dans les territoires les plus vulnérables
- ⊙ Socle constant de préoccupations écologiques, mais recentrées sur la santé et les ressources
- ⊙ Désenchantement par rapport à la politique et repli sur « l'entre soi ». Ségrégation sociale accrue
- ⊙ Coexistence difficile de deux Europes (les 28 et la zone euro), cette dernière dominée par l'Allemagne
- ⊙ Réduction du périmètre de l'État providence et des emplois publics. Rôle accru des mutuelles et assurances
- ⊙ Financement des cotisations sociales restant essentiellement assuré par des prélèvements sur le travail
- ⊙ Pas de rupture radicale dans la décentralisation, notamment énergétique, mais rationalisation (fusion départements - régions) et pragmatisme (rôle accru des métropoles)
- ⊙ Faible croissance du PIB (1,5%) et du revenu par tête (1,1%). Chômage structurel de 7%
- ⊙ Poursuite de la désindustrialisation et des délocalisations malgré la robotisation, la hausse des coûts de transport maritimes et une certaine convergence des salaires avec les pays émergents
- ⊙ Accroissement des situations de précarité et de pauvreté (notamment énergétique)
- ⊙ Revenus « libres » plus réduits (hausse des dépenses contraintes -énergie, logement transports, taxes)
- ⊙ Développement du « low cost », du « gratuit », de l'économie solidaire et souterraine, de l'assistance privée
- ⊙ Généralisation des TIC, télé services, e-commerce, télétravail, télémedecine, téléenseignement
- ⊙ Centrage accru de l'économie sur les services et les secteurs « d'excellence » - aéronautique, santé, alimentaire, nucléaire, tourisme, commerce, luxe, infrastructures... incertitudes sur l'automobile
- ⊙ Hausse tendancielle des prix des énergies (de 50 à 100% pour l'électricité d'ici 2050)
- ⊙ Allongement de la durée de vie des centrales, exploitation des gaz de schiste et pénétration lente des renouvelables dans les villes, sauf pour 20% des ménages aisés en maison individuelle (eau chaude solaire, photovoltaïque, bois énergie ...)
- ⊙ Part du chauffage urbain multipliée par 4 ou 5
- ⊙ Contexte favorable à l'efficacité énergétique mais cycles liés à l'investissement
- ⊙ Ralentissement de la croissance de la mobilité locale (+30% d'ici 2050) avec un quart du parc équipé en véhicules électriques d'ici 2050, et une optimisation des circulations (inter modalité, vitesses réduites ...)
- ⊙ Croissance plus réduite du fret routier (+35%), et augmentation du tourisme limité aux pays émergents
- ⊙ 72 millions d'habitants en 2050 (métropole), avec une taille des ménages réduite à 2 personnes en moyenne
- ⊙ Poursuite de la métropolisation et de l'étalement urbain (50 à 66% des nouvelles constructions en périurbain). Tensions croissantes sur le foncier et conflits sur les espaces agricoles et naturels
- ⊙ 300 000 logements par an construits d'ici 2050, 30 à 50000 démolitions, 100 000 isolations lourdes ; BBC et bâtiments à énergie positive accessibles en secteur privé aux 20-25% les plus aisés
- ⊙ Ralentissement des investissements publics, notamment dans les transports et le logement social
- ⊙ Inadaptation structurelle des transports publics locaux aux changements d'échelle et d'orientation des flux
- ⊙ Outils immobiliers utilisés pour la valorisation foncière et non pour la maîtrise de l'énergie ou du carbone
- ⊙ Extension du modèle de « ville durable », mais essentiellement au profit des centres urbains
- ⊙ Plans Energie-Climat Territoriaux généralisés mais déconnectés des objectifs nationaux et des outils de l'urbanisme
- ⊙ Réseaux de villes plus étendus, mais dans une perspective de compétitivité urbaine ou de financements

QUELQUES HYPOTHESES ALTERNATIVES

- ⊙ Accord mondial dès 2015 et hausse des températures limitée à 2,5°C (« climat compatible »)
- ⊙ Prix du pétrole à 200 dollars dès 2020, avec interdiction d'exploitation dans l'Arctique
- ⊙ Reconnexion réussie des questions climatiques et de transition énergétique
- ⊙ Chocs climatiques répétés avant 2050, et installation dans la gestion de crise
- ⊙ Alternance erratique de paniques et de désintérêt («backlash»)
- ⊙ Réinvestissement démocratique s'appuyant sur des réformes institutionnelles profondes et le local
- ⊙ Europe quasi fédérale réduite à douze/quinze pays avec gouvernement économique et fiscalités semblables
- ⊙ Réforme réussie de l'État et des régimes sociaux (« modèle suédois »)
- ⊙ Transfert sur la fiscalité écologique ou carbone d'une part importante du financement des charges
- ⊙ Grande réforme du gouvernement territorial avec forte décentralisation énergétique. Priorité donnée à l'autonomie des territoires, au développement local et aux solidarités de voisinage
- ⊙ Croissance maintenue autour de 2%, avec fort investissement, inflation et hausse de l'endettement (ou, au contraire, stagnation des revenus et croissance zéro)
- ⊙ Protectionnisme européen intégrant les différentiels de normes sociales et écologiques ; et relocalisations partielles sous l'effet d'une hausse beaucoup plus forte du coût des transports maritimes et aériens
- ⊙ Recentrage des politiques publiques sur les catégories sociales les plus pauvres et précaires
- ⊙ Maîtrise des dépenses contraintes : hausse plafonnée des loyers, tarifs sociaux et efficacité énergétique
- ⊙ Nouveaux modèles économiques évitant les conséquences dommageables du « gratuit » et du low cost
- ⊙ Repositionnement de l'économie française sur de nouveaux secteurs : renouvelables, économie verte, services urbains, voiture électrique, alimentation écologique, design urbain, architecture verte...
- ⊙ Incitations fortes à la sobriété énergétique et usage de la fiscalité pour réguler les prix dans le temps
- ⊙ Accélération de la transition énergétique et maintien de l'interdiction d'exploitation des gaz de schiste
- ⊙ Contraintes plus fortes sur la performance énergétique des processus industriels, bâtiments et produits
- ⊙ Peak « mobilité » pour les véhicules thermiques avec forte hausse du prix des combustibles fossiles
- ⊙ Hausse de la population limitée à 5 millions ou, au contraire beaucoup plus forte (migrants climatiques)
- ⊙ Transferts massifs des flux touristiques et du fret sur le rail, le maritime et le fluvial. Régionalisation
- ⊙ Maîtrise réussie de l'étalement urbain, densification et redéveloppement des villes moyennes ; ou création, à l'échelle des régions urbaines de « villes jardin » opérant le passage à une « bio-civilisation »
- ⊙ Politique active du logement. Accélération des démolitions (passoires énergétiques, logements insalubres..) et isolation ou réhabilitation énergétique de 200 à 300 000 logements par an. Normes BBC strictement mises en œuvre. Développement du parc de logements sociaux locatifs en première couronne et centre
- ⊙ Recentrage de l'action publique et de l'épargne sur les investissements et l'innovation verte
- ⊙ Construction en périurbain strictement conditionnée par des transports publics, s'accompagnant de transports à la demande et de modèles de déplacement innovants
- ⊙ Maîtrise du foncier transférée aux intercommunalités, et prise en compte de l'effet carbone des localisations
- ⊙ Modèle de « ville durable » étendue aux régions urbaines, avec de fortes composantes « sociale et risques »
- ⊙ Plans climats à 2030-2050, s'imposant aux outils classiques de l'urbanisme (SCOTs, PLUs, PLHs, PDU...)
- ⊙ Réseaux de villes favorisant plus la mutualisation et la coproduction d'expériences innovantes

Sources d'éventuelles opportunités à long terme, ces ruptures déjà présentes - outre leurs conséquences sociales et écologiques - ont surtout à moyen terme comme conséquences de réduire les marges de manœuvre disponibles, et ceci pour tous les acteurs : depuis les ménages, confrontés à une hausse considérable de leurs dépenses « contraintes » (logement, énergie, transport, charges et impôts...), jusqu'aux collectivités locales, exposées à une baisse des transferts nationaux et à une hausse de leurs dépenses sociales - en passant par le rétrécissement de la gouvernance internationale. **La tendance est donc plutôt à un sentiment d'accroissement des contraintes et des dépendances extérieures qu'à celui d'une ouverture de nouvelles opportunités. Mais là encore, ce sentiment doit être très fortement nuancé : par exemple dans le domaine des économies d'énergie ou des énergies renouvelables, il y a tout un gisement d'actions possibles qu'il est possible de réaliser avec un « coût-bénéfice » tout à fait positif. Une partie importante des contraintes relève plus du ressenti, ou du manque d'information que de la réalité technico-économique¹⁴.**

Du côté des hypothèses alternatives et des nouvelles ruptures possibles, là encore, deux grandes catégories d'observations se dégagent :

- ⊙ d'une part, la crainte d'un fort accroissement des ruptures possibles et des incertitudes liées à la conjonction de plusieurs transitions simultanées (géopolitique, énergétique, climatique, institutionnelle, technologique, socioculturelle...) toujours sources d'instabilités ; ceci suggère que le thème de la **vulnérabilité** va occuper une place de plus en plus large dans les préoccupations économiques et politiques futures ;
- ⊙ de l'autre, la conviction que pour faire face à la réduction des marges de manœuvre évoquées précédemment, et à cette vulnérabilité sensiblement accrue, **d'autres ruptures majeures seront nécessaires, seules susceptibles de desserrer les contraintes** qui semblent devoir concerner l'ensemble des acteurs concernés dans la période à venir. C'est l'importance de ces hypothèses possibles de rupture dans tous les domaines (institutions, technologies, modèles économiques, modes de vie ...) qui explique le caractère très contrasté des scénarios « ville post-carbone ».

Il faut ajouter, pour conclure sur cette brève analyse des variables, que l'atelier de prospective n'a pas cherché à « probabiliser » les différentes hypothèses : même dans le domaine des technologies, il a semblé, pour l'instant irréaliste, d'imposer une « feuille de route » unique.

2) Une cartographie synthétique des hypothèses à 2050 : les « micro-scénario »

À défaut de pouvoir présenter le travail de prospective réalisé sur chaque variable, il est possible d'en donner néanmoins une image assez schématique et synthétique, en s'en tenant à leur intégration à l'échelle des grandes composantes : les micro-scénario. En croisant les hypothèses faites sur les six ou sept variables qui décrivent chaque composante (**graphique 2.3**), on parvient à des morceaux de scénarios, les micro-scénario qui, réunis, constituent **« la carte génétique »**, le descriptif, de chaque scénario. Comme il y a quinze composantes et environ cinq hypothèses alternatives pour chacune d'entre elles, ce sont ainsi de l'ordre de **75 micro-scénario** qui dessinent ainsi une « cartographie » des incertitudes ou choix possibles à l'horizon 2050¹⁵.

Ces micro-scénario sont récapitulés sous la forme de trois tableaux reprenant successivement les composantes du contexte (international et économique), les composantes transversales (modes de vie, politiques publiques, décentralisation...) et enfin les composantes sectorielles (énergie, transports, urbanisme...). Ce sont les **tableaux 2.4, 2.5 et 2.6 ci-après**.

En général, le micro-scénario le plus à gauche de chaque ligne est celui qui est le plus proche des tendances actuelles, mais cela n'est pas systématique. Aucun des autres proposés comme alternatifs n'est invraisemblable. Tous - combinés éventuellement avec un ou deux autres - constituent le squelette et les organes des scénarios « villes post-carbone » dont l'esprit va maintenant être brièvement présenté, avant leur description plus complète dans la partie suivante.

Tableau 2.4

LES COMPOSANTES DE CONTEXTE : LES 10 PREMIERS MICRO-SCÉNARIO

COMPOSANTES	C1 RÉGULATIONS INTERNATIONALES [ÉNERGIE - CLIMAT]	
	A	Climato sceptique Pas d'accord post Kyoto contraignant avant 2030, prix des énergies fossiles erratiques, développement des substituts fossiles (non conventionnels, CTL, GTL.)
	B	Tensions sur les ressources Tensions croissantes sur les prix des ressources, et en particulier sur le pétrole (avec un peak pétrolier entre 2030 et 2040). Conflits géopolitiques et exploitation massive des ressources localement exploitables. Les questions climatiques passent au second plan
	C	Europe climatique L'Europe s'engage seule sur le climat jusque 2025-2030. Prix des énergies fossiles en hausse et volatilité, et donc renforcement des efforts d'économie d'énergie à long terme. Forte intégration des politiques européennes.
	D	Climat compatible Accord international post Kyoto fort (base Facteur 2 mondial en 2050), puis convergence vers une répartition équitable des efforts (objectif par capita à long terme). Prix des énergies fossiles en diminution, mais prix du carbone élevé, compensant la différence
	E	Territoires climatiques Pas d'accord international, mais réseaux de territoires s'engageant dans des transitions énergétiques. Difficultés de coordination et d'évaluation des efforts globaux réalisés.

COMPOSANTES	C2 CONTEXTE ÉCONOMIQUE NATIONAL ET INTERNATIONAL	
	A	Crise et « big shift » (Le grand basculement) Approfondissement de la crise, déflation et chômage massif au Nord. Désindustrialisation de l'Europe, basculement de la puissance vers le Sud et « gouvernance » mondiale par les BRIC.
	B	Stop and go et désendettement compétitif Croissance molle régulée par les contraintes de désendettement. Repositionnement économique sur les points forts (dont le tourisme, le nucléaire, la construction aérienne et l'agro alimentaire). Privatisation des services publics. Simplification administrative. Relâchement des contraintes d'environnement. Suppression des niches fiscales et des aides au logement.
	C	Green new deal Développement d'une économie verte à l'échelle mondiale favorisé par des prix des ressources élevés, des accords internationaux et une fiscalité verte généralisée. Programmes européens incitatifs et choix de la France de se spécialiser dans ce domaine en y investissant massivement
	D	Protectionnisme socio-écologique européen Système de protection fiscale et douanière aux frontières de l'Europe et orientation des économies vers un nouveau modèle de développement, avec transfert des charges pesant sur le travail vers les revenus, le capital et l'environnement. Montée de l'inflation. Développement des économies « résidentielles » locales, et de l'économie solidaire.
	E	Nouvelle révolution technologique Sortie des incertitudes technologiques actuelles et passage à une nouvelle période de croissance globale portée par une nouvelle vague technologique, l'intégration de l'Afrique dans la mondialisation, et une transition énergétique réussie. Le bio, la santé, les nanos, le renouvelable, l'immatériel, sont les moteurs de l'économie.

Tableau 2.5

LES COMPOSANTES TRANSVERSALES : 25 AUTRES MICRO-SCÉNARIO

COMPOSANTES	C3 POLITIQUES PUBLIQUES NATIONALES	
	A	Priorité à la réduction des déficits et de la facture pétrolière Réduction des dépenses et subventions publiques. Alignement sur le modèle fiscal et social allemand. Accent mis sur la sécurité (énergétique, civile, ...). Développement des substituts au pétrole et au gaz : nucléaire, biocarburants, CTL, gaz de schistes, etc. Hausse de la TIPP, étendue au gaz. Relâchement des contraintes environnementales et des normes. Engagements volontaires et informations sur les économies d'énergie.
	B	Continuation du grenelle et croissance verte Politiques d'innovation et de croissance centrées sur les activités « vertes ». Respect de normes énergétiques élevées. Investissements publics dans les infrastructures vertes, les transports publics. Promotion de politiques européennes offensives (au-delà du 4x20). Planification « indicative » (contrôle et extension des plans climats...) ; Soutien à l'expérimentation (écoquartiers, grand emprunt etc.). Subventions et aides fiscales aux nouvelles énergies ou économies.
	C	Taxation carbone et régulations économiques Taxation carbone élevée et progressivement croissante se substituant partiellement aux taxes sur le travail et à la TIPP. Généralisation des instruments économiques : péages, paiement des services rendus par la nature, et suppression des subventions au gaspillage. Renforcement de la mesure et de l'évaluation économique (coût bénéfice, indicateurs). Perspective d'harmonisation européenne (taxe CO ₂ + marchés de droit).
	D	Politique de transition écologique Stratégie de sortie du nucléaire et de recours aux renouvelables Taxation sociale et environnementale fortement décentralisée. Taxes compensatoires aux frontières (européennes ou nationales). Soutien à l'innovation sociale et au développement local. « Planification » à long terme et aménagement écologique du territoire Nouvelle fiscalité foncière et sur les ressources
	E	Priorité au social et à l'emploi Politique d'aide à la création d'emplois. Différentiation sociale des tarifs (« tarifs à deux vitesses ») et prise en charge des situations de précarité et de pauvreté. Protections publiques centrées sur les populations les plus vulnérables (ex: risques). Aide au logement social et aide à l'accès à la location (maîtrise de la spéculation ; régulation ou blocage de loyers etc.) Incitation à l'innovation sociale et à la mutualisation (coopératives, propriété partagée).

COMPOSANTES	C4 DÉCENTRALISATION ET GOUVERNANCE LOCALE	
	A	Bonne gouvernance et simplification institutionnelle Intégration régions départements. Renforcement des intercommunalités. Réduction des transferts aux collectivités locales. Valorisation des bonnes pratiques. Gouvernance ouverte : fonctionnement en réseau, politiques négociées et participation démocratique formelle. Evaluation des coûts et contrôle externe des dépenses.
	B	Alignement sur le « modèle européen » Evolution vers un « quasi fédéralisme » à l'européenne. Trois niveaux de gouvernement local emboîtés : grandes régions, « county » (pays-aires urbaines) et grandes communes. Transferts importants de fiscalité aux collectivités locales (dont TIPP). Régions opératrices d'inter territorialité (réseaux de territoires). État déconcentré remplacé par des agences nationales. Planification territoriale emboîtée (hiérarchie des contraintes, leaderships clairs). Démocratie locale renforcée
	C	Pouvoir métropolitain Restructuration de l'armature territoriale autour des métropoles se positionnant à l'échelle globale, et des infrastructures régionales. Ressources budgétaires liées à la fourniture de services et de biens collectifs (mobilité, logement social, accès à la nature, éducation...) Politiques d'innovation et d'attractivité internationale (pôles de compétitivité...). Réseaux européens et internationaux (green ou post carbon cities)
	D	Autonomisme local et décentralisation énergétique Autonomie des « communautés de vie quotidienne » : « pays », aires urbaines, quartiers. Valorisation de la proximité et des identités locales. Transfert au local de compétences larges en matière de production d'énergie. Villes moyennes renforcées et fonctionnant en réseau. Gestion « en bien commun des ressources et services » : mutualisation, « empowerment », monnaies locales, services rendus par la nature. Réseaux mondiaux et européens de coopération entre collectivités
	E	Recentralisation sélective Ressources aux collectivités distribuées nationalement (égales par habitant). Simplification institutionnelle. Rôle des collectivités locales élargi en matière de fonctionnement des services publics et de la démocratie mais recentralisation des compétences en matière de planification spatiale, de foncier, d'infrastructures et de gestion des risques. Renforcement des politiques d'aménagement du territoire au profit des zones à enjeux majeurs et des populations les plus vulnérables

C5 SYSTÈMES URBAINS ET TERRITORIAUX [HIÉRARCHIE ET STRUCTURATION DES VILLES ET DES TERRITOIRES]	
COMPOSANTES	<p>A</p> <p>Villes régions et étalement urbain Concentration des fonctions majeures, symboliques, économiques et politiques dans moins d'une centaine de centres urbains, avec ségrégation des quartiers et dispersion des habitants et des emplois dans des aires urbaines de plus en plus étendues. Maintien difficile des services de proximité dans les espaces périphériques fortement tributaires des centres qui absorbent progressivement la première couronne.</p>
	<p>B</p> <p>Archipel de villes intermédiaires connectées Hors de la région parisienne, une constellation de villes de taille comparable fonctionnant en réseaux, complémentaires dans leurs fonctions - habitat, économie, loisirs - et reliées par des transports en communs (TGV, mais aussi trains régionaux et transports routiers) Une politique d'aménagement du territoire forte favorisant les villes moyennes. et les réseaux de villes.</p>
	<p>C</p> <p>Métropoles denses en réseau Des villes métropoles reliées entre elles par le rail (épine dorsale, armature primaire) et constituant des pôles pour des villes de proximité desservies par des transports en communs locaux (armature secondaire). Optimisation du développement urbain et de la desserte européenne en transports. Forte hiérarchie des espaces économiques et des flux avec marginalisation des espaces ruraux, des villes moyennes isolées et des vieilles régions industrielles.</p>
	<p>D</p> <p>Solidarités intra régionales et fractures géographiques Un territoire français et européen juxtaposant des régions autonomes développant de forts liens internes de solidarités avec leur hinterland mais isolés de l'extérieur. Un développement urbain contraint par le relief, la géographie, la faiblesse de l'appareil productif. Des petites villes situées dans « l'entre-deux » des villes régions, entretenant avec elles des liens de solidarité, et attirées par les services, l'emploi, les loisirs de chacune.</p>
	<p>E</p> <p>Exode urbain Déclin des centres villes et fuite vers le périurbain ou hors des régions densément urbanisées (notamment, région parisienne). Relocalisation des populations dans les villes moyennes et les bourgs bénéficiant d'un environnement sûr et agréable.</p>

C6 MODES DE VIE ET VALEURS	
COMPOSANTES	<p>A</p> <p>Consumérisme vert et rationalité économique La sobriété et le consumérisme vert sont portés par les intérêts des consommateurs rationnels et la communication. Des incitations appropriées favorisent le mouvement porté par les urbains aisés (DINNKS...). Dans un contexte difficile, l'intérêt pour l'environnement reste tout relatif... alors que s'accroît l'intérêt porté aux possibilités de la technique (réseaux, individu augmenté...).</p>
	<p>B</p> <p>Souci de soi et repli identitaire La santé, le souci de soi, le besoin de sécurité, dominant dans un contexte menaçant. La situation économique favorise le repli identitaire, la non mixité, le repli sur la maison (individuelle), le besoin de silence et de relations sélectives. Le désenchantement par rapport à la politique s'accélère.</p>
	<p>C</p> <p>Différenciation communautaire Des groupes de plus en plus nombreux expérimentent des modes de vie alternatifs pour des raisons écologiques (villes en transition) ou de refus de la société actuelle (anti consumérisme, refus du productivisme, de la mondialisation, des technologies, de la vitesse...) Ces « enclaves » alternatives se développent mais restent des marginales.</p>
	<p>D</p> <p>Société sobre et écologique Les valeurs « écologiques » gagnent la société toute entière pour des raisons à la fois culturelles et liées au contexte (prix élevés des ressources, pénuries, contraintes publiques...). La sobriété est centrale. Il s'agit essentiellement de limiter l'usage des ressources rares en acceptant des changements radicaux de comportements.</p>
	<p>E</p> <p>Urbanité solidaire et âge de la connaissance Dans un contexte qui valorise l'accès à la connaissance et les services immatériels, l'urbanité, le désir de vivre ensemble dans les villes redevient une valeur essentielle. Cela s'accompagne d'un développement des valeurs liées à la solidarité, au cosmopolitisme, à la justice sociale et une sensibilité accrue à des thèmes comme les inégalités écologiques, la qualité des espaces publics, l'aménagement du temps...</p>

C7 ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	
COMPOSANTES	<p>A</p> <p>Sensibilisation du public Information, et sensibilisation du public au changement climatique. Renforcement du volet « adaptation » des PCET et meilleure traduction de ce volet dans les documents d'urbanisme. Renforcement des services en charge du PCET. Révision des Plans de protection contre les Risques naturels.</p>
	<p>B</p> <p>Régulation par l'assurance Remise en question du principe de solidarité en cas de catastrophes naturelles. Généralisation des systèmes d'assurance. Développement des sciences du climat, des modèles de simulation ou de calcul météorologiques et des systèmes d'alerte personnalisés. Privation partielle de la sécurité civile</p>
	<p>C</p> <p>Aménagement bioclimatique Introduction de l'eau et du végétal dans la ville. Construction bioclimatique. Préservation des espaces naturels sensibles (zones humides etc.) et de la biodiversité pour gérer les risques et lutter contre les nouveaux vecteurs de maladie. Gestion intelligente du cycle de l'eau.</p>
	<p>D</p> <p>Protection et défense Construction d'ouvrages et d'équipements de protection (digues, stations de relevage, réseaux séparatifs, ...). Climatisation des bâtiments et des transports. Renforcement des moyens aériens de la sécurité civile et tentation de militariser les services d'incendie et de secours. Gestion des crises plus efficace. Réduction technique des vulnérabilités majeures.</p>
	<p>E</p> <p>Transition des activités et résilience Adaptation des rythmes ou modes de vie et des activités économiques aux changements climatiques. Accent mis sur la résilience des activités, des communautés et des villes et sur la réduction des vulnérabilités sociales. Développement des migrations saisonnières. Développement du bénévolat et du volontariat en matière de protection civile.</p>

Tableau 2.6

LES COMPOSANTES SECTORIELLES : 40 MICRO-SCÉNARIO SUPPLÉMENTAIRES

C8 SYSTÈMES PRODUCTIFS	
COMPOSANTES	<p>A</p> <p>Spécialisation et concentration Recentrage sur les secteurs et « segments » compétitifs (nucléaire, agroalimentaire, services aux entreprises, grande distribution, transports, aéronautique, luxe, réseaux urbains, conception...). Recherche d'économies d'échelle dans les services (concentration géographique, dématérialisation...). Agriculture à haut rendement et exportatrice. Baisse des coûts et délocalisations.</p>
	<p>B</p> <p>Hautes technologies (dont technologies vertes) et PME innovantes. Pari industriel sur des nouveaux « fronts » d'innovation: santé, économie verte, ou de la connaissance, énergies renouvelables... Investissements massifs des entreprises dans la R&D. Tissus de PME innovantes autour des pôles de compétitivité. Concentration des activités de transformation dans les ports. Agriculture raisonnée et diversifiée (par segment de marché). Alliances européennes et standards communs. Consensus sur le modèle de « développement durable ».</p>
	<p>C</p> <p>Nouvelle économie de services Recentrage sur les services à haute valeur ajoutée : santé, services financiers, formation, commerce, services aux personnes et aux entreprises, culture et loisirs, mobilité, systèmes d'information... Transfert au marché d'une part des services publics et invention de nouveaux modèles économiques d'accès aux services. Développement de l'économie de la fonctionnalité, de la location... Intégration à des grands groupes mondiaux de services. Télétravail et généralisation des NTIC (e.commerce, e.administration...).</p>
	<p>D</p> <p>Réseau d'économies régionales et locales Systèmes de production et de distribution restructurés à l'échelle des grands territoires (« les petites Europe ») et de collectivités « autonomes ». Spécialisations régionales et valorisation des économies résidentielles. Ecologie industrielle, usage des ressources locales, recyclage et circuits courts. Décentralisation énergétique. Logistique mutualisée. Agriculture diversifiée et majoritairement « biologique ». Equilibre entre transferts nationaux et systèmes locaux de financement (taxes, monnaies locales...). Importance des coopératives et de l'économie solidaire.</p>
	<p>E</p> <p>Exploitation des rentes et ressources territoriales Système productif majoritairement structuré autour de la valorisation du patrimoine, des ressources et des rentes propres aux différents territoires. Importance de l'immobilier, du foncier et de « l'économie présenteielle » (événements, tourisme, ...). Promotion de la qualité de vie et du patrimoine. Valorisation des terroirs et des produits locaux. Agro alimentaire de qualité. Politique active d'image et d'attractivité des hauts revenus. Gestion intelligente des ressources (forêts, ressources marines, climat, éolien...).</p>

C9 SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES	
COMPOSANTES	<p>A</p> <p>Centralisé et carboné avec réduction de la dépendance au pétrole Système énergétique centralisé et carboné, mais s'attachant à réduire la facture pétrolière. Diminution lente de la part du nucléaire, avec développement du gaz et exploitation des fossiles non conventionnels. Marginalisation des enjeux liés au climat par rapport par rapport à ceux liés à l'accès et au prix des ressources. Distribution centralisée de l'électricité privilégiant la baisse des coûts pour les industriels mais n'assurant pas une égalité territoriale des tarifs pour tous les consommateurs.</p>
	<p>B</p> <p>Partiellement décarboné et fortement nucléarisé Système énergétique centralisé et partiellement décarboné (notamment grâce au maintien du nucléaire dans la production électrique). Développement très progressif des énergies renouvelables dans les autres secteurs, grâce au recours aux biocarburants, au solaire et à l'éolien concentrés. Extension des smartgrids permettant d'optimiser le système, surtout pour les producteurs ; et stockage du CO₂.</p>
	<p>C</p> <p>Efficace et très décarboné Politique très active d'efficacité énergétique dans tous les domaines, et de substitution des énergies fossiles par des renouvelables dans un souci d'efficacité (électrique : éolien, hydraulique... ; chaleur : biomasse, solaire...). Production d'énergie qui reste centralisée avec nucléaire qui assure encore à une part importante de la production électrique (environ 50%), et un développement de l'hydrogène utilisé pour convertir les surplus de production renouvelables et lisser la production nucléaire à partir d'électrolyse</p>
	<p>D</p> <p>Décentralisé et décarboné Développement des sources d'énergies locales (subsidiarité énergétique), avec fortes implications des collectivités et citoyennes. Tendances vers une « autonomie » régionale avec développement de réseaux locaux assurant solidarité et complémentarités. L'ensemble des énergies renouvelables sont développées dès lors que des potentiels sont identifiés localement (solaire, éolien, hydraulique, biomasse, biogaz, pour l'électricité, idem dans la chaleur et les carburants où la méthanisation permet d'atteindre des niveaux de substitution important voir total)</p>
	<p>E</p> <p>Tout renouvelable et sortie du nucléaire Le nucléaire est réduit drastiquement et sort du mix électrique en 2050. L'ensemble des potentiels renouvelables électriques sont exploités, à la fois dans une logique de valorisation des potentiels locaux et avec de grands projets nationaux (off shore notamment) raccordés au réseau de transport pour assurer une base de production. Les smartgrid, sont massivement utilisés, en particulier par les ménages et permettent de moduler tant la production que la demande pour équilibrer le système à tout instant. Sur la chaleur et les transports, la biomasse énergie, via surtout le biogaz, devient l'énergie principale et permet d'optimiser les systèmes à la fois électriques et gaziers.</p>

C10 POLITIQUES URBAINES ET FONCIÈRES	
COMPOSANTES	A Urbanisme de projet et planification inopérante Priorité à l'attractivité et aux logiques de marché. Application laxiste des outils de planification existants. Séparation des fonctions urbaines et différenciation sociale des quartiers. Urbanisme sélectif (centre, lieux d'échange, quartiers d'affaire, lotissements). Eco projets exemplaires (écoquartiers). Plans climats réduits à la communication (politique d'image). Etalement urbain accéléré et « isolationnisme » communal.
	B Aménagement coopératif : urbanisme coordonné, négocié, compensé Gouvernance interterritoriale forte et multi-échelle (du quartier à la région). Transfert au niveau intercommunal du maximum de compétences urbaines. Leadership reconnu, et consensus sur le projet urbain (SCOT, Agenda 21, Plan climat...). « Mutualisation » d'une partie du foncier (agence foncière). Fongibilité des budgets transport- aménagement - logement. Grands projets négociés, distribués, évalués, et discutés démocratiquement. Compensation des contraintes de protection et péréquations.
	C Renouvellement urbain massif Vision partagée d'un grand projet urbain. Construction de nouvelles infrastructures structurantes (transports en site propre...). Démolition-reconstruction de quartiers vétustes et création de nouveaux quartiers. Opérations exemplaires sur des sites « stratégiques » (écoquartiers, lieux d'échange...). Densification et aménagements écologiques autour des nœuds de circulation. Réhabilitation énergétique des bâtiments anciens (notamment publics et tertiaire ...). Partenariats public-privé. Equilibre logement social et privé.
	D La ville sur la ville : planification forte et fiscalité liée aux localisations Stratégie de maîtrise de l'étalement urbain intégrée aux politiques climatiques. Renforcement des outils de planification - avec emboîtement des échelles. Intégration de ces outils avec les plans climat et les politiques sectorielles. Transfert aux agglomérations des décisions en matière foncière et réserves foncières. Fiscalité locale modulée en fonction de la localisation, de la mixité fonctionnelle et des consommations d'énergie - Développement de la ville sur elle-même : réhabilitation, valorisation des « dents creuses », densification autour des transports publics et des lieux d'échange existants.
	E Planification écologique et nouvelles valorisations foncières Développement des outils de planification écologique et climatique et intégration à l'urbanisme. Prise en compte dans les valeurs foncières des services et fonctions « écologiques et climatiques » liés aux territoires (puits de carbone, protection contre les risques, potentiel énergétique, stockage d'eau, microclimats. Reversement aux collectivités locales de taxes compensatrices en cas de « perte de fonction » (aménagement, construction hors zones dense...). Soutien aux activités accroissant les « fonctions écologiques » des différents espaces (agriculture biologique...).

C11 TECHNOLOGIES DE TRANSPORT	
COMPOSANTES	A Transports performants et propres Respect des normes et engagements volontaires, moteurs plus efficaces, développement de l'hybride, biocarburants de 1 ^{ère} génération, usage des TICs...
	B Light & slow Diversification des véhicules favorisant les véhicules légers et lents (scooters et vélos électriques, trois roues, dirigeables, véhicules 3 litres). Véhicules plus rustiques (sans climatisation poussée) et légers.
	C Véhicules à vivre Véhicules (y compris trains, avions) adaptés à de multiples activités : informatique, travail, loisirs, permettant de réduire la contrainte de vitesse et éventuellement de déplacement
	D Révolution des carburants alternatifs Les carburants alternatifs s'imposent plus rapidement que prévu : véhicules électriques, biocarburants de seconde génération, biogaz (injecté sur réseau de gaz et ajouté au méthane), piles à combustible (plus de 50% du parc en 2050) tous de réduire l'empreinte carbone des transports et de diversifier les sources de production, avec notamment plus de production nationale.
	E Révolution des carburants alternatifs carbonés Les substituts les plus simples à développer sans contraintes carbone sont privilégiés : les CTL et GT (charbon et gaz liquéfiés), permettent à moindre coût de faire face à l'épuisement du pétrole. Ils restent massivement importés. La voiture à deux litres au 100 devient disponible.

C12 POLITIQUES DE MOBILITÉ	
COMPOSANTES	A Optimisation des déplacements et mobilité raisonnée Amélioration des TC, partage des voiries, zones 30, restrictions au stationnement, mobilités douces, logistique optimisée. Utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication pour optimiser ou réduire les déplacements (téléservices)
	B Rééquilibrage massif en faveur des transports collectifs Investissements dans les TC, réduction des vitesses pour les véhicules privés, interdiction de circulation en centre-ville, Péages de zone avec usage des recettes pour les TC.
	C Régulation économique de la mobilité locale Péages différenciés réaffectés à l'aménagement et au foncier, usage intelligent des outils tarifaires et de la fiscalité locale (intégrant une dimension géographique...).
	D La mobilité, bien commun en partagé Développement des services à la mobilité, généralisation de la voiture partagée, du covoiturage, de la location des véhicules, des taxis « publics ». Limitation forte de la mobilité « non écologique » en centre-ville ou dans certaines zones et partage de la voirie favorisant les mobilités douces.
	E Nouveaux paradigmes d'infrastructure De nouvelles technologies « de rupture » sont mises sur le marché - au-delà des nouveaux carburants - notamment en matière d'infrastructure (transports rapides en site propre, infrastructures intelligentes, systèmes de guidage des mobiles individuels ...).

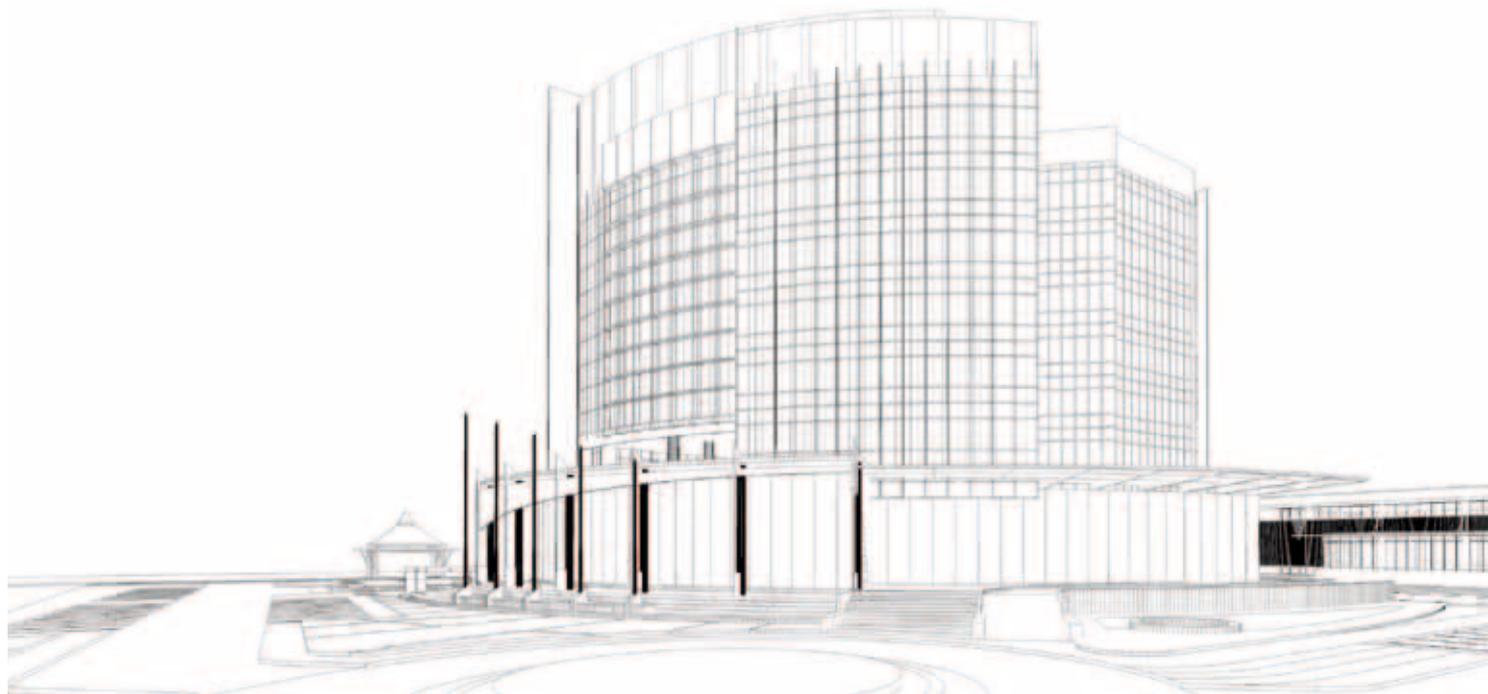
C13 HABITAT ET TERTIAIRE [MAÎTRISE D'ŒUVRE]	
COMPOSANTES	A Rénovation légère et efficacité énergétique Absence d'obligation de rénovation. Travaux d'isolation et de passage aux renouvelables limités aux rénovations légères et rentables. Accompagnement des maîtres d'ouvrage dans le secteur de la maison individuelle et des immeubles en copropriété. Développement des actions de sensibilisation dans le cadre des PCET.
	B Technologique Développement d'équipements et de matériaux minces très performants, de la domotique, de l'immoctique et des compteurs intelligents. Construction et conception de bâtiments à énergie positive modulables (plug) et d'une nouvelle offre architecturale.
	C Réhabilitation massive, démolition et reconstruction Obligation de travaux strictement contrôlée et favorisée par des financements adaptés (parc existant). Industrialisation des processus de rénovation (kit de rénovation) et émergence de grands opérateurs. Développement de la filière sèche.
	D Mutualisation et réseaux Mutualisation des équipements. Développement des réseaux de chaleur et de collecte - valorisation des déchets). Aménagement d'îlots à énergie positive (mutualisation de la production et de l'usage de l'énergie). Intégration des véhicules électriques et des BEPOS dans une boucle énergétique (stockage mobile).
	E Bio-logis & bio-climatique Recours aux éco-matériaux locaux. Conception bioclimatique et végétalisation des bâtiments. Recours aux EnR locales. Bâtiments pensés comme puits à carbone. Valorisation de l'auto-construction et de l'auto-promotion. Développement des coopératives dans le domaine de l'habitat.

C14 POLITIQUES DU LOGEMENT		
COMPOSANTES	A	<p>France de propriétaires Politique en faveur de l'accès à la propriété en petits collectifs et maisons individuelles et faible développement du logement social. Aides à la pierre orientées vers l'accompagnement de la rénovation du parc privé locatif. Prise en compte dans le marché foncier et la fiscalité des efforts faits dans le domaine de l'énergie par les propriétaires. Vente d'une partie du parc social</p>
	B	<p>Services locatifs innovants et partenariats publics privés Diminution des aides à l'accès à la propriété et politique de promotion du logement locatif. Politique de développement de l'offre locative (associée à de nouveaux services à l'habitat et à la mobilité) portée par de grands bailleurs privés ou publics. Extension de services nouveaux liés aux progrès de l'économie de fonctionnalité. Développement des PPP et de tiers investisseurs (privés ou associatifs)</p>
	C	<p>État bâtisseur Soutien massif des politiques publiques, nationales et locales, à la construction et à l'accès au logement. (accession à la propriété et logements sociaux, aides à la pierre et à la personne.) Développement massif de l'offre foncière (notamment dans les zones à forte tension) et renforcement du quota de logements sociaux à construire localement. Politique d'intervention dans les copropriétés dégradées et d'expropriation (reprise en main par des bailleurs sociaux).</p>
	D	<p>Droit au logement Développement d'un « droit au logement » considéré comme un « bien essentiel » notamment pour les catégories sociales les plus vulnérables et précaires. Réservation du logement social pour les catégories les plus pauvres et politique de limitation des loyers et de lutte contre la spéculation immobilière - favorisant l'accessibilité au logement pour les classes moyennes. Aides massives à la réhabilitation du parc ancien intégrant les aspects énergétiques et climatiques.</p>
	E	<p>Coloc Faible développement de la construction privé et publique, avec de fortes contraintes à la construction dans certaines zones périphériques non accessibles par les transports publics. Recentrage des aides publiques sur le parc existant. Politiques en faveur de la colocation et de nouvelles formes de cohabitation. Association des locataires à la gestion des immeubles, et gestion en commun des parties communes logements collectifs.</p>

C15 POLITIQUES SOCIALES ET PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE		
COMPOSANTES	A	<p>Retrait de l'État Providence et État « contracteur » Réduction du périmètre de l'État providence. Restructuration fiscale : baisse des charges, hausse des impôts indirects, moindre progressivité mais maintien d'une TVA réduite pour l'énergie (« bien essentiel »). Privatisation partielle des régimes sociaux (rôle des assurances, des mutuelles, « vouchers » etc.). Lutte contre l'inflation, concurrence et « benchmarking » (« low costs », rationalisations...). Réduction des obstacles à la mobilité (taxes sur les transactions immobilières, droit du travail). Contractualisation avec les personnes en situation de précarité énergétique</p>
	B	<p>Allocalisation (efficacité équitable) Priorité à l'équité des situations par rapport aux aides à la personne : politiques redistributives globales visant à éviter les inégalités majeures (péréquation territoriales, équité fiscale, lutte contre la ségrégation...) Aides publiques élargies mais conditionnées part des critères de performance et de résultat : aide aux opérations et aux territoires (et non aux personnes), critères de coût bénéfice, d'urgence et de localisation... Taxes indirectes (dont CO₂, TIPP...) pénalisant la surconsommation de ressources et privilégiant les besoins de base (double tarif pour l'énergie...).</p>
	C	<p>Priorité aux populations pauvres et précaires Maîtrise des dépenses publiques : transferts sociaux, aides fiscales et subventions soumis à des critères stricts de ressources et plafonnés. Recentrage des mesures d'assistance à la personne sur les ménages les plus modestes et en situation de précarité (logement, santé, transports, énergie) ou de forte vulnérabilité (inégalités écologiques et risques majeurs). Structures locales d'assistance. Tarification spécifique pour les plus pauvres (gratuité des transports locaux, énergie...). Exemptions fiscales (exemple : taxe CO₂)</p>
	D	<p>Nouveaux droits et relance par le social Extension de l'État providence et reconnaissance de nouveaux droits : logement, mobilité, sécurité de l'emploi ou écologique. Renforcement des services publics (logement social, transports, énergie...), présents sur tout le territoire, avec forte différenciation des tarifs et péréquation. Maîtrise de la spéculation foncière et extension du secteur locatif. Fiscalité progressive sur les revenus, les bénéfices et la consommation de ressources. Structures locales d'assistance et aides à l'emploi. Pression pour des normes internationales élevées (sociales et écologiques).</p>
	E	<p>Solidarités locales et associatives Affaiblissement des mécanismes nationaux de redistribution. Décentralisation fiscale plus forte et rôle accru des collectivités locales dans la mise en œuvre des politiques sociales. Fort développement des mécanismes et structures de solidarité à l'échelle de groupes sociaux restreints ou de communautés : associations, mutuelles, coopératives. Systèmes d'entraide ou de partage (ex: voiture partagée), réseaux d'échange, mouvements de « ville en transition », fondations caritatives etc. Délégation de pouvoirs de gestion à la « société civile » « dans une logique d'empowerment » : associations de quartier ou d'immeubles, gestion en bien commun des ressources locales, sécurité civile..)</p>



« Les villes renaturées dans l'agglomération de Grenoble, Phosphore IV », © Copyright : Eiffage / PCMA / Pierre Gautier architecture et associée / Dassault Systèmes
« DES VILLES ET DES HOMMES - CONTRIBUTIONS DU LABORATOIRE PHOSPHORE D'EIFFAGE À LA VILLE DURABLE »



03 Six scénarios de transition vers la ville post-carbone : un premier regard transversal

1) La logique générale des scénarios

Les scénarios ville « post-carbone » se situent dans la suite des politiques déjà menées par chaque territoire. Il s'agit à la fois d'allonger et d'élargir la perspective - avec l'idée qu'à l'horizon 2050 toutes les villes, grandes ou petites, devront être capables de diviser par quatre leurs émissions de gaz à effet de serre, d'être autonomes par rapport au pétrole et de s'adapter à un réchauffement climatique se situant dans une trajectoire de 2 à 4 degrés à l'horizon du siècle.

Comme cela a été dit précédemment, à un horizon aussi éloigné, les incertitudes et les représentations du futur occupent naturellement des places majeures dans les stratégies à imaginer. L'inventaire qui vient d'être fait des micro-scénario suggère que le spectre

de ces incertitudes ou représentations est potentiellement très large : les cheminements possibles sont donc très ouverts.

L'hypothèse de base adoptée pour l'élaboration des scénarios qui suivent est que les sentiers de transition vont dépendre essentiellement de la perception que les acteurs concernés (en particulier les collectivités locales) ont à la fois des opportunités et des risques liés au contexte, et des marges de manœuvre qui leur semblent ouvertes. Trois configurations politiques sont ainsi envisagées, qui expriment différents degrés de scepticisme, ou, au contraire, d'adhésion, quant à la possibilité de renouveler en profondeur les infrastructures urbaines ou énergétiques, ou de changer radicalement la forme des villes ou les modes de vie urbains. Elles s'articulent avec deux visions contrastées de l'évolution du contexte, l'une en continuité par rapport aux tendances prévisibles, l'autre, au contraire, en rupture - dessinant, finalement six scénarios différents. C'est ce que synthétise le tableau 2.7.

Dans une première configuration (scénarios 1 et 2), les marges de manœuvre pour des politiques de rupture à l'échelle des villes sont perçues comme faibles : les collectivités locales, les entreprises et les habitants s'adaptent intelligemment à des incitations, des contraintes, ou des opportunités qui sont essentiellement externes (prix des énergies et du carbone, nouvelles technologies, normes nationales ou internationales...). Le contexte joue ici un rôle majeur avec une hypothèse de continuité par rapport aux évolutions actuelles (scénario 1 **D'ATTENTISME INTELLIGENT**), et une hypothèse de prix du carbone beaucoup plus élevé (scénario 2 **CRÉATIVITÉ CARBONE**). Une deuxième configuration envisage un renouvellement massif

des infrastructures urbaines ou énergétiques dans des contextes plus (scénario 3 **NOUVELLES INFRASTRUCTURES CLIMATIQUES ET ÉNERGÉTIQUES (NICE)**) ou moins décentralisés (scénario 4 **BIOPOLIS**), mais reste prudent sur la possibilité de changer les modes d'occupation de l'espace ou des modes de vie. Enfin, une troisième configuration explore les conditions et les impacts attendus de mutations de grande ampleur dans ces deux derniers domaines - avec une variante plutôt centrée sur les politiques foncières et d'urbanisme (scénario 5 **LA VILLE CONTENUE**), et une autre sur des changements majeurs de modes de vie ou de modèles de développement (scénario 6 **URBANITÉ SOBRE**).

Tableau 2.7

SIX SENTIERS DE TRANSITION VERS LA VILLE POST-CARBONE

	MARGE DE MANŒUVRE		
	RÔLE MAJEUR DU CONTEXTE via la technologie et les signaux-prix	POSSIBILITÉ D' ACTIONS sur les investissements et les infrastructures	POSSIBILITÉ D' ACTIONS sur les formes urbaines et les modes de vie
CONTEXTE Tendanciel	scénario 1 ATTENTISME INTELLIGENT	scénario 3 NICE (NOUVELLES INFRASTRUCTURES CLIMATIQUES ET ÉNERGÉTIQUES)	scénario 5 LA VILLE CONTENUE « À PORTÉE DE MAIN »
CONTEXTE En rupture favorable à l'innovation	scénario 2 CRÉATIVITÉ CARBONE	scénario 4 BIOPOLIS	scénario 6 URBANITÉ SOBRE

À travers le choix de ces cheminements contrastés - dont certains recouvrent les politiques actuelles (le troisième scénario, est, par exemple, très proche du « Grenelle de l'environnement » et des orientations proposées dans le « Débat National sur la Transition Énergétique ») - il s'agit de tester puis de trouver la meilleure articulation possible entre des approches alternatives, généralement portées par des acteurs différents, en en montrant les avantages et les limites. Il est important de rappeler que toutes ces stratégies sont supposées poursuivre les mêmes objectifs. En d'autres termes, il n'y a pas parmi ces six scénarios d'hypothèses pessimistes, pour lesquelles rien ne serait fait en matière d'énergie ou de climat. Il s'agit de contribuer au « comment faire ? », en supposant un accord implicite sur le « pourquoi faire ».

Dans ce comment faire, les micro-scénario présentés au chapitre précédent constituent, évidemment, une ressource importante. Ils permettent de caractériser chaque scénario par un « code génétique », déclinant systématiquement, sur la quinzaine de composantes choisies, les différentes hypothèses de contexte et d'opportunités d'action issues de la réflexion prospective (les variantes A, B, C, D, E). C'est ce « code génétique » que rappelle, sous une forme ramassée le **tableau 2.8**. Il est important de préciser que ce tableau ne peut se lire que ligne par ligne, les composantes étant supposées a priori indépendantes.

Tableau 2.8

LE CODE GÉNÉTIQUE DES SCÉNARIOS DÉCLINÉ SUR 15 COMPOSANTES : UN RAPPEL SYNTHÉTIQUE DES MICRO-SCÉNARIO.

COMPOSANTES	A	B	C	D	E
C1 RÉGULATION INTERNATIONALE (énergie-climat)	Climato-sceptique	Tensions sur les ressources	Europe climatique	Climat compatible	Territoires climatiques
C2 CONTEXTE ÉCONOMIQUE NATIONAL ET INTERNATIONAL	Crise et « big shift »	Stop and go et désendettement compétitif	Green New Deal	Protectionnisme socio-écologique	Nouvelle révolution technologique
C3 POLITIQUES PUBLIQUES NATIONALES	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
C4 DÉCENTRALISATION ET GOUVERNANCE LOCALE	Bonne gouvernance et simplification institutionnelle	Alignement sur le « modèle européen »	Pouvoir métropolitain	Autonomisme local et décentralisation énergétique	Recentralisation sélective
C5 SYSTÈMES URBAINS (hiérarchie et structuration des villes)	Ville-région et étalement urbain	Archipel de villes intermédiaires connectées	Métropoles denses en réseau	Solidarité <i>hinterland</i> et fracture géographique	Exode urbain
C6 MODES DE VIE ET VALEURS	Consumérisme vert et rationalité économique	Souci de soi et repli identitaire	Différenciation communautaire	Société sobre et écologique	Urbanité solidaire et âge de la connaissance
C7 ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET AU RÉCHAUFFEMENT	Sensibilisation du public	Régulation par l'assurance	Aménagement bioclimatique des territoires	Protection et défense	Transition des activités et résilience
C8 SYSTÈMES PRODUCTIFS	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
C9 SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES	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
C10 POLITIQUES URBAINES ET FONCIÈRES	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
C11 TECHNOLOGIES DE TRANSPORT	Transports performants et propres	<i>Light and Slow</i>	Véhicules à vivre	Révolution des carburants alternatifs	Révolution des carburants alternatifs carbonés
C12 POLITIQUES DE MOBILITÉ	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
C13 HABITAT ET TERTIAIRE (maîtrise d'œuvre)	Rénovation légère et efficacité énergétique	Pari technologique	Réhabilitation massive, démolition et reconstruction	Mutualisation et réseau	Bio-logis et bioclimatique
C14 POLITIQUES DU LOGEMENT	France de propriétaires	Bouquet de services habitat-mobilité	État bâtisseur	Droit au logement	Coloc
C15 POLITIQUES SOCIALES ET PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE	Débudgétisation, privatisation, contractualisation	Allocalisation (efficacité équitable)	Priorité aux populations pauvres et précaires	Nouveaux droits et relance par le social	Solidarités locales et associatives

2) Deux scénarios de réactivité au contexte : ATTENTISME INTELLIGENT et CRÉATIVITÉ CARBONE

Les deux premiers scénarios laissent une place déterminante au contexte national ou international. Pour des raisons économiques, sociopolitiques ou financières, toute intervention massive sur l'habitat existant ou les structures urbaines est jugée irréaliste : les actions se limitent donc à une gestion réactive des opportunités ou des contraintes externes, y compris celles liées à la compétition entre villes. Au-delà des expérimentations et des Plans Énergie-Climat Territoriaux, il s'agit, pour les collectivités locales, à la fois de conduire intelligemment toutes les actions réalisables à un coût budgétaire réduit, et d'accompagner les changements liés, soit à l'émergence de nouvelles technologies et à la mise en place de nouvelles normes, soit à l'évolution des prix des énergies et du carbone. Avec l'innovation technologique et le souci des grandes villes de se positionner sur l'innovation locale, les « signaux prix » sont donc, dans ces deux premiers scénarios, un déterminant majeur des dynamiques d'évolution. C'est ce qui conduit à imaginer deux variantes sensiblement différentes entre elles.

Dans la première, **ATTENTISME INTELLIGENT**, les comportements prudents et sans regrets sont favorisés par la situation économique (prolongation de la crise), une modération relative et transitoire de la hausse du prix du pétrole, et un affaiblissement des préoccupations liées à l'effet de serre. Dans le prolongement des dynamiques actuelles, toutes les solutions possibles sans investissement massif sont néanmoins expérimentées puis généralisées : développement des modes « doux » (marche, vélo...), meilleure desserte en transports collectifs, maîtrise des vitesses, limitation des stationnements en centre-ville, covoiturage et transport à la demande, incitations au télétravail et au commerce à distance ; mais aussi application progressive des normes dans l'habitat neuf^{f6}, recours aux énergies renouvelables dans les bâtiments publics et les transports collectifs, rénovations énergétiques rentables du parc existant, « verdissement » et optimisation de la logistique. Une nouvelle génération de Plans Climat est mise en place, avec des systèmes de mesure et des outils d'information beaucoup plus performants et individualisés, ce qui favorise la mo-

bilisation des acteurs concernés et la sensibilisation du public. Tout cela ne permet pas, néanmoins, de se préparer efficacement à l'éventualité d'une crise brutale, à l'horizon 2030-2040, liée soit à des ruptures d'approvisionnement en pétrole, soit à des hausses de prix intolérables, soit à la récurrence d'événements climatiques extrêmes ; autant de risques non prévus qui ont des conséquences socio-économiques et sur les villes très graves.

Dans une seconde variante, **CRÉATIVITÉ CARBONE**, qui bénéficie d'un contexte économique et technique plus favorable, les incitations économiques (et notamment la fiscalité carbone) sont utilisées de manière proactive pour anticiper les contraintes futures, et favoriser des changements plus précoces dans les comportements et les technologies (véhicules électriques, nouveaux matériaux, systèmes de production ou moteurs efficaces, technologies numériques...). Au niveau national, en France, TICPE (taxe intérieure sur la consommation de produits énergétiques) et taxe carbone sont progressivement fusionnées - avec une partie « flottante¹⁷ » - et se substituent partiellement à des charges portant sur le travail, dans une perspective de double dividende. Les instruments économiques (taxes, péages, tarifs...) sont systématiquement mobilisés pour orienter les choix des consommateurs, favoriser l'innovation et hiérarchiser les actions locales en fonction de leur rapport coût / bénéfice. Leur efficacité est accrue par l'utilisation à grande échelle des technologies de l'information et du « yield management »¹⁸. Protégée, au niveau européen, par des taxes compensatoires aux frontières, une forme d'économie verte centrée sur de nouveaux produits et services se met en place. Même si dans ce second cas, on reste dans une configuration où les leviers sont essentiellement externes aux villes, celles-ci ont néanmoins un rôle majeur à jouer pour soutenir l'innovation locale, mettre en place les réseaux nécessaires et définir des politiques de tarification ou de péage adaptées localement, prenant en compte les populations les plus vulnérables.

Il ne faut pas sous-estimer les résultats qui peuvent être raisonnablement attendus de ces deux scénarios. Il y a cependant au moins trois raisons qui rendent ces types de cheminement fragiles, et, pour le premier, difficilement soutenables. D'abord, il s'agit de scénarios vulnérables aux incertitudes de toutes natures : physiques et technologiques, mais aussi politiques, économiques ou fiscales. Ensuite, ils conduisent tous deux à reporter sur les générations futures le poids d'investissements inévitables sur le bâti - qui seront,

avec le temps, d'autant plus lourds et inefficaces en termes de réduction des gaz à effet de serre. Enfin, et surtout, il est à craindre que ces cheminements ne conduisent à de telles inégalités et de tels problèmes sociaux qu'ils en deviennent inacceptables. Une recherche publiée en 2006 par le CIRED (Centre international de recherche sur l'environnement et le développement) a ainsi calculé qu'en cas de hausse rapide, de 50%, des taxes sur l'énergie fossile, compte tenu des rigidités du foncier et du marché immobilier, les déséquilibres sur le système urbain pourraient s'étendre sur une période de 50 ans, avec une baisse du bien-être des consommateurs, notamment des plus vulnérables, pendant la moitié de cette période.

Très différents en termes économiques, ces deux scénarios butent sur les mêmes problèmes sociaux : l'impossibilité pour les plus pauvres de s'adapter et d'accéder à des innovations plus coûteuses, le développement d'une « écologie de **standing** », la difficulté à concevoir des systèmes de taxes et de péages qui ne pénalisent pas les plus vulnérables, et finalement le risque, dans tous les cas, d'un accroissement de la précarité énergétique et d'une exposition à des crises graves. Pour dépasser ces contradictions, des voies plus ambitieuses sont nécessaires.

3) Le choix de l'investissement : NOUVELLES INFRASTRUCTURES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES et BIOPOLIS

À l'opportunité des deux scénarios précédents s'oppose le volontarisme des deux suivants, qui envisagent une rénovation massive du parc de bâtiments existants, et des infrastructures urbaines et énergétiques. Dans un contexte plus favorable à l'investissement public ou privé, et où celui-ci est considéré comme une solution à la crise et au chômage, il s'agit d'opérer, en même temps, plusieurs changements d'échelle par rapport aux actions exemplaires déjà menées dans plusieurs villes :

- une rénovation énergétique massive des logements et des bâtiments visant à diviser par trois, au moins, leur consommation d'énergie fossile²⁰ ;

- un changement d'échelle dans les systèmes locaux d'approvisionnement ou de production énergétique donnant une part beaucoup plus grande aux réseaux de chaleur et aux énergies renouvelables (ou non fossiles) ;
- un investissement massif dans les infrastructures et systèmes de protection contre les conséquences du changement climatique (protection contre les risques accrus d'inondation ou d'incendie, végétalisation en ville, infrastructures énergétiques et de transports adaptées à des événements climatiques extrêmes...);
- enfin, un changement d'échelle dans les infrastructures de transport collectif en termes d'investissement financier, avec pour objectif, là où c'est possible, d'atteindre la norme des trois tiers aujourd'hui appliquée à Fribourg-en-Brisgau (un tiers d'automobiles, un tiers de transports en commun et un tiers de modes doux).

Pour donner un ordre de grandeur, cela suppose de consacrer environ 10% des investissements immobiliers, industriels et publics à la transition énergétique et climatique. Rentables à long terme, car permettant de réduire durablement les factures énergétiques et de transport, et fortement créatrices d'emplois non délocalisables, ces stratégies d'investissement peuvent avoir sur le terrain des traductions très différentes selon que des solutions plutôt centralisatrices ou au contraire très décentralisatrices sont privilégiées. C'est la raison pour laquelle elles se déclinent, là encore, selon deux variantes.

Une première variante, **NOUVELLES INFRASTRUCTURES CLIMATIQUES ET ÉNERGÉTIQUES**, très proche dans son esprit du Grenelle de l'environnement - mais également portée par une vision très « Saint simonienne » des villes -, donne un rôle central aux incitations publiques de l'État, aux grands acteurs énergétiques et à l'investissement des ménages, des bailleurs sociaux et des grandes villes. Dans le prolongement des dispositifs existants, il s'agit de mettre en place tous les outils nécessaires pour rendre acceptable la réhabilitation énergétique, aux normes les plus exigeantes, des logements et bâtiments qui le nécessitent, en commençant par le parc social : création et soutien de filières professionnelles, prêts bonifiés, certificats d'économie d'énergie, tarifs d'achat, labels, etc., et surtout mise en place d'une Banque publique de l'énergie²¹, système de tiers payant et obligation de faire des travaux en cas de vente des logements. Le nucléaire comme la production centralisée d'éner-

gies renouvelables (parcs éoliens en mer, centrales solaires...) sont privilégiés, de grands projets d'éco-cités voient le jour et l'obsolescence des équipements est accélérée (primes à la casse, destruction des bâtiments les plus énergivores). Il s'agit aussi, à travers la rénovation énergétique et la construction de nouvelles infrastructures, de renforcer l'attractivité des centres urbains, de réduire l'insalubrité et d'améliorer les réseaux. À terme, l'intégration des villes dans les mécanismes européens ou mondiaux de marché du carbone peut en faciliter le financement.

Dans une seconde variante, **BIOPOLIS**, ce sont les solutions décentralisées qui sont privilégiées. Organisées à l'échelle des régions urbaines²², les collectivités locales se voient confier des responsabilités en matière de production d'énergie. La coupure entre rural et urbain s'efface. Les espaces naturels et la biomasse sont utilisés sous toutes leurs formes (végétation, biocarburants, bois énergie, biomatériaux, solaire...) pour produire des énergies renouvelables, atténuer les effets du réchauffement, créer des zones de protection, stocker du carbone... Les centres villes sont végétalisés et équipés en réseaux de chaleur utilisant des renouvelables. Les régions urbaines périphériques sont transformées en immenses « villes jardin » dans lesquelles s'intègrent soigneusement constructions existantes, espaces agricoles protégés, forêts et zones naturelles. Les services rendus, jusque-là gratuitement, par la nature sont évalués et pris en compte, notamment dans la fiscalité foncière. Les circuits courts et les relations de proximité se développent, mais ils ne parviennent pas à réduire les besoins de déplacement dont seule une petite partie peut être faite avec des substituts au pétrole ou de nouveaux transports guidés rapides. Contrairement au précédent, c'est un scénario qui suppose des ruptures institutionnelles, culturelles et dans les modèles productifs, très profondes. Mais qui s'accommode néanmoins des modes de vie existants.

Ces deux scénarios ont le grand avantage de ne pas imposer de contraintes dans la localisation des entreprises et des habitants, et de répondre aux préoccupations à moyen terme en matière de qualité de vie et d'emploi. Chacune de ces stratégies sera sûrement coûteuse et lente à mettre en œuvre, avec de nombreux problèmes institutionnels, financiers, de manque de personnel qualifié, de régulation des marchés énergétiques, de développement des réseaux nouveaux, de relations entre propriétaires et locataires... Leur efficacité risque donc d'être plus limitée que prévu. Au regard de ce risque, il faut mettre en balance l'un de leurs inconvénients communs majeurs qui est de ne pas prendre en compte les conséquences de l'étalement urbain ou de dynamiques de localisation non maîtrisées. Les gains en émission de CO₂ ou en réduction des dépenses énergétiques, attendus d'un renouvellement énergétique massif du parc existant, sont en effet du même ordre que les surcoûts ou les suppléments d'émissions éventuellement liés à l'extension attendue (et qui s'accélère) des villes - en particulier des grandes métropoles... Et cela, sans tenir compte des « énergies grises²³ ». C'est cet inconvénient qu'essayent de contourner les deux derniers scénarios.

4) Vers une autre urbanité : LA VILLE CONTENUE et URBANITÉ SOBRE

Les deux derniers scénarios mettent au centre de la transition vers des villes post-carbone la reconfiguration des territoires urbains et le changement de modes de vie. C'est à eux que l'on pense spontanément lorsque l'on cherche à se représenter celles-ci - avec l'image d'agglomérations plus compactes, mieux équilibrées autour de plusieurs pôles reliés par des réseaux performants de transport collectif, alliant mixité fonctionnelle et mixité sociale, avec des habitants aux modes de vie plus urbains et plus sobres. Une simulation réalisée en 2006 par l'École des mines de Paris a montré, par exemple, que diviser par deux en 20 ans les émissions de CO₂ de la ville indienne de Bangalore était réalisable en combinant une maîtrise foncière des densités, un endiguement de l'extension urbaine autour des grands axes de transport et des pôles d'échanges (urbanisme en « doigts de gants »), des désincitations fortes à l'usage de la voiture (limitations de vitesse, restriction des stationnements), un développement de la mixité fonctionnelle des emplois

et des logements dans la première couronne (avec mixité sociale et reconquête des friches urbaines et industrielles), et une maîtrise forte des implantations commerciales et des grands générateurs de trafic (hôpitaux, universités, pôles d'emploi et centres d'affaires)²⁴.

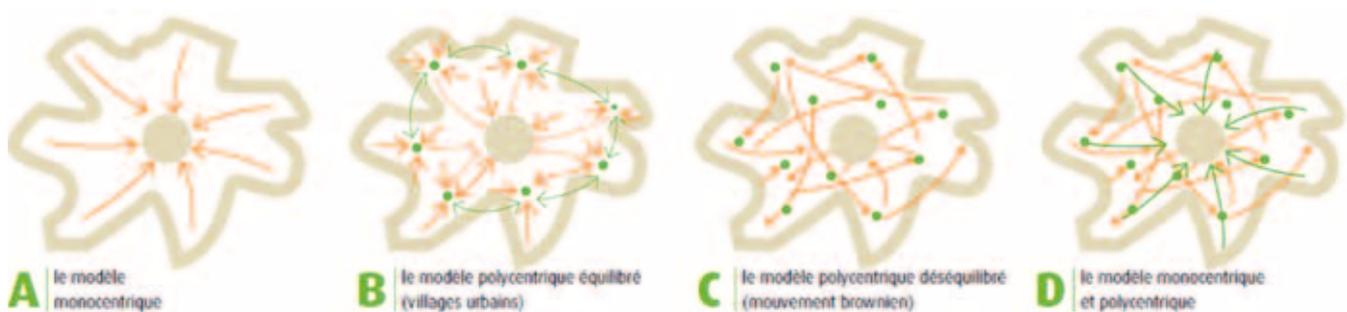
C'est a priori une vision très stimulante et convaincante. Mais entre le modèle et sa réalisation, il y a tout un ensemble d'obstacles à contourner que l'étude n'explique pas : les controverses scientifiques multiples sur l'impact des formes urbaines, l'inadaptation des systèmes de gouvernance, le poids des inerties, la difficulté à changer les modes de vie..., et finalement le scepticisme sur la possibilité de conduire des changements à long terme. C'est ce qui a conduit le groupe de prospective à imaginer, à nouveau, deux types de cheminement très contrastés.

Dans une première variante, **LA VILLE CONTENUE**, ce sont les collectivités locales et les urbanistes qui sont les moteurs essentiels de la transition, avec comme instruments majeurs d'action la planification spatiale, la maîtrise du foncier, les politiques de logement et une articulation efficace des politiques de transport et d'urbanisme. La fiscalité locale, et générale, est

Graphique 2.4

REPRÉSENTATION SCHEMATIQUE DE LA STRUCTURE DES DÉPLACEMENTS À L'INTÉRIEUR D'UNE RÉGION URBAINE

SOURCE : BERTAUD A, METROPOLIS : A MEASURE OF SPATIAL ORGANIZATION OF 7 LARGE CITIES, 2001



réaménagée pour tenir compte des localisations. Les plans climat énergie s'imposent aux outils classiques de la planification urbaine ; et les « valeurs carbone » se substituent aux valeurs immobilières dans la régulation des sols disponibles. Les projets d'aménagement sont strictement conditionnés par l'existence de transports en commun, les politiques foncières sont transférées au niveau intercommunal et des aires urbaines, les zones d'emploi et les logements sont concentrés autour de pôles de « redensification », selon un modèle de type polycentrique (graphique 2.4). Une approche intégrée conduit à prendre en compte les aspects d'énergie, de climat et de qualité de vie urbaine à toutes les échelles : l'îlot (mutualisation de l'énergie), le quartier (services de proximité), l'agglomération (cohérence emploi-logement-services), la région urbaine (maîtrise des formes urbaines, infrastructures) et l'ensemble du territoire (organisation des loisirs, armature urbaine, rapports ville / campagne)²⁵. Parallèlement, des mesures sont prises pour faciliter les relocalisations quand elles sont souhaitées et s'inventent des conceptions écologiquement et culturellement plus acceptables de la densification : il s'agit de rendre socialement désirable une nouvelle façon de vivre en ville. Tout cela suppose comme condition préalable une redistribution équilibrée des ressources entre communes centres et périphériques, et une réforme institutionnelle profonde donnant aux « régions urbaines » démocratiquement élues, des pouvoirs importants.

Dans une seconde variante, **URBANITÉ SOBRE**, ce sont les habitants eux-mêmes et les changements dans leurs modes de vie qui déterminent la dynamique de transformation des villes, les responsables locaux ne venant qu'en relais de cette impulsion première (avec des orientations proches des précédentes). Trois facteurs se conjuguent dans ce scénario pour entraîner de profondes ruptures par rapport aux modes de vie actuels : la rationalité économique, des consommateurs dans une situation de crise qui

se prolonge (un « consumérisme vert », mais plus sobre), l'émergence dans les jeunes générations de valeurs plus écologiques et frugales, et finalement l'anticipation puis l'adaptation à des contraintes beaucoup plus fortes sur l'accès aux ressources alimentaires ou énergétiques (avec des stratégies de résilience portées par des mouvements comme celui des « villes en transition »). À un moment, ces contraintes se concrétisent sous la forme de « cartes carbone individuelles » et de la mise en place de systèmes de monnaies locales valorisant les économies d'énergie ou de carbone réalisées. Circuits courts, télétravail, économies d'énergie, limitation des déplacements motorisés, journée de travail continue s'arrêtant à 15 heures, autoconstruction, loisirs et liens sociaux de proximité, extension de la location... Tout cela a des conséquences sur le développement de nouveaux services et modèles d'activité (économie de la fonctionnalité, économie circulaire...) - dans un contexte qui, en raison de la hausse des coûts de transport, favorise une rerégionalisation des marchés et des systèmes productifs. À plus long terme c'est une forme nouvelle de société urbaine qui émerge, « un âge de la connaissance », dans lequel l'immatériel, l'économie de la contribution et d'autres façons de s'approprier l'espace urbain et de gérer les biens communs occupent des places importantes.

Si un tel cheminement permet à long terme d'être beaucoup moins vulnérable à des crises climatiques ou liées au pétrole, il offre aussi aux collectivités locales l'opportunité de redéfinir, avec les habitants, un modèle plus attractif d'urbanité durable et résiliente. Sa difficulté majeure est de supposer des transitions économiques, aujourd'hui difficilement concevables, sur lesquelles le scénario ouvre néanmoins des pistes intéressantes.

5) Un premier regard transversal

Partis d'une stratégie d'attente très prudente, les six scénarios de ville « post-carbone », se terminent par la vision d'une société de la connaissance et de la contribution radicalement différente en 2050 de celle d'aujourd'hui. Cela bien illustre **la diversité des chemins possibles vers une société post-carbone** mais surtout des conceptions de la transition nécessaire.

Comme tous les scénarios, les scénarios précédents sont volontairement contrastés et, en cela, s'éloignent a priori des situations réelles. Ils sont construits sur des « interdits » qui, en principe, n'ont pas de raison d'exister dans le monde de tous les jours : par exemple le fait de ne pas changer les formes urbaines ou les modes de vie dans les quatre premiers scénarios... Il faut néanmoins remarquer que ces « interdits » sont interprétés ici de manière très souple : tous les scénarios, par exemple, intègrent une certaine modification des modes de vie ; la seule grande différence **URBANITÉ SOBRE** est que ce dernier est le seul à en faire un moteur de transformation essentiel (un « driver »). Plutôt que « d'interdit », il faudrait donc parler de « dominante ». Et cela nous ramène, finalement, à des situations de décision très concrètes, dans lesquelles, - de fait - certaines dimensions sont tenues à la marge ou restent sous exploitées dans le choix des actions. **En « forçant » les séparations existantes entre les différentes représentations** (les visions des économistes ne sont pas celles des aménageurs) **les scénarios ne visent, en définitive, qu'à réduire leur coupure...**

La présentation par couple de scénarios qui a été privilégiée dans le survol des pages précédentes met l'accent sur le rôle respectif des investissements, de la technologie, de l'urbanisme, ou des comportements - un choix de moyens sur lesquels la partie 4 apporte certains éléments d'évaluation. Il faut, cependant, insister sur le fait que **l'autre dimension, qui met l'accent sur les opportunités ou les risques liés au contexte, est tout aussi importante**. Les scénarios impairs - qui se situent dans un contexte « tendanciel », et les scénarios pairs - qui en supposent une

modification majeure - n'ont, en effet, pas la même fonction. Si les scénarios « tendanciels » ont essentiellement comme intérêt de mettre en évidence les conséquences et les limites de choix assez proches de ceux qui sont déjà en partie engagés (le scénario 3 par exemple), les trois scénarios pairs ont plutôt pour objet de questionner la plausibilité de ruptures du contexte extérieures à la décision des villes.

Sans entrer dans l'évaluation de chaque scénario, qui fait l'objet de la quatrième partie de ce rapport, il est d'ores et déjà possible d'avancer qu'aucun des scénarios « tendanciels » ne permet d'atteindre les objectifs qui sont ceux de la ville post-carbone. La stratégie de prudence - **L' ATTENTISME INTELLIGENT** - n'est pas une solution viable et débouche sur une crise majeure ; mais les scénarios **NOUVELLES INFRASTRUCTURES CLIMATIQUES ET ÉNERGÉTIQUES** et **VILLE CONTENUE**, eux aussi, ne permettent, de parcourir qu'une partie du chemin nécessaire. Sans ruptures dans le contexte (au sens large) les stratégies précédentes seront insuffisantes. **La conclusion qu'appellent ainsi finalement ces différentes catégories de scénarios est qu'une stratégie intelligente et ambitieuse de mobilisation des moyens ne suffira pas à assurer une transition réussie vers des villes post-carbone : il faudra aussi un changement des « règles du jeu », des modèles de fonctionnement économiques, des modes de vie et des cultures. C'est sur ces deux plans que tous les acteurs, et en particulier les villes, doivent pouvoir intervenir. Ce qui suppose comme condition essentielle qu'ils collaborent et mutualisent leurs efforts.**

Pour juger de la plausibilité de ruptures dans le contexte, ou des conditions d'efficacité ou de mise en œuvre des différents scénarios précédents, une approche statique, comme celle qui vient d'être présentée, ne suffit cependant pas. Il faut y ajouter une perspective dynamique qui explicite les chemine-ments dans le temps d'ici 2050 et qui soit beaucoup plus précise sur le contenu des scénarios, les actions envisagées, les risques de blocage ou facteurs de succès. C'est l'objet de la partie qui suit, qui va maintenant aborder chaque scénario séparément en parcourant les trente-cinq années qui nous séparent de 2050.

Notes

- 1) Sur cette évaluation des expériences passées ou en cours, voir la recherche faite par Cyria Emélianoff et Elsa Mor dans le cadre de ce programme (Scénarios et politiques de ville post-carbone : contribution à la synthèse du programme, ESO Le Mans, Mars 2012), ainsi que la partie 1 de ce rapport.
- 2) Cet écart a été très clairement explicité par la recherche réalisée par l'Agence d'Urbanisme de Tours et Jean Marie Beauvais (également engagée dans le cadre du programme). Voir la référence en première partie de ce rapport : encart 1.12 page 96.
- 3) Sur ce double pari - et cette double impasse - portant sur le processus et sur l'horizon, voir le dossier publié en Septembre 2009 par Sébastien Maujean dans le premier numéro de la Revue « Horizon 2030-2050 » ayant pour thème : « L'économie Verte en perspective » (Mission Prospective, DDD, Ministère de l'écologie et du Développement durable).
- 4) Voir le numéro spécial que la revue Terra Eco a consacré en octobre 2012 à ces visions de la ville future en 2050 (Comment vivrons nous dans nos villes en 2050 ?).
- 5) Défini par opposition au « forecasting » - qui vise à prévoir le futur à partir du présent - le « backcasting » consiste à partir d'un futur souhaitable pour, ensuite, identifier les chemins permettant d'y parvenir. L'utilisation de cette approche s'est fortement accrue en relation avec la notion de développement durable.
- 6) Source : Cédric Allio, Henri Waisman et Jean Charles Hourcade : « Impacts macroéconomiques de scénarios villes post-carbone », CIRED, 2012 (recherche réalisée dans le cadre de ce programme). Une présentation synthétique en est faite dans le numéro spécial de Futuribles consacré aux villes post-carbone (Futuribles N°392, Février 2013).
- 7) Les éléments essentiels de ce travail sur les variables sont développés dans le rapport élaboré par Futuribles (Véronique Lamblin) à la suite de la première phase des travaux de l'atelier de prospective (« Rapport d'études prospective sur la construction de scénarios contrastés de transition vers des villes post-carbone, Futuribles, mars 2010, pour la Mission prospective et l'ADEME).
- 8) Dans les méthodes traditionnelles d'élaboration des scénarios, les variables font l'objet d'un travail de hiérarchisation (analyse structurelle) pour simplifier le système étudié (voir Michel Godet « Manuel de prospective stratégique, Tome 2, Dunod, 2007). Cela n'a pas été fait dans le présent exercice, l'approche adoptée étant de découper le système en une quinzaine de sous ensemble (les composantes).
- 9) Certains blocs de variables, rajoutés dans la seconde phase du travail de prospective - tels que ceux relatifs à l'adaptation ou à la dimension sociale - n'ont pas fait l'objet d'un travail détaillé variable par variable.
- 10) Voir le rapport de Futuribles cité trois notes plus haut (note 7).
- 11) Source : Pascal Bain, Sébastien Maujean, Jacques Theys : « AGORA 2020, Vivre, Habiter, Se déplacer en 2020, Quelles priorités de recherche ? » 512 pages, MEDDAT, juin 2008.
- 12) Source : Conseil général des Ponts et Chaussées (et Futuribles) : « Transport 2050 », Ministère de l'Équipement, mars 2006. Voir, également, l'ensemble des travaux de prospective réalisés sous l'égide des ministères de l'équipement et de l'environnement avant 2008 (in : Mémoire de la Prospective, Tome 1, Mission prospective, CGDD, MEDDE, Mars 2013) - qui, comme les travaux de l'ADEME, ont constitué des ressources importantes pour l'atelier de prospective.
- 13) Citation tirée d'AGORA 2020.
- 14) L'intérêt strictement économique d'un recours accru aux énergies renouvelables (solaire pour l'eau chaude, photovoltaïque...) est, par exemple, mal perçu par beaucoup des propriétaires habitant en maison individuelles, l'évaluation de ces avantages étant encore souvent centrée sur les avantages fiscaux.
- 15) Toute cette partie sur les « micro-scénario » est présentée en détail dans le rapport de synthèse sur la seconde phase de l'atelier de prospective réalisée par le bureau d'études Mana (Stéphane Chevrier) ; rapport publié en Décembre 2011, pour la Mission prospective et l'ADEME.
- 16) La nouvelle réglementation thermique (RT 2012) impose aux bâtiments neufs de respecter la norme BBC (bâtiment basse consommation, soit 50 kilowattheures d'énergie primaire par mètre carré et par an pour les cinq usages réglementés : chauffage, rafraîchissement, ventilation, eau chaude sanitaire, et auxiliaires de chauffage et d'éclairage) et la norme BEPOS (bâtiment à énergie positive), soit de produire plus d'énergie qu'il n'en consomme en une année, à l'horizon 2020.
- 17) La taxe flottante aurait vocation, à travers sa modulation, à permettre d'envoyer un « signal prix » durablement en hausse mais régulier, via la prise en compte de la volatilité des prix du pétrole.
- 18) En français « gestion fine » : technique utilisée dans les services caractérisés par une forte présence de coûts fixes et par une certaine inertie des capacités proposées (transports en commun, hôtellerie...), consistant à maximiser le chiffre d'affaires en jouant sur les variables prix et le coefficient d'occupation, à l'aide d'une politique de tarification différenciée.

- 19) GUSDORF François et HALLEGATTE Stéphane, « Behaviors and Housing Inertia Are Key Factors in Determining the Consequences of a Shock in Transportation Costs », *Energy Policy*, vol. 35, 6, juin 2007, p. 3 483-3 495.
- 20) La proportion de ménages français ayant réalisé des travaux de maîtrise de l'énergie en 2010 est supérieure à 14%, avec un investissement moyen de 4 400 euros ; ce sont donc plus de 18 milliards qui ont déjà été investis dans le parc (source : *Maîtrise de l'énergie. Bilan 2010*, Paris : TNS Sofres / ADEME, 2010). Dans une optique de rénovation massive, il faudrait orienter ces investissements sur les logements les plus énergivores, via les actions les plus efficaces, et y adjoindre quelque 20% d'investissements supplémentaires. Montant significatif mais à relativiser au vu des sommes aujourd'hui investies.
- 21) Alimentée par des ressources spécifiques (livrets de développement durable, etc.), cette banque publique, centrée sur le portage de projets longs, pourrait associer financement du capital-risque, système de tiers payant, gestion des certificats d'énergie et système d'assurance. Voir le projet du Center for American Progress proposé en 2009 : PODESTA John D. et KORNBLUH Karen, « The Green Bank: Financing the Transition to a Low-carbon Economy Requires Targeted Financing to Encourage Private-sector Participation », Washington, D.C. : Center for American Progress, mai 2009.
- 22) Les régions urbaines sont définies ici en termes de bassins de vie : la ville et son arrière-pays, ou hinterland.
- 23) L'énergie grise est l'ensemble de l'énergie dépensée sur la durée de vie (fabrication, usage, fin de vie) d'un produit ou service.
- 24) GIRAUD Pierre-Noël et LEFEVRE Benoit, *Signature énergétique des transports urbains (SETU), un outil d'évaluation de la durabilité des dynamiques urbaines. Application à Bangalore, Inde*, Paris : Cerna, 2006.



Les six scénarios : contextes et cheminements

Après avoir, dans la partie précédente, présenté l'esprit des six scénarios élaborés dans le cadre du programme « villes post-carbone » - et la méthode utilisée pour y parvenir - il s'agit maintenant d'entrer beaucoup plus dans leur contenu, c'est-à-dire dans leur dynamique, dans leur cheminement. En effet, comme cela a été à plusieurs reprises répété, l'objet de ces scénarios n'est pas de donner une vision de ce que seront les villes post-carbone en 2050, mais de dessiner des chemins pour y parvenir - avec leurs conditions favorables, leurs obstacles, leurs avantages et leurs risques.

Les six scénarios vont être abordés successivement, dans l'ordre où ils ont été succinctement décrits au cours des pages précédentes en suivant une trame commune structurée en trois parties très inégales :

- ① un bref rappel de la logique du scénario et du contexte dans lequel il s'inscrit (« Synthèse »), complétée par son « code génétique » (micro-scénario) ;
- ② une présentation beaucoup plus détaillée de son cheminement entre aujourd'hui et 2050, avec, le plus souvent trois à quatre grandes étapes généralement marquées par des changements de contexte (« Cheminement ») ;
- ③ et enfin, quelques éléments d'analyse - faisant une première évaluation des obstacles, opportunités, risques ou inconvénients liés à son déroulement, dans la perspective multi objectifs qui est celle des villes post-carbone (prise en compte du triptyque - facteur 4, adaptation, sortie des énergies fossiles - et de la précarité énergétique) (« Éléments d'analyse »).

Les scénarios ont été volontairement contrastés et se caractérisent par de très nombreuses différences touchant aussi bien au contexte dans lesquels ils se déroulent qu'aux modes d'action ou catégories d'acteurs impliqués. Ils ont cependant au moins deux points communs importants. D'abord, ils mettent prioritairement l'accent sur l'action des villes - à la fois collectivités locales, acteurs économiques et habitants : il s'agit d'abord de dessiner des stratégies territoriales. Ensuite, ils partagent implicitement une certaine vision commune des risques et des enjeux liés à la ville post-carbone et du contexte général de croissance économique et urbaine dans lequel la France va se situer au cours des 35 prochaines années. Sans revenir en détail sur ces éléments de diagnostic commun, situés en arrière-plan des six scénarios¹, l'encadré page suivante en rappelle quelques points essentiels.

Cette conscience des enjeux est présente même dans le premier des scénarios qui va maintenant être décrit, celui de l'**ATTENTISME INTELLIGENT**, pourtant très déterminé par le contexte actuel de crise économique.

Encart 3.0

L'ARRIÈRE-PLAN COMMUN AUX SIX SCÉNARIOS : UNE CONSCIENCE PARTAGÉE DES RISQUES, DES ENJEUX ET DE QUELQUES ÉLÉMENTS DU CONTEXTE (PROPRE À LA FRANCE)

Les risques :

- ⊙ une augmentation d'ici 2050 de 50 à 75% par rapport à 2010 des émissions de gaz à effet de serre au niveau mondial (alors qu'une baisse de 50% serait indispensable, en passant par un pic d'émissions dès 2020-2025) ; et une stabilisation ou légère réduction à l'échelle française (au lieu d'une baisse de 75%) ;
- ⊙ une trajectoire de réchauffement climatique de 2,5 à 5,5°C à l'horizon 2100 ;
- ⊙ des prix du pétrole multipliés par deux ou trois au même horizon, avec une forte volatilité possible ;
- ⊙ une précarité énergétique et une vulnérabilité aux prix de l'énergie touchant entre 20 et 40% des ménages en 2050.

Les enjeux :

- ⊙ diviser d'un facteur 4 (par rapport à 1990) les émissions des villes d'ici 2050 ;
- ⊙ être capable de s'adapter à un réchauffement climatique très supérieur à 2°C en 2100 ;
- ⊙ être en large partie autonome par rapport au pétrole et au charbon d'ici 2050 (et, dans une moindre mesure, par rapport aux autres énergies fossiles, et notamment gaz naturel) et être en mesure de faire face à des ruptures ou difficultés ponctuelles d'approvisionnement ou de prix durant la transition ;
- ⊙ éviter les fractures sociales liées à l'accroissement des vulnérabilités et de la précarité énergétique ;
- ⊙ se situer dans une perspective de développement urbain durable.

Quelques éléments de contexte à l'échelle française :

- ⊙ une population métropolitaine passant de 63 millions d'habitants à 72 millions d'ici 2050 (dont un tiers âgée de plus de 60 ans) ;
- ⊙ environ 9 à 10 millions d'urbains en plus, s'installant, pour près des 2/3, en périurbain ;
- ⊙ un taux de croissance annuel moyen de 1,5% (1,1 pour le revenu par tête) ;
- ⊙ un prix de l'électricité supérieur de 50 à 100% en 2050 par rapport à aujourd'hui ;
- ⊙ une hausse de la mobilité locale des personnes de l'ordre de 30% en 40 ans (voyageurs-kilomètres).



01 Scénario 1 : ATTENTISME INTELLIGENT

Le premier scénario, **ATTENTISME INTELLIGENT**, est un scénario de mise en œuvre de « politiques sans regrets » dans un contexte de croissance faible et de contrainte budgétaire forte - qui réduisent la priorité accordée aux préoccupations climatiques. Malgré les efforts faits par les villes pour mener des actions exemplaires, faire appliquer les réglementations et mobiliser les parties prenantes, leur vulnérabilité croissante les expose à une crise majeure à l'horizon 2030-2040.

MOTS CLÉS : CRISE ECONOMIQUE, PRIORITE AUX PRIX DE L'ENERGIE ATTENTISME, PRAGMATISME, POLITIQUES SANS REGRET, OPTIMISATION, ACTIONS EXEMPLAIRES, MOBILISATION DES PARTIES PRENANTES, POLYCENTRISME SANS AXE, RISQUE DE RUP-TURE BRUTALE APRES 2030.

1) Synthèse

L'**ATTENTISME INTELLIGENT** n'est pas l'inaction. C'est plutôt la volonté, dans un contexte difficile, de continuer à mener toutes les actions à faible coût compatibles avec des marges de manœuvre sensiblement restreintes. L'accent est mis sur des « politiques sans regret » qui permettent à la fois d'apporter des réponses aux problèmes énergétiques et climatiques et d'obtenir des bénéfices en termes d'emploi, d'attractivité urbaine, de réduction de la pauvreté.

Il s'agit de faire preuve de créativité, d'imagination, d'organisation, sinon de réactivité et d'opportunisme, pour pallier la baisse des investissements et des ressources financières.

La crise économique persistante, le manque de ressources publiques, les controverses sur le climat et le peak oil ; bref, l'incertitude dans laquelle vivent en permanence les acteurs n'incite pas à des décisions de long terme. La durée de vie des centrales nucléaires est prolongée, les énergies renouvelables se développent à un rythme lent, la réhabilitation énergétique du parc ancien ne concerne que les investis-

sements dont les temps de retour sont rapides, les gaz et huiles « non conventionnels » (gaz de schiste...) sont exploités là où c'est possible - la préoccupation essentielle étant de faire face à des tensions croissantes sur les prix de l'énergie. Faute d'incitations appropriées, et dans un contexte de stagnation des revenus, les nouvelles technologies vertes (véhicules électriques, bâtiments à énergie positive...) ne trouvent pas de marché suffisant, ce qui, en retour, ne permet pas d'enrayer une dynamique de désindustrialisation qui se poursuit.

Les politiques locales évoluent au gré des fluctuations du contexte, dont elles cherchent à la fois à amortir les chocs et à valoriser les opportunités. Dans un premier temps, elles subissent les contre coups d'une économie stagnante et d'une explosion du chômage ou des dépenses sociales. Puis s'ouvre une « fenêtre d'opportunité » marquée par une remobilisation sur les questions climatiques ou énergétiques et un contexte économique plus favorable. Toutes les politiques sans regret possibles sont alors

menées, en fédérant et optimisant toutes les capacités et ressources disponibles au niveau local. Mais ces actions sont trop tardives face à des problèmes climatiques et de raréfaction des énergies fossiles qui s'accroissent. Elles ne permettent pas d'éviter qu'à la fin de cette période - vers 2035-2040 - les villes aient à affronter deux ruptures majeures liées à la fois à un nouveau choc pétrolier - beaucoup plus profond que les précédents - et à des dérèglements climatiques aux effets mal anticipés.

ATTENTISME INTELLIGENT se situe ainsi dans un horizon d'attente qui semble annoncer un inéluctable basculement que ne pourront contenir les actions intelligentes mises en œuvre. Pour avoir fait le choix de ne pas privilégier la rupture, il se trouve, finalement, devant la contrainte d'avoir à faire face à une rupture encore plus radicale. C'est sans doute le scénario qui est le plus proche d'une évolution tendancielle.

Tableau 3.1

LE « CODE GÉNÉTIQUE » DU SCÉNARIO ATTENTISME INTELLIGENT

c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	
Climato-sceptique Tension sur les ressources	Crise et « big shift » Stop and go et désendettement compétitif	Priorité à la réduction des déficits et de la facture pétrolière	Bonne gouvernance et simplification institutionnelle	Ville-région et étalement urbain	Consumérisme vert et rationalité économique Souci de soi et repli identitaire	Sensibilisation du public	
c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15
Spécialisation & concentration Nouvelle économie de service	Centralisé et carboné avec réduction de pétrole Partiellement décarboné et renouvellement indispensable	Urbanisme de projet et planification inopérante Aménagement coopératif : urbanisme, coordonné, négocié, compensé	Transports performants et propres Révolution des carburants alternatifs carbonés	Optimisation des déplacements et mobilité raisonnée La mobilité bien commun en partage	Rénovation légère et efficacité énergétique	France de propriétaires	Débudgétisation, privatisation, contractualisation

2) Cheminement

Le scénario se situe dans le prolongement de la situation actuelle de crise économique et de scepticisme sur la réalité du changement climatique. Il se structure autour de trois grandes étapes :

- © 2012-2020 : **Climat de scepticisme et crise économique**
- © 2020-2035 : **Avis de tempête : une fenêtre d'opportunité ?**
- © 2035-2050 : **Double choc et chaos urbain**

2012-2020 : climat de scepticisme et crise économique

Conférences avortées, scepticisme climatique, et recentrage sur l'énergie

Avec l'échec des conférences internationales sur le climat (post Copenhague) se clôt une période historique qui, depuis la Conférence de Rio, avait mis beaucoup d'espoir dans la possibilité d'une régulation mondiale. Les politiques se renationalisent ou même, comme aux États-Unis, se régionalisent, dans un contexte où s'accroissent les controverses sur la réalité du changement climatique. Les engagements pris par les différents pays de se situer dans une trajectoire de division par deux des émissions d'ici 2050 (par 4 ou 5 dans les pays développés) ne sont pas suivis des faits - même si la crise économique limite celles-ci dans ceux qui ont une faible croissance. La plupart des États sont conscients des risques, mais ils ne veulent pas obérer leur développement et refusent de s'engager dans un accord global et contraignant. Cette absence de contraintes a une influence sur les marchés du carbone, dont le cours s'effondre, ce qui ne favorise pas l'investissement dans les énergies décarbonées. Le fonctionnement erratique et spéculatif de ces marchés - quand il ne s'agit pas de détournement financier - conduit à remettre en cause la crédibilité de ces mécanismes, en particulier au niveau européen. C'est l'un des éléments d'une décrédibilisation des politiques climatiques.

À l'échelle locale les dynamiques engagées à la suite du troisième choc pétrolier, de la Convention des maires, et du « Grenelle de l'environnement » s'épuisent, face aux urgences économiques et sociales liées à l'aggravation de la crise. Les Plans Climat-Energie Territoriaux (PCET) sont élaborés avec beaucoup plus de lenteur que prévu et ne comportent pas de mesures très contraignantes. Seuls demeurent quelques projets exemplaires susceptibles de contribuer à l'attractivité des villes concernées (quelques écoquartiers ou réseaux de transport en site propre).

Si le climat ne disparaît cependant pas totalement des préoccupations publiques, y compris locales, c'est en raison de ses relations très fortes avec les questions de prix de l'énergie - pétrole, gaz mais aussi électricité. Après l'espoir déçu d'un « contre choc pétrolier », les tensions sur les prix (et la balance commerciale) s'accroissent lentement pour toutes les énergies - élargissant la part de la population menacée par la précarité énergétique. Elles deviennent un thème de plus en plus important dans le débat public. Mais faute de pouvoir investir massivement dans des alternatives à terme moins coûteuses les réponses politiques à cette inquiétude restent enfermées dans **le dilemme efficacité-équité** - favoriser des économies d'énergie pour les uns (par la hausse des prix et la suppression des subventions) ou baisser artificiellement les prix pour d'autres (en régulant les tarifs, notamment pour les plus pauvres). C'est aussi à ce dilemme qu'est confronté le projet de mise en place d'une fiscalité sur le carbone, qui échoue une nouvelle fois.

En conséquence, les actions en matière d'efficacité énergétique ou de développement des énergies renouvelables se limitent, durant cette période, à celles qui peuvent être rentabilisées à court - moyen terme - que ce soit au niveau des entreprises, des ménages ou des collectivités locales. L'eau chaude solaire et le photovoltaïque progressent dans l'habitat individuel chez les familles les plus aisées, les propriétaires financent une isolation rudimentaire dans l'habitat collectif, les communes, le tertiaire et les grandes entreprises surveillent leurs factures énergétiques et font des économies de gestion (en optimisant les systèmes en place).

Désendettement public, désindustrialisation, et désinvestissement

Face à la perte de compétitivité et au déficit croissant de la balance des paiements, la France fait le choix de miser sur ses atouts historiques : le nucléaire, l'automobile, l'aéronautique, l'agroalimentaire, la pharmacie, les services urbains, le tourisme... Mais ces orientations stratégiques ne suffisent pas à enrayer une désindustrialisation continue qui amène à concentrer la production là où la main d'œuvre est la moins chère et les marchés les plus porteurs. La rigueur budgétaire ralentit la croissance et ce ralentissement accroît le chômage et la précarité de l'emploi - tout en réduisant les rentrées fiscales. Sous la pression des entreprises, une partie des cotisations (patronales et salariales) pesant sur le travail sont fiscalisées. L'épargne des ménages se réduit, et dans un contexte d'augmentation de leurs dépenses contraintes, ceux-ci font le choix de remettre à plus tard leurs investissements dans des biens durables - logement et automobile. Comme dans le même temps le désendettement restreint l'investissement public, et que la faible croissance n'incite pas les entreprises à innover, ce sont, de fait, tous les moteurs de l'investissement qui tournent au ralenti - malgré une offre de financement très sensiblement améliorée par rapport aux débuts de la crise (taux historiquement faibles, Banque publique d'investissement...). Cette stagnation touche, en particulier, les infrastructures et le bâtiment, avec des chiffres annuels de constructions neuves qui n'arrivent pas à dépasser les 300 000 logements, et un ralentissement sensible des constructions de nouvelles lignes de transports publics. Cela a naturellement des répercussions sur la mise en place des nouvelles normes thermiques qui non seulement concernent une proportion du parc moins élevée que prévue, mais sont de surcroît mal appliquées. Le parc automobile lui aussi vieillit, avec une durée de vie qui s'allonge de deux à trois ans... et donc une efficacité énergétique moindre. On s'éloigne des trajectoires qui permettraient un renouvellement ambitieux des parcs (de véhicules ou bâtiments) à l'horizon 2050.

Le démantèlement d'une partie des services publics et la baisse de certains transferts sociaux affectent en priorité la classe moyenne qui se situe au-dessus des seuils de redistribution et les villes qui dépendent le plus fortement des emplois publics ou des transferts de revenus. La structure sociale se polarise avec, entre « riches » et « pauvres », une classe intermédiaire qui devient de plus en plus réduite. C'est dans cette catégorie que s'accroît le désenchantement pour la politique, s'accompagnant d'un reflux de l'intérêt pour les « valeurs écologiques » qui ont de plus en plus tendance à se restreindre aux risques individuels, et notamment aux craintes pour la santé.

Les villes jouent un rôle « d'amortisseur » face à la crise. Une partie de leur budget d'investissement est réorientée vers l'aide sociale et le soutien à l'emploi. Mais elles manquent d'instruments pour lutter efficacement contre l'augmentation de la précarité énergétique, et, globalement, leur intervention sur les questions d'énergie se réduit.

2020-2035 : avis de tempête et embellie économique - une fenêtre d'opportunité (mal) exploitée

Une embellie économique

À la fin de la décennie 2010-2020, l'Europe (hormis les pays les plus touchés par la crise) sort partiellement de sa période de stagnation économique et de désendettement massif grâce à une meilleure coordination des politiques européennes et un retournement des cycles à moyen terme. Sauf exception, les niveaux d'endettement sont revenus en-dessous du seuil de 3% et les budgets sociaux ont été, en large partie, structurellement rééquilibrés ; mais la maîtrise des dépenses publiques - et notamment de l'investissement et des transferts aux collectivités locales - demeure une contrainte forte. En France, le niveau de chômage redescend en dessous du seuil de 10% après des réformes importantes en matière de formation et de marché du travail. Un « gouvernement économique » s'est mis en place à l'échelle de la zone euro, un accord a été obtenu pour aller progressivement vers une harmonisation des fiscalités, et la monnaie européenne s'est légèrement dépréciée par rapport au dollar.

Les conditions sont ainsi réunies pour que l'économie française se situe sur une trajectoire de 1,5 à 2% de croissance par an (1,1 à 1,6 pour le revenu par tête). Cependant, les restructurations économiques de la période précédente font que ces possibilités de croissance sont, selon les régions et les villes, encore beaucoup plus inégales qu'en 2010.

Avis de tempêtes

Depuis Copenhague et la succession des échecs en matière de régulation internationale du climat, le message sur l'urgence climatique s'était brouillé ; et l'explosion des énergies fossiles non conventionnelles aux États-Unis avait laissé penser que le monde était entré dans un « nouvel âge d'or du pétrole ». Au début des années 2020, la réalité du changement climatique et de la question des ressources fossiles se manifestent néanmoins à nouveau sous la forme d'une série d'événements préoccupants, qui sont autant « d'avis de tempête ». En Europe de l'Ouest, c'est la succession de printemps marqués par une pluviométrie exceptionnelle, de canicules en été et de tempêtes en automne. La Vendée, la Charente-Maritime, l'Hérault voient leurs côtes submergées par de grandes marées poussées par des vents violents. La Loire, la Seine, la Garonne et les rivières proches du littoral méditerranéen connaissent des crues centenaires. À Paris, la barre symbolique des 40°C est franchie à plusieurs reprises pendant plusieurs étés de la décennie 2020-2030. Les incendies de forêt ravagent la côte méditerranéenne. Si les canicules sont moins dramatiques du point de vue humain qu'en 2003, les dégâts en santé ou pour les cultures sont considérables. Les maisons individuelles situées en Flandre, dans le Bassin Parisien ou le grand Sud-Ouest doivent faire face aux conséquences de « retrait - gonflement d'argile » ; tandis que l'enneigement des stations de sports d'hiver devient de plus en plus imprévisible. Un rapport parlementaire est publié sur ces différents événements, rappelant les alertes scientifiques précédentes et montrant le caractère très insuffisant des Plans Climat-Energie Territoriaux et du Plan National d'adaptation. Il alimente des polémiques nombreuses, qui se développent à nouveau, sur les questions climatiques.

Dans le même temps les tensions se raniment sur le prix du pétrole et plus généralement, sur ceux de l'énergie. Des événements au Moyen-Orient, au Nigeria, en Afrique du Nord... font momentanément grimper les prix du pétrole au-dessus de 150 dollars le baril. Le gaz de la mer du Nord commence à montrer des signes d'épuisement. L'exploitation du gaz de schiste,

qui a été lancée dans plusieurs pays (dont la France) à grand renfort d'investissements, s'avère plus difficile que prévu et - comme celui d'Amérique du Nord-Est difficilement transportable, l'Europe ressent de plus en plus sa dépendance par rapport à la Russie et aux pays de la mer Caspienne... Les investissements nécessaires -pour des raisons de sécurité - dans la filière nucléaire contribuent, de leur côté, à accroître les prix de l'électricité. Plus encore que dix ans auparavant, la question de l'accès à une énergie peu coûteuse devient centrale. Elle conduit les différents pays à mobiliser toutes les ressources nationales, et à passer des accords bilatéraux (parfois sous forme de « troc » pour échapper aux contraintes de change). La France et l'Europe du Sud privilégient, pour des raisons historiques, le Maghreb et l'Afrique ; tandis que l'Europe du Nord cherche à renforcer ses coopérations avec les Pays de l'Est et la Russie. Cela contribue, avec beaucoup d'autres facteurs, à bloquer la mise en place d'une politique européenne de l'énergie...

L'opportunité d'une remobilisation

L'Europe n'est pas la seule à être confrontée à des événements climatiques, ou à des tensions sur les prix de l'énergie : les instabilités climatiques touchent tous les pays ; et la moindre importation de gaz ou de pétrole par les États qui - comme les États-Unis et maintenant la Chine - exploitent leurs ressources non conventionnelles n'est pas suffisante pour compenser les coûts croissants de production pour les fossiles classiques. Comme l'AIE l'annonçait en 2013, les pics de production pour les huiles et gaz de schistes sont d'ailleurs en passe d'être atteints. L'heure est donc à une certaine **remobilisation sur le climat et l'énergie**. Cinq ans après la nouvelle déception de la Conférence de Paris, un accord a minima, qui engage pour la première fois les pays émergents, est trouvé. Il définit pour 2050 un objectif d'émission égal par habitant et y affecte des ressources tirées à la fois d'une taxe sur les transports aériens et d'un faible prélèvement sur les transactions financières. Mais cela ne s'accompagne ni de moyens contraignants, ni de financements pour les pays ou villes du Nord.

Dans un contexte économique qui reste très contraint, l'État, au niveau le plus élevé, engage lui aussi tous les acteurs - les entreprises, les administrations, les collectivités locales, les habitants - à se mobiliser. Le climat et l'énergie font partie des thèmes de campagne importants pour les présidentielles de 2022, en préparation. De nouvelles campagnes d'information et de sensibilisation sont menées ou lancées à toutes les échelles, par les associations, les agences

compétentes, l'éducation nationale, les collectivités locales, réutilisant des éléments du débat de 2013 sur la transition énergétique ou de 2008 sur le Grenelle. L'ONERC est transformé en Agence nationale pour l'adaptation au changement climatique. Les PCET, qui ont fait l'objet de vives critiques, sont étendus aux villes de 20000 à 50000 habitants et doivent comporter un volet « adaptation » beaucoup plus développé, et intégrer désormais une prospective à l'horizon 2050. Le régime des assurances pour les catastrophes naturelles couvre un peu plus largement les risques liés au climat. Mais les caisses publiques sont vides, la reprise encore timide, et les marges de manœuvre pour des investissements ou des subventions restent réduites au minimum : force est d'en rester au « magistère de la parole ».

Les villes exemplaires et animatrices

Dans cette dynamique de remobilisation, les villes occupent une place centrale. Directement exposées, elles organisent, en s'appuyant sur le cadre fourni par les nouveaux Plans Climat- Energie Territoriaux, l'implication de tous les acteurs locaux concernés. Dans les plus grandes collectivités, les services énergie - climat sont renforcés et les organigrammes modifiés pour permettre une transversalité et une hiérarchisation des actions plus efficace. Les villes réalisent des études, des diagnostics thermiques, des audits pour mieux connaître les émissions et les consommations à l'échelle des îlots, des quartiers, des communes ou groupements de communes. Elles cherchent à comptabiliser les entrées et sorties de matières et d'énergie pour mieux comprendre le « métabolisme urbain » ; elles font des études de vulnérabilité pour hiérarchiser les groupes ou espaces les plus exposés. Elles organisent des débats et mettent en place, comme Hanovre (**encart 3.1**) de larges processus de concertation impliquant à la fois les habitants (par quartier) et l'ensemble des acteurs locaux - entreprises, services publics, collectivités, associations... - auxquels il est demandé de formuler des engagements quantifiés. Des réunions sont aussi organisées entre chefs de file pour coordonner les actions à différentes échelles (intercommunale et infrarégionale) et mieux articuler les PCET existants ou « de seconde génération » avec le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE) ou les documents d'urbanisme. Des « agents référents adaptation » sont nommés dans chaque service des communes les plus exposées, dans les grandes entreprises ou les établissements publics les plus importants. Sur la base de cet effort général de mobilisation, les nouveaux Plans

définissent des programmes d'actions comportant des calendriers précis aux horizons 2025-2035- 2050 et des engagements contractuels avec les acteurs majeurs. Ils s'accompagnent d'un dispositif de suivi adapté. Dans les villes plus petites les moyens nécessaires sont mutualisés, avec l'appui des départements ou des régions.

Parallèlement, des actions exemplaires sont lancées - quelques-unes à un horizon de long terme (éco-quartiers), la plupart à court - moyen terme (notamment pour protéger les populations les plus exposées, adapter le patrimoine municipal et aménager la mobilité). Des programmes sont lancés pour réduire le nombre de « passoires énergétiques » où résident les populations les plus précaires. Des actions d'information et de sensibilisation du public sont conduites dans les écoles, les entreprises, les maisons de retraite pour développer une véritable **culture de la sécurité civile** (connaissance de la chaîne de secours, actions de débroussaillage, économies d'eau, protection des immeubles contre les inondations ...). Les moyens de gestion des crises sont accrus avec des centres d'accueil. Une « culture de l'adaptation » se constitue ainsi progressivement (**encart 3.3**). Malgré le manque de ressources, quelques projets exceptionnels sont aussi engagés pour réduire la vulnérabilité des zones les plus menacées et les plus emblématiques (sites touristiques littoraux, centre villes historiques...).

Faire plus en dépensant moins : l'exemple de la mobilité intelligente.

Dans un contexte marqué par les contraintes économiques et financières, mais aussi par l'incertitude, les notions de « **politique sans regret** » et de « coût efficacité » (ou coût bénéfice-avantage) sont déterminantes pour orienter l'action publique. Les collectivités locales s'appuient sur les calculs des économistes pour mener ou promouvoir toutes les actions ayant un coût réduit pour une efficacité maximum à court terme - aussi bien en matière d'atténuation que d'adaptation. Cela les conduit, par exemple, à inventorier et soutenir la rénovation des « **passoires thermiques** » - les logements construits avant 1974 chauffés au fioul ou au charbon (**encart 3.2**).

Le meilleur exemple de cette politique d'optimisation est celui de la **mobilité « intelligente »**. Soucieuses de leur image de ville « durable » - et impliquées dans la transition énergétique et climatique mais aussi de leurs dépenses d'investissement et de fonctionnement - les villes font tout ce qu'il est possible pour promouvoir ou organiser à un coût pour elles réduit : amélioration de la **qualité de service des transports collectifs** sur les grands axes fréquentés, partage de la voirie au profit des **modes doux** (vélos, piétons), **réduction des vitesses et des espaces de stationnement** pour contraindre l'usage de l'automobile, développement de l'offre de vélos ou de véhicules électriques en libre-service, décarbonisation pro-

gressive du parc de bus publics, organisation de la **multi modalité** (carte multimodale, parkings relais, aménagement des plates-formes d'échange, signalétique coordonnée...). Elles s'engagent par ailleurs dans des politiques actives de promotion du **covoiturage**, de transport à la demande ou d'aménagement du temps, aussi bien en direction des habitants que des entreprises ou grands « générateurs de trafic » (centre commerciaux, campus, hôpitaux...) - avec des Plans de déplacement négociés. Elles s'impliquent, enfin, fortement dans l'organisation des circuits de logistique. Pour cela, les moyens d'information et de communication les plus sophistiqués sont mobilisés (Assitant Numérique à la mobilité...).

Encart 3.1

MOBILISER LA POPULATION ET LES PARTIES PRENANTES : L'EXPÉRIENCE DE HANOVRE

SOURCE : LYDIE LAIGLE ET ASTRID HOFFMAN KALLEN (VILLE DE HANOVRE) : INTERVENTION AU COLLOQUE DE BERLIN ORGANISÉ PAR LE RÉSEAU « LOW CARBON SOCIETY - RESEARCH NETWORK » (2010).

La ville de Hanovre a, depuis le milieu des années 90, mené une politique exemplaire de mobilisation de toutes les « parties prenantes » sur la thématique énergie-climat. Cela lui a permis d'impliquer non seulement tous les services municipaux, y compris le département de l'économie, mais aussi la population, les acteurs privés, les producteurs locaux d'énergie, et les communes voisines - initiative d'autant plus remarquable qu'il n'y a pas de compétence pour la protection du climat à l'échelle intercommunale. Cela s'est fait en plusieurs étapes.

À partir de 1996, à l'occasion de l'Agenda 21, la ville s'est engagée dans un intense processus participatif visant à élaborer un programme municipal de protection du climat. Grâce à cette concertation elle a réussi à faire coopérer une multitude d'acteurs qui se sont

ensuite constitués en « Alliance pour le climat Hanovre 2010 ». Les 80 partenaires de l'Alliance se sont engagés à réduire de 40% les émissions locales de CO₂ à l'horizon 2020 (par rapport à 1990) - à travers une série de stratégies étalées dans le temps concernant aussi bien la municipalité que le producteur local d'énergie ou les autres partenaires privés (entreprises, promoteurs, services publics...).

En 1998, le conseil municipal, en coopération avec cinq villes de l'agglomération, son prestataire d'énergie, et des entreprises a ensuite créé un consortium public-privé, « Proklima », afin de pouvoir subventionner des projets de réhabilitation énergétique et de construction neuve limitant les émissions de CO₂. Des ressources propres, issues d'une taxe locale, lui ont été affectées. Constatant que tous les engagements n'avaient pu être tenus, la ville a enfin, en 2008, décidé d'étendre sa politique à l'échelle intercommunale. Elle a convaincu l'intercommunalité d'Hanovre de mettre en place un nouveau plan visant à réduire les émissions de 60% à l'horizon 2050 - avec des actions importantes en matière de transport, de foncier, de développement des énergies renouvelables, et d'urbanisme. Comme les compétences en ce domaine n'existaient pas sur le climat, ce nouveau plan, élaboré par les différents services des 20 communes, s'est appuyé une nouvelle fois sur un très large processus participatif impliquant à la fois experts et habitants.

DONNER LA PRIORITÉ AUX ACTIONS À FAIBLE COÛT ET FORTE EFFICACITÉ : UNE LOGIQUE D'INVESTISSEMENT PAS À PAS

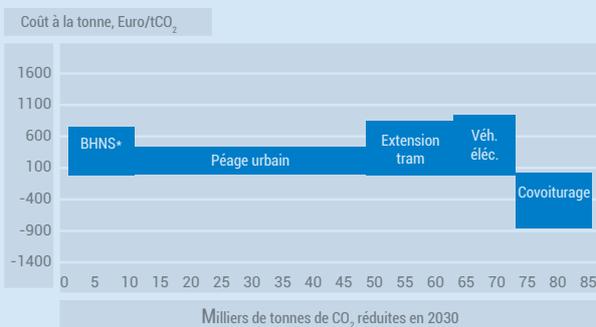
SOURCE : PROJET AETIC, PROGRAMME ANR VILLE DURABLE, JUIN 2013, P. CRIQUI / P. MENANTEAU (LEPII), B. BOUGNOUX (ENERDATA), J.FOURNIER (VEOLIA), M. SAUJOT (IDDRI)

À ne sélectionner que les options de réductions individuellement les moins coûteuses, et en s'inscrivant dans une lecture simplifiée et erronée des courbes de coûts d'abattement, les villes peuvent se priver de complémentarité d'actions et se trouver en situation de lock-in à long terme : des gisements n'étant plus accessible dès lors que certains investissements devaient être réalisés suffisamment tôt.

Dans le cadre du projet AETIC réalisé sur l'agglomération grenobloise, une approche plus intégrée a été développée, regroupant des paquets de mesures cohérentes avec notamment un phasage dans le temps (à titre d'exemple, l'offre de transport collectif est développée avant le péage urbain par exemple, et le covoiturage solution aux effets plus incertain n'est pas mis en option prioritaire) et prenant en compte plusieurs externalités (pollution, gain/pertes de temps...). Cela permet d'adopter une posture cohérente combinant pragmatisme de court terme et ambition de long terme.

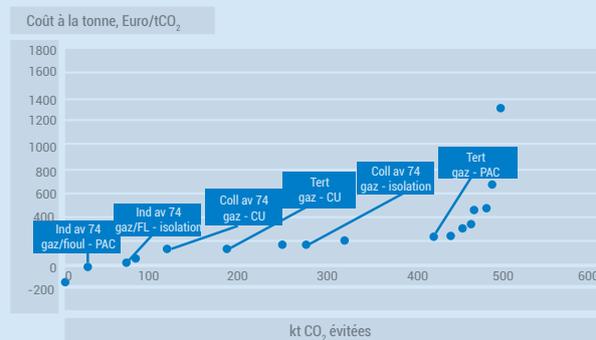
Selon ces travaux, le secteur du bâtiment est celui qui présente le principal potentiel de réduction ; les potentiels identifiés dans le secteur de la chaleur et celui des transports sont sensiblement moins importants. Dans le secteur du bâtiment, il convient de privilégier les actions en direction du parc existant, et tout particulièrement du parc ancien (avant 1974). La forme de la courbe montre des coûts marginaux très rapidement croissants au-delà de l'objectif de réduction de 50%. Après 2030, il semble alors très difficile de dépasser cet objectif si des potentiels complémentaires ne sont pas identifiés.

COÛT D'ABATEMENT DANS LES TRANSPORTS



*BHNS : Bus à Haut Niveau de Service

COÛTS D'ABATEMENT DANS LES BÂTIMENTS



Une progression modeste des renouvelables et de l'efficacité énergétique dans les bâtiments

La hausse des prix de toutes les énergies incite les habitants et les entreprises tertiaires à plus de sobriété dans leur consommation en raison des politiques de modération menées par l'État, et d'une modulation tarifaire à chaque instant en fonction des contraintes de production et d'approvisionnement. Des compteurs intelligents et une tarification différenciant saisons et heures de consommation (pointe/creuse) y contribuent, notamment pour la consommation d'électricité et de gaz. En matière d'investissement, les progrès sont plus lents en raison des contraintes financières qui pèsent sur les ménages et les entreprises - et de la suppression (avant 2020) des subventions ou avantages fiscaux accordés antérieurement par l'État. Sur les 300 000 logements construits chaque année, seuls environ la moitié respectent les normes Bâtiment Basse Consommation (BBC) ou Bâtiment à Energie Positive (BEPOS) décidées en 2012. Cet écart n'est pas seulement dû aux surcoûts liés à la mise en place de ces normes mais aussi aux difficultés rencontrées par la filière construction pour répondre techniquement à ce nouveau besoin, à la multiplication des défaillances et au manque de contrôles. Les collectivités locales ne sont pas organisées pour faire mieux appliquer ces normes et ont déjà des difficultés pour les mettre en œuvre dans les bâtiments publics ou les logements sociaux. À l'échelle du parc existant, les efforts d'isolation et de rénovation énergétique du parc se limitent aux investissements les plus rentables - soit aux 20 premiers pour cent de réduction des consommations (pose de fenêtres...), soit au développement de l'eau chaude solaire et du photovoltaïque dans les maisons individuelles des ménages les plus aisés. On se situe dans une trajectoire de 4 millions de logements ayant bénéficié d'une rénovation complète entre 2010 et 2050.

Les hausses de prix du pétrole, de l'électricité et du gaz favorisent aussi un usage plus général - là où c'est possible - du bois énergie (et, pour les transports, du bio-carburant). Le nombre des chaudières bois augmente significativement, notamment dans les villes petites et moyennes - ce qui, faute de filière adaptée, conduit, à terme, à une hausse considérable du prix de la ressource. Le marché parallèle, déjà important pour cette ressource, se développe encore un peu plus, créant des conflits avec les propriétaires. Les émissions de particule fines issues de sa combustion deviennent inquiétantes sur certaines zones. En revanche, les réseaux de chaleur continuent à ne jouer qu'un rôle marginal, faute de capacité des villes à investir : ils ne progressent que là où la chaleur est insuffisamment valorisée et rentabilisable à faible coût (à proximité des centrales nucléaires...).

Une opportunité insuffisamment exploitée : poursuite de l'étalement urbain, vieillissement du parc automobile, faiblesse du renouvelable, vulnérabilité des villes

Malgré l'amélioration du contexte économique, et la confirmation des alertes énergétiques et climatiques, la stratégie des « petits pas » continue à caractériser cette période 2020-2035. En conséquence, la « fenêtre d'opportunité » ouverte en 2020 reste sous exploitée.

Au niveau local, la mise en œuvre des nouveaux Plans Climat-Energie Territoriaux se révèle difficile. Les marges de manœuvre financières des communes sont affectées par la réduction des dotations de fonctionnement. Les conflits politiques inter institutionnels se situent désormais plus sur le terrain de la fixation des assiettes des ressources publiques et leur usage que sur celui des domaines de compétences, maintenant plus encadrées. Les territoires sont en compétition, tant au niveau national qu'international ou régional, et les régulations publiques sont impuissantes dans la définition de critères de justice ou de modes de gouvernance permettant de réduire les inégalités qui se creusent entre les uns et les autres. En conséquence, il est très difficile de mener des politiques énergétiques ou climatiques cohérentes à l'échelle des grandes aires urbaines. Dans beaucoup de cas les efforts restent, en large partie, symboliques ; loin de la « massification » nécessaire.

Dans le domaine foncier, les communes laissent libre champ aux opérateurs privés et aux propriétaires en privilégiant les plus offrants sans réel encadrement. Elles visent plutôt une plus grande attractivité dans un marché de plus en plus large, en réduisant les contraintes ou les exigences pour les constructeurs comme pour les activités économiques. L'État, de son côté, soucieux de relancer la construction de logement, après la crise de la décennie précédente, favorise la mise sur le marché de terrains à bâtir, notamment en seconde couronne, et relâche les contraintes normatives ou environnementales. Les politiques foncières ne sont donc pas utilisées comme un levier d'action efficace pour la réduction de l'empreinte carbone des villes, mais, favorisent, au contraire, la poursuite de l'étalement urbain. Les villes tendent donc à se structurer en fonction du foncier : les centres villes denses et rénovés et les écoquartiers proches bien desservis par les transports en commun pour les populations aisées ; les quartiers ségrégués de banlieue pour les plus pauvres ; et les zones d'habitat périurbain, sans services de proximité, et structurées par un « **polycentrisme sans axe** » pour les classes moyennes en voie de déclassement. Comme la population urbaine continue d'augmenter, notamment dans les périphéries lointaines, c'est une proportion croissante des habitants qui devient vulnérable.

Cette prudence a aussi des conséquences sur le rythme de développement des « énergies nouvelles ». Dans un contexte de hausse des prix de l'énergie et d'augmentation de la facture pétrolière, le choix est finalement fait de prolonger la durée de vie des centrales nucléaires, de poursuivre à vitesse moyenne le développement de l'éolien concentré, du bois énergie et des biocarburants, et **à partir de 2021, d'exploiter les ressources en gaz de schiste**. Les autres énergies renouvelables restent ainsi marginales. Il en est de même pour le parc automobile, dont la durée de vie est également prolongée, avec, en contrepartie, une pénétration ralentie des véhicules basse consommation, mais surtout des véhicules électriques - et un succès tout relatif des biocarburants, de plus en plus contestés. Ce n'est, en conséquence, qu'à la fin de cette seconde période que les objectifs fixés par l'Europe en matière de renouvelables sont atteints. C'est aussi, naturellement, un autre facteur majeur de vulnérabilité urbaine.

2035- 2050 : double choc et chaos urbain

Le double choc

Le 10 avril 1935, à la suite d'événements en Russie et d'un épisode spéculatif commencé pendant l'hiver, le prix du baril de pétrole atteint pour la première fois le seuil de 250 dollars le baril. Le litre de gazole est à plus de 3 euros. Rien ne laisse espérer une forte diminution prochaine car l'offre a atteint un plateau qui semble, au moins à l'horizon de la décennie, indépassable. Des chiffres de 300-350 euros à l'horizon 2040-2050 sont évoqués par les experts. La baisse un moment envisagée de la fiscalité apparaît comme ne pouvant qu'aggraver la situation. Parallèlement, la concentration du seul CO₂ dans l'atmosphère dépasse le seuil symbolique de 450ppm et les émissions annuelles globales du même gaz approchent les 40 GtCO₂. Plusieurs régions du monde connaissent une succession « d'anomalies » climatiques, inondations, sécheresses, canicules, cyclones... Ces événements extrêmes, qui ont des conséquences sociales immédiates, dissuadent les États européens de recourir massivement au charbon ou aux produits liquéfiés issus de celui-ci pour remplacer les ressources pétrolières. Une part de la demande se reporte dans ces pays sur le gaz, qui est devenu l'énergie dominante, et une autre, plus marginale, sur les biocarburants. En revanche, les pays dont le développement a été plus récent accentuent leur recours au charbon pour maintenir leur rythme de développement industriel. Des effets en cascade conduisent à une augmentation générale des prix des énergies - d'autant que la crise en Russie a aussi des effets sur l'approvisionnement de l'Europe en gaz. Tout ceci a des conséquences sur les balances commerciales, la dynamique des échanges internationaux et les taux de croissance. Après la parenthèse des années 2020-2035, plusieurs pays européens, dont la France, entrent à nouveau dans une période de crise économique - avec plusieurs secteurs particulièrement touchés : l'automobile, les transports aériens et routiers, le tourisme, l'agro-alimentaire, la chimie du plastique...

Des stratégies d'adaptation aux effets limités

Face à ce double choc - auquel s'ajoute celui de la crise - toutes les stratégies d'adaptation possibles sont mises en place. Dans un premier temps, l'État réduit la fiscalité et négocie avec les compagnies pétrolières pour amortir les hausses, mais la situation économique l'oblige rapidement à renoncer. Les ménages optimisent leurs déplacements et réduisent ceux qui ne sont pas contraints ; renoncent à la seconde voiture ; réutilisent le covoiturage ; acceptent de passer beaucoup plus longtemps en transports publics ; rognent sur leurs dépenses (y compris de logement et de rénovation énergétique) pour consacrer à la mobilité une part plus importante de leurs revenus... Mais cela ne suffit pour supporter une hausse importante des charges liés aux carburants, encore accrues par la nécessité de trouver un emploi plus loin. Les possibilités de changer massivement de véhicules pour passer à la voiture électriques, aux biocarburants, ou au gaz sont limitées par la baisse des revenus et les contraintes de production. À un moment, l'État est contraint de mettre en place des systèmes de multiples tarifs (selon les revenus, la localisation, les niveaux et périodes d'utilisation ...) puis des quotas ou autres modes de rationnement. Parallèlement, des mesures d'urgence sont prises pour faire face aux premiers effets récurrents du changement climatique : essentiellement endiguement et destruction de bâtiments dans les zones les plus vulnérables, protection des personnes âgées, climatisation minimale et renforcement de la sécurité civile. La situation économique ne permet pas d'aller plus loin.

Précarité et chaos urbain

Les villes sont en première ligne pour faire face à la fois à la crise économique, aux dérèglements climatiques et aux effets de la hausse brutale du coût du pétrole - avec ses répercussions sur celui des autres énergies. Elles ne peuvent faire face aux perturbations simultanées liées à ces différentes ruptures - qui se renforcent mutuellement dans une chaîne de causes et de conséquences. Les taux de chômage dépassent 15%, voire beaucoup plus dans certains quartiers où l'accessibilité est réduite. Les transports publics sont rapidement saturés par les reports modaux qu'ils doivent absorber. Les territoires périurbains et leurs habitants se trouvent exposés à des coûts de déplacement automobiles intolérables, à un effondrement de la valeur de leurs biens immobiliers, qui rendent difficile une mobilité vers les centres villes, et localement soumis aux inondations à répétition. Les prix du foncier et des loyers augmentent considérablement dans ces zones centrales et dans tous les territoires facilement accessibles par les transports publics. La construction neuve est fortement ralentie à un moment où elle serait indispensable. En même temps, les circuits logistiques se trouvent très fortement perturbés, avec des conséquences générales sur le fonctionnement des entreprises, du commerce et du tourisme. Tout cela crée au niveau local des tensions sociales et des situations de précarité qui ne peuvent être gérées par les moyens existants d'intervention publique, d'assurance ou de solidarités communautaires. Les villes entrent ainsi dans un cycle alternant périodes de chaos puis de stabilité relative que ne peuvent stopper le développement progressif du parc de véhicules fonctionnant avec des carburants alternatifs, et l'accélération au niveau mondial de la transition énergétique.

Le scénario s'achève dans une crise profonde des territoires urbains, qui ouvre une transition chaotique vers des sociétés post-carbone atteignant un nouvel équilibre bien après 2050.

Encart 3.3

LA STRATÉGIE D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE SCÉNARIO 1

Malgré les bonnes intentions, le volet adaptation du PCET est un catalogue de mesures sans regrets peu articulées entre elles, ni avec les actions conduites dans les collectivités voisines. Les mesures prises par certaines collectivités tendent à accroître le risque subi par les autres (renforcement digue, enrochement...). La population, qui perçoit la menace tardivement, met du temps à s'approprier la responsabilité renvoyant trop systématiquement cette responsabilité à l'État ou aux collectivités territoriales.

Les moyens sont rares pour construire ou renforcer les ouvrages de protection, l'information et la sensibilisation du public sont privilégiées pour gérer les perturbations temporaires. Conseils et recommandations pour se protéger des aléas climatiques sont les axes majeurs.

Néanmoins, avec l'appui des services d'incendie et de secours, des plans d'évacuation sont mis en œuvre par les communes permettant de déplacer les personnes pendant de courtes périodes par des associations de sécurité civile agréées et des réserves communales de sécurité civile. Les migrations spontanées ou les déplacements plus durables sont cependant mal contrôlés.

Les territoires nouvellement exposés aux changements climatiques et événements extrêmes sont progressivement abandonnés après 2030, là où la gestion des aléas météorologiques et climatiques n'est pas historiquement présente.

3) Éléments d'analyse

ATTENTISME INTELLIGENT a comme mérite de bien mettre en évidence le niveau d'exigence et la contrainte temporelle qui sous tendent le passage à des villes « post-carbone ». Il montre, inversement, que les « politiques sans regret » ne sont pas à la hauteur de cet enjeu. L'intelligence, l'opportunisme, la bonne gestion à court terme, la mobilisation des bonnes volontés... ne suffisent pas : **le refus d'envisager la rupture aujourd'hui conduit à devoir affronter demain des ruptures beaucoup plus grandes** - avec des marges de manœuvre sensiblement plus réduites...

L'évaluation est rendue difficile par le fait que c'est un scénario qui comprend deux phases très distinctes - avant et après la crise du milieu des années 2030-2040. Dans les deux premières décennies, les villes se situent sur une trajectoire de réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'ordre de 35 à 40% à l'horizon 2050, ce qui est loin d'être négligeable. Ces progrès sont dus, notamment, à des politiques intelligentes de mobilité, à la mise en place des normes thermiques dans au moins la moitié des bâtiments neufs et à des efforts continus en matière d'efficacité énergétique et de développement des énergies renouvelables (biocarburants, bois énergie, pompes à chaleur, photovoltaïque...) - là où c'est rentable... S'ajoutent à cela les effets d'atténuation du contexte économique - même si le scénario envisage un retour à la croissance après 2020... et si la modération des besoins en énergie est, à un moment, plus que compensée par le recours aux gaz et huiles de schiste. L'absence de politique structurelle explique, néanmoins, que l'on en reste très loin de l'objectif recherché (**encart 3.4 sur le bilan énergétique du scénario en 2050... qui n'intègre pas les conséquences de la crise amorcée en 2035**).

Encart 3.4

L'ÉNERGIE EN 2050 DANS LE SCÉNARIO ATTENTISME INTELLIGENT

Dans les transports, 5% des véhicules légers sont électriques. Les moteurs encore massivement thermiques fonctionnent à 80% au pétrole, à 10% à l'éthanol et au biométhane et le reste aux fossiles liquéfiés. Les imports de charbon ou de gaz (Coal to Liquids (CTL) ou Gaz to Liquids (GTL) - dont le bilan énergétique et carbone est très mauvais notamment lors de la liquéfaction - représentent 10% du bilan énergétique. Ces alternatives apparaissent très concurrentielles avec un baril durablement à plus de 100 €... et en l'absence de régulation climatique.

Les émissions des moteurs thermiques des véhicules utilisant du CTL passent donc à des émissions « du puits à la roue » de 100g CO₂/km à 200 ou 300g CO₂/km !

Le report modal massif vers les transports sur rail en milieu urbain (train, métro, tramway), alors souvent saturés et en situation de sous-investissement chronique, a permis de diminuer de 10% le nombre de kilomètres parcourus en voiture. Globalement, la réduction de la mobilité urbaine, l'augmentation de la part modale des transports collectifs et des deux-roues, l'utilisation de véhicules thermiques un peu plus efficaces (le parc de véhicules a été renouvelé deux fois entre 2010 et 2050), le développement, bien que, modeste des véhicules hybrides et électriques permet de réduire par près de deux les émissions de CO₂ du transport voyageurs à l'échelle locale en 2050.

Dans le logement, les normes BBC et BEPOS se sont généralisées dans le neuf. 40% des logements neufs sont équipés de chauffage au gaz, 30% biomasse, 20% de pompes à chaleur, 10% de solaire thermique. 50% des logements existants sont équipés de chauffage au gaz, 25% biomasse, 10% de pompes à chaleur, 10% effet joule, 5% de solaire thermique. En 2050, une partie non négligeable du parc (40% à 50%) reste donc chauffée par une chaudière classique (basse température ou condensation) avec des combustibles fossiles. La surface des logements ne cesse d'augmenter pour atteindre 45 m² par personne en 2050. En conséquence, les besoins de chauffage du parc de logements neufs et existants baissent de 25% à l'horizon 2050. L'utilisation de ressources à faible contenu en carbone pour le chauffage de 40% du parc (PAC, biomasse, solaire...) permet presque de diviser par deux les émissions de CO₂ liées au chauffage de l'habitat et ce malgré l'accroissement du parc et des surfaces des logements. Le développement de la climatisation (30% du parc résidentiel en 2050 et 50% du parc tertiaire, majoritairement avec des PAC réversibles) et l'augmentation de la demande d'électricité spécifique accroît peu les émissions de gaz à effet de serre en raison de la part prépondérante de l'électricité nucléaire et la diffusion des compteurs intelligents pour ajuster offre et demande au plus près.

Côté offre, le système énergétique reste proche de celui du début du siècle : fondé à 90% sur des énergies importées et largement carbonées (2/3 de l'offre provenant encore de pétrole, gaz ou charbon). La nouveauté reste l'emploi à grande échelle d'imports, plus ou moins ponctuels selon les évolutions de prix et tensions, de GTL du Proche et Moyen Orient, Russie et Maghreb et de CTL en provenance d'Asie. Cette soupape pour alimenter le système énergétique reste toujours difficile à mobiliser car ces régions doivent faire face aussi à une demande intérieure croissante et de plus en plus solvable face aux anciens pays industrialisés.

Les événements extrêmes sont de plus en plus fréquents et violents. Toutes les tentatives d'adaptation semblent alors vaines ou hors de mesures. En France, dans un tel scénario, les émissions de GES semblent pouvoir être réduites de 30-40%, ce qui n'est pas négligeable mais loin de l'objectif du Facteur 4, et au prix de situations extrêmement tendues pendant la transition et de crises régulières à partir du milieu de période. En effet, les situations de crise à répétition rencontrées à moyen et long termes, de ce scénario ne semblent de toutes façons pas permettre de le considérer comme une alternative de réduction d'émissions envisageable à long terme.

Si le bilan est très mitigé sur le plan du facteur 4, il apparaît plus médiocre encore pour l'adaptation au changement climatique et l'indépendance par rapport au pétrole. Au moment de la crise, c'est, en effet, environ 40% de la population urbaine qui se trouve fortement exposée à la dépendance automobile ; et une proportion de l'ordre du tiers (personnes âgées, en zones inondables, dans le sud-est ou sud-ouest, à proximité du littoral...) qui apparaît comme particulièrement vulnérable aux conséquences du réchauffement ou de l'accroissement des précipitations (**encart 3.5**). De fait - en raison des effets en chaîne des crises de la dernière décennie - c'est, en réalité

presque toute la population urbaine qui se trouve finalement affectée par la faible capacité de ce scénario à assurer une transition sans heurts vers une société post-carbone après 2050. Avec des inégalités très fortes entre ceux qui peuvent s'adapter... et les autres, les conséquences socioéconomiques de cet attentisme vont bien au-delà des dimensions énergétiques et climatiques qui sont celles du programme : c'est, à la fin de la période, toutes les sociétés urbaines - comme d'ailleurs les régions rurales - qui sont profondément bouleversées et déstructurées.

Encart 3.5

LES EFFETS DU SCÉNARIO EN TERMES CLIMATIQUES

Dans un contexte où la gouvernance /régulation climatique internationale est en panne, l'offre énergétique ne s'est guère décarbonée (le charbon s'est installé durablement comme première énergie primaire). Les émissions de GES croissent donc à des niveaux impliquant de nombreux impacts climatiques. Avec un réchauffement climatique moyen qui se situerait donc plutôt dans le haut de la fourchette des 4-5°C, c'est clairement le saut dans l'inconnu en termes d'impacts et notamment d'effets de seuils (puits de carbone stoppés, relargage hydrates de méthane...)



Le transport urbain par câble dans l'agglomération de Grenoble, Phosphore IV, © Copyright : EIFFAGE / POMA / Grenoble-Alpes Métropole / Pierre Gautier architecture et associée / Dassault Systèmes
« DES VILLES ET DES HOMMES - CONTRIBUTIONS DU LABORATOIRE PHOSPHORE D'EIFFAGE À LA VILLE DURABLE »

02 Scénario 2 : CRÉATIVITÉ CARBONE

Le second scénario, **CREATIVITE CARBONE**, est un scénario dans lequel l'innovation et la créativité économiques sont favorisées par la mise en place rapide d'une fiscalité carbone importante. L'économie française se repositionne sur les « industries vertes » et les villes s'investissent dans le soutien local à l'innovation - dans une perspective qui concerne aussi bien la promotion des technologies que la création de nouveaux services, et donc d'emplois.

MOTS CLÉS : RÉFORMES FISCALES, SIGNAUX PRIX, TAXE CARBONE, INCITATIONS FINANCIÈRES, ÉCONOMIE VERTE, ÉCONOMIE DE LA FONCTIONNALITÉ, SERVICES INNOVANTS, CRÉATIVITÉ, RECHERCHE DÉVELOPPEMENT, NOUVELLES TECHNOLOGIES, VÉHICULES ÉLECTRIQUES, SMART GRIDS, VILLES NUMÉRIQUES, LIVING LABS, EXPÉRIMENTATIONS, LEADERS MONDIAUX, ASSURANCES.

1) Synthèse

CRÉATIVITÉ CARBONE repose sur une double conviction. D'abord, que les actions en matière d'énergie et de climat ne peuvent être durablement infléchies que par la mise en place - le plus précocement possible - de « signaux prix » ou fiscaux adaptés. Ensuite, qu'un choix raisonnable de ces incitations peut constituer une opportunité irremplaçable pour le développement de nouvelles activités ou technologies ; et même permettre, à terme, un repositionnement partiel de l'économie française sur les secteurs qui sont ceux de l'économie verte et des énergies décarbonées. **Il s'agit donc, avant tout, d'un scénario de politique industrielle**, fondé sur le pari que les entreprises nationales pourront, mieux que d'autres, tirer parti d'un prix du carbone élevé - et donc créer des emplois. Une part de ce pari repose sur le fait que la taxe carbone est compensée par la réduction des charges sur le travail et la distribution d'un crédit d'impôt utilisable en achat de biens et services liés aux nouvelles énergies (ou aux économies d'énergie). Il n'y a donc pas d'augmentation du prélèvement fiscal global. L'Europe, qui favorise l'interconnexion des

réseaux d'énergie dans le cadre d'une politique enfin concertée met, par ailleurs, en place une certaine forme de protection douanière pour compenser les différentiels de régimes sociaux ou règles environnementales aux frontières.

Le moteur central du scénario n'est pas le sens civique, mais l'intérêt, au sens de la rationalité économique. La société qui y apparaît n'est pas plus lente, plus altruiste, plus attachée au local ; mais, au contraire, en quête de vitesse, de distinction individuelle, et d'ouverture mondiale. Si, à un moment du scénario, le besoin d'appropriation s'atténue au profit de la location, c'est parce que l'accès à des services apparaît plus rationnel que le stockage de biens peu ou mal utilisés - biens que l'on ne sait plus entretenir. Les conditions pour le passage à une certaine économie de la fonctionnalité sont ainsi réunies.

Les territoires urbains eux-mêmes sont pris dans l'accélération des échanges numériques, la transforma-

tion des modèles d'activités économique, la compétition sur l'innovation et la créativité. Disposant, comme dans le scénario précédent, de marges de manœuvre trop faibles pour financer de grandes infrastructures, les villes investissent dans l'innovation locale, mettant en place les réseaux indispensables (par exemple pour développer les véhicules électriques), favorisant l'expérimentation, soutenant les nouveaux services et la formation à de nouveaux métiers en multipliant les partenariats public-privé. Les plus actives vendent leur « savoir-faire » à l'international. En même temps, les systèmes de mutualisation contre les risques majeurs voient leur périmètre se restreindre, et les collectivités locales doivent s'impliquer plus qu'aujourd'hui dans le « risk management ». Toutes n'ont pas la même capacité de le faire, comme elles ne peuvent toutes également bénéficier de l'économie verte... Les inégalités entre territoires - comme d'ailleurs entre groupes sociaux - s'accroissent donc sensiblement.

Tableau 3.2

LE « CODE GÉNÉTIQUE » DU SCÉNARIO CRÉATIVITÉ CARBONE

c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
Europe climatique Tension sur les ressources	Green New Deal Nouvelle révolution technologique	Taxation carbone et régulations économiques	Pouvoir métropolitain	Ville-région et étalement urbain	Consumérisme vert et rationalité économique	Régulation par l'assurance

c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15
Hautes technologies (dont technologies vertes) et PME innovantes	Centralisé et très décarboné	Urbanisme de projet et planification inopérante Aménagement coopératif : urbanisme, coordonné, négocié, compensé	<i>Light and Slow</i> Révolution des carburants alternatifs	Régulation économique de la mobilité locale	Utopie technologique	Bouquet de services habitat-mobilité Partenariat public-privé	Allocalisation (efficacité équitable)

2) Cheminement

CRÉATIVITÉ CARBONE repose d'abord sur une nouvelle tentative pour mettre en place une fiscalité carbone en France, après les premières réflexions lancées en 1990, puis en 99-2000 et l'échec de 2009. Le scénario se structure autour de quatre grandes étapes :

- ◎ 2012- 2017 : **Incertitudes industrielles**
- ◎ 2017-2020 : **La grande réforme fiscale**
- ◎ 2020- 2035 : **Les villes au cœur de l'innovation verte européenne**
- ◎ 2035-2050 : **Nouveaux modèles économiques et risk management local**

2012-2017 : incertitudes industrielles

L'industrie à la croisée des chemins

Avec plus d'un milliers d'usines fermées depuis 2008, la France connaît - suite à la crise - une troisième vague de désindustrialisation massive comparable à celles de 78-85 puis de 2001-2007. C'est l'occasion de s'interroger à nouveau sur la place de l'industrie dans l'économie française, avec une proportion d'emplois industriels qui a été divisée par deux depuis le milieu des années 80, et est désormais une des plus basse d'Europe. Pour les uns, les causes structurelles de ce déclin sont à rechercher du côté du poids excessif des charges sociales et, notamment des cotisations patronales sur les salaires. D'autres mettent en cause le cours de l'Euro et le manque de protection de l'Europe. Un troisième groupe invoque plutôt le mauvais positionnement sectoriel des entreprises et les insuffisances de l'innovation. Mais les incertitudes sur le contexte et l'atonie de la demande rendent le choix d'une stratégie de repositionnement difficile. C'est en particulier le cas pour **l'économie verte**, qui, très présente dans les plans de relance de 2008, suscite au début de cette période beaucoup d'interrogations, liées en particulier à un manque de compétitivité sur la marché international, à l'étroitesse des marchés et aux limites budgétaires des politiques de soutien...

Au cours des années 2014- 2015, plusieurs éléments du contexte viennent cependant changer cette perception pessimiste des perspectives de l'industrie française dans les champs des énergies vertes et du climat (**graphique 3.1**). L'État annonce que tous les véhicules publics achetés par lui après 2016 devront, sauf exceptions, émettre moins de 100g de CO₂/km¹. Le consortium mis en place pour le développement des plates-formes éoliennes offshore (en parallèle à une expérimentation en mer du Nord) obtient des contrats dans plusieurs pays émergents et fait savoir qu'il crée des emplois. Simultanément, la Banque Publique d'Investissement déclare officiellement qu'elle fait de ces secteurs une de ses priorités pour ses financements futurs. Enfin, début 2016, on apprend que les ventes de voitures électriques et hybrides ont approché ensemble - l'année précédente et pour la première fois - le seuil symbolique des 100 000 (dont 3/4 hybrides et un quart électrique) - soit cinq fois plus qu'en 2012. Après les désillusions de la fin des années 2000, une nouvelle dynamique semble se construire autour de ces activités vertes

L'introuvable juste prix de l'énergie

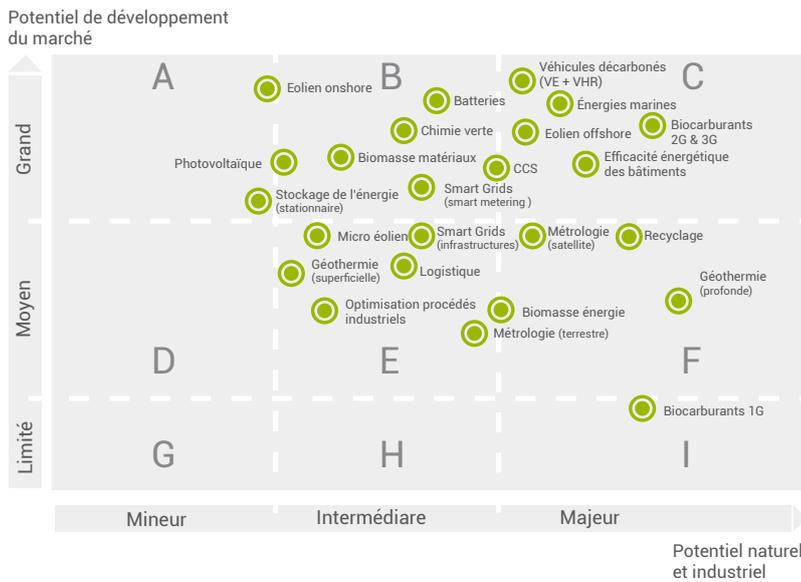
Dans un contexte de stagnation des revenus et de baisse préoccupante de la compétitivité des entreprises, la hausse annuelle répétée - de plus de 10% - des prix de l'énergie apparaît, à partir de 2009, comme difficilement tolérable. Face à la montée de la précarité énergétique, la priorité est clairement donnée à la maîtrise des prix. Pourtant les arguments qui plaident pour leur augmentation ne manquent pas : la nécessité d'anticiper un nouveau choc pétrolier, la protection du climat, le besoin de renouveler les réseaux et de financer la transition vers le renouvelable, l'incitation à l'innovation... Mais ils restent, pendant le pic de la crise, en très large partie inaudibles. Faute de ressources budgétaires suffisantes pour subventionner les énergies alternatives ou les systèmes de malus-bonus, les contradictions entre les exigences sociales de court terme et l'efficacité à long terme sont telles qu'elles empêchent, jusqu'à 2017, toute modification forte du régime de prix. Celui-ci demeure, dans sa structure, relativement comparable à ce qu'il était au début de la décennie 2010, avec des taxes et des coûts de production ou de distribution très différents selon les énergies (**graphique 3.2**). Cela explique la très grande prudence avec laquelle, après l'échec de 2009, sont à nouveau abordées les questions de taxe carbone....

Graphique 3.1

QUEL POTENTIEL DE CROISSANCE DES INDUSTRIES VERTES EN FRANCE ? ATOUPS ET FAIBLESSES

SOURCE : ÉTUDE « FILIÈRES VERTES », MEEDDM-CGDD, OCTOBRE 2009

PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION : POTENTIEL DE DÉVELOPPEMENT DES MARCHÉS ET ATOUPS DE LA FRANCE



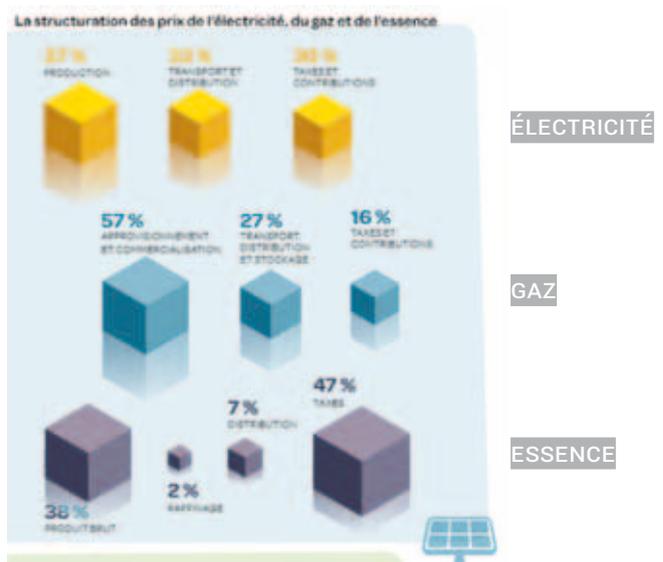
La crise des marchés de permis d'émissions européens (EU ETS) et plus généralement des mécanismes mis en place après Kyoto - avec un effondrement des prix du carbone et des soupçons de détournement financiers - a en revanche pour mérite, à la fin de cette même période, de poser clairement la question de la coexistence de régimes de prix du carbone différenciés

ant aussi inégalement les grandes entreprises et les autres émetteurs de gaz à effet de serre. Les positions évoluent pour conduire à la conclusion que si une taxe carbone devait être mise en place ces entreprises devraient également être concernées. C'est un préalable indispensable à une réforme fiscale globale.

Graphique 3.2

UNE STRUCTURE À L'ORIGINE TRÈS DIFFÉRENTE DES PRIX SELON LES ÉNERGIES

SOURCE : DÉBAT SUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE - DOSSIER ET QUESTIONS PRÉPARATOIRES, MEDDE, 2012



2017-2020 : La grande réforme fiscale

La réforme fiscale au coeur des présidentielles de 2017

Après la période de maturation et de gestion de crise des années 2010-2016, l'élection présidentielle de 2017 est l'occasion de reposer le principe d'une fiscalité carbone - mais cette fois-ci à l'intérieur de projets beaucoup plus ambitieux de réforme fiscale globale. Plusieurs préoccupations convergent pour faire de cette réforme un volet important de la campagne : la crainte d'un décrochage de l'industrie, le déséquilibre structurel des régimes sociaux et du budget de l'État, la conviction, aussi, que l'anticipation des futures contraintes énergétiques et climatiques - avec des « signaux prix » adaptés - est sans doute socialement et économiquement plus efficace que la réaction passive aux chocs pétroliers à venir. Il s'agit donc de proposer un changement de système fiscal qui permette à la fois de réduire les prélèvements sur les entreprises et le travail en général, de stimuler la croissance, et d'inciter à des comportements plus vertueux en matière énergétique et climatique - sans augmenter les prélèvements sociaux et fiscaux totaux (et notamment ceux pesant sur les catégories les plus défavorisées). L'idée générale est de réduire les charges sur le travail en les transférant sur le carbone - partant du constat que depuis les années 60 le montant de la taxation réelle sur le carbone (et plus généralement sur l'énergie) est resté relativement stable, alors que les cotisations sociales ont été multipliées par six². Plusieurs candidats sont d'accord sur les grands principes d'une telle réforme : le rééquilibrage des charges entre le travail et l'énergie, l'égalité de traitement des entreprises et des ménages, le plafonnement de la pression fiscale globale, et une certaine redistribution des sommes prélevées sur la consommation sous forme de « crédit

d'impôt » affectable aux nouvelles énergies vertes ou aux économies d'énergie. Le débat porte sur le rythme de mise en œuvre de la réforme, sur l'implication des collectivités locales, et sur la prise en compte des catégories sociales les plus démunies. Comme lors de la première tentative de mise en place d'une taxe carbone en 2009, le risque d'une fiscalité « socialement régressive » est en effet mis en avant. Mais il est, en partie, dépassé par l'argument économique (développement des innovations vertes et de l'emploi) et une attention particulière à ces aspects redistributifs.

Une logique de « double dividende » écologique et économique

C'est finalement la conception la plus économique de la réforme qui l'emporte, avec l'idée d'obtenir un « double dividende » - à la fois en termes écologique et d'emploi. Le projet de limiter la redistribution des montants prélevés sur les ménages aux 80% de la population ayant les revenus les plus bas est, en revanche écartée³. La perspective est ainsi clairement industrielle. C'est aussi la raison qui explique le choix d'une taxe carbone élevée dès les premières années de mise en œuvre - **100 euros par tonne de CO₂ à l'horizon 2022**, avec une étape intermédiaire **dès 2018**. En terme d'augmentation du prix du carburant, cela représente quelques 25 centimes d'euros en plus par litre, soit 20% de hausse - ce qui n'est pas négligeable, mais peut encore, à ce stade, être compensé par des véhicules ou une conduite plus économes. Les conséquences sont plus substantielles pour les ménages se chauffant au fioul (le kWh passant de 7 à 10 centimes), mais c'est une situation semblable à celle de l'année 2009, pendant laquelle ce prix a connu son pic historique... Il est par ailleurs envisagé de faire évoluer ce montant pour atteindre l'équivalent de 300 à 400 euros en 2050⁴, (soit environ 1€ / litre de carburant).

Dès le départ, l'idée que cette nouvelle taxe devra s'articuler avec les accises sur l'énergie déjà existantes (comme la TIPP, devenue TICPE depuis 2011), et qu'elle devra s'ajuster en fonction des prix des ressources fossiles importées, est retenue : ce qui importe, c'est le prix final payé par les entreprises ou les ménages, qui doit rester visible et orienté à la hausse. Malgré les critiques faites par certains parlementaires sur la mise en place d'une taxe flottante, qui ne permettrait pas d'avoir des recettes fiscales régulières, le principe en est finalement adopté pour éviter des charges insupportables sur les secteurs ou les groupes sociaux les plus dépendants du pétrole, du charbon ou du gaz - agriculteurs, pêcheurs, transporteurs routiers, habitants du périurbain... Dans un premier temps, les taxes existantes sur le gaz, les biocarburants et surtout le pétrole ne sont pas modifiées ; mais la réforme envisage de les fusionner en 2025 avec la taxe carbone, pour aller vers une fiscalité qui tienne compte à la fois des impacts écologiques, de la rareté, de la dépendance aux ressources extérieures, et de la sécurité. Il est aussi prévu de modifier la fiscalité sur les énergies non fossiles en appliquant les mêmes principes. Dans l'intervalle, il est demandé à EDF d'accroître sensiblement ses provisions pour le traitement des déchets nucléaires et le démantèlement futur des centrales - ce qui augmente, aussi, le prix de l'électricité.

90% des montants prélevés sont redistribués aux entreprises et aux ménages - sous la forme de baisse des charges sociales pour les premières et de crédits d'impôts pour les seconds, crédits forfaitaires attribués également pour chaque personne adulte (et pour un quart par enfant) utilisables pour l'investissement ou l'achat de biens et services dans les domaines des économies d'énergie ou des énergies renouvelables (avec, pour les locataires, la possibilité partielle de transférer une part de ce crédit aux propriétaires en compensation d'une baisse de leurs charges). Les

10% restants sont partagés entre l'État et les collectivités locales, d'une part pour financer un fonds d'investissement sur les énergies renouvelables et les économies d'énergie, et de l'autre pour mener au niveau des villes des politiques de redistribution au profit des populations ou des entreprises les plus exposées aux conséquences de la réforme. Il s'agit d'un dispositif provisoire appelé à être modifié au moment de l'intégration de la taxe carbone dans l'ensemble de la fiscalité énergie (2025) - l'objectif étant qu'à terme l'intégralité de ce qui est lié à la taxe carbone (au sens strict) soit redistribué.

Même si la perspective est tournée vers l'économie, plusieurs mesures sont prises pour que ce changement ne pèse pas de manière insupportable sur les catégories les plus exposées à la dépendance automobile et les plus précaires. En même temps qu'il met en place la première phase de la réforme, l'État instaure un double tarif sur l'énergie, en fonction des consommations modulées par l'âge de construction des logements. Une « prime à la cuve » est versée aux ménages non imposables utilisant un chauffage au fuel domestique pour les aider à changer d'énergie. Les aides de l'Agence Nationale de l'Amélioration de l'Habitat sont renforcées pour accompagner la rénovation des logements en situation de précarité énergétique. Les subventions publiques ou fiscales aux véhicules utilisant des renouvelables ou consommant moins de trois litres au cent sont également accrues. Enfin, les collectivités locales sont incitées à proposer des solutions alternatives aux déplacements automobiles pour les populations les plus dépendantes : celles qui ne seraient pas en mesure de le faire seraient tenues de rembourser aux administrés concernés la part de la taxe carbone (5 à 6%) qui leur est attribuée. Il s'agit de rendre la réforme acceptable, même si, à l'origine la taxe n'a pas de visée explicitement sociale (voir, à contrario, **l'encart 3.6** sur « Lille Bas carbone »).

Encart 3.6

L'ENJEU DE LA TAXE CARBONE POUR UNE VILLE DANS UN PROCESSUS DE REDISTRIBUTION : LES SCÉNARIOS « LILLE BAS CARBONE »

SOURCE : CRESGE ET E&E, LILLE BAS CARBONE, SEPTEMBRE 2011.

L'objectif du projet Lille Bas Carbone, réalisé dans le cadre du programme « Repenser les villes dans une société post-carbone », était de décrire la difficulté du passage à une société à bas carbone, notamment sous l'angle des inégalités sociales.

En partant d'une représentation de la division des émissions de gaz à effet de serre dans la métropole lilloise et en décrivant les conséquences prévisibles sur les ménages, en termes d'habitat et de transport, des scénarios permettant de traiter conjointement précarité et réduction des émissions étaient proposées. Ainsi, trois scénarios d'évolutions aux horizons 2020 et 2050 ont été réalisés Attentisme, Lille Grenelle et Virage Energie avec des niveaux d'intensité de réduction des émissions et outils différents selon chacun.

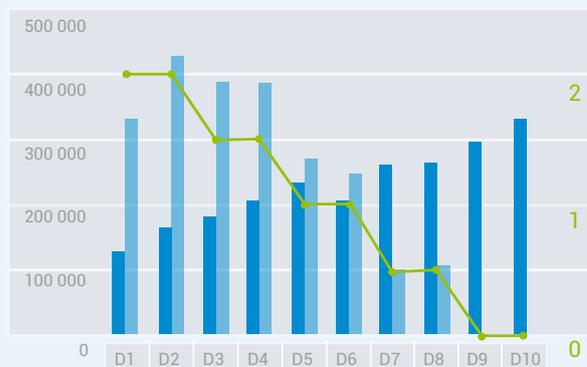
À titre d'exemple, sur l'habitat dans le scénario Virage Energie, si la taxe conserve un montant identique pour tous, sa modulation (selon les déciles) dans la redistribution permet de soutenir les ménages en situation financières plus difficiles (de traiter la précarité) et d'inciter à la rénovation pour les plus aisés.

2005 - 2020



■ Prélèvement
■ Aide utilisée

2020 - 2050



■ Modulation de l'aide proposée

Le choix de l'économie verte

La réforme fiscale précédente n'est que l'instrument d'une politique industrielle qui vise, plus largement, à mieux positionner l'économie française dans la concurrence sur les énergies vertes et, par ce choix, à développer l'emploi. Elle s'accompagne de tout un dispositif de promotion de cette économie et de reconversion des secteurs fortement pénalisés par la taxation du carbone⁵ : création d'un fonds de soutien à la reconversion professionnelle dans les secteurs susceptibles de perdre des emplois, adaptation des structures de formation, gestion prévisionnelle des compétences, politique d'achats publics, renforcement des aides à l'innovation, étiquetage informatif et contrôle de qualité, investissement actif dans la normalisation internationale, aide à la création de startup, alliances européennes... État, régions et partenaires sociaux associent leurs efforts pour rendre la transition la plus dynamique possible - dans le cadre d'une stratégie clairement affichée.

Les villes qui ont déjà des atouts dans ces domaines les renforcent en rendant plus visibles leurs compétences et en investissant dans des projets exemplaires (écoquartiers, transports publics fonctionnant aux énergies renouvelables, véhicules en libre-service...). Elles s'appuient largement sur les pôles de compétitivité, les « living labs » locaux ou les partenaires privés déjà reconnus, affichant leur volonté de devenir l'un des acteurs majeur de la révolution verte ainsi engagée.

2020-2035 : les villes au cœur de l'innovation verte européenne

Changements au niveau européen

La politique de la France n'est pas isolée. Elle s'inscrit, au contraire, dans une démarche portée par l'Union européenne, par ailleurs profondément renouvelée après 2020. Même si la conférence de Paris de 2015 (COP 21) et celles qui ont suivi n'ont toujours pas permis de trouver un accord mondial satisfaisant sur le climat, un compromis est trouvé au niveau européen pour renforcer les objectifs fixés en 2008 (les « 3 fois 20 ») et passer à trois fois 30 à l'horizon... 2030. Sans que l'on puisse parler réellement de « politique européenne de l'énergie », les européens s'entendent par ailleurs pour développer la recherche et

l'expérimentation à grande échelle (notamment sur le stockage de l'énergie ou la capture et le stockage du carbone, l'hydrogène, et les véhicules du futur) ; et pour lancer un grand programme communautaire de déploiement des « **super smart grids** »⁶ - visant à moderniser et interconnecter les réseaux de production et de distribution de l'électricité sur l'ensemble du territoire européen. Il s'agit de compenser le caractère intermittent de la production d'énergies renouvelables du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest de l'Europe, en s'aidant, si nécessaire, de nouvelles technologies de stockage.

Le véritable changement européen vient cependant moins de ces initiatives technologiques que de la décision - totalement à rebours de la politique passée - de mettre en place, avec l'accord de l'OMC, une **taxe aux frontières européennes** permettant de compenser les différentiels de normes ou de taxes sur les gaz à effet de serre existants entre l'Europe et les pays extérieurs. Dans un premier temps, il est envisagé qu'une part importante de cette taxe aux frontières puisse éventuellement être reversée sous une forme globale aux pays exportateurs, pour éviter les rétorsions économiques. La taxe n'est pas suffisante pour entraîner des relocalisations massives dans les pays européens mais elle attise un climat de guerre commerciale, qui freine les échanges internationaux : la part du commerce intra européen s'accroît, notamment, dans le domaine des industries vertes, ce qui, pour les uns est perçu comme un avantage mais pour d'autres comme une régression. Ce protectionnisme par le contenu carbone n'apparaît donc que comme une solution provisoire...

Fortement contesté lors de la décennie précédente, le système de permis négociables voit, de son côté, son importance se réduire, après une phase de passage au système des enchères pour l'attribution des droits. Le débat s'oriente plutôt vers l'harmonisation de la fiscalité européenne, et, notamment vers une harmonisation de la fiscalité carbone qui -en même temps que la décision française - a progressé dans plusieurs autres pays européens. Prenant appui sur les exemples suédois, finlandais ou maintenant français, l'ordre de grandeur d'un montant de 100 euros par tonne de CO₂ semble être une valeur de référence raisonnable, mais elle soulève encore l'opposition des pays fortement producteurs ou consommateurs de charbon ou qui souhaitent développer le gaz de schiste - comme la Pologne. La convergence fiscale reste donc un objectif lointain, ce qui a, naturellement, des conséquences sur les industriels français fortement émetteurs de carbone.

L'option électrique

Si les années 2012-2020 ont été marquées par beaucoup d'hésitations en matière de choix énergétique, le débat semble être désormais tranché : la France fait le choix de développer à la fois majoritairement le nucléaire, l'électricité issue des renouvelables et les biocarburants de seconde génération. En 2020, un vaste plan (« wature électrique ») est lancé avec l'ambition de porter la part **des véhicules électriques** dans le parc automobile à au moins 40% en 2050 (60% pour les véhicules utilitaires) et d'équiper progressivement tout le territoire en bornes de recharge à haute performance (plus de 100 000 en 2020 et 500 000 dès 2030) (**encart 3.7**). La durée de vie des centrales existantes est allongée, un petit nombre de nouveaux EPR lancés, et des aides mises en place pour développer la filière des biocarburants de seconde ou troisième génération (et, au-delà, la chimie verte), et accélérer les recherches sur l'hydrogène et la pile à combustible. Des fermes solaires et éoliennes sont implantées en partenariat public-privé partout où la ressource est abondante et les taux de rentabilité suffisants, compte tenu des financements rendus possibles par la taxe carbone. S'y ajoutent les ressources complémentaires apportées par les propriétaires de maisons individuelles ou de foncier agricole, courtisés par les installateurs. Finalement, l'automobile elle-même constitue une « brique » importante de cette « **électro société urbaine** » qui se constitue avec des solutions électriques allant de l'habitat à la mobilité, en passant par une bonne partie du système industriel. C'est à la fois un élément de souplesse mais aussi de vulnérabilité - avec un problème majeur qui est celui de la bonne distribution de l'énergie dans les réseaux, et des problèmes de stockage encore mal résolus à grande échelle.

Smartphones, open data, géo-positionnement, compteurs intelligents... : la révolution numérique au service de l'efficacité carbone

Faute de pouvoir adapter les infrastructures, ce sont **toutes les ressources liées à la révolution numérique qui sont mobilisées** pour compenser la hausse des prix des énergies et des combustibles, aussi bien dans les transports que dans l'habitat. Plus encore que

dans les deux décennies passées les technologies du numérique et de la communication envahissent toutes les dimensions de la vie urbaine : la ville traditionnelle, qui s'incarnait encore naguère dans la matérialité des choses et des espaces, celle des murs, des infrastructures, des réseaux, des friches urbaines... se double peu à peu d'une ville numérique virtuelle traversée par des ondes et des flux de données et d'informations. Les murs des maisons et de la cité se tapissent progressivement de puces RFID, de QR codes, de capteurs intelligents, de caméras de surveillance, d'écrans multiples, d'émetteurs... ouvrant des territoires de communication (ou de contrôle) toujours plus larges et imprévisibles. L'Internet des objets s'étend à toutes les sphères de la vie quotidienne, du frigidaire à la voiture en passant par la chaudière. Les frontières spatiales, institutionnelles, professionnelles anciennes sont remises en question. De nouveaux acteurs émergent, venant bousculer les logiques sectorielles existantes dans une perspective qui est de plus en plus celle de la fourniture de services personnalisés pour une période de temps et pour un espace bien spécifiques.

La notion de partage des données est un des « cœurs » essentiel de ce mouvement général. Jusqu'alors, les données - publiques ou privées - étaient, sauf exception, principalement exploitées par les acteurs qui les avaient produites - tels que les exploitants des réseaux de transport... Le libre accès à ces données (« **open data** »), couplées à des moyens de traitement sans commune mesure avec le passé (cloud computing, big data, datification...) favorise l'entrée de nouveaux acteurs venus de l'Internet (IBM, Microsoft, Google, CISCO...). Associés aux collectivités locales, ces entreprises traitent ces données informationnelles brutes pour les transformer en services à la mobilité, à l'habitat, à la vie quotidienne... qu'ils peuvent monnayer en ayant pris soin d'intégrer des évaluations sur les émissions de CO₂. L'ouverture des données publiques donne aussi naissance à des start-ups qui se positionnent sur ces mêmes créneaux d'information et de services aux consommateurs...

LES VÉHICULES ÉLECTRIQUES : UNE OPPORTUNITÉ POUR L'EMPLOI ?

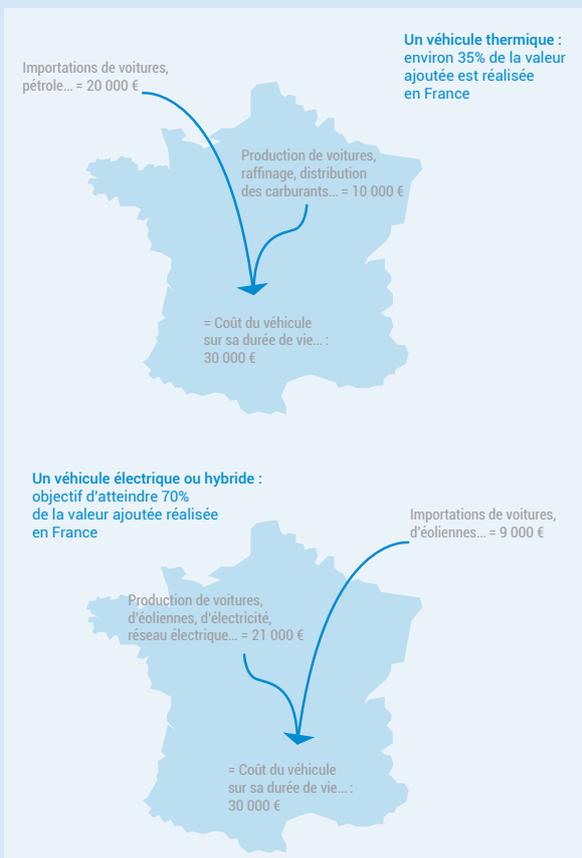
SOURCE : ENJEUX SPATIAUX, ÉCONOMIQUES ET POLITIQUES DES SCÉNARIOS DE MOBILITÉ DURABLE À 2050, ENERDATA ; 2012. PREDIT 4, GO6

Les véhicules électriques se caractérisent par un montant d'achat important au départ (investissement) et des coûts d'entretien et d'énergie (fonctionnement) réduits au cours de la vie du véhicule.

Le développement d'une industrie du véhicule électrique implique des industriels fabricant des véhicules, des collectivités installant des bornes de recharge pour l'espace public, des particuliers s'équipant à domicile de système de recharge, et des opérateurs électriques intégrant dans le système électrique ces nouveaux usages comme des consommations nouvelles mais aussi autant de moyens de gestion du système à terme avec les options de type Vehicle To Grid (V2G).

De l'assemblage et la commercialisation des véhicules (avec Renault Nissan), aux batteries (Renault, CEA Liten, Bolloré, SAFT, Imerys, Société des véhicules électriques, ...) aux moteurs électriques (Alstom, Leroy Somer, Michelin avec le moteur-roue...) sans oublier les composants microélectroniques (Schneider, ST microelectronics...), les industriels français disposant d'atouts et d'expériences significatives sont intéressantes. L'enjeu est donc, avec le passage au véhicule électrique, de renforcer le rôle de ces industriels et d'augmenter la valeur ajoutée réalisée sur le territoire, notamment en réduisant drastiquement les achats de pétrole lié à ces déplacements.

LES ENJEUX ÉCONOMIQUES AUTOUR DU VÉHICULE ÉLECTRIQUE ET HYBRIDE : RÉALISER UNE PLUS GRANDE PART DE LA VALEUR AJOUTÉE SUR LE SOL NATIONAL



*Le coût du véhicule sur sa durée de vie comprend l'achat du véhicule et du carburant pour réaliser 200 000 km. Les frais d'entretiens n'ont pas été pris en compte.

Ainsi, un tel déploiement de véhicules sobres pourrait créer 200 000 emplois (estimation médiane) en France avec une flotte de 10 millions de véhicules électriques et hybrides.

EMPLOIS CRÉÉS EN FRANCE EN SUPPOSANT UN PARC DE 10 MILLIONS DE VÉHICULES ÉLECTRIQUES ET HYBRIDES

Impact sur la construction automobile	Fabrication des véhicules électriques	
	Fabrication des véhicules hybrides	
Impact sur la filière énergie	Production d'électricité	
	Production de biocarburants	
Effets induits dans les services aux ménages	Perte d'activité sur les carburants pétroliers	
	Commerces de proximité, écoles, services à la personne, services publics...	
Total		

EMPLOIS MOBILISÉS PAR AN

HYPOTHÈSE BASSE *	HYPOTHÈSE HAUTE *
-17 000	29 000
-18 000	31 000
29 000	36 000
21 000	21 000
-10 000	-10 000
39 000	259 000
44 000	366 000

L'open data, le smartphone et les techniques de géopositionnement (GPS) favorisent aussi le développement **d'assistants personnels à la mobilité** (APM). Le voyageur peut recevoir sur son APM des informations en temps réel, sur l'arrivée du prochain bus, la disponibilité des vélos ou voitures en libre-service à proximité, l'état du trafic, les places de stationnement disponibles, les tarifs de transport ou de péages au moment de son déplacement, les façons et itinéraires pour économiser le carburant... Il devient aussi lui-même producteur de données pour les autres. Parallèlement, les APM fournissent des informations en temps réel aux autorités organisatrices de mobilité ou aux opérateurs qui vont leur permettre d'affiner leurs modèles de simulation, de mieux dimensionner leur offre, d'améliorer la qualité de service, d'anticiper les crises... et d'influencer la demande. Avec la hausse des prix des combustibles, c'est un autre facteur qui joue dans la progression des parts de marché des transports publics... mais qui contribue surtout à mieux gérer leur saturation progressive.

La mobilité n'est pas le seul secteur touché par cette révolution numérique. À l'intérieur des logements, **des compteurs intelligents** - qui n'ont plus rien à voir avec ceux des années 2010 - et se présentent sous la forme d'écrans tactiles ludiques et conviviaux, permettent aux utilisateurs de suivre leurs consommations pour chacun des usages, leurs émissions de CO₂, le cours du kWh en temps réel, et, éventuellement, leur production d'électricité. Des prévisions météo très fines, comprises dans l'abonnement, permettent de valider ou non des scénarios pour la journée ou pour la semaine proposée par le ou les opérateurs d'énergie. Le smartphone, qui sert d'assistant personnel à la mobilité, de carte de paiement ou de badge d'accès, offre la possibilité de réserver des véhicules en libre-service, de modifier les paramètres de programmation de l'énergie dans le logement, de choisir les offres tarifaires. Il permet de dialoguer avec le compteur et, progressivement, avec l'ensemble des équipements du logement. Il donne aussi accès à d'autres informations, par exemple sur la qualité de l'air ou sur la sécurité (présence d'intrus dans le logement...). Mais seule une partie des ménages accède à l'ensemble de ces services dans cette période antérieure à 2035.

La systématisation du « yield management »

C'est dans la même perspective que se développent très fortement les principes du « **yield management** », qui, appliqués depuis longtemps aux déplacements à longue distance (TGV, transports aériens, logistique...) ou à l'hôtellerie et aux spectacles, sont, au cours des années 2020, étendus à l'ensemble des services urbains. Les opérateurs organisent la chasse au siège vide et au mètre carré vacant. La ville est « palpée » pour donner, en temps réel, une image de son « métabolisme » - rendre compte des rythmes urbains passés et anticiper les rythmes à venir. Les opérateurs et les entreprises élaborent des outils de prévision, calés sur les données historiques, pour dimensionner leur offre tarifaire en fonction de l'offre et de la demande. Elles jouent sur cette connaissance - selon les différents segments de clientèle - pour lisser en temps réel les pics de consommation. Ainsi les prix des trajets en bus (ou en véhicules électriques en libre accès) sont différenciés selon les périodes de déplacement (blanche-bleue-rouge.). Cela passe par l'extension de la réservation qui - tout en augmentant les contraintes - a l'avantage de donner droit à des « miles » convertibles dans un réseau d'enseignes partenaires. Pour gérer cette offre de sièges et de places disponibles dans les collectivités locales, les services publics, les entreprises, les opérateurs de mobilité, et même les particuliers, un nouveau métier fait son apparition : « **l'infomédiaire** ». Il a pour fonctions de récolter toute l'information brute à l'échelle des territoires et de la traiter ; de répertorier toutes les offres de sièges, places et espaces disponibles ; de mettre en place les systèmes d'optimisation et de tarification adaptés - en relation avec les opérateurs ; de proposer éventuellement des aménagements de temps ; et finalement d'en évaluer les conséquences sur l'énergie et les émissions de CO₂. On est dans une logique **d'optimisation urbaine généralisée**.

C'est dans une logique proche que sont aussi gérés les déplacements à l'intérieur des entreprises ou l'occupation des bureaux. Pour réduire les coûts en énergie, les mètres carrés alloués aux salariés sont limités, et **le télétravail, le e-service ou la téléconférence** très fortement étendus ou encouragés. Certaines entreprises ou administrations vont même jusqu'à mettre en place des « quotas » annuels de déplacement. Cela ouvre des opportunités beaucoup plus grandes pour le travail à domicile...

Si durant cette période la domotique éprouve encore des difficultés pour se développer (en dehors des compteurs intelligents), c'est finalement dans le domaine de la **logistique** que la révolution numérique a ses effets les plus manifestes. Après l'explosion dans la décennie précédente du e-commerce, on entre aussi dans une phase de forte rationalisation de la logistique urbaine, avec, là encore, l'application de principes proches du yield management et le développement de systèmes mutualisés qui permettent d'optimiser les chargements et l'occupation des entrepôts. Parallèlement, la décarbonisation des véhicules y progresse - au moins pour les transports de proximité.

Un marché des prévisions climatiques

Les nouvelles technologies sont aussi mobilisées au service de la prévision climatique. Les moyens du Centre national de recherche météorologique sont augmentés ; et d'autres acteurs privés entrent dans le marché de la simulation des impacts du changement climatique. Ils permettent de vendre aux collectivités locales des données localisées plus fiables pour construire ou améliorer les Plans Energie-Climat Territoriaux. L'information est aussi rendue disponible pour les habitants, soit gratuitement, soit dans le cadre des forfaits numériques. Les simulateurs climatiques accessibles sur Internet sont désormais largement connus du grand public. Chaque personne peut recevoir sur son smartphone des messages d'alerte en temps réel personnalisés en fonction de son profil et de sa géolocalisation. Une certaine culture du risque se diffuse ainsi progressivement.

Les villes au cœur de l'innovation carbone

Stimulés par le renchérissement des prix du carbone, et les transformations de la demande que celui-ci suscite, les différents acteurs publics et privés s'engagent dans des politiques actives d'innovation - dans un marché en partie protégé du dumping. Aux fonds publics, s'ajoute surtout la décision des grands groupes d'investir massivement dans l'éco-

nomie verte - qui se déploie désormais à l'échelle européenne. Les villes jouent, dans ce contexte, un rôle central, pas seulement dans leur volonté d'attirer les centres de recherche ou les entreprises qui se créent dans ce secteur ; mais parce que leur implication directe conditionne la réussite des innovations et l'organisation des nouveaux marchés qui se mettent en place. Elles occupent une fonction majeure - en association avec les régions - dans la médiation entre la recherche, les entreprises, les pôles de compétitivité et les habitants - en subventionnant des « living labs » et des organismes de transfert de connaissance, à l'instar de celui qui existe à Göteborg. Elles font des « écoquartiers vitrines » qui servent à renforcer leur attractivité nationale ou internationale. Elles développent les filières de formation là où celles-ci sont insuffisantes. Elles lancent des expérimentations sur de nouveaux services - comme la mise à disposition de véhicules électriques en libre-service et les premiers véhicules autonomes. Et surtout elles investissent, en association avec les partenaires privés, dans les réseaux locaux indispensables, que ce soit dans le domaine du numérique ou des bornes de recharge électrique. En deux mots, elles deviennent **des laboratoires de l'innovation**.

Dans le même temps, elles doivent gérer les conséquences sociales liées à la hausse des prix des combustibles et, plus généralement de l'énergie. Les ressources affectées à cette fin ne suffisent pas à réduire les situations de précarité qui s'accroissent ; et de fortes tensions se créent entre communes centres et périphériques, notamment à propos de l'organisation des transports publics. L'inadaptation des structures institutionnelles locales apparaît avec encore plus de force que dans les décennies précédentes. À cela, s'ajoute les inégalités croissantes entre petites villes et métropoles : l'écart entre les « gagnants » et les « perdants » de la réforme fiscale se creuse, même si les gains macroéconomiques deviennent, eux aussi, plus visibles - à mesure que le prix des énergies fossiles s'accroît au niveau international.

2035-2050 : nouveaux modèles économiques et risk management local

Tensions sur le territoire

Si le contexte économique en 2035 est meilleur que quinze ans auparavant, le choc territorial consécutif à l'augmentation du prix du carbone ne s'est pas résorbé et a même tendance à s'accroître à mesure que la taxe augmente. En même temps, le mécanisme adopté en 2020 sert d'amortisseur aux fluctuations des prix internationaux du pétrole, qui déstabilisent encore plus fortement les pays qui n'ont pas adopté la même stratégie : c'est ce qui conduit à ne pas remettre en cause le principe d'une hausse par paliers. Connectées aux transports ferrés rapides ou aux voies d'eau, mieux capables d'attirer l'innovation (et des emplois qui se relocalisent partiellement), les métropoles voient leur influence s'accroître. Les villes moyennes et les communes périphériques mal connectées connaissent, en revanche des difficultés de développement croissantes - sauf dans les régions qui se sont investies fortement dans l'économie verte. Les marchés fonciers sont durablement déstabilisés avec des modes de régulation qui restent inadaptés. Faute d'avoir investi dans les réseaux de transport alternatifs à la voiture ou au fret routier, que ce soit au niveau local ou national, le confort des déplacements se dégrade et leur coût augmente. Le territoire est donc durablement sous tension. La conscience de ces déséquilibres conduit à partir de cette période - dans un environnement économique sensiblement amélioré - à relancer les investissements, notamment dans les infrastructures de transport et l'énergie nucléaire.

Reconfiguration des systèmes d'assurances et de secours

Le milieu de cette quatrième décennie du siècle est marqué par une accélération du changement climatique et par une fréquence accrue des événements extrêmes (canicules, inondations, sécheresses dans la partie sud de la France...). Sous la pression des intéressés et des juges, une partie des contrats d'engagement des sapeurs pompiers volontaires est requalifiée en contrat de travail. Le budget des services d'incendie et de secours explose. Pour faire face à ces nouvelles dépenses et à l'augmentation du nombre d'interventions, la gratuité des secours est remise en question lorsque les victimes n'ont pas tenu compte des messages d'alerte et consignes de sécurité. Les grandes entreprises sont ainsi contraintes de constituer en leur sein des brigades d'intervention. Une part des services de secours est privatisée, et de grandes sociétés internationales y investissent - avec même, pour faire face à certaines catastrophes, l'équivalent des « mercenaires du feu » naguère mobilisés en cas d'incendie des plates-formes pétrolières.

Au cours des années 2010-2030, le coût global des aléas naturels s'était élevé à 60 milliards d'euros⁷ et la part des événements naturels dans le budget assurances dommages des ménages et entreprises était passé de 16 à 25%. Après 2035, cette proportion est largement dépassée. Cela conduit à remettre partiellement en question le système d'assurances contre les risques naturels fondé sur la solidarité nationale. Les communes ne disposant pas d'un Plan de Prévention contre les Risques naturels s'étaient vues appliquer au cours de la décennie précédente des franchises croissantes. Mais ces mesures s'avèrent insuffisantes. Le prix de la garantie « catastrophe naturelle » est désormais variable selon l'exposition de la commune aux risques et les actions mises en œuvre pour réduire sa vulnérabilité. Les sociétés d'assurance développent pour cela un indice de vulnérabilité sur lequel est partiellement calculé le prix de cette garantie. Pour éviter de perdre des habitants, les communes les plus mal notées financent des systèmes complémentaires d'assurance. Toutes les collectivités exposées ont désormais des services de « risk management » combinant prévention, gestion de crise et choix des meilleurs systèmes d'assurances. Tout cela n'évite pas néanmoins des changements importants dans les valeurs foncières en fonction de l'exposition des bâtiments aux risques.

Une attention majeure au réseau électrique

La grande variabilité du climat est un des facteurs qui met le réseau électrique sous tension - avec l'émergence de besoins de climatisation importants en été. S'y ajoutent le report massif de la demande d'énergie sur l'électricité pour l'ensemble des usages, et les incertitudes liées au caractère intermittent des énergies renouvelables (solaire, éolien...). Face aux risques de saturation et de défaillance du système de distribution, il apparaît nécessaire de combiner plusieurs stratégies différentes dans un contexte où la production reste globalement limitée. Le réseau électrique local de distribution devient plus intelligent permettant une intégration supérieure à 30% de l'énergie décentralisée dans l'ensemble du système électrique. Des investissements sont réalisés dans le renforcement des capacités d'acheminement et de stockage, notamment via les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP). Mais cela ne suffit pas et il est indispensable de passer par un doublement des interconnexions à l'échelle européenne, et même de recourir aux énergies fossiles en période de pointe et semi-base - ce qui est rendu « techniquement » possible grâce au développement de la capture du CO₂. À partir de 2035 du biogaz issu de la méthanisation des déchets et de la gazéification de la biomasse est injecté - en quantité modérée - dans les réseaux de gaz existants. Quelques années plus tard, l'hydrogène commence à être utilisé comme vecteur énergétique. Produit à partir du nucléaire ou des énergies renouvelables, il représente en 2050 près de dix pour cent des usages dans certaines régions... Peu à peu s'opère une transition vers un système énergétique plus stable car notamment plus concertée entre systèmes électrique et gazier.

La fin de « l'âge de pierre »

La politique de recherche initiée dans le secteur du bâtiment porte enfin ses fruits. Les années 35-40 sont marquées par la mise sur le marché d'innovations et de produits qui vont progressivement transformer en profondeur les constructions. Des isolants extérieurs en couche mince ou capables de s'adapter au froid et aux apports solaires ; des dispositifs de ravalement de façade intégrant des nano particules ; des matériaux à changement de phase pour stocker l'énergie ; des vitrages à la fois isolants, filtrants et producteurs d'énergie ; des matériaux de construction issus de la biochimie ; des pompes à chaleur et des micro cogénérations très performantes, etc. font leur apparition sur le marché⁹. Les murs font place à des

enveloppes multifonctionnelles intelligentes - à la fois systèmes de production et de stockage de l'énergie ; des formes architecturales plus audacieuses renouvellent le paysage urbain ; les bâtiments à énergie positive deviennent enfin une réalité. La dernière décennie 2040-2050 marque la fin de « l'âge de pierre » de ces machines à habiter que sont les logements. Plus souples et adaptables, plus intelligents et ludiques, plus sensibles, plus organiques et techniques à la fois, les habitations deviennent des hybrides de réel et virtuel - les lieux d'expression par excellence de ceux qui y résident.

Contrats de performance énergétique et tiers investisseur

Ces prouesses techniques restent cependant inaccessibles à la majorité des habitants. Elles sont donc très loin de pouvoir compenser une évolution du parc de logements existants qui, dans sa globalité est restée, malgré la taxe carbone, relativement peu satisfaisante. Au cours des années 20, l'augmentation des prix de l'énergie a conduit les ménages à entreprendre des travaux d'amélioration de l'habitat de qualité très médiocre, entraînant parfois des pathologies du bâti. Les aides versées dans l'effervescence des années 2022-2025 ont parfois eu pour conséquence paradoxale de « tarir » une partie des gisements d'économie d'énergie - via des solutions bricolées souvent inadaptées. La filière n'était pas prête à faire face à un volume de commandes qui a explosé un moment. Le contraste avec la modernisation des techniques dans les transports est donc saisissant. La construction neuve restant atone, des bailleurs peu scrupuleux ont proposé des logements exigus et vétustes - mais plus proches des centres villes - à des prix défiant l'entendement. En réponse à cette situation, et face au coût croissant des charges, de nombreux ménages ou personnes seules ont choisi la solution de la **colocation**, en y ajoutant, éventuellement un usage mutualisé de la voiture. En conséquence la surface moyenne occupée par personne s'est réduite à 35 m² par personne. Malgré tout un environnement d'innovation technologique, la vie en ville s'est dégradée.

En milieu périurbain et rural, la taxe carbone a incité les ménages à opter pour des solutions de chauffage alternatives au fioul et au gaz : bois biomasse, pompe à chaleur, chauffe-eau solaire, photovoltaïque... Mais seuls les plus favorisés d'entre eux ont pu, dans un premier temps, faire l'investissement nécessaire, avec des temps de retour supérieurs à cinq ans. Ce n'est qu'après 2035 que, dans ces territoires, le recours aux renouvelables se généralise.

C'est dans ce contexte globalement peu satisfaisant pour l'habitat que se développent, à partir de cette même période, des **sociétés de services énergétiques**. Généralement privées, elles proposent aux propriétaires (et indirectement à leurs locataires) des contrats de performance énergétique dans lesquels elles s'engagent à préfinancer des travaux de réhabilitation ou d'économies d'énergie moyennant des remboursements mensuels étalés sur une dizaine d'années (payables en « chèques carbone »). C'est une forme libérale de « **tiers investisseur** ». Dans la même perspective, de grands bailleurs ou de grandes sociétés de services urbains offrent à la location des « packages mobilité et habitat » qui donnent une place centrale aux dépenses liées à l'énergie. Malheureusement, les loyers de ces logements, très performants, confortables et généralement bien situés ne sont pas accessibles à toutes les bourses. C'est donc un facteur supplémentaire d'inégalité.

Hubs et salons urbains

Dans une logique voisine - de développement de nouveaux services - le milieu des années 30 voit se multiplier de **nouvelles polarités urbaines** dédiées aux transports alternatifs et aux « bouquets de services ». Elles prennent la forme de centrales de mobilité intelligentes, de « smart work center », ou de centres de services, offrant à la fois de réelles alternatives à l'usage de la voiture particulière (location de voitures ou de vélos électriques), des solutions de livraison à domicile ou sur place (services de conciergerie urbaine), des possibilités de télétravail, et des services multiples (cantines et crèches ouvertes...). Ces « hubs » sont animés par des « chefs d'escale », véritables concierges de proximité, qui orientent, apportent assistance aux personnes à mobilité réduite, réceptionnent et redistribuent des marchandises (stations de micro-fret), coordonnent le départ et l'arrivée de « vélos-bus ». Sur place le voyageur dispose de multiples ressources. Par exemple, des consignes sécurisées permettent, en amont du voyage, d'effectuer des achats sur Internet et de les récupérer sur son trajet. Pour faciliter l'acheminement de ses marchandises, il peut aussi louer des paniers standardisés facilement intégrables dans des chaînes logistiques - qu'il vient clipper sur le porte-bagage d'un vélo à assistance électrique. Il a naturellement accès une gamme quasi infinie d'informations en continu...

Ces centres de service sont également conçus comme des « **salons urbains** », des lieux de « ressourcement », dans lesquels les habitants peuvent à la fois s'extraire de l'agitation urbaine et se protéger des variations cli-

matiques. Alimentées par des énergies renouvelables, ce sont les **nouveaux lieux symboliques de la ville post-carbone**, des « oasis sensoriels » qui permettent de se déconnecter de l'environnement quotidien. Ils jouent un peu le rôle des grands centres commerciaux des décennies précédentes, avec une dimension plus individuelle...

Vers une économie de la location et de la fonctionnalité

Les centres de service, comme les systèmes de tiers payant, ne sont que deux illustrations parmi d'autres du glissement progressif de l'économie vers la fourniture de services plutôt que de biens, de la propriété vers la location. **On entre dans une économie de la fonctionnalité.**

C'est le cas, en particulier, dans le domaine de la **mobilité**. Les constructeurs vendent désormais leurs véhicules à des opérateurs de mobilité privés qui proposent des forfaits mensuels à leurs clients. Les usagers disposent d'un garage virtuel qui leur permet d'emprunter pour quelques minutes ou quelques jours un véhicule électrique léger (ou à très faible consommation) - à deux, trois ou quatre roues - et d'accéder à une gamme étendue de services. Les prix sont au kilomètre et ils varient selon la disponibilité des véhicules, l'état du trafic, la demande de puissance électrique, mais aussi la qualité des prestations numériques... Ces véhicules sont en effet, en même temps, des terminaux de communication qui donnent accès à toute une série de programmes fournis par les grands opérateurs des médias et de l'Internet : le conducteur se transforme en auditeur auquel il s'agit moins, en définitive, de vendre du déplacement... que de l'accès aux services numériques. Le véhicule s'inscrit dans cette logique avec cependant des contraintes sur les autorisations de circulation.

À l'instar des transports, **l'économie de la fonctionnalité** se développe aussi dans de multiples autres domaines : la santé, la sécurité, la multipropriété de loisirs... Mais cela reste une solution réservée aux classes moyennes ou supérieures des villes centre - là où la densité de population et le pouvoir d'achat permettent de mutualiser les services avec des économies d'échelle intéressantes. En milieu périurbain ou rural la propriété - notamment des voitures - reste la règle. Même si le covoiturage se développe, les solutions privilégiées pour faire face aux coûts devenus exorbitants des combustibles fossiles restent le low-cost et la réduction des déplacements inutiles. C'est une des limites de ce scénario.

3) Éléments d'analyse

CRÉATIVITÉ CARBONE repose sur un **double pari** : que la mise en place d'une taxe carbone élevée puisse à elle seule susciter un fort mouvement de réindustrialisation dans l'économie verte ; et que la vague d'innovation qui en résultera puisse efficacement « porter » la transition vers des villes post-carbone. C'est un scénario beaucoup plus dynamique qu'**ATTENTISME INTELLIGENT** ; et qui a le grand avantage, en plus de ses effets sur l'emploi, d'éviter une grave crise entre 2035 et 2050, en l'anticipant.

L'expérience Suédoise, pays dans lequel la taxe carbone dépasse déjà plus de 100 euros par tonne de CO₂, montre qu'une taxe élevée sur le carbone n'est pas contradictoire avec un niveau élevé d'innovation et de compétitivité. Mais il faut rappeler que la décision de mettre en place cette taxe n'a été possible que dans un contexte de réforme globale de la fiscalité, à un moment où les Suédois acceptaient de plus en plus difficilement de payer des impôts sur le revenu très élevés. C'est la raison pour laquelle le scénario est conditionné par l'ouverture d'une « fenêtre d'opportunité politique » mettant au centre du débat l'équilibre global de la fiscalité et des régimes sociaux. Il ne s'inscrit donc pas dans une hypothèse de modification à la marge de la fiscalité sur les carburants - qui aurait peu d'impact macroéconomique.

Même si à court terme les élasticités entre le coût de l'énergie et les choix en matière d'habitat et de transports sont faibles, le signal-prix lié à une taxe carbone élevée (mais flottante) aura des effets à long terme importants - dont le scénario ne capture sans doute qu'une partie limitée. Mais outre les instabilités qu'une telle taxe ne manquera pas de provoquer, il y a plusieurs raisons pour lesquelles **CRÉATIVITÉ CARBONE** nous situe encore loin des objectifs fixés à 2050 - **à environ la moitié du chemin à parcourir** :

⊙ d'abord, **sa réussite est conditionnée par la possibilité pour les entreprises françaises de tirer pleinement parti de la vague d'innovation ouverte par un prix du carbone élevé**, au moins à l'échelle européenne - ce qui est loin d'être garanti dans l'état actuel de l'économie française et de la recherche. En dehors de la production, en France, des véhicules électriques, cela suppose, notamment, que les grandes entreprises des secteurs de l'énergie et des services urbains puissent trouver intérêt à investir dans les énergies renouvelables ou l'efficacité énergétique ;

⊙ ensuite, ce scénario, comme le précédent, a l'inconvénient majeur de reporter sur les générations futures le poids d'investissements lourds sur le bâti ou les **infrastructures** ; des dépenses qui seront d'autant plus coûteuses et inefficaces qu'elles se feront tardivement. En mettant trop exclusivement l'accent sur les innovations de produit et le numérique, il sous-estime le rôle central pour la ville de demain d'une transformation à opérer dès aujourd'hui dans les infrastructures⁹ ;

⊙ enfin et surtout, il risque de conduire à de telles **inégalités et de tels problèmes sociaux** qu'il pourrait rapidement être considéré comme inacceptable. D'un côté les plus pauvres n'auront sans doute pas accès aux nouveaux produits ou aux nouveaux services qui seront mis sur le marché ; de l'autre, auront-ils plus de difficultés que les autres à s'adapter au nouveau contexte, dans un marché foncier et immobilier toujours aussi rigide. Faute d'apporter de solution suffisante à ceux qui sont déjà le plus vulnérables et exposés à la précarité énergétique, **c'est un scénario qui est donc socialement et politiquement instable**.

Il faut néanmoins remarquer, que les hypothèses placées sur ce scénario pourraient être en partie levées par une implication plus active des collectivités locales, tant dans les politiques d'innovation que dans la réduction des situations de vulnérabilité les plus graves. On peut donc aussi en imaginer une variante plus optimiste en desserrant un peu les contraintes (pas d'investissement, ni de régulation foncière) ; et en proposant une version plus redistributive et décentralisatrice.

Encart 3.8

L'ÉNERGIE EN 2050 DANS LE SCÉNARIO CRÉATIVITÉ CARBONE

Dans les transports, 40% des véhicules légers, 60% des véhicules utilitaires légers sont électriques. L'ensemble des « marchés » potentiellement électrisables sont atteints. Les moteurs thermiques fonctionnent au pétrole et gaz naturel (avec des taux d'incorporation de biocarburants et biogaz respectivement de 20%). Le nombre de kilomètres parcourus (en milieu urbain) a diminué pour 25% du fait d'une meilleure organisation des systèmes de transport, pour 15% du transfert modal.

Dans le domaine du logement, les BEPOS se sont généralisés dans le neuf (construits après 2010) et représentent 1/3 du parc en 2050. Dans le logement existant, les consommations pour le chauffage et la climatisation ont diminué de 35%. Pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, 40% des logements font appel à l'électricité (pompe à chaleur), 25% à la biomasse, 25% au gaz (avec un contenu de biogaz dans le réseau significatif, de l'ordre de 20%) et 10% au solaire thermique. En milieu périurbain et rural, la taxe-carbone a incité les ménages à opter pour un chauffage bois-biomasse, une pompe à chaleur, un chauffe-eau solaire. Sur la période 2010-2025, seuls les plus favorisés ont pu faire ce type d'investissement, cher à l'achat, mais rentabilisé sur cinq ans. Ces technologies, dont le prix baisse, deviennent cependant la norme entre 2025-2030. Le parc logement ne compte plus qu'une faible part de logements chauffés par effet joule en 2050.

L'offre énergétique s'est sensiblement décarbonée. Les atouts du début du siècle sont conservés avec un parc nucléaire prolongé, rénové, développé partiellement, des renouvelables développés de manière centralisés (parc éolien en mer, centrales solaires aux sols...) afin d'atteindre rapidement des rendements d'échelles importants et de s'insérer sur le réseau électrique avec le moins de modifications possibles.

En somme, l'offre électrique repose sur le nucléaire et les renouvelables (les moyens thermiques fossiles sont anecdotiques en production, surtout utilisés pour la fourniture de puissance et permettre d'absorber la variabilité de certaines renouvelables). Le système gazier s'est décarboné aussi, très partiellement, avec injection de biogaz et hydrogène dans une moindre mesure tandis que les carburants liquides, réduits à leur portion congrue - les transports longue distance- voient leur place dans le mix fortement réduits.

Les aspects techniques de l'offre énergétique se sont bien améliorés, mais c'est sûrement par son traitement marginal des questions sociales et d'effet rebond que le scénario pêche pour atteindre des objectifs plus ambitieux.

Si les programmes de R&D mis en œuvre par les entreprises et soutenus par les collectivités locales ont permis de mettre sur le marché des produits plus sobres et plus efficaces, les résultats en termes d'émissions de GES apparaissent mitigés. La réorganisation des transports a permis de diminuer le nombre de kilomètres parcourus et a favorisé les transferts modaux vers les transports collectifs ou les modes doux, mais la non-maîtrise des formes urbaines et dû la spéculation foncière a limité ces bons résultats. Par ailleurs, les politiques sectorielles (notamment dans l'habitat) et les outils de planification urbaine sont apparus insuffisamment coordonnés pour être véritablement efficaces. Avec la décarbonisation de l'offre énergétique, les émissions de GES ont diminué drastiquement... mais pas au point d'atteindre le Facteur 4. C'est plutôt l'ordre d'un facteur 2 qui est atteint.

Encart 3.9

LES HABITANTS ET LES TERRITOIRES FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La prévision des risques permet de mieux anticiper et gérer les perturbations temporaires pour ainsi réduire la vulnérabilité de la ville. Cette politique de prévention permet de développer le volet « adaptation » des Plans Climat Energie Territoriaux. Mais les PCET développent une approche très sectorielle et sont insuffisamment articulées avec les documents d'urbanisme. Des phénomènes de « mal-adaptation » globale peuvent apparaître. Le risque contre lequel se protège une commune ou un territoire avec les moyens pour faire de l'infrastructure plus lourde peut accentuer la vulnérabilité de ses voisines (par exemple endiguement renforçant les phénomènes d'érosion en aval...). Les communes les plus exposées qui ne peuvent construire des ouvrages de défense ou modifier l'aménagement de leur territoire perdent progressivement des habitants et s'engagent dans un cercle vicieux si elles ne peuvent faire appel à la solidarité nationale. Une nouvelle géographie se dessine. Les zones littorales exposées au risque de submersion apparaissent beaucoup moins attractives, même si les populations autochtones, plus habituées à vivre l'aléa climatique historiquement ne désertent pas pour autant ces zones.

Les systèmes d'assurance contraignent les collectivités à développer une véritable politique de prévention. Certaines communes voient leur note dégradée et perdre des habitants. Le principe de solidarité territoriale étant remis en question, les communes les plus exposées aux aléas climatiques voient le prix de la « garantie catastrophes naturelles » augmenter très fortement et contraindre encore leur capacité d'adaptation.



03 Scénario 3 : NOUVELLES INFRASTRUCTURES CLIMATIQUES ET ÉNERGETIQUES [NICE]

Le scénario NICE (prononciation anglaise) est un scénario de renaissance urbaine. Sous l'impulsion de l'État et avec l'appui de l'Union européenne, les collectivités locales, les entreprises et les ménages investissent massivement dans la rénovation énergétique, le logement et les infrastructures avec l'espoir d'en retirer des retombées positives en termes de croissance, d'emploi, d'économies d'énergie, de confort... et de protection contre les risques climatiques. Les centres villes et les banlieues proches en bénéficient plus que les périphéries lointaines.

MOTS CLÉS : ÉTAT BATISSEUR, POLITIQUE KEYNESIEN-NE, SAINT SIMONISME, GRANDS TRAVAUX, RENAISSANCE URBAINE, GREENELLE DE L'ENVIRONNEMENT, TRANSITION ÉNERGÉTIQUE, LOGEMENTS, INFRASTRUCTURES, RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS, ENDIGUEMENT, EMPLOIS, ATTRACTIVITÉ URBAINE.

1) Synthèse

NICE place l'investissement, et en particulier l'investissement dans les villes, au cœur de la transition énergétique et climatique. Il s'agit d'opérer un changement d'échelle radical par rapport aux investissements déjà engagés et ceci dans quatre directions : une rénovation énergétique massive des logements ; une changement d'échelle dans les systèmes locaux de production ou d'approvisionnement énergétique (donnant, notamment une place plus grande aux réseaux de chaleur) ; la mise en place de systèmes de protection (digues...) dans toutes les zones vulnérables au changement climatique ; et enfin, un investissement significatif dans les infrastructures de transports collectifs - partout où cela est financièrement rentable à long terme - avec comme objectif d'atteindre dans chaque ville (centre) l'objectif des « trois tiers » : un tiers d'automobiles, un tiers de transport en commun et un tiers de modes doux...

NICE repose sur la vision volontariste d'un État capable de stimuler la croissance et de mettre en mouvement la société à travers le financement de grands projets d'infrastructures. C'est donc un scénario marqué par la centralisation et par une action publique « descendante » ; proche, dans son esprit, du Grenelle de l'Environnement ou des actions lancées dans le cadre de la transition énergétique. Mais il ne peut se mettre en place que grâce à l'implication également active des entreprises, des ménages et des collectivités locales, qui doivent pouvoir, aussi, en retirer des avantages. Les villes, en particulier, - et notamment les plus grandes - y jouent, en effet, un rôle essentiel pour peu qu'elles voient dans cet appui public aux investissements énergétiques et climatiques une opportunité nouvelle pour relancer la construction et l'emploi local, rénover les quartiers dégradés, adapter leurs infrastructures, trouver des financements internationaux - et donc accélérer leur modernisation et renforcer leur attractivité (ou, éventuellement, freiner leur déclin économique).

Comme au temps de Haussmann, la perspective est clairement Saint Simonienne. La construction de nouvelles infrastructures conduit à accélérer la destruction de nombreux logements, à consommer beaucoup de ressources (matières premières, énergie grise...), à accroître les inégalités entre villes centre et en lointaine périphérie. L'hypothèse que cela sera compensé par des économies futures et une meilleure qualité de vie n'est pas assurée. Mais, par rapport à CRÉATIVITÉ CARBONE, il y a, dans ce scénario, une attention beaucoup plus forte portée aux aspects sociaux de la transition vers des villes post-carbone - notamment par l'importance donnée aux politiques de logement social. Encore faut il, pour cela, que de nouvelles ressources publiques ou privées puisse permettre de financer les investissements massifs projetés : tout repose donc, finalement, sur la plausibilité et l'efficacité réelle des solutions d'ingénierie financière et fiscale qui sont proposées, dans un contexte qui, lui, reste très incertain.

Tableau 3.3

LE CODE GÉNÉTIQUE DU SCÉNARIO NICE

c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
Europe climatique	Green New Deal	Continuation du Grenelle et croissance verte	Bonne gouvernance et simplification institutionnelle Alignement sur le « modèle européen »	Métropoles denses en réseau	Consumérisme vert et rationalité économique Souci de soi et repli identitaire	Protection et défense

c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15
Hautes technologies (dont technologies vertes) et PME innovantes	Centralisé et très décarboné	Renouvellement urbain massif	Transports performants et propres Véhicules à vivre	Rééquilibrage massif en faveur des transports collectifs	Réhabilitation massive, démolition et reconstruction	État bâtisseur	Priorité aux populations pauvres et précaires

2) Cheminement

Le réinvestissement sur la ville que développe le scénario **NICE** passe par quatre étapes :

- 2010-2015 : **Un volontarisme contrarié par la crise**
- 2015-2025 : **Le logement au centre de la transition énergétique**
- 2025-2035 : **La renaissance urbaine**
- 2035-2050 : **Le virage de la sécurité**

2010-2015 : un volontarisme contrarié par la crise

Une action publique volontaire

Le Grenelle de l'Environnement, comme, après 2012, les engagements pris dans le cadre de la Conférence environnementale puis du Débat national sur la transition énergétique, définissent un cadre d'action très ambitieux, avec la programmation de plus de 250 milliards d'investissements dans le bâtiment, les infrastructures de transport, le chauffage urbain, les énergies renouvelables, et le démantèlement, envisagé, des centrales nucléaires les plus anciennes. Il est prévu, en particulier, qu'au premier janvier 2013 tous les logements neufs devront être certifiés « Bâtiments basse consommation » (BBC) puis, à partir de 2020, « Bâtiments à énergie positive » (BEPOS). Pour le parc existant, l'État fixe comme objectif une réduction des consommations d'énergie de 38% d'ici 2020. À cette fin, 400 000 logements devront faire chaque année l'objet d'une rénovation complète à partir de 2013 et les 800 000 logements sociaux les plus énergivores devront faire l'objet de travaux avant 2020. L'ambition est que tout le parc social soit rénové à l'horizon 2050.

Parallèlement, il est envisagé d'investir massivement dans de nouvelles infrastructures de transport public alternatives à la voiture - lignes de TGV mais aussi transports en site propre locaux ; et de soutenir la construction de logements, avec comme objectifs (définis en 2012) 500 000 logements construits par an, dont 150 000 logements sociaux.

À l'échelle des villes de nombreux projets **d'écoquartiers** sont lancés avec l'objectif d'en faire les germes d'écocités plus denses, plus sobres, plus respectueuses de l'environnement, plus attractives. Ces projets viennent relayer les initiatives prises depuis déjà une vingtaine d'années pour rendre les villes « plus durables »¹⁰, initiatives qui se sont, en particulier, traduites par des investissements considérables dans les transports publics (tramways...) et dans la rénovation urbaine des quartiers « sensibles ». L'embellissement et la modernisation des centres urbains, et notamment des métropoles, sont plus que jamais perçus comme des facteurs majeurs de croissance pour les territoires qui s'y engagent, les régions où elles se trouvent et l'économie française dans son ensemble... Tout cela ne fait que renforcer le rôle déterminant que jouent désormais les collectivités locales comme investisseur public.

Malgré une croissance urbaine relativement faible - en comparaison avec les pays émergents -, une demande d'énergie qui augmente peu et l'importance des efforts déjà faits dans le passé - qui place la France parmi les pays les mieux « équipés » du monde - **le sentiment généralement partagé est ainsi que l'engagement d'une nouvelle vague d'investissement est indispensable à moyen et long terme**, à la fois pour des raisons économiques et écologiques. C'est le cas dans le domaine de l'énergie, où cela est perçu comme la condition d'une transition réussie ; des transports publics locaux - qui sont saturés ; mais aussi et surtout du logement, où l'offre semble incapable de s'adapter à la demande, en dépit d'aides publiques considérables. La question n'est pas le niveau d'ambition publique : elle est de définir des priorités, mais surtout de s'assurer de leur mise en œuvre, dans un contexte beaucoup plus contraint que prévu.

Panne de croissance et de financements : un volontarisme contrarié par la crise

La mise en œuvre de ce copieux programme d'action se heurte en effet aux réalités du contexte économique. L'État, dans la tourmente de la crise économique et politique des pays européens, miné par la dette, ne peut se permettre de creuser les déficits publics et de s'engager dans des plans de relance par les infrastructures et la construction de logements. Il renonce à un grand nombre de ses projets, en particulier dans le domaine des transports. La crise de 2008 a fragilisé de nombreuses collectivités locales dont les ressources d'investissement tendent à diminuer alors que les dépenses sociales explosent. Les ménages, exposés au chômage ou à la stagnation de leurs revenus, attendent et reconstituent leur épargne pour affronter l'avenir. Alors que les taux d'intérêt n'ont jamais été aussi bas, la construction de logements passe sous le seuil de 350 000 - chiffre qui correspond à l'accroissement annuel du nombre de ménages- et même, un moment, de 250 000 ; sans que la multiplication des mesures de soutien tant directes qu'indirectes, notamment au logement social, ne soit en mesure d'inverser cette tendance à la baisse. Le Crédit d'Impôt Développement Durable, qui avait permis depuis 2005 d'améliorer l'efficacité énergétique de millions de maisons individuelles pour des propriétaires relativement aisés plafonne, faute de pouvoir concerner les autres segments du parc. Il en est de même pour l'Eco Prêt à Taux Zéro qui permettait de financer des travaux d'isolation, mais diminue fortement à partir de 2011¹¹. La distance devient considérable entre les objectifs très ambitieux de 500 000 logements construits et rénovés par an et ce que permet une conjoncture très difficile jusqu'à 2015...

Cet écart entre la volonté des acteurs publics et les réalisations effectives ne s'explique pas seulement par la situation de crise, et les contraintes budgétaires. Il résulte aussi d'une inadaptation plus structurelle à la fois des aides publiques, du marché du logement et de la filière du bâtiment. Les pouvoirs publics en ont conscience et c'est ce qui les amène à proposer tout un ensemble de réformes qui auront des effets tout au long de la période suivante. Celle-ci s'ouvre, en effet, par un contexte plus favorable. La relance du logement y est placée au centre de la transition énergétique.

2015-2025 : le logement au centre de la transition énergétique

Crise sociale, embellie économique et décision énergétique

Début 2015 la situation sociale est devenue extrêmement préoccupante, avec un taux de chômage qui ne parvient pas à descendre en dessous de la barre des 12%, des prix de l'énergie et des transports en hausse, des tensions qui commencent à se faire fortement sentir localement sur le logement, la crainte toujours présente d'un effondrement de la zone euro. Néanmoins plusieurs signes apparaissent qui annoncent une amélioration prochaine. À l'échelle européenne, les pays se mettent enfin d'accord sur un grand plan de soutien à l'emploi et aux infrastructures avec, pour la Commission européenne ou la BEI, la volonté (et la possibilité) de soutenir des grands projets énergétiques ou même d'écoquartiers. La Banque centrale européenne met à la disposition de cette dernière des prêts à taux d'intérêt très bas. Dans le même temps les « 3 fois 20 » sont non seulement confirmées mais, à l'occasion de la conférence sur le Climat réunie à Paris, transformées en « trois fois 30 » à l'horizon 2030-2035. L'Europe réaffirme ainsi que l'énergie et le climat font partie de ses priorités.

À l'échelle française, le gouvernement est - pour la première fois depuis longtemps - en mesure d'annoncer pour 2016 un déficit inférieur à 3%, en raison de meilleures rentrées fiscales en 2015. Le consensus se fait sur la nécessité de favoriser dans les mesures budgétaires ou fiscales toutes celles qui permettent de relancer l'investissement, qu'il soit public ou privé. La transition énergétique, le logement, le numérique, les réseaux d'eau et les infrastructures de transport sont ainsi positionnés parmi les grandes priorités publiques. Après un cycle de plusieurs années de baisse des prix, le marché immobilier montre, de son côté, des signes de reprise ; tandis, qu'à l'inverse, la désindustrialisation se poursuit. C'est du côté des infrastructures et des services que la possibilité de créer de nouveaux emplois semble devoir être recherchée.

2015, c'est aussi le moment, où, après le débat de 2013, se mettent en place les premières orientations liées à la **transition énergétique**. L'objectif du « facteur 4 » est confirmé ; et le choix est fait de faire évoluer le système énergétique français à l'horizon 2050 vers un « mix » associant essentiellement nucléaire et renouvelables - avec une part limitée à 25 - 30% d'ici 35 ans pour les combustibles fossiles. Non remis en cause en 2017, ce choix conduit à la fois à renforcer les politiques de rénovation énergétique des bâtiments (résidentiels et tertiaires), et à développer de grands projets de production centralisée d'énergies renouvelables - fermes éoliennes off shore, fermes solaires, centrales de méthanisation, géothermie, cultures énergétiques... avec, au niveau local, une incitation accrue au développement des réseaux de chaleur. À terme, la construction de bâtiments à énergie positive laisse entrevoir un système hybride - à la fois centralisé et décentralisé - mais aucune décision n'est alors prise pour étendre les compétences énergétiques des collectivités locales.

Priorité au logement

Les préoccupations économiques, sociales et énergétiques se combinent pour réaffirmer, une nouvelle fois, la priorité politique donnée au logement. Celui-ci devient une véritable « cause nationale ». Il s'agit à la fois d'en maîtriser les coûts d'accès - aussi bien pour les propriétaires que pour les locataires ; d'accroître très sensiblement le rythme de construction ; et de stimuler la rénovation énergétique des bâtiments dans le parc existant comme la construction neuve. Par rapport aux périodes précédentes un accent tout particulier est mis sur la recherche de solutions nouvelles pour les populations qui n'ont pas droit au logement social mais ne peuvent plus, non plus, accéder à la propriété sur le marché libre. Pour ceux-ci, le recours à la location - propriété est privilégié ; il est imaginé un mécanisme de convention liant de grands bailleurs sociaux, la Caisse des Dépôts et Consignations, les compagnies d'assurance, les collectivités locales et les bénéficiaires. Une partie des aides au logement est ciblée sur ce type de conventionnement, avec comme condition de respecter les normes énergie. Ce sont 100 à 120 000 logements,

mi publics mi privés, qui sont ainsi mis sur le marché chaque année, tandis que - dans le même temps - l'attribution des logements sociaux à loyer réduit est restreinte aux catégories les plus pauvres.

Tout est fait pour maîtriser les coûts d'achat ou d'occupation des logements - avec l'idée que c'est une condition essentielle à sa relance. **Les droits de mutation sont très fortement diminués et remplacés par une revalorisation des taxes foncières (« valeur vénale nette ») et l'attribution aux collectivités locales d'une part des taxes sur les énergies fossiles** - qui sont **harmonisées en fonction de leur impact carbone**. Un certain encadrement des loyers est organisé, dans la lignée des décisions prises en 2013. La filière construction fait l'objet d'un audit, pour mieux évaluer les facteurs de hausse des coûts. Le code de l'urbanisme et les normes sont simplifiées. Les PLU et PLH sont mieux intégrés et leur réalisation est en partie transférée à l'échelle intercommunale. Des incitations sont mises en place pour que les acteurs publics et privés mettent sur le marché des terrains constructibles immobilisés...¹²

Cette maîtrise des coûts vient se combiner à l'accroissement des aides publiques ou semi publiques pour relancer un cycle de constructions nouvelles qui retrouve son rythme annuel de 400 000 nouveaux logements par an en moyenne pendant toute la décennie 2015-2025. Mais ce n'est pas la seule différence par rapport aux périodes précédentes ! **Le vrai changement, c'est la structure de ces constructions nouvelles** avec 140 000 logements sociaux de plus chaque année réservés aux catégories les plus précaires (en propriété ou location), un montant égal de logements privés (essentiellement en propriété) et une troisième catégorie de logements en semi-collectif mis en location (location - propriété) par des grands bailleurs semi-publics sous convention avec l'État ou les collectivités locales. Ce « tiers secteur » se substitue aux dispositifs d'investissement purement privés mis en place par les lois « Cellier » ou « Duflot ». Il permet de rééquilibrer le parc français au profit de la location, mais d'une location très régulée (à l'exemple de l'Allemagne).

Un quasi « service public » de rénovation énergétique des bâtiments

Pendant toute la période 2011-2015, la rénovation énergétique des bâtiments avait marqué le pas, malgré tous les efforts déployés par les pouvoirs publics, et les pressions des entreprises du secteur pour accélérer les investissements. Le chiffre de 38% de réduction des consommations d'énergie dans le parc existant semblait désormais totalement hors d'atteinte. Avec le changement de contexte, l'implication des acteurs passe à une autre échelle. Un système d'intervention beaucoup plus organisé se met en place, dans la ligne des mesures déjà prises en 2013¹³. Mi public - mi privé il s'apparente à un « **quasi service public** » de la rénovation énergétique. En accord avec les entreprises, l'État définit une feuille de route précise et s'engage sur des mesures d'aides - en attendant, en retour, des professionnels qu'ils se structurent. Une vaste réforme de la formation initiale - soutenue par une campagne de communication nationale - est engagée dès 2015 pour revaloriser l'image des métiers du bâtiment et former à tous les métiers nécessaires. Cette démarche est relayée par les syndicats professionnels qui cherchent à promouvoir une fonction **d'artisan ensembleur** - capable de proposer à ses clients des offres globales (techniques mais aussi financières et administratives). Des groupements d'artisans et d'entreprises spécialisées, comprenant des énergéticiens, se constituent. L'État encadre cette dynamique en créant un fichier de professionnels certifiés et en conditionnant l'attribution de certaines aides (CIDD, Eco PTZ...) devant permettre d'accélérer le passage à l'acte et réduire les effets de seuil (**encart 3.10**) au recours à ces professionnels. De leur côté, les industriels sont incités à développer des solutions techniques nouvelles - kits de rénovation, bouquets de composants standardisés adaptés à chaque type d'immeuble ou de logement (pack « haussmannien », pavillon années 70...) dans le but de massifier les actions de rénovation et de réduire les coûts¹⁴. Cela s'ac-

compagne de programmes de démonstration et de la mise en place de réseaux locaux d'innovation - dans les lesquels les collectivités locales s'impliquent fortement - comme elles le font, par ailleurs, pour animer le débat local. À leur initiative, artisans, syndicats de copropriété, notaires, bailleurs sociaux, associations de consommateurs et d'habitants, industriels, architectes, financeurs... sont invités à réfléchir ensemble aux actions qu'ils pourraient conduire, et aux services qu'il faudrait développer. La mobilisation est locale et collective.

Cartographies thermiques, ambassadeurs de la rénovation et tiers financeur

Après une première vague de sensibilisation aux enjeux de la rénovation thermique qui avait permis de concerner les catégories aisées pour des travaux relativement légers, l'effort de mobilisation se déploie désormais à toutes les catégories de logements, en commençant par les plus « énergivores ». Il s'agit - à nouveau - de franchir le seuil des premiers 20% d'amélioration énergétique. Les collectivités locales réalisent des études et des cartographies thermiques sur l'ensemble du parc résidentiel et tertiaire pour définir des actions prioritaires inscrites au Plan Climat-Energie Territorial et les diffusent. Les plus importantes d'entre elles se dotent de « maisons de la rénovation » - véritables guichets uniques où les particuliers peuvent être accompagnés dans leur projets, et qui sont étroitement coordonnés avec les points d'information de l'ADEME. Comme prévu dès 2013, des « ambassadeurs de la rénovation », nouveaux emplois créés, se rapprochent des propriétaires et des locataires pour leur apporter information et conseils. Enfin, il est proposé que, dans les immeubles collectifs, les assemblées de propriétaires soient élargies aux locataires pour discuter des éventuels travaux à engager.

Encart 3.10

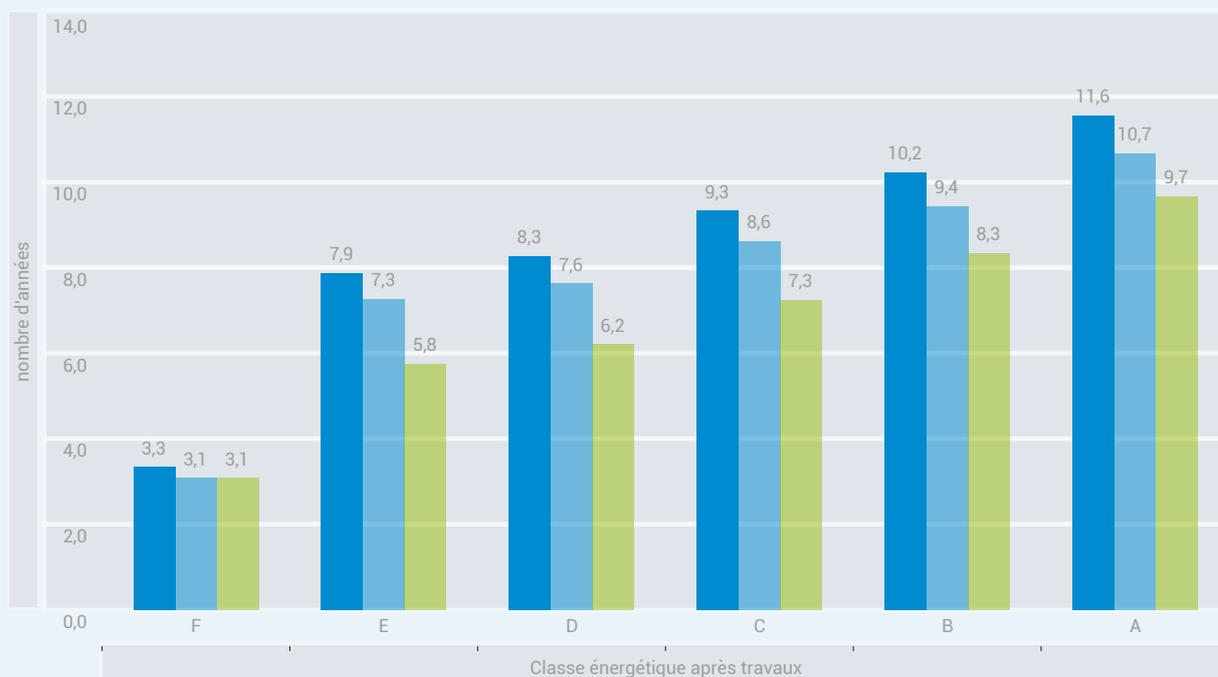
COÛT - EFFICACITÉ DES MESURES DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE : UN EFFET DE SEUIL

SOURCE : COMMENT LA CONTRIBUTION ÉNERGIE CLIMAT (CCE) PEUT-ELLE CONTRIBUER EFFICACEMENT À FAIRE ÉMERGER UNE VILLE POST-CARBONE À L'HORIZON 2050 ? PRÉSENTATION G.CALLONNEC, ADEME, SÉMINAIRE VILLE POST-CARBONE

À 17€/t CO₂, la CCE permettrait aux ménages de gagner un an de temps de retour sur les travaux de catégorie C. Cela aurait un effet de seuil significatif (NB : calcul réalisé à partir des consommations théoriques, donc le temps de retour apparaît surévalué, et chronique de prix futurs à partir des projections de l'AIE)

TAXE CARBONE ET TEMPS DE RETOUR DES TRAVAUX D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

(maison de 110m², de classe G, chauffée au fioul en zone H2D)



- temps de retour avec crédit d'impôt avant taxe carbone / CCE 0€
- temps de retour avec crédit d'impôt avec CCE 17€/tCO₂
- temps de retour avec crédit d'impôt avec CCE et PTZ

L'autre rupture majeure concerne les **systèmes de financement (encart 3.11)**. Comme c'est le cas en partie en Allemagne, une **Banque publique de l'énergie est créée**, avec pour mission essentielle de financer les travaux d'amélioration énergétique dans l'habitat et le tertiaire. Elle ne bénéficie pas d'une nouvelle taxe carbone (scénario 2), mais d'une part affectée

des taxes existantes sur l'énergie (harmonisées, en particulier pour le diesel) ; et de fonds venant des caisses d'épargne (ou même, éventuellement des entreprises concernées). Parallèlement des **systèmes de « tiers payant »** se mettent en place à l'échelle des villes, avec un montage associant des sociétés de services, des artisans ou architectes, des financeurs,

des bailleurs ou propriétaires, et éventuellement des producteurs d'énergie... - dans une perspective voisine de ce qui est déjà fait par la ville de Berlin ou, en France, par la SEM Energie POSIT'IF (Ile de France) ou la SPL OSER (Rhône Alpes) (encart 3.12). Il s'agit, dans l'un et l'autre cas, d'assurer un portage financier à long terme des dépenses à engager (de l'ordre de 20 000 euros par logement), avec la perspective **de faire financer les investissements par les économies de facture énergétique réalisées ultérieurement.**

Dans un premier temps, la priorité est donnée d'une part aux « passoires énergétiques » habitées par des populations en situation de précarité, vers lesquelles les aides publiques sont concentrées (prime forfaitaire.) ; et de l'autre, aux **bâtiments tertiaires** pour moitié publics et moitié privés - dont la « performance énergétique globale » est jugée plutôt médiocre (plus de 200 kWh/m²). Pour la partie publique, ceux-ci font l'objet d'une stratégie locale coordonnée, permettant de réduire les coûts et de mutualiser les expériences.

Encart 3.11

VERS UNE BANQUE PUBLIQUE DE L'ÉNERGIE

De nombreux systèmes de financement existent déjà pour financer les investissements à faire dans les domaines de l'énergie ou du climat : budgets et aides publiques, crédits d'impôt, prêts bonifiés, financements de la Banque publique ou de la Banque Européenne d'Investissement, fonds chaleur, aides à la recherche, emprunts obligataires, fonds locaux ou régionaux, fonds carbone, project bonds, systèmes de tiers investisseurs, dispositifs spécifiques mis en place par les banques privées ou les entreprises d'énergie (GDF Suez...). Mais l'ensemble manque de visibilité et ne permet pas de répondre aux besoins de financement considérables liés à la transition énergétique et climatique, et, notamment, d'assurer le portage des investissements ayant un long temps de retour pour les particuliers et les collectivités locales.

S'inspirant du fonctionnement de la banque publique allemande KfW (similaire à la Caisse des Dépôts) et du projet de Banque de l'énergie proposé en 2009 par le Center for American Progress, la création d'une banque publique de l'énergie permettrait de surmonter ces obstacles. Sa vocation serait de financer - sur des critères de résultat - les investissements en matière d'efficacité énergétique, d'énergies renouvelables, de stockage et distribution d'énergie (réseaux de chaleur, « smart grids »), de compteurs et systèmes de mesure intelligents... Adossée à la Caisse des Dépôts et Consignations, bénéficiant d'une garantie de l'État, la Banque disposerait à la fois de fonds publics (issus, notamment, des Livrets de Développement Durable) mais surtout de ressources provenant du marché (emprunts obligataires, « climate bonds », capitaux apportés par les secteurs de l'énergie ou de l'isolation...) et de ressources propres provenant du remboursement des prêts. Son rôle serait de financer des projets allant au-delà de ceux normalement finançables par le marché - exigences environnementales élevées, taux de retour sur investissement longs, soutien aux ménages modestes - au profit à la fois des particuliers, des collectivités locales, des bailleurs privés ou sociaux, des systèmes de tiers investisseurs, des coopératives ou des entreprises. Elle pourrait aussi assurer un refinancement des prêteurs privés assurant le même type de service. Elle disposerait pour cela d'une grille de critères stricts, d'une forte expertise en matière énergétique et climatique, et de relais d'information présents sur tout le territoire (en grande partie externes). L'une de ses fonctions essentielles serait d'assurer un soutien aux systèmes de « tiers investisseur » développés à l'échelle locale.

Encart 3.12

UN EXEMPLE DE MÉCANISMES DE TIERS PAYANT EN FRANCE

SOURCE : QUELLE GOUVERNANCE TERRITORIALE POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ? RAC, JANVIER 2013 ET CDC, 2010 (GRAPHIQUE)

À l'image des Sociétés de Services d'Efficacité Énergétique (SSEE) développées en Allemagne, en Belgique ou en Autriche, plusieurs régions françaises ont initié ces dernières années des projets de société : c'est le cas de l'Île-de-France avec la SEM Énergie POSIT'IF (publique-privée) ou encore du Rhône-Alpes avec la SPL OSER (100% publique). Ces structures permettent, par leurs interventions propres mais aussi par leur effet démonstrateur auprès des maîtres d'ouvrage et des acteurs de marché de la performance énergétique (entreprises du BTP, fournisseurs d'énergie...) une accélération du rythme d'exploitation des gisements d'économie d'énergie et d'énergies renouvelables des territoires.

Ces SSEE entendent promouvoir, en particulier au travers du mécanisme de tiers-financement, des programmes de rénovation optimaux du point de vue de l'objectif « facteur 4 » et ainsi compenser l'insuffisance de l'initiative privée, celle-ci se contentant aujourd'hui pour un bâtiment donné de sélectionner les investissements de rénovation énergétique à plus forte marge et à court temps de retour. En effet, grâce à un portage public fort, ces SSEE peuvent préfinancer des opérations de rénovation énergétique lourdes et coûteuses (de type rénovation « BBC Effinergie ») ayant des temps de retour longs (au-delà de 15 ans), ce que la logique de marché pure ne permet pas encore.

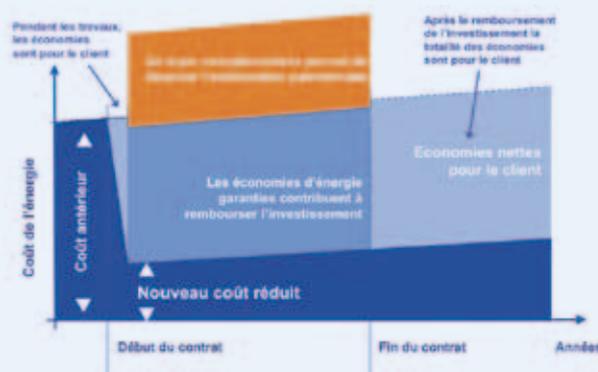
L'offre de ces SSEE consistera à :

- Définir au niveau d'un bâtiment un programme de travaux optimal ;
- S'engager sur un niveau de performance ou d'économies d'énergie minimal ;
- Préfinancer tout ou partie de l'investissement ;
- Se rembourser sur les économies d'énergie générées au moyen d'une charge de tiers-financement facturée au maître d'ouvrage (collectivité, bailleur social, copropriété).

Vis-à-vis des maîtres d'ouvrage, les SSEE ont vocation à porter l'engagement de compétences technique, juridique et financière. L'ancrage régional de ces structures est essentiel : en effet, le parc de bâtiments (plutôt copropriété ou maison individuelle, par exemple) diffère suivant les régions, tout comme les acteurs de terrain (Agences locales ou espaces info-énergie, PACT ARIM, Syndicats d'énergie, etc.) et les dispositifs locaux existants, sur lesquels les SSEE prendront appui pour asseoir leurs offres.

TIERS INVESTISSEMENT APPLIQUÉ À UNE OPÉRATION FACTEUR 4

SOURCE : RÉSUMÉ POUR LES DÉCIDEURS, UTILISER LE TIERS INVESTISSEMENT POUR LA RÉNOVATION THERMIQUE DU PATRIMOINE BÂTI FRANÇAIS. 2010



Des politiques globales de gestion immobilière du parc urbain

Au-delà de la gestion de leur propre parc, qui représente généralement moins de 3% des consommations locales d'énergie, les villes prennent appui sur ce thème de la rénovation énergétique, pour s'engager dans des **politiques globales de « gestion immobilière » concernant l'ensemble du parc**. Il s'agit de passer d'opérations ponctuelles de gestion de situations de crise ou de rattrapage des parcs les plus en difficulté (gestion des situations d'insalubrité) à une intervention globale sur le parc urbain - touchant pas seulement à son entretien ou à sa requalification mais aussi l'exploitation et le fonctionnement, en particulier dans le domaine de l'énergie¹⁵. L'un des objectifs, par exemple, est de faire de l'optimisation énergétique d'ensembles immobiliers hétérogènes, à l'échelle de petits territoires. Ce regard global à l'échelle des villes vient compléter ce qui est déjà fait par les bailleurs sociaux ou privés et les agences publiques comme l'Anah, dont les moyens sont accrus. C'est aussi l'occasion de **croiser politiques de rénovation énergétique et lutte contre la précarité, sous toutes ses formes**.

2025-2035 : Une renaissance urbaine

Un nouveau standard mondial pour les villes

Dans un contexte d'urbanisation mondiale accélérée et de tensions croissantes sur les prix de l'énergie, la compétition entre les villes s'intensifie ; et elle se fait sur de nouveaux standards internationaux portant, notamment, sur l'efficacité énergétique des bâtiments et sur la qualité des infrastructures. Parallèlement, les questions climatiques émergent de nouveau au niveau mondial ; et pour la première fois les pays « du Sud » acceptent de rentrer dans un nouveau dispositif post Kyoto qui conduit à la reconstitution de plusieurs marchés de permis négociables et du système de Mise en Œuvre Conjointe. Ce qui est nouveau, c'est que, cette fois-ci les villes sont intégrées à ces mécanismes, ce qui leur permet de trouver de nouveaux financements - en compensation de politiques locales plus vertueuses.

Retour aux grands travaux et incitations de l'État

Après quinze ans de rigueur budgétaire et de ralentissement de l'investissement public local, l'amélioration des finances publiques rend possible une relance des politiques d'infrastructures - avec comme objet de se positionner dans cette compétition entre villes. Les projets d'écoquartiers ou **d'écocités** laissés en standby ou menés au ralenti depuis 2010 sont repris. De grands programmes d'aménagement ou de rénovation urbaine sont à nouveau imaginés avec comme objectif de densifier la ville centre, de requalifier les quartiers dégradés mais aussi de créer de nouveaux villages - ou même de nouvelles villes - en périurbain. Le rythme de démolition des anciens logements trop dégradés ou énergivores passe de 30 000 à 60 000. De grands bailleurs privés saisissent ces opportunités pour investir dans de nouvelles résidences à haute performance énergétique qui proposent une large gamme de services et un accès amélioré aux technologies les plus récentes.

La « renaissance urbaine » passe aussi par les transports. Les quelques 120 projets de création et d'extension des réseaux de transport en site propre sélectionnés par l'État en 2009-2011 voient progressivement le jour au cours de cette décennie 2025-2035. Des métros automatiques de type véhicule automatique léger (VAL) sont programmés dans plusieurs métropoles. À l'échelle de la région parisienne, les 155 kilomètres de lignes nouvelles de métro et la cinquantaine de nouvelles stations du grand Paris sont enfin mises en chantier, de même que le CDG express. Des centres commerciaux ou des quartiers d'affaire sont construits autour des pôles les plus importants. Certaines villes décident de financer ces infrastructures par la mise en place de systèmes de **piéages**, d'autres par un relèvement des versements transport ou par une récupération des plus values liées aux aménagements. Mais les fonds publics ne suffisent pas et le recours aux partenariats public-privé s'avère, la plupart du temps, indispensable. Partout les prix du stationnement, en large partie concédé, connaissent de fortes augmentations. Le nombre de « zones trente » et le kilométrage des pistes cyclables sont aussi en croissance rapide. Dans les centres villes et les banlieues proches, la mobilité évolue vers **la règle des trois tiers** : un tiers d'automobiles, un tiers de transports publics et un tiers de modes doux. Mais les périphéries urbaines ne sont pas concernées et subissent les dysfonctionnements de plus en plus fréquents des quelques transports publics qui subsistent.

Pour accélérer l'investissement des villes, **l'État met par ailleurs en place - comme en Suède ou aux Pays Bas - un système d'incitation à l'action des collectivités locales, en conditionnant une part de ses aides ou de ses dotations aux progrès réalisés par les villes dans la mise en place de leur PCET** (mais aussi dans la rénovation énergétique de leurs parcs immobiliers ou dans leurs infrastructures de transport).

La rénovation obligatoire des logements

Parallèlement, la rénovation énergétique entre dans une nouvelle phase. Après des débats houleux, **la mise aux normes thermiques est rendue obligatoire lors des transactions immobilières**. Les consommations du parc sont donc réduites drastiquement (**encart 3.13**) Les propriétaires des maisons construites avant l'an 2000 doivent faire un diagnostic sérieux du bien qu'ils vendent et engager les travaux nécessaires pour atteindre au moins la classe C de l'étiquette énergie avant la vente - ou s'entendre avec l'acheteur pour que celui-ci prenne en charge ceux-ci dans un délai de deux ans, en compensation de prix plus bas. La qualité thermique devient un élément important du marché immobilier avec une information rendue très transparente. Les logements très consommateurs sont donc fortement dévalués.

Au-delà des propriétaires, beaucoup d'autres acteurs sont concernés. Pour tenir compte des capacités financières des acheteurs ou vendeurs, les artisans proposent des programmes de travaux cohérents découpés en phases qu'ils pourront réaliser en étapes successives. Les aides financières et fiscales de l'État et des collectivités locales deviennent conditionnées par le respect de ces performances minimales ; et les ménages qui font un effort supplémentaire bénéficient d'une majoration et d'une réduction de la taxe foncière sur les propriétés bâties. Le programme « Habiter mieux » de l'Agence nationale d'amélioration de l'habitat reçoit des moyens supplémentaires

pour accompagner les propriétaires en difficulté. Des mouvements comme les Castors, Etudes et Chantiers, Habitat et Développement, ainsi que les PACTs se mobilisent pour favoriser l'auto-rénovation en direction des ménages modestes. Enfin, les collectivités locales multiplient les Opérations Programmées d'Amélioration de l'Habitat (OPAH) pour réduire l'habitat insalubre et les passoires thermiques. D'importants financements sont ainsi mobilisés, mais ils permettent de créer de nombreux emplois.

En copropriété, des exigences de performance énergétique sont également attendues lors des gros travaux d'entretien ou de rénovation. Les bailleurs sociaux sont tenus de définir des programmes à long terme de mise aux normes. Les bailleurs privés ont, de leur côté, l'obligation de fournir une information transparente à leurs locataires et de faire un minimum de travaux au moment où ceux-ci changent. Tout cela conduit progressivement à confier l'exploitation et la maintenance énergétique des immeubles collectifs à des sociétés de service spécialisées.

Des incitations au renouvellement des équipements

Parallèlement à ces grands travaux, et pour stimuler la consommation, l'État multiplie les labels, les normes, les primes à la casse et les bonus-malus pour inviter les consommateurs à renouveler leurs équipements, leurs véhicules, leur éclairage, leurs appareils ménagers - dans une perspective d'économie d'énergie. Le contrôle technique est également renforcé - ce qui accélère le renouvellement du parc automobile. Malgré une amélioration du contexte économique, ces incitations n'ont cependant un impact sensible que sur les catégories sociales relativement favorisées, car les surcoûts liés aux transports ou à la rénovation énergétique (et urbaine) limitent la part disponible des revenus pour une majorité de la population.

Encart 3.13

L'HABITAT EN 2050 : QUELLES ÉNERGIES ?

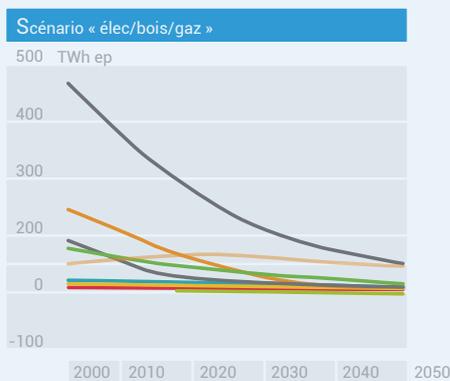
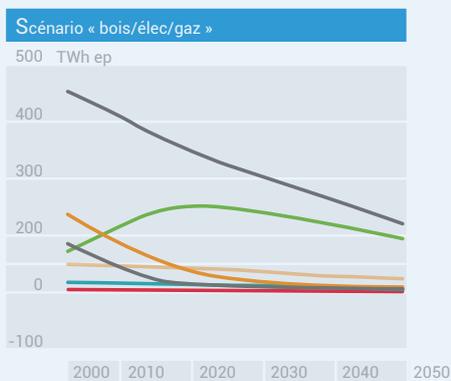
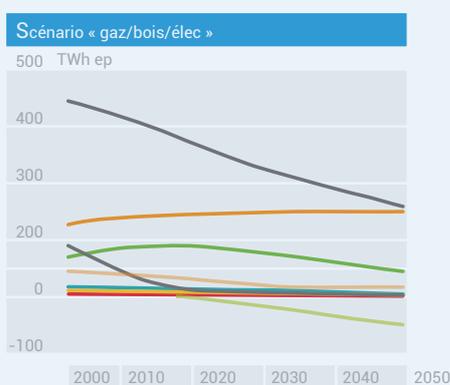
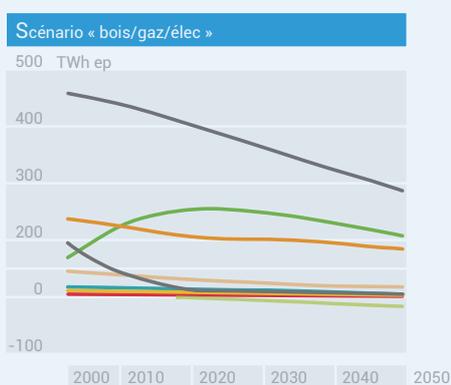
SOURCE : HABITAT FACTEUR 4, CAHIER DU CLIP N°20, NOVEMBRE 2010

Dans l'étude prospective Habitat Facteur 4 réalisé par le CLIP en 2011, après la modélisation des **potentiels d'isolation avec un effort particulièrement important en réhabilitation (un facteur 2)**, 4 scénarios d'approvisionnement du parc ont été réalisés.

En énergie finale, en 2005, chauffage et eau chaude occupent une place prépondérante (75% de la consommation totale, le reste étant la cuisson et l'électricité spécifique). Sur les deux plus gros postes donc, la part du chauffage était de 88,5% en 2005 et décline légèrement en 2050 entre les valeurs extrêmes de 77% à 83% selon les scénarios.

Les facteurs de réduction de consommation d'énergie sur ces deux postes cumulés, après déduction de la production d'électricité par cogénération et photovoltaïque, apparaissent significatifs, et voisins d'un facteur 2 dans les scénarios où le bois et le gaz dominent. En revanche, une reconversion importante des équipements en pompes à chaleur électriques permet d'obtenir un facteur de réduction de 3 (Scénario Bois/Elec/Gaz), et de 8,8 lorsque l'électricité est dominante et relayée quasi uniquement par les chauffages indépendants au bois et les réseaux de chaleur existants. Les deux postes considérés représentent encore en 2050 la part dominante des consommations finales du parc.

QUATRE MIX ÉNERGÉTIQUE POUR L'HABITAT



2035-2050 : Un recentrage sur la sécurité

Un rattrapage à marche forcée vers l'adaptation au changement climatique

À partir du milieu des années 30, la fréquence accrue des événements climatiques conduit à réorienter les politiques d'infrastructures vers l'adaptation au changement climatique.

Déjà quinze ans auparavant, l'État avait lancé un ambitieux programme de construction et d'élévation des digues visant à protéger le littoral des submersions marines et à assurer la sécurité des grandes infrastructures proches des côtes (réhaussement des routes et voies ferrées, enfouissement des lignes électriques...). Mais les moyens financiers étant mobilisés par la rénovation et la question du climat étant reléguée au second plan, ce programme, très critiqué localement (« un nouveau mur de l'atlantique »), avait connu beaucoup de retards. Seules quelques collectivités locales particulièrement exposées aux inondations ou situées sur le littoral s'étaient finalement engagées dans des véritables politiques d'adaptation à long terme avec le plus souvent des actions ponctuelles (relèvement des digues, création de réseaux d'eaux séparatifs, construction de stations de relevage ou de bassins de rétention...) ; et plus rarement en intégrant globalement le changement climatique dans les plans de rénovation urbaine.

Après 2035, l'adaptation au changement climatique connaît un rattrapage à marche forcée. La généralisation de la norme BBC et BEPOS dans les logements neufs et surtout une grande part du parc existant - couplée à la climatisation - permettent de gérer les fortes chaleurs estivales. La réglementation évolue dans le domaine de l'habitat pour tenir compte du réchauffement. Les nouveaux logements sont systématiquement équipés d'un double réseau d'eau. Des normes plus contraignantes sont appliquées dans les secteurs soumis aux « retraits - gonflement des argiles ». Parallèlement, l'adaptation devient une préoccupation de toutes les collectivités locales, et plus seulement de quelques exceptions. Comme cela a été décidé vingt ans plus tôt par la ville de New York, un zonage systématique des zones à protéger est réalisé

par chaque ville et des travaux importants de protection engagés¹⁶. Cela conduit à réorienter une part des investissements publics locaux et donc à ralentir les grandes opérations de rénovation urbaine. Un nouvel équilibre s'opère ainsi dans les financements pour répondre aux urgences climatiques du moment.

Des « bulles urbaines » climatisées et sécurisées

Les pôles d'échange, les gares, les nouveaux villages qui maillent les tissus urbains, de plus en plus étendus, connaissent, en même temps, de profondes transformations. La ville s'est progressivement restructurée autour de ces nœuds de circulation qui dessinent un monde capillaire reliant, hors du centre densifié, une multiplicité de centralités urbaines secondaires. Au tournant des années 2030-40, pour s'adapter aux changements climatiques, ces petites villes dans la ville, centres de nombreux services, s'enterrent en partie, proposant aux habitants, visiteurs, consommateurs... un microclimat toujours constant, permettant d'échapper aux pluies hivernales ou aux canicules estivales. Une nouvelle géographie de la ville se dessine partagée entre un monde « indoor » composé de capsules ou d'espaces climatisés et un monde « outdoor » soumis aux caprices du climat.

Ces pôles d'échange, ainsi que les nouveaux moyens de transport public, ne sont plus de simples infrastructures mais des espaces à vivre et des lieux essentiels de sociabilité fortement sécurisés. La prévention situationnelle, la télésurveillance, la police des transports ont été considérablement renforcés pour lutter contre la délinquance, les incivilités et la marginalité. Les plus pauvres n'ont pas accès à ces mondes climatisés. La ville entière semble être ainsi devenue une immense « bulle climatique » avec des exclus repoussés dans les « non lieux thermiques » ; les autres se protégeant dans des espaces entièrement sécurisés. La marginalité se lit donc un peu plus aux pratiques vestimentaires...

Au-delà de ces pôles, une périurbanisation diffuse se poursuit, faute de maîtrise foncière, et cela malgré la hausse des prix du pétrole. La chute des prix de l'immobilier dans les communes les plus lointaines attire les ménages modestes qui ne peuvent accéder à la zone dense, ou refusent d'y vivre. Une « troisième ville » périphérique s'invente qui cherche, à sa manière, à s'adapter au climat et aux fluctuations des combustibles fossiles.

3) Éléments d'analyse

NICE ne se réduit pas à une stratégie d'investissement massif dans la rénovation des bâtiments et les infrastructures de transports publics. C'est aussi celui qui porte la plus forte ambition pour la modernisation des villes françaises, en particulier les plus grandes. C'est donc également un pari sur l'importance pour l'économie française d'un réseau de villes attractives capables de se positionner à l'échelle internationale. En termes d'énergie et de réduction des émissions de CO₂, c'est celui qui garantit le mieux que les efforts structurels nécessaires au niveau des modes de transport, des logements et du tertiaire seront effectivement réalisés. **C'est ainsi sans doute le chemin le plus évident vers la ville post-carbone.** Au niveau local, c'est, par ailleurs, celui qui peut susciter le plus d'espoir en termes de **création d'emplois**, à condition que les compétences nécessaires puissent être mobilisées à cette échelle. Beaucoup de villes peuvent donc y trouver d'importantes raisons de s'y impliquer ; et leur rôle y est, en effet, essentiel.

Malgré toutes ces qualités, son bilan sur les quatre dimensions de la ville « post-carbone » apparaît néanmoins **mitigé**. Cela tient à plusieurs raisons différentes. La plus importante est que les avantages de ce scénario, au niveau de la consommation des bâtiments et des reports modaux sur les transports publics, sont en partie compensés par les conséquences d'un **étalement urbain et de dynamiques de localisation non maîtrisées**. On sait qu'en deçà d'un certain seuil de densité et de population les infrastructures de transports collectifs ne sont pas rentabilisables. Et, en effet, dans ce scénario, les investissements restent limités aux zones centrales. En conséquence, les gains en CO₂ que l'on peut attendre de politiques massives de renouvellement énergétique des parcs existants sont ici presque complètement annihilés par les surcoûts de consommation et d'émissions liés à l'extension des villes et à la mobilité correspondante.

Un second inconvénient de ce scénario est qu'il risque de produire de fortes **inégalités** - même s'il repose, en principe, sur la volonté de maîtriser les coûts du logement pour tous. Il reste, en effet insuffisamment focalisé sur les situations de précarité énergétique et accroît, à l'évidence, la vulnérabilité des ménages situés en périphérie urbaine. Il pourrait en outre, sans précautions nécessaires, renforcer l'exclusion des habitants des quartiers sensibles - touchés par les vagues successives de rénovations.

La troisième limite est qu'il s'agit d'un scénario d'infrastructures susceptible de générer, en amont, de fortes consommations indirectes « **d'énergies grises** » et d'émissions de gaz à effet de serre - d'un ordre de grandeur voisin des économies réalisées en aval. Il faut remarquer, néanmoins que cet inconvénient majeur peut être sensiblement réduit en augmentant la part des efforts consacrés à l'entretien des patrimoines existants par rapport à la construction neuve et à l'utilisation massive de matériaux biosourcés. On peut donc en imaginer une variante plus écologique.

Enfin, la dernière limite tient à la fois à l'inertie de ce scénario, qui ne produit d'effet significatif qu'après 2030, et aux **difficultés de sa mise en œuvre**. Un tel plan d'action nécessite des investissements considérables qui ne peuvent être financés en mobilisant les seuls fonds publics. Le recours aux partenariats public-privé constituent sans doute une réponse possible à cette difficulté, mais ces investissements ne risquent-ils pas de se porter sur les projets les plus rentables peu compatibles avec une vision long terme des enjeux ? La mise en place de mécanismes de financement de type « tiers investisseur » suppose des montages compliqués dont on n'a pas réellement l'expérience. Elle se heurtera probablement à des obstacles considérables dans les immeubles collectifs, avec des problèmes de relations entre propriétaires et locataires. Au niveau de la filière du bâtiment, le lancement de ce qui ressemble à un plan Marshall de la rénovation énergétique risque de se heurter à des faiblesses structurelles et au manque de main d'œuvre à la fois disponible et compétente. Les espoirs mis dans la création de centaines de milliers d'emplois pourraient ainsi se révéler inaccessibles dans la situation actuelle du secteur, et se transformer en tensions inflationnistes sur le logement. Il faut surtout ajouter que ce scénario est fortement conditionné par l'amélioration de la situation économique ou fiscale des ménages et des acteurs publics ou privés, ce qui n'est pas nécessairement la tendance la plus probable. Enfin, il ne faut pas sous-estimer les obstacles techniques - liés, par exemple à la conception et l'utilisation des bâtiments BBC ou BEPOS ou à la valorisation des énergies renouvelables produites en excès.

Encart 3.14

L'ÉNERGIE EN 2050 DANS LE SCÉNARIO NICE

Dans les transports, 20% à 25% des véhicules légers sont électriques et 40% des véhicules utilitaires. Les moteurs thermiques fonctionnent à 70% au pétrole, à 20% au Coal to Liquid, voire plus de tensions d'approvisionnements et à 10% à l'éthanol et au biogaz surtout pour les flottes captives.

Le nombre de kilomètres parcourus sur la route (en ville) a diminué de 20 à 25% du fait d'un meilleur report modal, de 15% du fait d'une meilleure organisation des transports et de 5% du fait de la morphologie urbaine.

Le transport sur rail en milieu urbain (train, métro, tramway) a augmenté de 80%.

La construction de logements neufs a connu une forte augmentation. Les normes BBC et BEPOS se sont généralisées et appliquées avec une certaine rigueur dans le logement neuf. Dans le logement existant, les consommations pour le chauffage et la climatisation ont diminué de 50% malgré l'augmentation du nombre de m² par personne. La surface des logements augmente - sous l'effet de la décohabitation des ménages - pour atteindre 45 m² par personne. Les réhabilitations lourdes permettent de réduire les consommations à 80 kWh/m².an pour 16 millions de logements. Les 4 millions de logements neufs sont BBC et 8 millions BEPOS. 80% du parc consomme moins de 70 kWh/m².an pour les usages chauffage, eau chaude sanitaire, climatisation et ventilation (au lieu de quelques 250 kWh/m².an en 2010).

Pour le chauffage, climatisation et eau chaude sanitaire, réseaux de chaleur dans les zones denses et les pompes à chaleur se taillent la part du lion. Une faible part du parc de 2050 reste chauffée par effet joule. Les réseaux de chaleur de plus grande dimension, alimentés par cogénération ou chaudières biomasse, biogaz ou incinérateurs de déchets se développent dans les zones denses. La géothermie sur réseau de chaleur, poussée par les plans d'investissement nationaux réalise une percée. La biomasse individuelle est relativement peu développée, les propriétaires de logements diffus préférant recourir aux pompes à chaleur électriques.

Dans le domaine tertiaire, les bâtiments sont équipés de panneaux photovoltaïques et de cogénérateurs (BEPOS dans le neuf). 30% des logements neufs ou existants sont équipés de pompes à chaleur, 30% sont alimentés au gaz, 30% recours à la biomasse et 10% au solaire thermique.

Le système énergétique reste centralisé et s'est décarboné petit à petit. Dans le système électrique, c'est via l'introduction de nouvelles sources de production (nucléaire, Enr) mais massifiées que cela s'opère. Il a été pris acte que la ville n'avait pas vocation à être elle-même pourvoyeuse de son énergie.

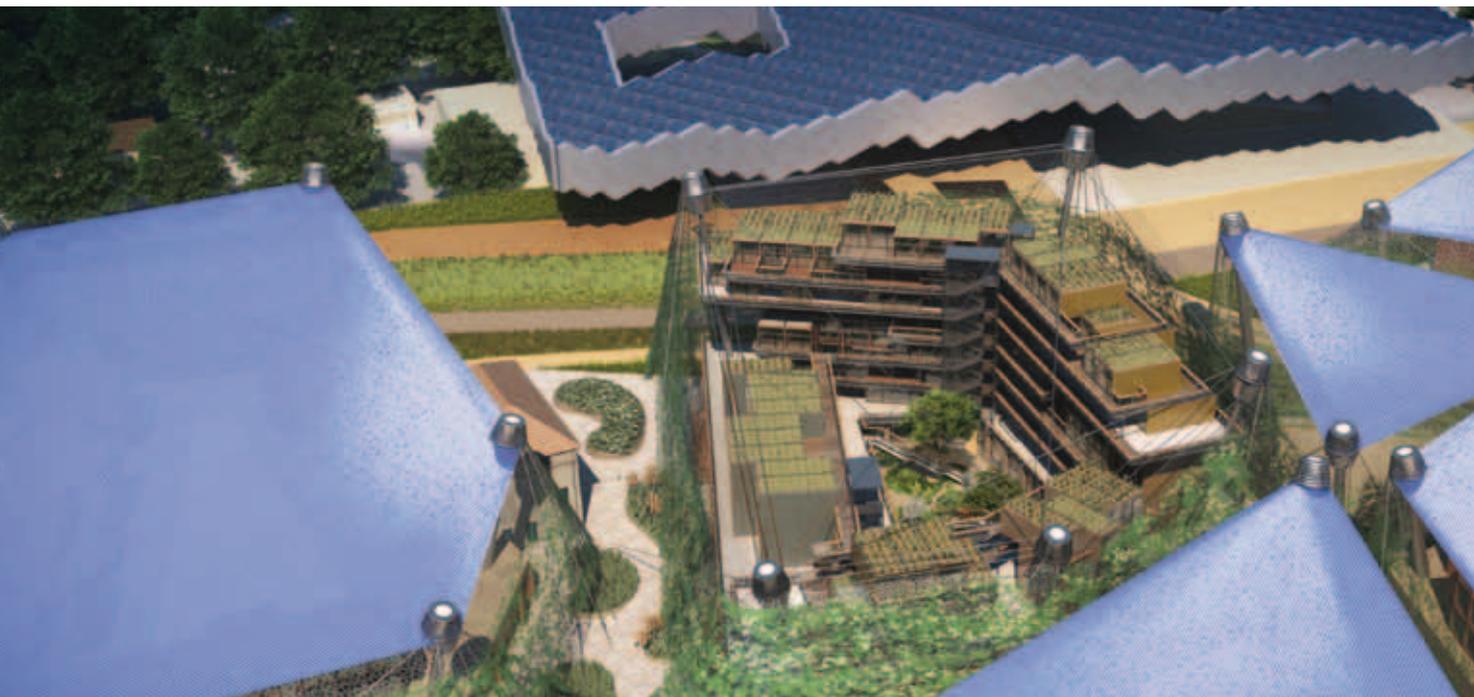
L'inertie caractéristique du scénario via son renouvellement urbain massif ne permet guère de maîtriser suffisamment rapidement les émissions des GES. C'est de l'ordre d'un facteur 2 qui est réalisé sur le niveau d'émissions à long terme. C'est pour cela que c'est probablement un scénario qui produit des résultats plus intéressants à plus long terme, qu'au seul « point de passage » 2050.

Encart 3.15

LES IMPACTS DU SCÉNARIO NICE EN TERMES D'ADAPTATION

Sur l'adaptation, **NICE** est le scénario de protection par excellence. Il cherche à réduire la vulnérabilité de la ville. Le recours systématique à des ouvrages et à des équipements de protection permet de gérer la diversité des risques. Cependant, la mise en œuvre de cette stratégie défensive est là-aussi relativement longue. Ce n'est qu'après 2030, qu'elle portera véritablement ses fruits. Le recours systématiques aux ouvrages et aux équipements de protection pour conduire une politique d'atténuation et d'adaptation au changement climatique peut présenter quelques contradictions et avoir des effets contreproductifs (forte consommation d'énergie grise notamment).

Les mesures de protection - longues à mettre en place - favorisent un sentiment de sécurité « passif » et la perte d'une culture de sécurité civile qui peuvent être dommageables si les ouvrages sont insuffisants pour faire face à un aléa ou à une combinaison d'aléas. Les premiers effets de ce scénario très BTP ne seront perceptibles qu'à long terme et laissant de nombreux territoires - faute d'une stratégie alternative durant la période de chantier - exposés aux aléas.



« L'îlot à énergie positive, Phosphore IV », © Copyright : EIFFAGE / POMA / Pierre Gautier architecture et associée / Dassault Systèmes
« DES VILLES ET DES HOMMES - CONTRIBUTIONS DU LABORATOIRE PHOSPHORE D'EIFFAGE À LA VILLE DURABLE »

04 Scénario 4 : BIOPOLIS

BIOPOLIS : un hybride de ville et de nature, de ville et de campagne. Le végétal et les ressources naturelles au service de l'autonomie énergétique et de l'adaptation au changement climatique... Dotés de pouvoirs beaucoup plus étendus en matière d'énergie, les collectivités territoriales s'engagent, à l'échelle des grandes régions urbaines, et avec l'ensemble des acteurs locaux et des habitants, dans des politiques volontaristes de valorisation de leur espace et de leurs ressources dans une perspective d'autonomie et de « ménagement écologique ».

MOTS CLÉS : RESSOURCES NATURELLES, ÉCOSYSTEMES URBAINS, VÉGÉTAL, BIO, BIOCARBURANTS, CARBONE VERT, Puits de carbone, RÉSILIENCE, ÎLOTS DE CHALEUR, CYCLES, ÉCONOMIE CIRCULAIRE, RECYCLAGE, CIRCUITS COURTS, AGRICULTURE URBAINE, ÉNERGIES RENOUVELABLES, SOLAIRE, AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE, DÉCENTRALISATION ÉNERGÉTIQUE, VILLE DIFFUSE, PLANIFICATION ÉCOLOGIQUE ET VALORISATION DES SERVICES ÉCOLOGIQUES.

1) Synthèse

« Mettre les villes à la campagne » : et si cet aphorisme (faussement) attribué à Alphonse Allais, redevenait d'actualité avec les nécessités d'une transition vers des villes post-carbone ? **BIOPOLIS**, c'est la conception d'une nouvelle forme d'intégration entre la ville et la nature, entre la ville et la campagne - qui soit à la fois attractive pour ceux qui y habitent et productive de solutions plus efficaces face aux enjeux énergétiques et aux risques climatiques. La notion qui y domine est celle de cercle ou de **cycle** : cycle de l'eau, de la matière, de l'énergie, mais aussi des produits et des services. Issus de la biochimie, les biomatériaux ou les biocarburants y sont, en principe, renouvelables et recyclables. Les circuits dont il s'agit sont « courts » - ou même parfois « fermés » - dessinant une autre caractéristique de **BIOPOLIS** qui est la recherche d'une certaine autonomie. Autonomie ne veut pas dire néanmoins ici volonté de faire communauté ni de tout gérer en « bien commun ». Si des formes de mutualisation et de coopération s'y développent, la société que décrit ce scénario reste très attachée à la propriété privée ou à la consommation - et notamment à la **maison individuelle**, qui témoigne du souci de mettre les autres

à distance. Le végétal est une protection mais aussi une frontière, un cordon sanitaire, et souvent une ressource à s'approprier. Il y a donc de fortes tensions entre logiques individualistes et conscience d'avoir à partager ou échanger certaines ressources.

Telle la citation précédente, cette idée d'une hybridation entre ville, nature et nouvelles énergies peut laisser sceptique - ou même susciter de l'ironie. **BIOPOLIS** est l'antithèse de la vision classique de la ville « post-carbone » - dense, structurée autour des transports publics et des quartiers d'habitat collectif, ramassée dans l'espace... À mille lieux de la « ville sobre ». Et pourtant, force est de constater qu'elle correspond à des réalités concrètes d'aujourd'hui : l'attrait pour le « bio » et pour une ville plus « végétale», la facilité plus grande à développer les énergies renouvelables loin des centres villes, l'importance de la précarité énergétique dans le périurbain ou le rural, la difficulté à remettre en cause les dynamiques de l'étalement urbain... Partant de ces réalités il y a peut être aussi un chemin alternatif vers la ville « post-carbone » - et c'est ce que le scénario explore.

L'événement majeur qui amorce et permet ce quatrième cheminement est une **forte décentralisation énergétique au profit des collectivités territoriales** - contre-partie de la volonté de donner une part plus grande à la production et à la distribution d'énergies locales. Cela s'accompagne d'une redistribution des responsabilités, avec un pouvoir important donné aux « régions urbaines » dont l'étendue peut aller bien au-delà des aires urbaines actuelles et englober de multiples intercommunalités, y compris rurales. Le système institutionnel local se rapproche ainsi de la moyenne des pays européens avec trois niveaux équivalents aux communes, aux « counties » et aux régions. Cela permet d'avoir une approche spatiale beaucoup plus adaptée des risques climatiques et de l'usage des renouvelables. Mais il s'agit clairement d'une rupture.

La nature et l'espace, très sollicités, sont soumis à des pressions considérables. Celles-ci sont-elles compatibles ? C'est la question centrale que pose ce scénario.

Tableau 3.4

LE CODE GÉNÉTIQUE DU SCÉNARIO BIOPOLIS

c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
Europe climatique Climat compatible	Protectionnisme socio-écologique européen	Priorité au social et à l'emploi	Autonomisme local et décentralisation énergétique	Solidarité <i>hinterland</i> et fracture géographique Exode rural	Souci de soi et repli identitaire La différenciation communautaire	Aménagement bioclimatique

c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15
Exploitation des rentes et ressources territoriales	Décentralisé et décarboné	Planification écologique et nouvelles valorisations foncières	Véhicules à vivre Révolution des carburants alternatifs	La mobilité bien commun en partage	Mutualisation et réseau Bio-logis et bioclimatique	France de propriétaires	Nouveaux droits et relance par le social

2) Cheminement

Le passage à **BIOPOLIS** suppose plusieurs ruptures profondes, plusieurs changements majeurs. Le cheminement proposé passe par quatre étapes :

- 2012-2018 : **Changement de regard**
- 2018-2025 : **Changement de pouvoir - changement d'énergie**
- 2025-2040 : **Changement de ville**
- 2040-2050 : **Limites de l'autonomie**

2012-2018 : Changement de regard

Besoin de nature et triomphe du végétal

La crise économique ne remet pas en cause la tendance, observée depuis les années 90 à un besoin croissant de nature, de « naturel » : au contraire, elle la renforce. Certes la consommation de produits bio plafonne, en raison de leur coût souvent trop élevé ; mais l'attrait pour le « naturel » gagne peu à peu tous les domaines - l'habitat, la médecine, les vêtements, les loisirs, l'alimentation, les matériaux... - tandis que se développe, au contraire, une certaine « allergie » pour le minéral et l'artificiel. Les activités liées au jardinage, aux randonnées, aux loisirs de nature continuent à connaître une forte croissance, dans un contexte où d'autres formes de loisirs ou de tourisme ont, à l'inverse, tendance à régresser. Les murs des quartiers denses se végétalisent, tandis que s'organise, autour des « **trames vertes et bleues** » et des « **coulées vertes** », une reconquête, par la nature, des villes centre. Les parcs urbains, sont saturés, et ils hébergent de plus en plus des jardins potagers cogérés par les habitants du voisinage, réminiscence des jardins ouvriers du début du siècle passé. Si les questions d'environnement global, et même de nature « extraordinaire » (l'éléphant d'Afrique, l'ours des Pyrénées...) demeurent très abstraites pour beaucoup, la nature proche s'affirme, au contraire, comme un besoin indispensable.

Avec la multiplication des affaires ou des informations sur la filière agroalimentaire, cette proximité à la nature se structure de plus en plus autour du **trityque alimentation** (et agriculture) - **santé** - **environnement**. Les circuits courts se développent ainsi que le besoin de transparence sur la provenance des produits. L'enjeu du maintien de l'agriculture à proximité des villes devient, en conséquence, un problème de politique locale important. Il ne s'agit plus seulement d'intégrer les nouveaux urbains à la société rurale, mais de faire, à nouveau, de l'agriculture une question urbaine.

Une revalorisation de la ville « diffuse » et la « rurbanité »

Tandis que s'atténue l'investissement des chercheurs et des urbanistes sur « la ville durable », le regard porté sur la **ville « diffuse »** change également ; avec pour effet d'en relativiser les critiques et d'en revaloriser les aspects positifs¹⁷. Trois catégories d'arguments sont ainsi avancées. D'abord, une part importante des périurbains auraient une mobilité qui ne serait finalement pas beaucoup plus importante que celle des habitants des centres ou des banlieues proches - beaucoup d'entre eux ne se déplaçant d'ailleurs pratiquement pas vers le centre ville. La « **rurbanité** » serait un choix - et pas seulement une contrainte - avec le souhait, partagé par une proportion croissante de la population de bénéficier simultanément des avantages de la ville et de ceux de la campagne. Enfin et surtout l'argument du **réalisme** est invoqué : les dix millions de nouveaux « périurbains » arrivés au cours des trente dernières années seraient désormais installés et adaptés à la nouvelle structuration du paysage urbain que la ville diffuse leur propose, et cette dynamique serait largement irréversible. La question ne serait donc plus de revenir à la ville dense (qui n'est pas, en elle-même, remise en cause), mais d'organiser la « durabilité » de cette ville étendue, de cette « campagne urbaine ».

Parallèlement à ce mouvement d'idée, les années 2012-2020 voient se confirmer - dans un marché du logement pourtant déprimé - les tendances passées à un développement de l'urbanisation en périphérie lointaine des villes. Au-delà, c'est même certaine forme « **d'exode urbain** » qui semble se dessiner, ou plutôt s'accélérer, en direction des zones rurales bien situées et de quelques villes moyennes ou petites suffisamment attractives. Quelques grandes agglomérations - comme la région parisienne - perdent de leurs habitants. Les sociologues et les journalistes s'interrogent sur ce « retour à la terre » ou aux « terroirs ». Les responsables politiques des grandes

villes et les économistes s'inquiètent de ces migrations qui semblent être durables. Le départ en retraite de la génération du baby-boom et le développement du télétravail favorisent le mouvement. Faut-il y voir un renversement durable des attitudes par rapport à la ville ? La question reste ouverte.

Un nouveau regard sur l'énergie et l'adaptation au changement climatique

Un déplacement comparable s'opère, pendant la même période, dans les domaines du climat et de l'énergie. Alors que les exemples les plus souvent cités de villes efficaces dans ces domaines - Hanovre, Stockholm, Fribourg... - renvoient le plus souvent aux écoquartiers, à la rénovation urbaine des immeubles, aux transports collectifs, aux réseaux de chaleur - et donc à la ville dense - **le constat est fait qu'en réalité un grand nombre des enjeux liés à l'adaptation au réchauffement, au développement des énergies renouvelables, et même à la précarité énergétique se situent dans l'espace périurbain ou à l'articulation entre villes et campagnes.** C'est là, en effet que le photovoltaïque, l'énergie éolienne, l'usage du bois énergie, mais aussi l'isolation des logements - le plus souvent des maisons individuelles - connaissent leurs progressions les plus rapides. Les travaux sur les îlots de chaleur ou sur la vulnérabilité aux risques liés aux changements climatiques - en montrant les rôles que peuvent jouer la végétation ou la maîtrise des grands cycles de l'eau à l'échelle régionale - plaident également pour une intégration du périurbain dans les politiques d'adaptation. Enfin, et de manière plus surprenante, les premières analyses détaillées sur la précarité énergétique, semblent indiquer que c'est aussi dans ces territoires peu denses en zone rurale ou en périphérie des villes que se trouvent les situations les plus difficiles - avec des personnes souvent âgées cumulant l'isolement, la dépendance à la voiture et l'occupation de vieilles maisons mal isolées chauffées au fioul.

Dans le même temps progresse l'idée que les collectivités locales devraient avoir beaucoup plus d'autonomie en matière énergétique. C'est d'abord l'expérience des pays ou des villes qui ont réussi le mieux à engager leur mutation énergétique ou climatique qui montre que c'est une condition de succès indispensable. Mais c'est surtout une conviction qui se construit à l'occasion du Débat national sur la transition énergétique engagée en 2013. Il apparaît en effet, à cette occasion, que les

institutions territoriales ont un rôle irremplaçable à jouer à la fois pour inciter à la production d'énergies renouvelables décentralisées, rationaliser leur distribution, et gérer les conséquences sociales ou écologiques d'un tel changement. En même temps, le concept de « **subsidiarité énergétique** », proposé par Pierre Calame et par Energy Cities via son délégué général Gérard Magnin, progresse dans l'opinion¹⁸. Toutes les collectivités ne sont cependant pas prêtes à prendre cette responsabilité. Et comme, à ce moment, ni la situation économique, ni les conditions techniques ne sont favorables, il faut attendre 2018 pour qu'une telle rupture devienne envisageable.

2018-2025 : Changement de pouvoir (et priorité aux renouvelables)

Un nouveau contexte énergétique et politique

Début 2018, l'Agence internationale de l'énergie publie un rapport qui a un grand retentissement médiatique. Elle annonce que la production d'énergies renouvelables vient d'atteindre le seuil de 25% de la production mondiale d'énergie avec des progrès spectaculaires réalisés en Chine. En Europe, seule l'Allemagne est citée pour avoir fait des investissements conséquents. Beaucoup d'autres pays européens, et parmi eux la France, arrivent en revanche loin derrière. Le même rapport s'inquiète des perspectives de prix sur le pétrole. La conjoncture internationale s'est détériorée dans les pays du Maghreb et du Moyen orient, et voilà plusieurs années que l'hypothèse d'une guerre avec l'Iran est avancée. Le développement des gaz et huiles de schiste aux États-Unis et dans plusieurs autres pays n'a pas réussi à desserrer les tensions, et, en ce début 2018, celles-ci se précisent considérablement.

L'année précédant le débat des élections présidentielles a, de son côté, fait sensiblement progresser les idées sur la **décentralisation**. Il apparaît qu'une modernisation est devenue absolument nécessaire à la fois pour réduire les coûts et adapter l'appareil institutionnel aux réalités qui sont celles des territoires de 2020... L'idée est de se rapprocher de la division commune en Europe en **trois grands niveaux** : celui des **régions** - qui intègre les départements comme échelle de gestion ; celui des communes - qui articule très étroitement communes et intercommunalités dans un même ensemble (avec élections simultanées

des maires communaux et intercommunaux) ; et enfin un niveau intermédiaire correspondant aux « **bassins de vie** » (métropoles, communautés d'intercommunalités, anciens pays...). Issu du niveau communal (de fait intercommunal) cet échelon intermédiaire est aussi présent dans les instances régionales. Il joue donc un rôle pivot ; et il est envisagé, à ce titre, d'y transférer certains des moyens de l'État.

Décentralisation politique et énergétique

À l'automne 2018 deux lois importantes sont ainsi votées. La première propose une nouvelle étape de la décentralisation ; et la seconde accorde aux collectivités locales des compétences majeures en matière énergétique et climatique.

Allant beaucoup plus loin que les précédentes, la loi de décentralisation fusionne les régions et les départements (en maintenant ces derniers comme organes de gestion), transfère aux « intercommunalités », dont le président est désormais élu, une part majeure des compétences communales (notamment fiscales, énergétiques et foncières) et crée un niveau de responsabilité intermédiaire, à l'échelle des **bassins de vie**, en étendant aux « pays » ou aux « communautés d'intercommunalités » le statut déjà accordé précédemment aux métropoles. Les élections régionales sont organisées de manière à assurer une représentation équilibrée de ces bassins de vie - constitués pour laisser aux villes moyennes des pouvoirs importants.

Dans le domaine de l'énergie, la « **loi portant décentralisation de l'énergie** » s'inspire des pays scandinaves et de la situation allemande, mais aussi, en partie de ce qui existe déjà dans les DOM-TOM. Les collectivités locales (à l'échelle des nouvelles intercommunalités) se voient confier une responsabilité générale en matière d'énergie et attribuer la possibilité - jusque là réservées à quelques unes - de créer des entreprises locales de production et de distribution (fonctionnant en régie ou en concession) mais aussi de prendre certaines décisions normatives (dans le cadre de la loi). La part de la taxe sur la consommation finale d'électricité qui est déjà levée par les départements et les communes (1,5 milliard d'euros) est sensiblement accrue, avec une liberté plus grande pour les intercommunalités, à la fois pour moduler l'assiette et décider de l'usage. Il est précisé que le produit de

cette taxe pourra être affecté à l'ensemble des politiques climat-énergie menées au niveau local. Il est même envisagé qu'à terme une taxe locale sur l'énergie vienne se rajouter aux taxes locales traditionnelles, avec - comme à **Boulder** aux USA - une grande liberté pour les territoires d'en moduler le fonctionnement¹⁹. L'objectif de la loi est clairement de favoriser localement l'efficacité énergétique, de promouvoir les énergies renouvelables et de réduire les situations les plus critiques de précarité énergétique - dans une perspective de « facteur 4 ».

Parallèlement les « **bassins de vie** » (métropoles, pays...) se voient confier un bloc de compétences spécifique énergie - climat. Il s'agit de favoriser la mutualisation des actions décidées par les intercommunalités, d'organiser la coopération entre zones urbaines et rurales, de participer - en partenariat ou pas avec les grands opérateurs - à la mise en place des réseaux, des structures de financement, et **surtout de coordonner l'action en matière d'adaptation au changement climatique**. Une part des ressources financières ou des compétences dévolues aux intercommunalités peut leur être transférée.

Priorité aux renouvelables

Une des raisons qui a conduit le gouvernement à décentraliser partiellement la production-distribution d'énergie est sa volonté, après le rapport critique de l'AIE de 2018, d'accélérer la transition énergétique en donnant clairement la priorité au développement des énergies renouvelables. La sortie du nucléaire n'est toujours pas à l'ordre du jour à un horizon de moyen terme ; l'intérêt pour le gaz se maintient, avec la construction de nouvelles centrales ; mais le choix est fait de ne pas développer une nouvelle génération de réacteurs et de faire porter massivement les investissements nouveaux (hors sécurité) sur le renouvelable, à la fois centralisé et décentralisé. À cette fin, un mécanisme d'incitation voisin de celui mis en place pour les Certificats Verts dans plusieurs pays, mais plus particulièrement au Royaume-Uni (**encart 3.16**) est adopté : **les fournisseurs d'électricité et de chaleur (y compris les collectivités locales) sont tenus de justifier qu'une proportion croissante de celles-ci proviendra d'énergies renouvelables**. L'objectif est qu'en 2050 au moins 50% de l'électricité, de la chaleur, mais aussi des carburants, soit produite à partir de ces énergies.

Encart 3.16

LES MÉCANISMES DE SOUTIEN AUX RENOUEVABLES AU ROYAUME-UNI ET EN ALLEMAGNE

SOURCE : RAPPORT D'ACTIVITÉ 2012 DE LA COMMISSION DE RÉGULATION DE L'ÉNERGIE (PAGE 105)

Le développement des énergies vertes en Europe s'appuie sur des politiques de soutien public qui encadrent soit le prix de l'énergie issue de sources renouvelables soit les volumes injectés sur le réseau puis consommés. Si la majeure partie des pays européens a, comme la France, instauré un mécanisme d'obligation d'achat de l'électricité produite à partir de sources renouvelables à des conditions tarifaires et techniques imposées, d'autres mécanismes d'incitation ont également été introduits.

Au lieu d'agir sur les prix, le principal mécanisme de promotion de l'électricité issue de sources renouvelables mis en œuvre au Royaume-Uni repose sur une obligation en volume : les fournisseurs d'électricité sont contraints à justifier qu'une proportion croissante de l'électricité fournie à leurs clients provient de sources d'énergie renouvelables. Pour ce faire, les fournisseurs doivent acquérir des certificats verts auprès des producteurs de renouvelables qui reçoivent de l'Ofgem, le régulateur britannique, un certificat pour chaque mégawattheure d'électricité renouvelable produit. S'ils n'atteignent pas leur quota annuel, les fournisseurs se voient imposer des pénalités financières. Celles-ci alimentent un fonds dont le montant est redistribué aux fournisseurs ayant atteint leur objectif. Ces deux facteurs jouent un rôle clé dans la formation du prix des certificats, qui constitue un complément de rémunération pour les producteurs d'électricité à partir de sources renouvelables. Introduit dès 2002, ce système a permis au Royaume-Uni d'atteindre une capacité installée de 9,2 GW en 2010.

Dotée d'une capacité installée de 51,3 GW en 2012, l'Allemagne a introduit un nouveau régime visant à encourager les producteurs à commercialiser directement l'électricité issue de sources renouvelables sur le marché. Le niveau de rémunération des producteurs d'électricité à partir de sources renouvelables choisissant cette option est garanti grâce à une prime de gestion qui leur permet de couvrir leurs frais de participation directe au marché, ainsi qu'une compensation dont ils bénéficient si le prix de marché se révèle inférieur au tarif garanti dont ils auraient pu bénéficier dans le cadre de l'obligation d'achat.

En 2010, le coût moyen pondéré du soutien à la production d'électricité à partir de sources renouvelables s'élevait à 115,60 €/MWh en Allemagne, contre 65,63 €/MWh au Royaume-Uni.

Le cap étant ainsi tracé, les collectivités locales, dans le cadre de leurs nouvelles responsabilités, s'orientent ainsi vers la production et la distribution locale d'énergies renouvelables, en menant, notamment, des politiques très volontaristes de valorisation de la biomasse : cogénération avec **réseaux de chaleur**, mini-centrales photovoltaïques, injection de biogaz dans le réseau, fermes éoliennes... **L'information sur l'énergie locale est fortement développée**. Les parcs de véhicules et modes de transport publics sont

progressivement équipés pour s'alimenter en biocarburants ou en biogaz. Pour lisser les pointes, des compteurs intelligents et une modulation des offres tarifaires sont mises en place - ainsi que des systèmes de stockage ; avec des flux dans les réseaux de distribution qui sont désormais **bidirectionnels** - et peuvent tenir compte des contraintes (techniques, tarifaires...) ou des opportunités liées soit au réseau national (et international), soit au réseau local.

Parallèlement, les ménages remplacent également leur alimentation en énergies fossiles (fioul, charbon et gaz) par des énergies renouvelables pour fournir chauffage, climatisation et eau chaude sanitaire. Le solaire thermique, le photovoltaïque, la biomasse énergie, les pompes à chaleur, sont privilégiés - y compris dans l'habitat collectif, avec éventuellement des cogénérations locales à l'échelle de plusieurs immeubles. Une partie de l'énergie produite est utilisée directement ; une autre partie redistribuée dans les réseaux locaux, eux-mêmes le plus souvent connectés aux réseaux nationaux, avec des « smart grids » qui se mettent en place progressivement.

Un appétit pour la biomasse

Cet intérêt pour les énergies renouvelables se traduit, dans un premier temps, par une demande accrue de bois-énergies et de produits issus de la biomasse - biocarburants, biogaz, biomatériaux... Un vaste programme de mise en valeur de la forêt et de développement des cultures énergétiques est mis en place dans cette perspective ; en même temps que se multiplient les installations de valorisation des sous-produits du

bois, de l'agriculture, de l'industrie, du traitement de déchets... L'expérience de Växjö, en Suède, suscite l'attention de nombre d'élus des communes forestières de l'Est de la France et des professionnels de la sylviculture, qui souhaitent s'en inspirer. Les biocarburants de première génération sont un moment relancés ; mais, suite aux critiques renouvelées de ces filières, le choix est fait de ne favoriser que ceux issus de la deuxième (ou troisième) génération, dont la maturité technique reste encore, au début de la période, mal assurée. Il en est de même pour le biométhane, issu de rejets agricoles (lisiers...) mais aussi de prairies converties en culture énergétique, dont la progression reste relativement modérée. Il y a un consensus général sur l'idée que le **triple maximum projeté du recours à la biomasse par rapport à celui atteint en 2010** doit être conduit en empruntant une trajectoire durable, compatible avec le maintien de la production alimentaire ou des espaces forestiers... et avec les exigences écologiques. Les perspectives affichées restent donc prudentes (**encart 3.17**). Cela n'évite pas des hausses de prix et le développement de filières parallèles mal contrôlées, car l'offre est insuffisante pour faire face à la demande...

Encart 3.17

DES PERSPECTIVES PRUDENTES DE VALORISATION DE LA BIOMASSE À L'HORIZON 2050

SOURCE : INTERVENTION DE CLAUDE ROY, LORS DU SÉMINAIRE VILLE POST-CARBONE CONSACRÉ À LA BIOMASSE, 18 DÉCEMBRE 2009.

RESSOURCES MOBILISABLES (tep primaires/an)	2008	2020/2030	~2050 ?
Bio-déchets	1 Mtep	3-4 Mtep	6 Mtep ?
DIB bois	1,5 Mtep	3 Mtep	4 Mtep ?
Bois bûche	7 Mtep	7 Mtep ??	7 Mtep ??
Plaquettes forestières/élagage	0,2 Mtep	3-4 Mtep	6 Mtep ?
Pailles et co-produits agricoles	~0	1-2 Mtep	1-2 Mtep ?
Productions dédiées (agr+sylv)	2 Mtep (1 Mha)	5 Mtep (2,2 Mha)	4-5 Mha ?? (> 10 Mtep ??)

Les potentiels de mobilisation de la biomasse à long terme sont significatifs mais c'est sous des formes « transformées », ou de valorisation de déchets, que ces potentiels sont les plus importants ; notamment sans trop contraindre la ressource forestière primaire.

Chimie du végétal et bioraffineries

La **chimie du végétal**, domaine dans lequel la France a investi bien avant l'année 2000, ne représente encore, en ce tournant des années 2020, qu'un peu plus de 10% d'un marché dominé par la pétrochimie (8% en 2011). Elle connaît, à partir de cette période, une croissance plus rapide - un véritable décollage - sous l'impulsion de l'Europe et du gouvernement ; mais aussi en raison des tensions sur les prix du pétrole et des pressions exercées par les professionnels de la filière et les acteurs locaux. La perspective est que, progressivement, 20% puis 30% (en 2050) des matériaux utilisés par la chimie soient des produits « biosourcés ». Pour répondre à cet objectif, les acteurs de la filière s'organisent avec l'appui de l'État, des régions, mais aussi des villes. Une meilleure intégration des compétences entre les agroindustriels, les chimistes, mais aussi les papetiers ou acteurs de la filière bois, permet le développement de **bioraffineries**. Une partie est localisée dans les ports, avec de grandes installations utilisant des matières végétales importées d'Amérique du Sud ou d'Asie. Mais la décentralisation favorise plutôt de petites installations situées à proximité des lieux de production de la ressource. Ces dernières appliquent les principes de la « chimie verte », avec une attention particulière portée à l'éco-efficience, à la prévention des pollutions, et au cycle de vie des produits. De son côté, l'État met en place des mesures pour assurer la traçabilité des produits biosourcés, et développe des labels et une certification, avec pour objectif d'inciter les consommateurs à leur donner la priorité. Il s'appuie pour cela sur les associations environnementales ou de consommation. Le seuil de 20% est atteint en 2030, mais les contestations se développent sur les installations les plus concentrées, et, de plus en plus, sur l'opportunité des cultures énergétiques, même dans les régions bénéficiaires.

2025-2040 : Changement de ville

Accord international sur le climat et l'énergie

Avec la récurrence de dérèglements climatiques et des tensions toujours croissantes sur le prix du pétrole, l'opinion internationale se remobilise sur les questions climatiques et énergétiques. Les conditions de vie dans les grandes métropoles se sont dégradées, et les pressions des classes moyennes de ces villes convergent avec celle des populations du Sud les plus affectées par les inondations, la montée des eaux ou les sécheresses pour demander une action conjointe des gouvernements. La Chine et l'Inde, qui sont elles mêmes très affectées et ont décidé, avec succès, de privilégier les énergies renouvelables, ne font plus obstacle à un accord. Celui-ci est signé en 2025, avec la confirmation de l'engagement des pays du Nord de diviser leurs émissions de GES par 4 (par rapport à 1990), mais aussi l'acceptation par ceux du Sud de les diviser par deux (par rapport à 2025). La perspective est de converger vers un « quota d'émission » égal pour tous autour de 2050. Dans le même temps, un accord est obtenu, avec l'assentiment de l'OMC, sur la possibilité de décider à l'échelle des grandes régions économiques (Europe, ASEAN...) - et à titre transitoire - de mesures de protection douanières permettant de développer les nouvelles énergies renouvelables. La logique est voisine de celle, discutée depuis longtemps, dans le domaine de la production agricole, avec un objectif d'autosuffisance régionale.

Villes jardin, archipels verts, agriculture périurbaine : l'émergence de BIOPOLIS

Sans fondamentalement remettre en cause les structures de la ville existante, la volonté de trouver une nouvelle forme d'hybridation plus construite entre ville et nature - et de donner d'abord une place plus grande au végétal et aux trames écologiques - conduit progressivement à changer de ville : c'est l'émergence de **BIOPOLIS**. Les agglomérations s'organisent en archipels et en « grappes » composées d'une multiplicité de pôles urbains de taille modeste. Une ville « grosseille »²⁰ se dessine lentement. Les îlots ou les grains qui la forment fonctionnent en réseau et irriguent par capillarité l'ensemble du territoire mi urbain - mi rural. Souvent construits autour des anciens villages

ou lotissements existants, les pôles sont aussi parfois le résultat de programmes de densification inspirés du slogan « Build in my backyard » (Bimby²¹). Les habitants sont incités à diviser leur parcelle pour permettre de construire une maison individuelle qui accueillera un nouveau ménage. Souvent organisées à l'occasion d'une succession, ces opérations sont aussi l'occasion de rénover ou réaménager des habitations trop vastes pour les jeunes accédants. Entre ces zones de densité dispersées, l'espace fait l'objet d'une gestion paysagère beaucoup plus intensive que dans le passé : on se rapproche du projet de « ville jardin » - mais cette fois-ci à très grande échelle.

Un des éléments fortement structurant de ce nouveau « ménagement » de l'espace est la place qui est donnée à l'**agriculture périurbaine**. Comme c'est le cas à Ottawa, Portland, Munich, Utrecht, ou encore Londres et Barcelone²², des villes ou des associations louent des terres agricoles ou passent des contrats pour permettre le maintien d'exploitations sous forte tension foncière, ou incitent à des modes de production plus écologiques. Il ne s'agit pas seulement de maintenir symboliquement, pour les urbains, le patrimoine rural

menacé, ou, comme dans le passé, de préserver des ceintures vertes pour les loisirs ; mais aussi de recréer des circuits alimentaires de proximité correspondant aux nouvelles demandes sociales, et de satisfaire les besoins de biomasse (**encart 3.18**). Une certaine forme d'agriculture revient ainsi en ville comme c'était le cas, dans beaucoup d'agglomérations industrielles, un siècle auparavant.

Compte tenu de la faible densité des territoires, les véhicules individuels restent très présents, alimentés pour 20% par des biocarburants et pour une part plus faible par l'électricité. Beaucoup sont des hybrides rechargeables. Le développement de l'habitat individuel permet de disposer de toitures qui peuvent recevoir des panneaux photovoltaïques destinés à recharger les batteries. Seuls les pôles les plus importants restent desservis par les transports collectifs, avec des parkings relais qui favorisent le rabattement. Le télétravail, les téléservices et le covoiturage aident à en limiter l'usage de la voiture et les déplacements inutiles. Mais ils n'évitent pas une explosion préoccupante du fret de proximité.

Encart 3.18

VILLE ET ALIMENTATION - L'EXEMPLE DE FONTAINEBLEAU (PROGRAMME BETA)

SOURCE : BETA PROGRAMME, MARS 2011

	0-1 AN	1-5 ANS	5-10 ans
ALIMENTATION	Mise en place de « Cuisine du coin » Revue des cahiers des charges de la restauration collective.	Ouverture de jardins de cocagne, de la Couveuse Programme produits du terroir (Cafés, Hôtels, rest.) Acquisition de terre pour conversion en maraîchage bio de proximité	Extension des zones cultivées en bio, en circuit court, de proximité

Un enjeu crucial autour de l'alimentation est identifié comme vecteur de reterritorialisation des politiques énergie-climat. L'alimentation de saison et locale augmente les débouchés pour les productions et transformations locales, c'est autant de moyens pour pérenniser ces trames et ceintures vertes en périphérie. Avec l'appui sur les initiatives mis en place dans un premier temps, leur soutien, une seconde phase doit permettre d'aller des pratiques vers la question du foncier. A terme (5-10 ans), l'enjeu est d'avoir des filières de production locales s'appuyant sur du foncier maîtrisé et des pratiques de consommateurs garantissant les débouchés.



SOURCE : TOKYO 2050 FIBERCITY, À PARTIR DE L'INTERVENTION DE OHNO HIDETOSHI EN JANVIER 2011 POUR LA MISSION PROSPECTIVE DU CGDD.

Métropoles et villes centres sur la défensive

Face à l'attrait croissant qu'exercent la ville diffuse et les agglomérations de taille moyenne, les métropoles, les centres villes et les banlieues proches voient s'accroître le risque d'une fuite de leurs populations, avec comme conséquences des pertes de recettes fiscales et des difficultés à financer les services publics ou même à retenir les entreprises - tentées de suivre leurs salariés et leurs clients. Les transports publics ont, de leur côté, de plus en plus de mal à assurer leur rentabilité et à maintenir une qualité de service suffisante. On entre dans une spirale de « mal développement » dangereuse.

Prenant appui sur leurs compétences nouvelles acquises dans la loi de décentralisation de 2018, les métropoles et les centres des grandes agglomérations réagissent. À l'instar du projet pour Tokyo, Fiber City, de l'architecte Ohno Hidetoshi, professeur à l'Université de Tokyo et spécialiste de la planification

urbaine, elles entreprennent une politique très active de revégétalisation des bâtiments et des espaces de voirie, investissent massivement dans les réseaux de chaleur, et mènent des opérations de rénovation urbaine (sur le modèle des écoquartiers) pour fixer les ménages attirés par la qualité de vie et le coût plus bas des logements des communes périphériques. Comme la ville de Munich, elles importent les énergies renouvelables qu'elles n'arrivent pas à obtenir localement. Elles accélèrent la mise en place des trames vertes et bleues. Certaines d'entre elles vont jusqu'à mettre en place des péages urbains pour financer l'amélioration des transports publics. Mais les résultats sont très inégaux à la fois selon les villes et selon les quartiers, car ces rénovations sont coûteuses. De fait, il y a d'énormes différences selon les situations locales avec, dans certains cas des modes stables et efficaces de coopération entre villes centre et périphéries, périphéries et espaces ruraux proches, qui permettent des mutualisations ; mais dans beaucoup d'autres des conflits durables sans solution. C'est le prix de la décentralisation.

Bois construction et habitat bioclimatique

BIOPOLIS, c'est aussi la **valorisation du bois** - pas seulement comme énergie, mais aussi comme matériau. L'État et les régions encouragent résolument l'usage du bois dans la construction et le développement de la filière correspondante. Le seuil minimum d'incorporation du bois dans les constructions neuves est de nouveau multiplié par dix, après le décret de 2010 ayant déjà décuplé le rôle du bois dans certaines constructions, le permis de construire pour les travaux d'isolation thermique par l'extérieur est supprimé, la recherche et les essais techniques favorisés. Grâce à ces premières mesures, la maison à ossature bois gagne timidement des parts de marché pour atteindre - quelques années après 2025 - le seuil de 30% des constructions neuves. La mise en place, à ce moment, d'un label « **carbone stocké** » et d'aides à l'innovation rend possible, après cette date, le recours à des biomatériaux plus diversifiés. Ceux-ci suscitent l'intérêt des consommateurs, demandeurs de produits plus naturels, plus sains, plus économes, plus respectueux des traditions locales et mieux adaptés au climat. La part des résineux est augmentée, les scieries aidées, des milliers d'hectares d'arbres à croissance rapide plantés pour faire face à la demande. L'effet indirect de cette dynamique est de relancer la recherche sur les nouveaux matériaux, qui suscitera d'importantes innovations une décennie plus tard. Venant se croiser avec les préoccupations liées à l'importance des énergies grises dans la construction, ces innovations donneront lieu à une seconde vague de développement du bois construction après 2035.

Entre temps, la demande est entretenue par la réorientation des aides à la construction et à la rénovation des logements (ou des bâtiments tertiaires). Celles-ci prennent désormais en compte, outre la situation des ménages, la performance énergétique et surtout le volume de carbone séquestré. Cela peut conduire, dans certains cas, plutôt que d'entreprendre des rénovations lourdes, à reconstruire certaines

habitations. C'est ce que font, en tout cas, certaines agglomérations dans le logement social. L'objectif est que 200 000 rénovations ou reconstructions puissent ainsi être faites chaque année.

Parallèlement plusieurs communes ou promoteurs se lancent dans d'ambitieux programmes de construction de **bâtiments bioclimatiques** et à énergie positive - en accession à la propriété. La croissance du marché des bâtiments à ossature bois favorise la filière sèche. Les logements sont produits en usine et assemblés sur le site. Les délais sont plus courts. Modulables, ils peuvent être déconstruits avant d'être recyclés. Tout cela est relativement efficace si bien qu'en 2050, 5 à 6 millions de logements existants supplémentaires (par rapport à 2025) ne dépasseront pas une consommation réelle moyenne de 60 kWh/m² par an. Mais l'accroissement de la surface des logements - du fait de la forte proportion de maisons individuelles atténuera ces bons résultats.

Des réseaux électriques sous tensions

Si les décisions prises quelques années avant 2020 permettent de rattraper le retard pris par la France en matière d'énergies renouvelables, ce rattrapage ne va pas sans difficultés au niveau des réseaux. Ceux-ci sont en effet exposés à plusieurs causes de dysfonctionnements : le nombre des acteurs a considérablement augmenté (y compris du côté des fournisseurs de services) ; la part des énergies intermittentes (solaire, éolien...) a significativement accru les aléas (liés au climat) ; les disparités de production entre territoires se sont fortement amplifiées - certains évoluant vers l'autonomie et d'autres restant très dépendants des grandes infrastructures ; et pour ces différentes raisons, le potentiel de stockage se révèle insuffisant. L'arrivée sur le marché des bâtiments à énergie positive, et des hybrides rechargeables sans gestion d'ensemble cohérente ne fait progressivement que rendre les déséquilibres plus probables... Le problème du ou des réseaux devient donc majeur.

Dans ce contexte l'évolution vers un système de distribution plus intelligent apparaît être la solution prioritaire, mais elle ne suffit pas. Le modèle Internet devient la référence pour qualifier un réseau composé de producteurs et consommateurs aussi nombreux et de tailles aussi différentes. L'architecture des réseaux évolue progressivement vers une forme plus décentralisée qui se structure en « clusters » ou « îlots énergétiques » plus ou moins autonomes reliés - pour des raisons de sécurité - à des infrastructures plus centralisées... L'État doit intervenir, avec l'autorité de régulation, pour introduire de la régulation, des normes, des informations compréhensibles par tous les acteurs. Mais surtout, il faut développer les capacités de stockage ; et, pour cela investir. Cela commence par de nouvelles stations de transfert d'énergie par pompage (STEP), ou des systèmes de stockage d'air comprimé²³ puis, après 2030, par la production d'hydrogène, en partie injecté dans le réseau de gaz naturel, ou combiné au CO₂ par méthanation, et, aussi utilisé dans les piles à combustible. Ce sont des dépenses lourdes que les collectivités locales ne peuvent, à elles seules, assumer.

Tout cela fait émerger de nouveaux acteurs, avec lesquels les territoires doivent travailler et notamment les opérateurs de systèmes de stockage, qui sont, de fait, amenés à jouer un rôle majeur d'intermédiaires entre l'offre et la demande. Concurrents des producteurs et fournisseurs actuels, ils proposent un modèle économique basé sur la rémunération d'énergie, de puissance, d'effacement et de services fournis au système énergétique dans sa globalité - réseaux électriques, réseaux de chaleur, réseaux de gaz, rechargement des batteries... Le réseau devient l'organisateur du système.

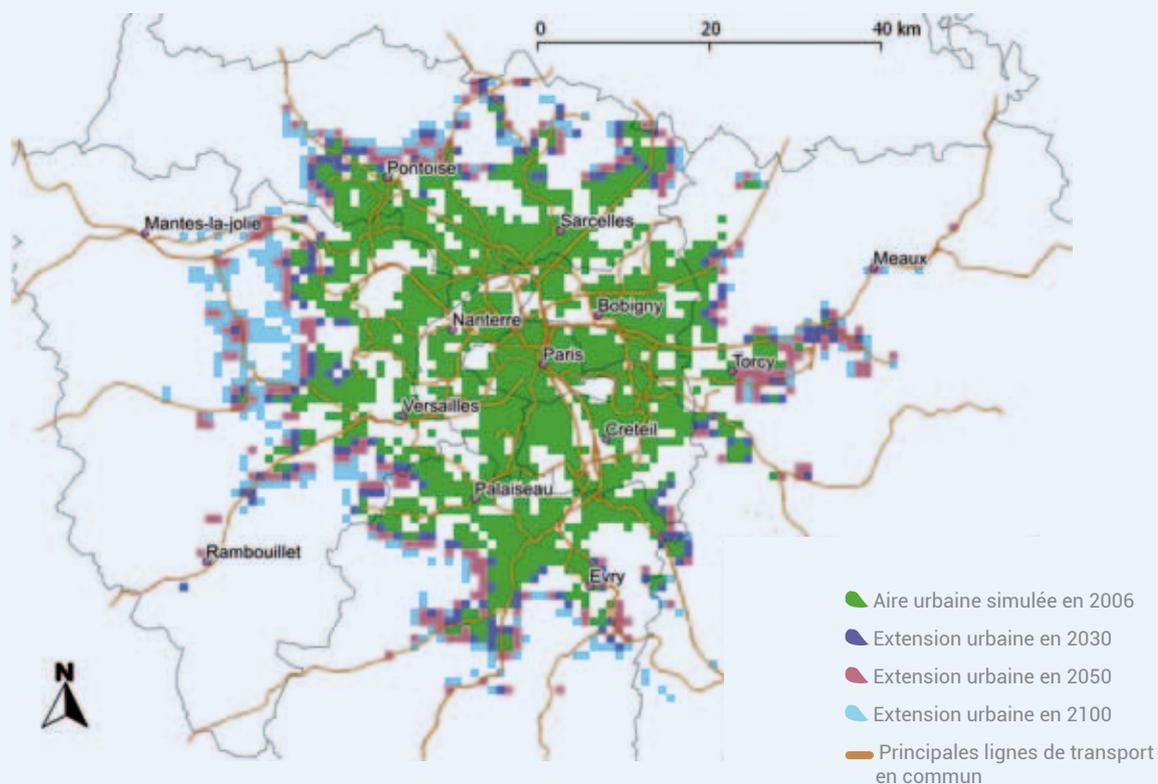
L'espace et la biomasse au centre des stratégies d'adaptation

L'espace et la biomasse ne sont pas seulement le support d'une société du renouvelable. Ils sont aussi perçus comme des ressources permettant de mieux s'adapter au changement climatique et d'en atténuer les causes - à travers une prise en compte sérieuse de la notion de « puits de carbone ». À l'échelle communale (ou intercommunale), les villes mènent des politiques systématiques de végétalisation des façades, des toitures, des espaces publics et privés, à la fois pour lutter contre les îlots de chaleur et accroître l'absorption du carbone. L'architecture climatique devient la règle, avec des normes BBC qui évoluent pour mieux prendre en compte le confort d'été, et une disposition des bâtiments qui s'apparente à ce qui existe dans les villes méditerranéennes. Mais la véritable révolution se passe à l'échelle des bassins de vie, des « régions urbaines » étendues. **Grâce à la loi de 2018, il est désormais possible de mener des politiques d'adaptation globales** à cette échelle, comme cela a été étudié à l'échelle de la région parisienne (**encart 3.19**). Les constructions sont limitées en zones inondables, les bocages reconstitués, les dunes végétalisées, l'imperméabilisation des sols mieux contrôlée, les forêts replantées ; et surtout la présence de l'eau est revalorisée - à travers la protection des rivières et des zones humides et la création de plans d'eau, de canaux, de jardins aquatiques, de fontaines... Des loisirs de proximité légers s'y développent, faisant de ces trames « vertes et bleues » un patrimoine apprécié. C'est une nouvelle conception de l'aménagement du territoire qui voit le jour.

Encart 3.19

ADAPTER LA RÉGION PARISIENNE AU CHANGEMENT DE CLIMAT : UN SCÉNARIO GLOBAL D'AMÉNAGEMENT DE L'ESPACE

SOURCE : VIGUIÉ, HALLEGATTE, ROZENBERG, - JOURNÉE VITeC SUR L'ADAPTATION ET VIGUIÉ, VINCENT, ET STÉPHANE HALLEGATTE - 2012. « TRADE-OFFS AND SYNERGIES IN URBAN CLIMATE POLICIES ». NATURE CLIMATE CHANGE 2 (5) (MARS 4): 334-337. DOI : 10.1038 / NCLIMATE 1434



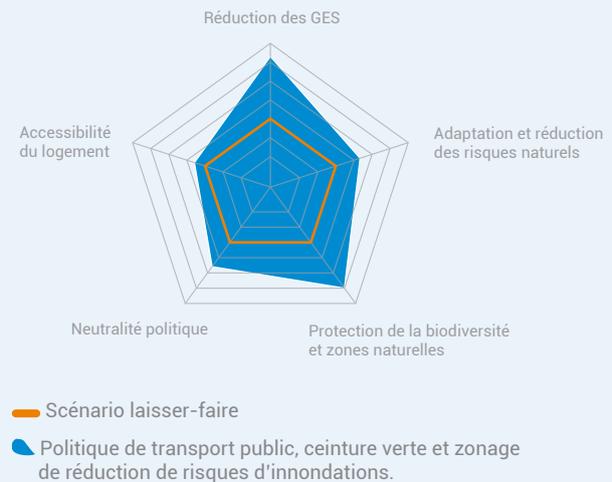
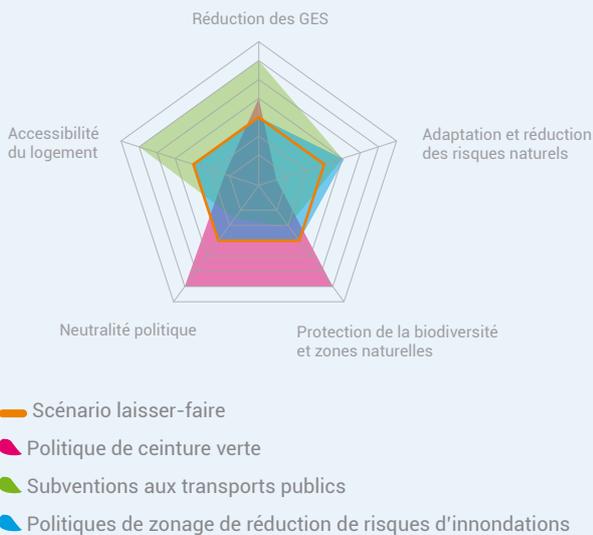
Le prix de la nature : réforme fiscale ou planification écologique ?

Gérer la ville diffuse comme un jardin ne va pas de soi. L'espace encore naturel des villes fait l'objet d'une multiplicité de sollicitations parmi lesquelles il est de plus en plus difficile d'arbitrer. Il s'agit en effets la fois d'accueillir de nouveaux habitants, de développer les énergies renouvelables (par exemple les éoliennes), de protéger l'agriculture périurbaine, de prévoir des zones d'extension des crues, de maintenir ou faire croître la biomasse sous toutes ses formes,

d'aménager des trames vertes et bleues... tout en tenant compte des droits de propriété existants et des intérêts des différentes communes : une tâche, à première vue, quasiment impossible. **Deux formes de régulation sont cependant tentées.** La première, inspirée de réflexions menées en Grande Bretagne (**encart 3.20**), vise, après une évaluation de l'ensemble des services rendus par les sols, à introduire dans la fiscalité foncière existante une valorisation de ces services potentiels rendus par chaque parcelle de « nature ». Lorsque l'usage d'un terrain pour telle ou telle fonction limite le service rendu par rapport à sa valeur potentielle maximale, et a donc un « coût d'op-

ANALYSE MULTICRITÈRE DE POLITIQUES URBAINES À PARIS EN 2030 CONCERNANT LES CINQ OBJECTIFS CITÉS

INDICATIONS	CEINTURE VERTE	SUBVENTION TRANSPORT PUBLIC	ZONAGE PRÉVENTION INONDATION	MIX POLITIQUE	LAISSER-FAIRE
Évolution de la distance moyenne parcourue en voiture par ménage (m/jour)	+ 1,570	- 440	+ 2,550	- 880	+ 2,560
Évolution de populations en zone inondable (Millions de ménages)	+ 39,000	- 4,000	- 6,000	- 8,000	+ 6,000
Évolution de la surface urbanisée (km²)	0	+ 690	+ 470	0	+ 480
Impact redistributif (Indice de GINI)	+ 0,093	+ 0,271	+ 0,201	+ 0,146	+ 0,203
Évolution de la taille des logements dans Paris (m²)	+ 0,17	+ 1,73	+ 0,79	+ 0,95	+ 0,82



Déterminant les évolutions de l'urbanisation parisienne à partir de variables structurantes historiquement (1900-2010), ces travaux permettent d'appréhender le faible impact lié aux scénarios socio-économiques (prix de la mobilité, des énergies, fiscalité carbone ne jouant qu'un rôle secondaire...) et le poids crucial des politiques locales (fiscalité foncière, plan d'urbanisme, investissement dans les transports en commun).

Ensuite à partir des enjeux identifiés en termes d'adaptation (îlot de chaleur, inondations, biodiversité...), une politique d'aménagement est proposée, mettant bien en évidence les priorités à définir et arbitrages à réaliser dans une politique équilibrée (ceinture vertes, investissements dans les transports publics, lutte contre les inondations...).

portunité », son propriétaire ou son exploitant doivent verser à la collectivité locale une taxe de compensation - qui vient alimenter un fonds géré au niveau du « bassin de vie ». La seconde vise à redonner vie à une approche inventée plus d'un demi siècle auparavant par Ian Mac Harg²⁴, puis abandonnée - qui est la « **plannification écologique** » : il s'agit de croiser plusieurs critères pour définir la meilleure affectation possible de tel ou tel espace. L'inspiration est assez proche des méthodes d'aménagement du territoire utilisées au Pays-Bas, dans lesquels la notion de « ville jardinée » est d'ores et déjà implicitement appliquée.

Centrales pour la mise en œuvre du scénario **BIOPOLIS**, ces nouvelles façons de réguler l'utilisation du foncier demandent du temps pour être acceptées : elles n'évitent pas les conflits, qui se multiplient, sur l'usage des sols, avec, en particulier, une forte résistance des riverains à l'installation des usines de méthanisation, des centres de compostage ou des fermes éoliennes, et à la sévèrisation des contraintes sur les zones inondables.

Encart 3.20

LA PRISE EN COMPTE DES SERVICES RENDUS PAR LA NATURE : RÉFLEXIONS ANGLAISES

SOURCE : FORESIGHT « LAND USE FUTURES », FINAL PROJECT REPORT, THE GOVERNMENT OFFICE FOR SCIENCE, LONDON, 2010

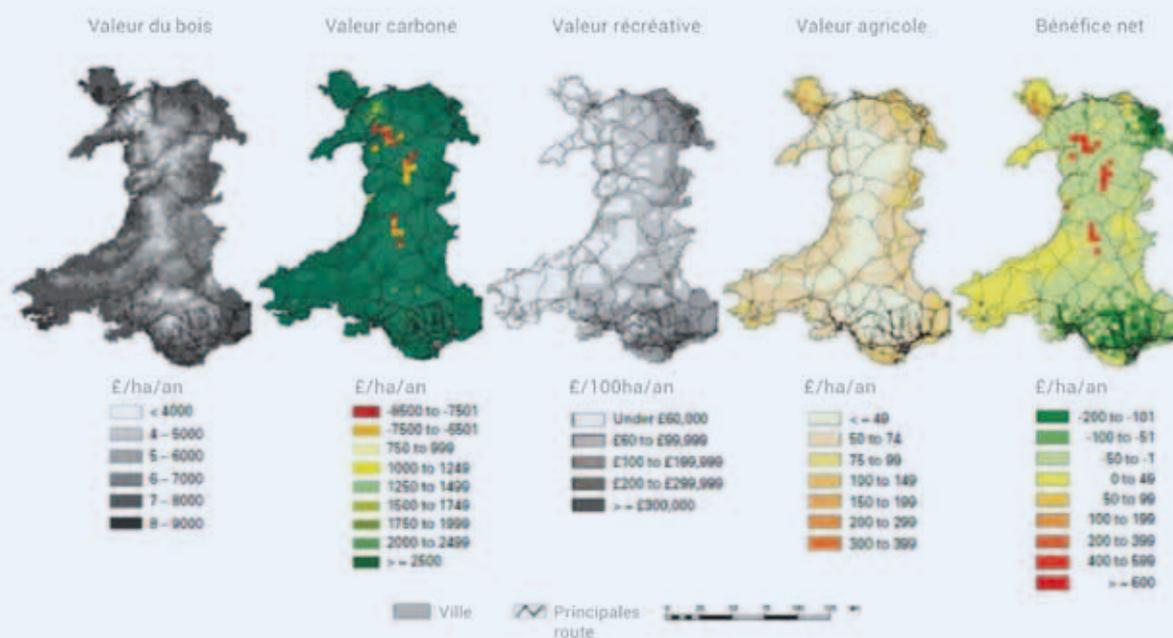
Mieux prendre en compte les services rendus par le « territoire » est l'enjeu du travail entrepris par le Government Office for Science au Royaume-Uni en 2010.

Dans une situation où la démographie, le contexte économique, le changement climatique, les nouvelles technologies, les changements de préférences et pratiques et la politique et régulation sont vus comme les principaux facteurs affectant le territoire dans les 50 prochaines années, 9 facteurs de pression sont identifiés.

Outre des méthodes pour évaluer les services, bénéfiques, techniques de valorisation décrites dans le tableau, ce travail aborde les outils de régulation permettant d'aller vers une meilleure gouvernance. La mise en cohérence des objectifs de long terme et outils de régulation existants (les taxes locales, ou le prix du foncier entre terrains constructibles et non constructibles par exemple) est citée, le besoin de mieux rémunérer la production de biens publics (pour les agriculteurs par exemple), une clarification dans la gouvernance du territoire (aujourd'hui éclatée entre l'UE via certaines directives thématiques et des autorités locales) figurent parmi les propositions sur lesquelles avancer.

Le point le plus intéressant dans la perspective fiscale discutée ici est que l'évaluation de la valeur complète du sol dans ses différents usages sert ensuite de base à la fiscalité foncière et aux politiques publiques. L'identification et la promotion des usages multifonctionnel sont encouragés. L'utilisation de mécanismes de régulations via la réglementation, les institutions et des mécanismes fiscaux visent à permettre une gestion la plus efficace des sols d'un point de vue collectif et afin de retrouver de la cohérence.

ANALYSE COÛT-AVANTAGE TERRITORIALE D'UN POTENTIEL CHANGEMENT D'USAGE DU SOL : MAINTENIR L'AGRICULTURE EN OPPOSITION À UN USAGE FORESTIER



SERVICES DE L'ÉCOSYSTÈME	EXEMPLES DE SERVICES	BÉNÉFICES POUR LES INDIVIDUS	TECHNIQUES D'ÉVALUATION	EXEMPLES DE VALORISATION
Fourniture de biens et services	Production agricole, extraction minérale, fourniture d'eau, terres utilisables	Produits agricoles, minerais, energy, eau, logement	Prix de marchés ajustés, Changement dans la productivité, Préférences révélées	Prix de marché des produits agricoles, Valeurs des terrains agricoles net des subventions aux agriculteurs
Regulation des écosystèmes	Contrôle des inondations, de l'érosion, stockage de carbone, filtration de l'eau, assimilation des déchets	Réduction des inondations, coût social du carbone, usage de l'eau, gestion des déchets	Productivité, Méthodes basé sur les coûts et revenus, produits de remplacements	Valeurs des plaines inondables, économies de dommages urbains, économies dans les infrastructures de protection contre les inondations
Services non-matériels culturels	Héritage, paysage, aménités, loisirs, relations sociales	Sites historiques, caractéristiques de paysage, promenades, visites touristiques	Préférences déclarées, préférences révélées	Consentement à payer pour la préservation des sites historiques, les espaces verts, l'accès à la nature
Fourniture d'autres biens et services	Formation des sols, Habitat, Biodiversité	Rendement des cultures, habitat et espèces	Productivité, préférences déclarées, préférences révélées	Consentement à payer pour la préservation des habitats, la protection et amélioration de la biodiversité

2040-2050 : Aux limites de l'autonomie

L'avènement de l'écologie industrielle et circulaire

Avec le développement de la production locale d'énergie, l'essor de la biochimie, l'importance donnée à la valorisation des déchets issus de la biomasse, le recours à des matériaux recyclables, c'est de fait toute la base d'une **économie circulaire** qui est en place - et qui commence, en effet, à émerger de manière significative à partir de la fin des années 2030 - dans un contexte de hausse du coût des matières premières et du pétrole. On sort de l'expérimentation à petite échelle pour aller vers une généralisation progressive des principes développés un demi-siècle auparavant, notamment sur l'écologie industrielle²⁵. Les industriels, forestiers, agriculteurs, mais aussi consommateurs et collectivités locales se sentent désormais comme partie d'un « écosystème technique » dans lequel les résidus ou déchets des uns sont les matières premières des autres. Les énergies « fatales » sont aussi mieux valorisées, avec, notamment, le recours à la cogénération. Cette culture du recyclage a des effets importants sur l'aménagement du territoire, avec à la fois une certaine régionalisation de la chaîne extraction - production - valorisation - recyclage des déchets, et des rapprochements locaux d'entreprises fonctionnant en « symbiose ». De nouvelles formes de développement local se mettent ainsi en place.

Les limites de l'autonomie

Avec la hausse qui s'accélère, du prix du pétrole et des combustibles fossiles, et les conséquences pour l'économie d'une baisse de la productivité et de l'attractivité des métropoles, les limites d'une évolution allant vers plus d'autonomie locale tant sur le plan politique qu'économique ou en matière de ressources, apparaissent. D'abord, elle touche de manière très inégale les territoires et les groupes sociaux, selon l'accès qu'ils ont à l'espace ou aux technologies. Ensuite, elle s'accompagne de conflits d'usage et de dysfonctionnements multiples que ne parviennent pas complètement à réguler les dispositifs techniques, fiscaux ou institutionnels existants. Elle n'est pas non plus exempte de **contradictions non résolues**, qui s'intensifient à la fin de cette période, notamment sur les représentations de la nature - par exemple, sur l'usage qui est fait des biotechnologies et des OGM pour accélérer la production d'une biomasse de plus en plus sollicitée. Enfin, et surtout, l'autonomie atteinte s'avère finalement très insuffisante : **en 2050, beaucoup des ménages installés dans le périurbain dépendent encore très largement de leur voiture individuelle - et du pétrole - pour la plupart de leurs activités quotidiennes**. Ils sont donc - les promesses du « tout renouvelable » n'étant pas tenues - très vulnérables à la crise.

Encart 3.21

L'ÉNERGIE EN 2050 DANS LE SCÉNARIO BIOPOLIS

En 2050, 40% des véhicules légers, 60% des véhicules utilitaires légers sont électriques. Le développement d'un parc de véhicules électriques est nécessaire pour tendre vers l'autonomie. Une grande surface de toiture doit être mobilisée pour produire l'électricité photovoltaïque. L'électricité est produite largement par panneaux photovoltaïques, mais aussi par cogénération et piles à combustible. La part des biocarburants utilisée pour le fonctionnement des moteurs thermiques est variable d'une région à l'autre. La morphologie urbaine défavorable tend à augmenter de 10% le nombre de kilomètre parcourus. De nouvelles formes d'organisation du travail (télétravail, smart workcenter) et l'organisation de pôles d'échanges permettent contrecarrer cette tendance. Le nombre de kilomètres (parcourus en ville) par le rail (train, tramway, métro) augmente de 20 à 25%.

La recherche de l'autonomie suppose de valoriser le logement neuf (BBC et BEPOS) plus performant. Ces logements sont plus grands (logements individuels - augmentation du nombre de m² par personne). La construction ou la rénovation des logements nécessite des investissements importants compte-tenu de leur superficie. Il convient de rénover (isolation de l'enveloppe) de manière massive le parc existant (diminution de 50% de la consommation d'énergie utile). En milieu dense, des réseaux et des mini-réseaux de chaleur peuvent être développés jouent le rôle de parfait complément du réseau électrique. Le chauffage urbain s'équipe en cogénérations qui valorisent les déchets, consomment de la biomasse ou du biogaz. Des systèmes de stockage de tailles importantes permettent d'accumuler la chaleur ou le froid pour la restituer quelques mois plus tard. Le réseau de gaz s'inscrit aussi dans cette dynamique.

La régulation des réseaux électriques, réseaux gaziers, de chaleur et de déchets interagissent fortement pour optimiser l'ensemble de la chaîne tant au niveau de la production (méthanisation) qu'au niveau de la consommation (cogénérations, système hybrides gaz/électricité, et via la méthanation). Dans les zones de faible densité, des pompes à chaleur sur géothermie et micro-cogénérateurs sont installées. Le mix énergétique est composé de biomasse, photovoltaïque, éolien, géothermie, pile à combustible et cogénération. Les ressources locales étant très variables d'un territoire à l'autre, les spécificités locales orientent beaucoup le mix.

Des différences notables peuvent être enregistrées entre territoires. En conséquence, de l'ordre de 50% de la production d'électricité reste centralisée pour assurer la sécurité d'approvisionnement et l'optimisation économique de certains investissements.

L'objectif de réduction des émissions des émissions d'un « gros » facteur 2 est atteint surtout via la décarbonisation de l'offre énergétique. Les stratégies pour les productions de renouvelables ou dans l'adaptation au changement climatique n'incitent pas à des efforts d'efficacité ou de sobriété. C'est sûrement la raison principale pour laquelle l'objectif du facteur 4 est manqué. Même si le périurbain se prête bien au développement des Enr (notamment PV en toiture...), il renforce encore la dépendance automobile.

3) Éléments d'analyse

Inspiré de la notion de « jardin planétaire »²⁶, **BIOPOLIS** peut être considéré comme une vision purement utopique : celle d'une ville réconciliée avec la nature, d'une ville enfin « écologique ». Mais c'est aussi le scénario qui prend le mieux en compte la réalité des inerties urbaines, et qui - en prenant acte - conduit le plus rapidement au développement d'énergies renouvelables décentralisées, là où elles peuvent se mettre en place le plus facilement. C'est aussi celui qui intègre le plus sérieusement la problématique de l'adaptation au changement climatique, avec une politique cohérente à la fois au niveau spatial et à l'échelle des bâtiments (habitat climatique, prise en compte du carbone stocké...). **Réalisme, intégration des renouvelables, stratégie claire d'adaptation : ce sont trois qualités très appréciables.**

Pour réussir le scénario suppose cependant plusieurs conditions qui ne sont pas évidentes : d'abord une réforme institutionnelle accordant beaucoup plus de responsabilités aux collectivités locales, ensuite la conception technique et la régulation performante de réseaux d'énergie complexes, et enfin, des outils permettant d'arbitrer efficacement les conflits sur les usages de l'espace et de la nature. Même si la perspective de départ est décentralisatrice et peu interventionniste, on constate que, finalement, le succès de **BIOPOLIS** repose sur un encadrement public (notamment de l'État) relativement directif.

Le scénario laisse ouverte la question des relations entre villes centre et périurbain, métropoles et villes moyennes. Certes, l'accent est mis sur le développement des communes périphériques, et le contexte est celui d'une fuite hors des centres urbains, avec un refus croissant de la densification. Mais, dans le même temps le pouvoir politique des métropoles sur les « régions urbaines » s'accroît (comme d'ailleurs celui des « pays ») ; et il y a aussi la place pour de nouvelles formes de coopération entre villes centre et régions périphériques - entre villes et campagnes. On peut donc en imaginer plusieurs variantes selon que ces coopérations (ou mutualisations) réussissent ou pas.

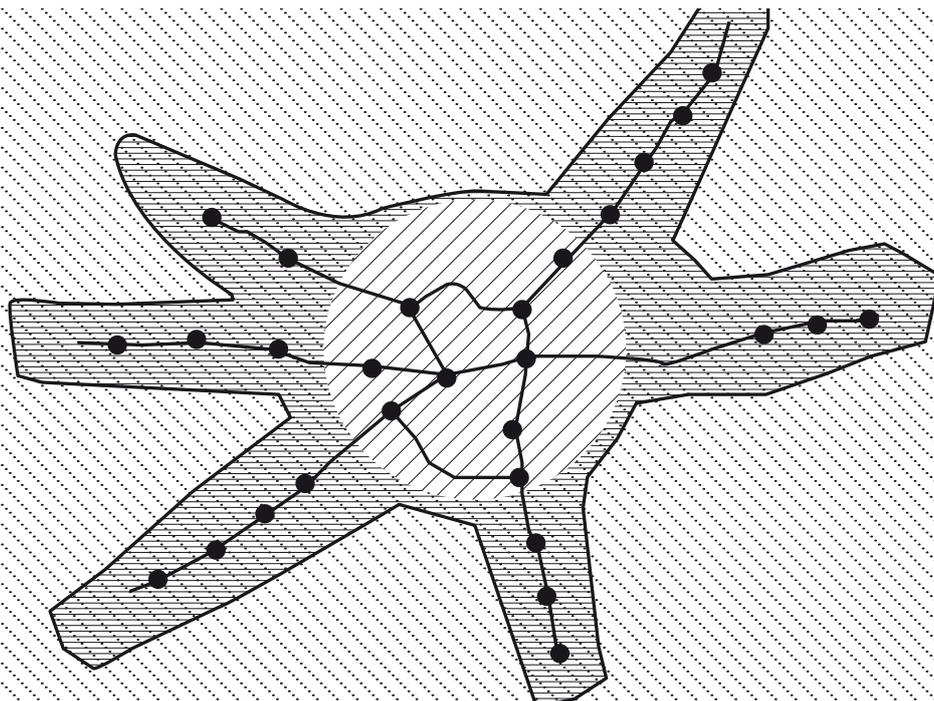
Au final, les résultats du scénario sont contrastés, même dans les hypothèses les plus optimistes de pénétration des énergies renouvelables, de mise en place d'une économie circulaire, et d'aménagement du territoire de la ville diffuse. Cela est dû aux faibles progrès réalisés en matière de rénovation énergétique dans le parc social ou dans la partie centrale des villes, et à la réduction des transports publics au profit de l'automobile. **Si la population est mieux protégée contre les impacts du réchauffement climatique, elle reste très vulnérable à la raréfaction ou à la hausse des prix du pétrole.**

Encart 3.22

L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS BIOPOLIS

Pour s'adapter, la ville apprend à composer avec son environnement et les perturbations d'origine climatique. **BIOPOLIS** ne s'inscrit pas dans une logique d'affrontement avec les éléments mais au contraire d'évitement. Le végétal accompagne cela dans une sorte de résistance « soft ».

L'évitement conduit à une redéfinition des rapports à la nature. La nature participe à la régulation de l'écosystème urbain. Les acteurs de **BIOPOLIS** deviennent ainsi maîtres dans la gestion des perturbations temporaires.



05 Scénario 5 : La VILLE CONTENUE

Dans une perspective de développement durable, les collectivités territoriales, tirant parti d'un cadre institutionnel et fiscal favorable, s'engagent dans des politiques ambitieuses d'organisation de leur espace et de la mobilité, devant permettre de relocaliser les activités et les logements pour dessiner une ville plus dense, structurée et accessible.

MOTS CLÉS : VILLE DURABLE, ATTRACTIVITÉ, CLIMAT ET FORMES URBAINES, PLANIFICATION URBAINE, VILLE COMPACTE, VILLE DES COURTES DISTANCES, MIXITÉ FONCTIONNELLE, REDENSIFICATION, POLITIQUE FONCIÈRE, FISCALITÉ DES LOCALISATIONS, MAÎTRISE DE LA RENTE FONCIÈRE, RENOUVELLEMENT URBAIN, PARCS ET TRAMES VERTES, INTÉGRATION URBANISME - TRANSPORTS PUBLICS, MAÎTRISE DES DÉPLACEMENTS, PROXIMITÉ EMPLOIS - LOGEMENTS, PROCESSUS PARTICIPATIFS, VISION A LONG TERME.

1) Synthèse

Ce cinquième scénario de la **VILLE CONTENUE** est celui auquel chacun pense le plus spontanément en cherchant à se représenter ce que pourrait être la ville « post-carbone » - avec l'image d'agglomérations plus compactes, mieux équilibrées, alliant mixité fonctionnelle et mixité sociale, bien structurées par des réseaux de transports collectifs performants organisant l'urbanisation, intégrant aussi la nature dans le cœur des agglomérations. Par rapport au modèle traditionnel de la « ville durable » - dont il s'inspire fortement - ce scénario introduit au moins trois innovations majeures : d'abord il lie étroitement les outils des politiques climatiques locales (PCET, SRCAE...) avec ceux de l'aménagement (PLU, SCOT, PLH...). Ensuite, il attache une importance majeure à la **maîtrise des rentes et de la spéculation foncières**²⁷, ce qui permet d'atténuer les tensions sur les coûts du logement dus à la redensification. Enfin et surtout, il **introduit dans la fiscalité territoriale une prise en compte explicite des localisations** (aussi bien pour les ménages que pour les entreprises) ce qui permet, en complément avec

d'autres actions, de rapprocher logement et emploi et de contenir les tendances, qui demeurent, à l'étalement urbain.

VILLE CONTENUE remet en question les orientations en matière d'aménagement du territoire qui ont conduit à faire de la voiture et de l'étalement urbain le moyen de résoudre la question de l'accès au logement dans les villes. Si les entreprises et les ménages conservent la liberté de choisir le lieu d'implantation de leurs activités ou de leurs résidences, de très fortes contraintes réglementaires et surtout fiscales ou financières pèsent sur ces choix. Le parti pris est radical : sans maîtrise de l'étalement urbain, il n'y aura pas réduction des consommations énergétiques des villes et de possibilité d'atteindre le facteur 4 et tout doit être fait pour atteindre cet objectif. La maîtrise foncière constitue donc un des nerfs essentiels de la politique suivie, en étroite articulation avec des politiques de maîtrise des déplacements, de construction de logements et de rénovation urbaine. La circulation en centre-ville est limitée, ce qui permet de reconquérir des espaces pour des parcs urbains ou des trames vertes. Les banlieues proches deviennent les lieux privilégiés de la redensification, avec un investissement important dans le logement soit social, soit en coopératives de loca-

tion, intégrant les aspects énergétiques. Dans l'espace périurbain, l'urbanisation nouvelle est contenue autour de quelques pôles accessibles par des transports publics en partie automatisés (de type VAL). Le scénario n'exclut pas, en fin de période, une certaine « désurbanisation » des communes les plus lointaines. Il rompt donc avec une certaine idée de l'égalité républicaine selon laquelle chacune des 36 000 communes et de leurs habitants devrait avoir accès aux mêmes possibilités de développement quelle que soit leur localisation²⁸...

Tout cela n'est possible qu'à trois conditions qui sont au cœur du scénario : une sensibilité plus grande aux risques climatiques et énergétiques (et, plus largement, au développement durable) favorisée par le contexte ; des réformes institutionnelles qui modernisent la carte administrative, la fiscalité locale et la participation démocratique ; et enfin, des transferts importants au profit du logement, des politiques foncières et des infrastructures de transport publics - de ressources venant, notamment, d'une récupération des plus values foncières et de prélèvements sur les dépenses liées aux déplacements (péages, TIPP/ TICPE...).

Tableau 3.5

LE CODE GÉNÉTIQUE DU SCÉNARIO VILLE CONTENUE

c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
Climat compatible	Protectionnisme socio-écologique européen	Politique de transition écologique	Autonomisme local et décentralisation énergétique	Archipel de villes intermédiaires connectées	La société sobre et écologique	Transition des activités et évolutions des modes de vie
Territoire climatique		Priorité au social et à l'emploi			Urbanité solidaire	

c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15
Réseau d'économies régionales et locales	Tout-renouvelable et sortie du nucléaire	Planification écologique et nouvelles valorisations foncières	<i>Light and Slow</i>	La mobilité bien commun en partage	Bio-logis et bioclimatique	Colocation	Solidarités locales et associatives

2) Cheminement

Mis à l'épreuve de la crise au début du scénario, le choix de la **VILLE CONTENUE** résulte de choix raisonnés à long terme mais également d'expériences réussies et de changements de contexte. Le cheminement du scénario passe par quatre étapes :

- 2012-2018 : « **La ville durable** » face aux crises : sortir de l'expérimentation
- 2018-2022 : **Entre raison et contexte : le choix de la VILLE CONTENUE**
- 2022-2037 : **Des stratégies persévérantes de long terme**
- 2037-2050 : **Les difficultés d'un nouvel équilibre territorial**

2012-2018 : « la ville durable » face aux crises : sortir de l'expérimentation

La « ville durable » à l'épreuve de la crise

La notion de « **ville durable** » semblait, vingt ans après la Charte d'Alborg²⁹, être devenue le référentiel majeur en matière de politique urbaine - d'autant qu'elle s'était trouvée confortée, au milieu des années 2000, par le renchérissement des carburants et les inquiétudes climatiques. La crise économique la soumet à rude épreuve. Les investissements lourds dans les infrastructures de transport publics peinent à trouver des financements. La priorité est désormais donnée aux enjeux immédiats et, en particulier, au soutien à l'emploi et à l'aide sociale aux chômeurs ou en situation de grave précarité. La dynamique lancée quelques années auparavant sur les Plans Climat-Énergie Territoriaux s'épuise. Même les préoccupations liées à la précarité énergétique ont du mal à trouver une réponse au niveau local, car ni les responsabilités ni les financements n'apparaissent clairement - et les ressources manquent. Entre l'idéal de ville durable et l'horizon politique imposé par la réalité, le fossé semble désormais, pour beaucoup de villes et d'élus, infranchissable.

Néanmoins, la culture technique héritée de vingt ans de pratique de la « ville durable » ne disparaît pas. C'est toujours dans les villes qui ont réussi à construire une solide réputation internationale sur ce thème de la « ville durable » ou « bas carbone » que sont recherchées les bonnes pratiques à suivre. La compétition organisée par la Commission européenne sur la « Ville Verte » (Green City) de l'année, suscite un intérêt croissant des villes françaises³⁰. La conviction subsiste - au moins pour les grandes agglomérations - qu'attractivité et durabilité (et, par extension efficacité carbone) vont de pair. S'il est difficile de parler de « développement durable » pendant la crise, les enjeux, eux, n'ont pas disparu.

Crise du logement et difficultés de la ville au quotidien

Aux difficultés économiques s'ajoutent, pour beaucoup d'habitants des villes, celles liées à la vie quotidienne, au logement, aux transports, à la sécurité... Après quinze ans de hausse continue, le logement est devenu une préoccupation centrale pour la plupart des ménages locataires ou qui doivent faire face aux échéances d'emprunts, avec des budgets qui sont, par ailleurs, de plus en plus contraints. Les files d'attente pour l'accès à l'habitat social s'allongent. La ségrégation s'accroît dans les banlieues proches. Il faut, pour se loger, aller de plus en plus loin des centres villes. Mais l'État ou les collectivités locales n'ont plus les moyens d'assurer une égalité d'accès aux services publics sur des territoires urbains de plus en plus étendus. Les dysfonctionnements dans les transports collectifs s'accroissent, malgré une hausse sensible du coût des trajets. L'insatisfaction se développe considérablement dans les communes ou les quartiers périurbains, et s'exprime politiquement. « Vivre en ville à la campagne » est de moins en moins le rêve attendu... que ce soit pour les familles ou les personnes âgées qui perçoivent de plus en plus leur dépendance.

Les questions liées à l'énergie ne font que renforcer un peu plus ce malaise urbain. La sensibilité aux prix du gazole est extrême. Dans un premier temps, la sévèrisation des normes thermiques se traduit par un coût supplémentaire important pour les accédants à la propriété. La conviction se développe qu'il sera difficile de faire progresser la rénovation énergétique sans une maîtrise plus efficace des dépenses contraintes liées au logement et au transport, ce qui passe, entre autres, par une gouvernance différente de l'espace et du foncier.

Les expérimentations et leurs limites

Dans les perspectives tracées par les lois LAURE et SRU³¹ ou par les Agendas 21, puis par les Plans Climat-Énergie Territoriaux et la Convention des Maires, les villes avaient lancé, avant 2012, tout un ensemble **d'expérimentations** et d'innovations visant à mieux intégrer les politiques du logement, de l'aménagement, de l'énergie et des transports dans un cadre cohérent et à promouvoir des formes plus durables de mobilité urbaine - plans d'urbanisme plus intégrés, construction d'écoquartiers, canalisation de l'aménagement autour des infrastructures de transport public, véhicules ou vélos en libre-service, réduction de la place de l'automobile en centre-ville, rénovations sélectives... Pour les villes les plus dynamiques, c'est déjà 20% du chemin vers la ville « post-carbone » qui pouvait ainsi être franchi dès 2020.

Mais, dans un contexte plus difficile, où l'argent se fait rare, cette vague d'expérimentation montre désormais ses limites. La principale, fréquemment dénoncée, est que toutes ces améliorations de la qualité de vie urbaine touchent essentiellement les zones centrales des villes et ne font finalement, que renforcer les inégalités sociales et écologiques. Des évaluations, comme celle faite à Tours³² montrent aussi qu'il faudrait aller beaucoup plus loin pour atteindre les objectifs souhaitables en matière d'énergie et de climat. L'étalement urbain se poursuit, rendant plus difficile encore la réponse aux dysfonctionnements précédents. Les solutions sectorielles semblent impuissantes. **Comme cela s'est produit à d'autres périodes historiques, se ressent le besoin de repenser globalement les dynamiques urbaines.** La jonction se fait assez naturellement avec les réflexions menées, par ailleurs, à partir des questions climatiques et énergétiques.

Entre 2013 et 2017, plusieurs facteurs convergent en effet pour faire des débats sur la ville et l'urbanisme des enjeux politiques importants : les élections municipales de 2014, la préparation de la Conférence sur le climat de Paris en 2015, les élections présidentielles de 2017 - qui mettent à nouveau les questions de décentralisation en bonne place, des inquiétudes sur l'évolution de la région parisienne, des alertes renouvelées sur le prix du pétrole, des hausses générales et des dysfonctionnements dans les transports publics... Après s'être centrée en 2012-2013 sur le logement, l'attention se porte sur la gouvernance locale et le foncier. À cette occasion, les très nombreux travaux des chercheurs sont revisités, avec, ce qui est relativement nouveau, une forte connexion qui est faite entre ceux qui travaillent sur les relations énergie-climat-formes urbaines et ceux qui, comme **Marc Weil** mettent l'accent sur la **rente foncière** - dans ses relations avec les choix de localisation et les politiques de transport³³ (**encart 3.23**). La conviction est faite qu'un aggiornamento des politiques d'urbanisme est nécessaire.

Les premiers signes d'un tournant

Parallèlement à ce débat, plusieurs décisions importantes sont prises qui marquent déjà un tournant dans les politiques gouvernementales - avec la volonté de concilier l'incitation à la construction de logement et la maîtrise de l'étalement urbain. Les loyers en zone tendue sont encadrés. Des mesures sont mises en place pour densifier les zones pavillonnaires et réduire la proportion des zones constructibles (non utilisées) au profit des zones agricoles et naturelles³⁴. Mais surtout une grande **réforme de la planification urbaine** est engagée avec le choix de faire passer les Plans Locaux d'Urbanisme, et donc la gestion du foncier, du niveau communal au niveau intercommunal. Venant s'ajouter aux dynamiques déjà largement en cours dans plusieurs villes françaises et aux succès des expérimentations menées dans la décennie précédente, toutes ces mesures annoncent les ruptures de la période suivante, marquée par une volonté encore plus déterminée d'accélérer la transition vers des villes « post-carbone ».

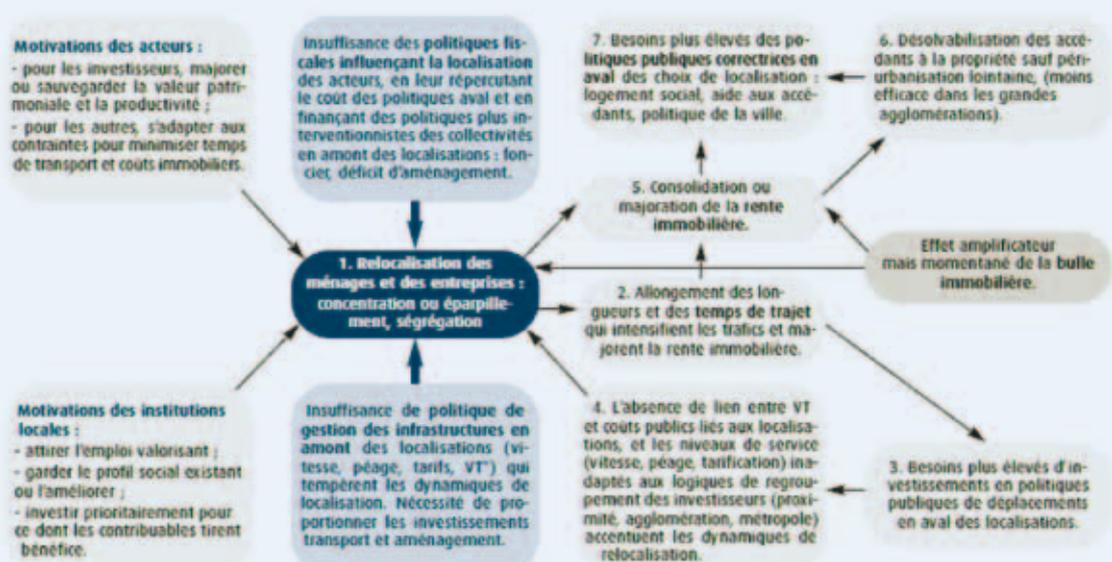
Encart 3.23

MAÎTRISER LA RENTE IMMOBILIÈRE UN FACTEUR CLÉ DES POLITIQUES URBAINES

SOURCE : MARC WIEL, REVUE FUTURIBLES, N°391, DÉCEMBRE 2012, MAÎTRISER LA RENTE IMMOBILIÈRE. PILOTER LA RENTE IMMOBILIÈRE, CLEF DE LA POLITIQUE URBAINE

La rente foncière :

À prix des logements, confort et à conditions de mobilité identiques, des coûts publics et des profits privés... majorés



*Le versement transport (VT) est un impôt assis sur la masse salariale des entreprises de plus de neuf salariés, dont le produit sert au financement et surtout à l'exploitation des transports publics.

2018-2022 : Entre raison et contexte : le choix de la VILLE CONTENUE

Nouvelles tensions sur le pétrole

Suite à une aggravation brutale de la situation au Moyen Orient et notamment en Iran, les prix du pétrole entrent dans une nouvelle phase de hausse. Les experts annoncent un prix du baril à 200 dollars en 2020. Une partie des déplacements fait en voiture se reporte sur les transports en commun, qui sont saturés. Interpellé, le gouvernement explique que la hausse est

structurelle et qu'il ne peut baisser durablement les taxes existantes, mais il accepte, en compensation, de prendre à sa charge la mobilité des personnes à la recherche d'emploi. Les syndicats font alors **pression pour que les coûts de transport domicile-travail soient intégralement pris en charge par l'employeur**, ou que le temps de déplacement soit intégré dans le temps de travail. Les entreprises refusent cette demande, mais accélèrent la mise en place des **plans de déplacement (PDE)** à l'échelle des établissements, et organisent un covoiturage plus systématique. La question du coût des déplacements devient, en conséquence, presque aussi importante que celle du logement.

Parallèlement, l'Union européenne, dans la ligne des décisions annoncées à la Conférence de Paris (COP 2015), décide d'actualiser les objectifs des « 3 fois 20 » adoptés dix ans auparavant pour les faire passer à « 3 fois 30 » en 2030 : les enjeux des politiques climatiques et énergétiques sont donc à nouveau associés et confirmés.

Le choix de la VILLE CONTENUE : une rupture institutionnelle et fiscale

C'est dans ce contexte qu'en 2018 plusieurs réformes institutionnelles et fiscales majeures sont engagées simultanément qui toutes concernent les villes et la gouvernance territoriale. Il s'agit à la fois moderniser le gouvernement local (par une nouvelle étape de la décentralisation), de réaffirmer la priorité donnée à la lutte contre l'étalement urbain, et de favoriser une meilleure coordination des politiques locales d'énergie et de climat avec celles d'aménagement, de loge-

ment et de transport. **Les changements mis en œuvre concernent à la fois les institutions, l'urbanisme et la fiscalité locale.** La spécificité de cette nouvelle étape est en effet de lier étroitement toutes ces dimensions ; avec comme perspective des villes à la fois plus attractives et efficaces mais aussi plus économes d'espaces, d'énergie - et d'infrastructures. Une partie de l'argumentaire met en exergue la nécessité d'évoluer vers des villes « **post-carbone** » et de **réduire la vulnérabilité à long terme des populations dépendantes de la voiture.** Il est fait ainsi référence aux expériences de quelques villes comme Portland, Hanovre, Amsterdam, Barcelone ou Bangalore³⁵ (**encart 3.24**). Un autre enjeu mis en avant est plus économique, avec le souci de limiter le coût des infrastructures (ou d'aménagements inutiles) et d'éviter un déficit croissant des transports publics. Sur un plan plus social, il s'agit de combiner densification urbaine, rénovation énergétique et accès au logement. On retrouve les trois dimensions de la ville durable.

Encart 3.24

VERS LA « VILLE CONTENUE » : HANOVRE, BARCELONE, BANGALORE

Considérées toutes deux comme des exemples de villes « contenues », Hanovre et Barcelone sont deux agglomérations qui à l'origine n'ont pas de structure urbaine similaires. La première est l'héritière de la ville jardin. La seconde s'est développée par une forte densification d'abord au 19^{ème}, puis pendant la période Franquiste. Pourtant ces deux agglomérations ont en commun d'avoir initié, dès les années 80, au moment de leur reconversion industrielle et économique, un processus de transformation urbaine traitant en même temps « la forme et le flux » (S. Wachter), l'urbanisme et la mobilité. Tandis que Barcelone profitait de la désindustrialisation pour créer des pôles de centralités nouvelles sur les espaces en déclin, transformer la densité en une plus grande compacité et redessiner ses grands axes de transports, Hanovre s'engageait dans un double processus : promouvoir une ville « des courtes distances », en favorisant la proximité des lieux de résidence, de commerces et de services ; et favoriser une « concentration décentralisée » en concentrant la croissance urbaine de l'agglomération dans des pôles urbains secondaires interconnectés par des transports collectifs (source : L. Laigle).

Le cas de Bangalore est différent, puisqu'il ne s'agit que d'une étude préliminaire à un plan éventuel. Une simulation réalisée en 2006 par l'École des Mines de Paris (P. N. Giraud et B. Lefèvre) a montré qu'il était possible de diviser par deux en 20 ans les émissions de CO₂ de cette ville, en combinant une maîtrise foncière des densités, un endiguement de l'extension urbaine autour des grands axes de transport et des pôles d'échange (urbanisme en doigts de gants), des désincitations fortes à l'usage de la voiture, un développement de la mixité fonctionnelle des emplois et des logements dans la première couronne (avec mixité sociale et reconquête des friches urbaines et industrielles) et, enfin, une maîtrise forte des implantations commerciales et des grands générateurs de trafic (hôpitaux, universités, zones industrielles, centres d'affaires...). C'est un bon résumé de la VILLE CONTENUE.

Sur un plan institutionnel la **nouvelle loi de décentralisation** renforce sensiblement les mécanismes de gouvernance à l'échelle des **bassins de vie** - sans néanmoins créer une nouvelle collectivité élue. Il s'agit de généraliser ce qui existe déjà pour les métropoles. La nouvelle instance, outre des responsabilités importantes en matière de planification, reçoit des compétences en matière de développement local, d'infrastructures de transport et de réseaux d'eau, et d'adaptation au changement climatique. Elle peut, en outre, se voir déléguer d'autres compétences et dispose de ressources financières propres (sous la forme d'un fonds). Par ailleurs, les rôles des intercommunalités et celui des régions sont renforcés.

En matière d'urbanisme et de planification, deux changements majeurs interviennent par rapport aux orientations décidées quelques années plus tôt. Des « **Schémas concertés de développement durable** » (SCDD) remplacent les SCOT à l'échelle des bassins de vie et articulent étroitement quatre volets : l'ancien Schéma de cohérence territoriale, une stratégie de développement, un Plan de Déplacement et un Plan Climat-Énergie Territorial. Le passage des Plans Locaux d'Urbanisme à l'échelle intercommunale est par ailleurs confirmé, et ils sont désormais fortement liés aux Plans locaux pour l'habitat (tout en comprenant également un volet énergie-climat cohérent avec le SCDD). Les nouveaux Plans Climat-Energie Territoriaux, qui comportent maintenant systématiquement deux volets (aux horizons 2030 et 2050) sont ainsi étroitement intégrés dans tous les autres documents de planification à plusieurs échelles. Il s'agit de convaincre les habitants que c'est une dimension importante de la vie quotidienne future : en conséquence, la participation du public à l'élaboration de ces différents plans occupe, dans la réforme, une place centrale.

L'outil privilégié pour aller vers la **VILLE CONTENUE** c'est, naturellement, **l'outil foncier**. Toutes les mesures qui peuvent aller vers une meilleure maîtrise foncière par les intercommunalités, désormais responsables, sont donc renforcées : les droits de préemption, la création ou le développement des agences foncières, l'encadrement des permis de construire, le recours aux Zones d'Aménagement Différé... Le coefficient d'occupation des sols est systématiquement relevé dans toutes les zones prioritaires. La création ou la confirmation de « zones à urbaniser » sont strictement limitées aux espaces accessibles par les transports

publics. Les collectivités locales sont donc appelées à jouer à nouveau un rôle régulateur sur le marché foncier - ce qui suppose qu'elles puissent constituer des réserves. Pour cela il leur faut des moyens financiers. C'est dans cette perspective que la réforme de 2018 propose une rupture majeure : **l'introduction de critères de localisation dans la fiscalité locale**³⁶.

Le nerf de la guerre : une fiscalité locale prenant en compte les localisations

Outre la loi de décentralisation et les nouvelles dispositions en matière d'urbanisme, plusieurs réformes sont engagées en matière fiscale. L'assiette des taxes foncières est modifiée pour tenir compte de la valeur vénale des propriétés déduite des emprunts, avec comme perspective de l'actualiser fréquemment pour tenir compte des plus-values liées à des aménagements (avec une phase de transition). Les droits de mutation sont sensiblement réduits, avec, en compensation, l'affectation aux collectivités locales concernées d'une part de la TICPE, et une hausse de l'impôt sur les plus-values. La possibilité pour les régions urbaines de mettre en place, de manière concertée, des systèmes de **péages** est étendue - avec une fongibilité facilitée entre les budgets aménagement, transports et logements. Mais l'innovation majeure est d'introduire presque systématiquement dans la fiscalité locale des critères de localisation - à l'instar de ce qui existe déjà pour la taxe d'aménagement créé en 2012. Il s'agit de prendre en compte dans la modulation des taxes des critères comme la proximité de transports publics ou la densité de l'habitat et des emplois - de manière **à faire payer aux contribuables les conséquences sur les politiques publiques en aval de leurs choix de localisation**. Presque toutes les taxes sont concernées : taxe d'habitation, taxes foncières, droits de mutation, contribution économique, taxe sur les surfaces commerciales, mais aussi le versement transport... Les ressources dégagées servent, entre autres, à financer les offices fonciers et à rendre possible la mise en place d'un tarif peu différencié (1 à 2 zones) pour les transports publics... L'objectif est de favoriser un **polycentrisme structuré autour de quelques pôles** et de rapprocher logements et emplois.

Droit à l'expérimentation et villes exemplaires

En dépit du contexte et du long débat qui a précédé ce train de réformes, celui-ci suscite de vives réactions ; et la loi décide de passer par une **phase d'expérimentation**, sur la base d'un engagement de quelques agglomérations volontaires. L'expérimentation peut aller d'un thème particulier, par exemple l'élaboration d'un Schéma concerté de développement durable intégrant le PCET, ou la mise en place d'un péage, à une politique d'ensemble portant sur tout ou partie des territoires concernés. L'État y apporte son concours, mais les élus ont toute latitude d'action. Pour les huit villes volontaires, c'est l'occasion d'accroître leur visibilité à l'échelle internationale ou de conforter des démarches qu'elles avaient déjà engagées.

Le **retour d'expérience** apporte plusieurs éclairages intéressants, venant confirmer ou infirmer les orientations précédentes. Des contradictions apparaissent entre la taxation des localisations et les aides aux logements. Comme des chercheurs l'avaient pressenti, l'expérience de péage se montre finalement moins efficace pour limiter l'étalement urbain que la tarification de l'usage des infrastructures ou la modulation des vitesses, ce qui ne veut pas dire qu'elle soit inutile³⁷. L'attention est aussi attirée sur l'importance de deux niveaux de coordination peu présents dans les lois précédentes : le quartier, avec toute les actions de proximité ; et l'interurbain - avec des déplacements domicile-travail se faisant de plus en plus entre agglomérations ou concernant plusieurs agglomérations. Enfin et surtout les villes mettent l'accent sur des problèmes pratiques de mise en œuvre : la difficulté à trouver un bon positionnement des services énergie-climat, le manque d'outil pour évaluer les impacts en termes de mobilité, d'énergie ou d'adaptation des choix d'urbanisme, la priorité à donner aux grands générateurs de mobilité et aux plates-formes d'intermodalité...

2022-2037 : des stratégies persévérantes

Habitat, nature, transports, alimentation : le retour de la planification urbaine

Tirant parti des nouveaux outils mis en place en 2018 et des expériences précédentes, les villes peuvent s'engager dans des politiques déterminées à quatre échelles : la rénovation de l'habitat et l'accès aux services de proximité à l'échelle des quartiers ; la cohérence emploi-logements-services et l'aménagement opérationnel à l'échelle des agglomérations ; la maîtrise de l'urbanisation et les grandes infrastructures à l'échelle des bassins d'emplois ; la coopération interurbaine (ou ville - campagne) et les grands choix de mobilité, de développement ou de mode de vie à l'échelle régionale...

L'urbanisme de zone est arrêté au profit d'une mixité fonctionnelle rapprochant emploi et habitat. L'urbanisation nouvelle est canalisée autour de quelques pôles déjà bien desservis par les transports en commun, des principaux **nœuds d'échange** (gares...) et de quelques **corridors** sur lesquels circulent des bus à haute fréquence utilisant des énergies propres et des trams trains ou des transports automatiques en site propre du type VAL. S'y ajoutent très exceptionnellement quelques créations de pôles nouveaux, cohérents avec le système de transports en place. **Un réseau structuré de pistes cyclables** est construit **à l'échelle de l'aire urbaine**. Des vélos et voitures électriques sont mis à disposition des habitants, avec un réseau couvrant le même espace. Les espaces agricoles et naturels existant entre les zones denses sont préservés et organisés dans des trames ou des corridors naturels qui, eux aussi, vont jusqu'aux centres-villes (« urbanisme en doigt de gant »). Une attention particulière est portée aux **grands générateurs de trafic** (centres commerciaux, stades, hôpitaux, universités, grandes entreprises ou administrations, casernes militaires...), avec une étude d'impact préalable de la mobilité générée - et des conditionnalités fortes à l'implantation (proximité des nœuds de circulation...). Lorsque cela est possible des relocalisations sont facilitées - comme y incitent d'ailleurs les nouvelles règles fiscales.

Des villes à plusieurs vitesses

La localisation des nouveaux logements ou des nouveaux emplois, ou l'organisation des réseaux de transports n'est qu'un des moyens pour aller vers des villes plus cohérentes ou plus compactes. La régulation et la différenciation des vitesses sont tout aussi essentielles. Comme le montre l'encart suivant, extrait du projet de la ville de Tours (**encart 3.25**), il s'agit à la fois de favoriser les proximités (circuits courts, rapprochement logement-emploi), sans réduire l'intensité des interactions nécessaires à l'échelle du bassin de vie - ce qui suppose d'accepter qu'il puisse y avoir plusieurs vitesses de la ville. En centre ville et dans les secteurs les plus denses, les modes doux sont privilégiés, l'ac-

cès des voitures limité, les « zones 30 » étendues, ce qui permet de reconquérir des espaces publics pour améliorer le cadre de vie et lutter contre les îlots de chaleur. Dans le périmètre de la ville dense, les vitesses sont également fortement limitées, sauf sur des infrastructures payantes. Elles sont réduites à 70 km/h entre les pôles qui constituent le bassin d'emploi, sauf sur les infrastructures de transport public en site propre. Les réseaux urbains et interurbains sont plus clairement différenciés. Tout cela permet de fluidifier les trafics et de garantir une vitesse de déplacement aux usagers de la route qui auront fait le choix de l'automobile après s'être acquittés d'un péage.

Encart 3.25

LES INGRÉDIENTS D'UN SCÉNARIO BAS CARBONE : L'EXEMPLE DU SCOT FACTEUR 4 DE TOURS

SOURCE : JÉRÔME BARATIER, JEAN-MARIE BEAUVAIS, BÉNÉDICTE MÉTAIS ; LE FACTEUR 4 DANS LES TERRITOIRES, REVUE FUTURIBLES, N°392, JANVIER-FÉVRIER 2013.

L'atelier participatif animé par Francis Beaucire par organisé dans le cadre du projet SCOT pour un Facteur 4 à Tours, travail conduit dans le cadre du programme Repenser les villes dans une société post-carbone, a réuni des acteurs locaux d'horizons divers, élus, universitaires, techniciens des collectivités, de l'État, acteurs associatifs. De ce croisement de regards vers les attendus de l'avenir sont nés les ingrédients du scénario spatial tels que schématisés. Ce sont ainsi trois enjeux clés qui apparaissent pour la mise en œuvre d'un tel scénario : les cycles courts, les fonctions de mixité et la reconfiguration des déplacements.



Rénovations sélectives

L'articulation des politiques d'habitat, d'aménagement et d'énergie permet de combiner trois objectifs : développer l'accès au logement dans les zones denses, reconstruire ou valoriser « sur place » le parc existant (« reconstruire la ville sur elle-même »), et développer la rénovation énergétique des bâtiments ou les réseaux de chaleur. Cela peut passer par de grands projets d'écoquartiers ou, le plus souvent, par des opérations de développement ou de rénovation de l'habitat dans les secteurs considérés comme prioritaires.

Les projets de renouvellement urbain ou de développement des réseaux de transports sont l'occasion d'étendre ou de créer des réseaux de chaleur, des réseaux séparatifs ou de collectes d'ordures ménagères, à l'image du quartier Hammarby Sjöstad à Stockholm. Des systèmes de mutualisation à l'échelle des îlots ou même des quartiers - associant propriétaires et locataires - sont encouragés pour réduire le coût et améliorer les performances des réhabilitations pour les bâtiments existants, avec des dispositifs de stockage et de régulation adaptés. Progressivement tous ces réseaux sont interconnectés à l'échelle de l'aire urbaine dense, tandis que s'accroît la proportion des ressources locales dans les réseaux de chaleur.

Toutes ces opérations de rénovation restent cependant limitées par les ressources financières disponibles et donc sélectives. Le partenariat public-privé, et les aides publiques au logement ou à la rénovation continuent donc à jouer un rôle déterminant pour la majeure partie du parc privé - qui fait l'objet de 200 000 rénovations légères par an.

Priorité à la location et fluidité résidentielle

En même temps que s'accroissent les incitations à la localisation dans certaines zones denses des mesures sont prises pour faciliter la relocalisation des entreprises et des ménages - et, en particulier pour rapprocher le logement de l'emploi. Pour favoriser la fluidité résidentielle, l'État, qui a déjà pris la décision de réduire les droits de mutation, renonce à promouvoir l'accession à la propriété privée. Si en 2012, 57% des français étaient propriétaires de leur logement, ce chiffre retombe sous le seuil de 50% en 2035. Les pouvoirs publics tant nationaux que locaux favorisent plutôt l'émergence de grands bailleurs publics, privés

ou coopératifs à même de proposer des logements en location à un prix raisonnable pour les classes moyennes - qui viennent s'ajouter aux logements sociaux désormais réservés aux populations les plus pauvres. Comme c'est le cas aux Pays-Bas une part des fonds gérés par les caisses de retraite sont investis dans ce type de logement avec une gestion sous forme de coopératives³⁸. À l'échelle des villes, des bourses locales d'emplois et de logements (systèmes d'information accessibles sur Internet) sont organisées pour faciliter la mobilité souhaitée. Celle-ci reste cependant limitée par l'effondrement du marché immobilier dans les communes périurbaines mal desservies.

Parallèlement, une certaine adaptabilité de l'habitat est organisée. Les promoteurs privés et les bailleurs sociaux proposent une offre de logements modulables qui peuvent évoluer au gré de la demande. Les opérations de réhabilitation sont l'occasion d'adapter la distribution des logements à l'intérieur des immeubles en fonction de la taille et de la mobilité des ménages, et, éventuellement, d'ajouter de nouveaux étages. Elles permettent aussi d'intégrer dans les lieux d'habitat des commerces, des petites unités de production, des services de proximité et offrir ainsi «une ville à portée de main ». L'aménagement réversible devient une tendance générale.

Une vision intégrée de l'adaptation et de l'aménagement.

L'adaptation au changement climatique est, dès le départ, intégrée au projet de **VILLE CONTENUE**. Cela prend trois formes différentes. A l'échelle des régions urbaines, les réserves foncières et les outils de planification sont utilisés pour limiter la construction dans les zones inondables ou submersibles, étendre les zones de protection contre les crues, et développer les espaces naturels ou forestiers utiles pour limiter les îlots de chaleur. Dans les zones les plus denses les opérations d'urbanisme intègrent les perspectives de réchauffement ou de pluies accrues avec des passages, des galeries, des fontaines, des rues plus étroites... qui permettent de se protéger des fortes chaleurs. Elles prennent parfois l'aspect de médinas. Les espaces reconquis sont plantés d'arbres, les façades et les toitures en partie végétalisées. Enfin, se met en place, notamment dans les agences d'urbanisme, une culture globale du risque, anticipant les possibles conséquences d'événements extrêmes, en

les liant à l'aménagement. Les réseaux stratégiques les plus vulnérables sont protégés - et même parfois doublés. Les stations de relevage et les bassins de rétention sont redimensionnés. Plus généralement, les élus prennent mieux en compte l'impact des événements climatiques - y compris les migrations - sur le fonctionnement et l'évolution de leur ville. L'adaptation est désormais intégrée aux politiques de développement et d'attractivité des villes. Elle est un atout valorisé.

2037-2050 : Vers un nouvel équilibre territorial ? Entre transition réussie et difficultés

L'accélération de la crise pétrolière

Peu après 2035, les tensions sur les prix du pétrole s'accroissent à nouveau - avec le seuil des 2€ par litre de gazole largement franchi - tandis que se multiplient les signes de dérèglements climatiques. Les salariés habitant loin des centres- ou dont l'accès aux transports publics est difficile - demandent à nouveau une baisse des taxes ou un remboursement intégral des coûts de transport (y compris par voiture). Mais ils n'obtiennent que le vote d'une loi qui, à l'automne 2037, intègre les déplacements domicile - travail dans le temps de travail - avec une période de transition de trois ans. Les employeurs sont ainsi incités à accompagner la relocalisation de leurs employés, à leur proposer des logements de fonction, ou à favoriser le télétravail ou le travail nomade. Certaines des entreprises font parfois même le choix de se relocaliser elles-mêmes ; ou de constituer de petites unités de production (ou des agences de proximité) de plus petites tailles pour être au plus proche de leurs salariés. Le versement transport est utilisé pour accompagner ces efforts. Le lieu de résidence constitue désormais un critère pour les candidats à l'embauche. Cela entraîne parfois des décohabitations au sein des couples et la demande de logements de plus petite taille.

La hausse brutale des prix du pétrole conduit par ailleurs les ménages concernés à s'équiper de véhicules électriques : on assiste ainsi tardivement à une explosion de la demande pour ce type de mode de déplacement.

De nouveaux changements institutionnels

Pour des raisons totalement indépendantes de ce contexte, la fin des années 2030 est également marquée par une nouvelle vague de réformes institutionnelles. Conscient des difficultés de maintenir trois niveaux de gouvernance au niveau des villes (communes, intercommunalités, métropoles ou instances à l'échelle des bassins de vie) **le gouvernement décide la fusion des communes et intercommunalités** - tout en maintenant les communes comme niveau de gestion de ces dernières. Il en est de même pour les régions et départements - fusionnées tout en gardant une échelle de gestion départementale. Les bassins de vie obtiennent, en outre, une représentation au sein des régions. Comme c'est le cas dans beaucoup de pays européens, l'emboîtement des documents de planification devient la règle (avec des marges de négociation et des processus de concertation). La participation du public, dans les processus prévu en tout cas, est, une fois encore, renforcée.

Les moyens de la Délégation à l'Aménagement et à l'Égalité des Territoires sont renforcés pour trouver des solutions aux difficultés que rencontrent les communes rurales ou les habitants des régions périurbaines laissées à l'écart du développement par le choix de la **VILLE CONTENUE**. Cette Délégation - en relation avec le Sénat, Le Conseil Économique Social et Environnemental et le Ministère compétent - reçoit ainsi comme mandat d'évaluer les expériences en cours et de faire des propositions. Il s'agit de trouver des alternatives à la « désurbanisation » ou à la ghettoïsation de certains quartiers périphériques - tout en tenant compte du nouveau contexte énergétique et climatique.

Dèsurbanisations périphériques

Malgré son rythme relativement modéré, la relocalisation des ménages et des entreprises menée depuis quinze ans commence en effet à avoir des effets perceptibles, dans les communes les plus excentrées. Certaines d'entre elles, en dépose démographique, ont le visage de villages fantômes, avec des friches qui envahissent les anciens espaces publics. Cet état de fait souligne l'absence d'une politique de « dèsurbanisation ». Les oubliés de la politique de relocalisation ont vu la valeur de leurs biens chuter, et faute de pouvoir vendre - malgré un différentiel croissant avec la **VILLE CONTENUE** - se retrouvent assignés à résider aux marges, en subissant les prix croissants du pétrole. C'est, en particulier, le cas pour beaucoup de personnes âgées, privées de commerce et de services publics, et qui doivent, en outre, faire face à des factures de chauffage de plus en plus élevées.

Cette prise de conscience est l'occasion de définir une « politique de dèsurbanisation » - en miroir de la politique d'urbanisation précédente - pour les territoires dans lesquels la question se pose avec le plus d'acuité. Ce nouveau chantier est ouvert en 2040. Il part du constat des évolutions déjà en cours, qui fait apparaître quatre orientations possibles différentes.

Dans une première partie des territoires, l'évolution la plus probable est celle d'un retour à la nature, sous toutes ses formes - agriculture périurbaine, forêts, cultures énergétiques, espaces protégés, zones de protection des ressources en eau... avec un habitat dispersé.

Une seconde partie peut avoir vocation à devenir l'espace de loisirs et de tourisme ou de refuges de la ville, avec des gîtes, des parcs à thèmes, des écomusées, des sentiers de randonnée, des espaces de découverte, des colonies de vacances... et un accès facile au centre par vélo ou transport public.

Pour une troisième partie de ces espaces il s'agit, au contraire de garder la vocation résidentielle initiale, mais en la transformant. Ils pourraient accueillir de jeunes retraités, moteurs d'une économie résidentielle, et des actifs intégrés à cette économie de proximité ou adeptes du télétravail. Y habiter pourrait devenir progressivement un privilège, pour ceux qui acceptent une mobilité réduite.

Enfin s'ouvre une dernière possibilité, celle de la re-composition des communes concernées en nouveaux ensembles urbains, structurés autour d'autres pôles que ceux de la ville existante. Une part de la dernière décennie du scénario est en effet consacrée à la définition de stratégies de transition réalistes pour ces territoires qui ont été insuffisamment pris en compte dans les deux décennies précédentes. Dans un premier temps, la priorité est donnée à la réduction des situations de vulnérabilité et de précarité les plus intolérables. Au moins un tiers du fonds constitué au niveau du bassin de vie y est consacré, marquant un changement de cap considérable.

Besoin d'ailleurs

Ces réflexions sur les vocations de la « ville diffuse » ne sont pas très éloignées d'un sentiment, qui s'est développé au cours des années 2030-2040, d'une certaine oppression de la **VILLE CONTENUE**. Malgré la végétalisation des murs et des toitures, les villes libérées de la présence de l'automobile, les logements sociaux rénovés, la présence de parcs urbains en centre ville ; malgré aussi les pistes cyclables, les citadins nourrissent un « besoin d'ailleurs » - souvent pour échapper à la présence des autres. D'un côté, ils mesurent les bénéfices qu'ils tirent d'une ville « à portée de main » ayant anticipé la crise climatique et énergétique de ces années 40. De l'autre, ils s'y sentent enfermés. La contradiction se fait de plus en plus forte avec la crise pétrolière qui s'accélère.

Encart 3.26

L'ÉNERGIE EN 2050 DANS LE SCÉNARIO VILLE CONTENUE

En 2050, 25% des véhicules sont électriques. L'engouement tardif pour ces nouvelles technologies n'a pas permis un déploiement aussi important que possible dans un tel scénario. Les moteurs thermiques fonctionnent à 80% au pétrole et gaz naturel et à 20% à l'éthanol et au biogaz, via incorporation dans les carburants distribués. Le nombre de kilomètres urbains parcourus a diminué respectivement de 25%, de 20% et de 15% du fait d'un meilleur report modal des voyageurs, de la morphologie urbaine, d'une meilleure organisation des systèmes de transport. La morphologie urbaine et la compacité de la ville permettent de réduire de manière significative le nombre de kilomètres parcourus par les marchandises (-50%) dans le périmètre de la région urbaine. La part des transports en commune en site propre (train, tramway, métro) est importante (augmentation de 100%) dans la mesure où la relocalisation des ménages et des entreprises autour de pôles denses améliore la rentabilité de ces modes lourds.

Les normes BBC et BEPOS se sont généralisées dans le logement neuf. La démolition ou la déconstruction est importante dans ce scénario qui valorise la relocalisation voire la désurbanisation d'une partie du territoire. Dans le logement existant, les consommations pour le chauffage et la climatisation ont diminué de 50%. Les diminutions sont respectivement de 50% et de 25% (hors climatisation) dans le tertiaire neuf et existant. Les réseaux de chaleur, la cogénération et la mutualisation (habitat et tertiaire) à l'échelle du quartier sont très importants pour les parties densifiées.

En zone peu dense et hors réseau de gaz, l'option pompe à chaleur est retenue. Assez peu d'attention est donnée au développement d'énergies alternatives dans **VILLE CONTENUE**, l'essentiel des efforts est portée sur la réduction des consommations, via efficacité et consommation. La dépendance au pétrole est donc ainsi réduite, par une baisse de consommation, mais les alternatives ne sont guère devenues structurantes.

Sur l'objectif Facteur 4, on est assez en ligne avec les objectifs tant les efforts de maîtrise de consommation ont été importants sur les transports. Les dynamiques sur le parc bâti neuf ont aussi permis d'améliorer la moyenne du parc bâti, mais la décarbonisation insuffisante des vecteurs énergétiques peut laisser sceptique sur la cible finale atteinte.

3) Éléments d'analyse

La **VILLE CONTENUE**, c'est d'abord la stratégie volontariste d'une agglomération qui est consciente des enjeux à long terme liés à l'énergie et au climat. Pour cela, les compétences sont construites et mobilisées, le leadership assuré, l'ensemble des problèmes et des solutions envisagés dans une vision et une planification cohérentes - qui va au-delà des PCET traditionnels. De tous les scénarios c'est celui qui

s'assigne à long terme le meilleur équilibre possible entre les quatre objectifs de la ville « post-carbone » : facteur 4, autonomie par rapport au pétrole, adaptation au changement climatique et développement durable. Il s'inscrit aussi dans les engagements pris à travers la Convention des Maires d'atteindre une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 20% dès 2020. C'est donc le scénario d'une ville responsable.

C'est aussi, plus en profondeur, le choix d'une certaine forme de ville - et, à travers cette forme, d'une certaine organisation politique. La compacité de cette **VILLE CONTENUE**, de cette ville « à portée de main », permet de réduire de manière importante les émissions de gaz à effet de serre et la consommation de pétrole, notamment dans les transports et la partie rénovée de l'agglomération, et d'anticiper le changement climatique par la planification spatiale. Mais ces résultats ne sont obtenus qu'au terme d'un lent et persévérant processus de transformation des formes urbaines qui ne peut être accompli sans **une réforme majeure de l'organisation territoriale, de la fiscalité locale** et, finalement, de la carte électorale du pays. Ce sont les principes mêmes de la justice territoriale - et peut être même du pacte républicain - qui sont interrogés, avec comme question centrale celle de trouver un nouvel équilibre entre villes centres et périphéries urbaines, grandes agglomérations et communes rurales. Le pari est que cet équilibre puisse être trouvé d'abord par des transactions locales ou des mécanismes de mutualisation (favorisés par le nouveau cadre institutionnel), puis par de nouvelles formes de développement des communs périphériques. Mais il n'est pas sûr que le temps nécessaire pour cela soit compatible avec les enjeux qui sont ceux de la ville post-carbone.

La lenteur du processus de transformation souligne aussi le caractère irréversible des processus engagés. Or cette **VILLE CONTENUE** ne risque-t-elle pas de devenir une véritable cocotte minute ? Les parcs urbains, les jardins, les toitures et façades végétalisées, parviendront-ils à compenser réellement les effets de la densification, et donc à réduire les îlots de chaleur ?

Il y a un risque non négligeable que le souci de faire face d'abord aux besoins de logement ne conduise finalement à oublier la nécessité de réserver du foncier pour des affectations plus écologiques et climatiques. Il y a surtout un risque que la **VILLE CONTENUE** ne se traduise par un urbanisme de standing, réservant l'accès à l'espace, à la nature et à la rénovation énergétique aux plus fortunés ou à ceux qui habitent déjà les quartiers centraux les mieux situés. Qu'en sera-t-il des « mal localisés » qui n'auront pas su saisir l'opportunité de déménager au bon moment pour bénéficier des programmes de relogement ? Ne risque-t-on pas de voir se développer en marge de la ville dense, dans des secteurs périurbains ou ruraux « invisibles », des enclaves de pauvreté encore plus vulnérables qu'elles ne le sont aujourd'hui ? Dans les banlieues plus proches, la rénovation urbaine - y compris énergétique - pourra-t-elle se faire sans exclure les habitants actuels ? Plus généralement, la promesse de redensifier la ville tout en diminuant la rente foncière pourra-t-elle être tenue ? Ce sont autant de questions qui montrent simplement l'importance des changements qu'implique ce scénario.

Il est important, pour finir, de souligner qu'en mettant l'accent sur l'anticipation, en amont, des dynamiques de déséquilibre (rente foncière, étalement urbain, demande de mobilité, régulation insuffisante des vitesses...), **VILLE CONTENUE** permet de faire à long terme des économies d'investissement et de fonctionnement sensibles par rapport à d'autres chemins possibles. Dans un contexte de fortes contraintes financières, c'est une qualité non négligeable.

Encart 3.27

LES IMPACTS DU SCÉNARIO

VILLE CONTENUE EN TERMES D'ADAPTATION

En termes d'adaptation, la ville se protège en se repliant sur elle-même, en devenant plus compacte. Cette mesure de protection lui donne des allures de médina ou de ville fortifiée. Des déplacements de population - dans le cadre du programme de relocalisation - sont engagés à grande échelle. Les espaces les plus exposés aux aléas qui ne présentent pas d'intérêt stratégique sont abandonnés. En se contractant, la ville cherche à réduire sa vulnérabilité, mais en concentrant les personnes et les biens dans un périmètre très restreint, elle s'expose davantage. Si la ville parvient à gérer les risques ordinaires, elle reste sous la menace d'événements extrêmes qui, compte-tenu de sa densité, peuvent avoir des conséquences désastreuses.



06 Scénario 6 : URBANITÉ SOBRE

Dans un contexte marqué par de fortes préoccupations sociales, et par une rapide augmentation des inquiétudes liées au climat et au prix des énergies, l'État, les entreprises, la société civile et les collectivités locales accompagnent une transformation en profondeur des modes de vie et de consommation, puis des modèles de développement - dans la perspective de villes plus sobres, plus résilientes et mieux à même de satisfaire un désir renouvelé « d'urbanité ».

MOTS CLÉS : MODES DE VIE, CHANGEMENTS DE VALEURS, COMPORTEMENTS, CONSOMMATION, RARETÉ DES RESSOURCES, PEAK OIL, PRIX DES ÉNERGIES, LIMITES CLIMATIQUES, ÉCONOMIES D'ÉNERGIE, SOBRIÉTÉ, ÉCO CITOYENNETÉ, MOUVEMENTS SOCIAUX OU DE CITOYENS, VILLES EN TRANSITION, REDISTRIBUTION SOCIALE, PRECARITÉ ÉNERGÉTIQUE, INÉGALITÉS ÉCOLOGIQUES, ÉCONOMIE SOLIDAIRE, ÉCONOMIE DU LIEN ET DE LA CONTRIBUTION, ÉCONOMIE CIRCULAIRE, MODÈLES ALTERNATIFS DE DÉVELOPPEMENT, FORMES ALTERNATIVES DE TRAVAIL, DE LOISIRS, D'HABITAT, DE MOBILITÉ, DE CONSOMMATION, D'USAGE DU TEMPS, RÉSILIENCE, URBANITÉ

1) Synthèse

URBANITÉ SOBRE repose sur la conviction qu'une transformation majeure de nos modes de consommation et de nos manières de vivre ou de produire est nécessaire pour faire face aux enjeux - notamment climatiques et énergétiques - auxquels nos sociétés (et les villes dans lesquelles nous vivons) sont et vont être de plus en plus confrontés.

L'intention de ce scénario n'est pas de dessiner une trajectoire de décroissance, ou de décrire une société urbaine qui aurait brutalement - et comme par enchantement - changé de valeurs. Il est plutôt d'explorer les voies convergentes qui rendent à la fois imaginable (et, dans ce scénario, nécessaire) une telle transformation - sur le moyen et long terme. Cinq pistes sont ainsi suivies simultanément. D'abord, celle de la **nécessité**, et du besoin face à la crise et à la hausse des prix de l'énergie de faire des économies et de limiter les dépenses - notamment d'énergie et de transports. Ensuite, celle de l'**incitation**, et des efforts faits par les pouvoirs publics et les associations pour promouvoir des pratiques de consommation plus

sobres et vertueuses, en particulier vers le « consommation verte » ou la consommation responsable.

En troisième lieu, celle de **l'initiative privée** - qui, prenant ou pas appui sur les incitations précédentes, propose de nouveaux produits ou de nouveaux services eux-mêmes plus robustes et économes, puis conçoit de nouveaux modèles économiques répondant aux nouvelles demandes qui se font jour. Celle, aussi, du **changement de valeurs** qu'il s'exprime par des groupes militants ou par une fraction plus large de la société civile, avec progressivement plus ou moins d'impact sur l'ensemble des groupes sociaux et des corps intermédiaires. Enfin, celle de la **politique sociale et urbaine**, attachée à la fois à mieux prendre en compte les réalités sociales de la crise énergétique et climatique (notamment les questions de précarité) ; et à proposer des services urbains ou une qualité de vie urbaine susceptible de se substituer aux modes de consommation marchande existants. Aucun de ces facteurs de transformation ne domine les autres : le changement ne vient ni du seul État (top down), ni des seuls habitants ou communautés de base (bottom-up), ni uniquement du marché ou des politiques locales. Il est la résultante de toutes ces initiatives et de tous ces intérêts en partie contradictoires, qui peuvent à la fois se compléter et se réduire mutuellement. La seule chose commune qui s'impose, c'est le **contexte** qui accentue progressivement le sentiment de raréfaction des ressources, pèse sur les budgets, et rend progressivement plus évidente l'urgence climatique et la nécessité de la résilience.

Le scénario est structuré autour de deux phases de nature sensiblement différentes. Dans la première, il y a bien déjà les **amorces d'une recomposition des modes de vie et de consommation**, mais le contexte reste essentiellement dominé par la crise économique et la hausse des prix de l'énergie, et par les pressions que celles-ci exercent sur les dépenses des ménages. L'enjeu politique majeur est de prendre en compte la spécificité des différents groupes sociaux pour faire en sorte que la sobriété ne soit pas subie mais choisie, vécue comme un bénéfice. Marquée par une accélération des prix du pétrole et du réchauffement climatique, la **seconde phase** va beaucoup plus loin dans la transformation des modes d'habiter, de se déplacer, d'utiliser son temps, de consommer, de travailler - avec comme conséquence le développement de nouveaux services et de formes différentes d'économies, donnant une place importante au local. Des **ruptures majeures dans les modes de vie** se produisent, pour une part liées à la contrainte (cartes carbone...), pour une autre à des évolutions socioéconomiques - favorisées par les villes. On entre progressivement dans « **l'âge de la connaissance** » qui accorde à l'immatériel et à l'économie contributive des rôles majeurs. Outre ce pari sur la possibilité de modèles de développement alternatifs à ceux qui existent aujourd'hui, l'hypothèse forte qui est faite dans **URBANITÉ SOBRE** est - comme son nom l'indique - que la sobriété dans la consommation puisse être compensée par une amélioration du « vivre en ville », par une revalorisation des espaces publics. C'est aussi affirmer, qu'au-delà d'un accompagnement des changements opérés par la société, les politiques urbaines y ont aussi un rôle essentiel à jouer.

Tableau 3.6

LE CODE GÉNÉTIQUE DU SCÉNARIO URBANITÉ SOBRE

c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	
Climat compatible	Protectionnisme socio-écologique européen	Politique de transition écologique	Autonomie local et décentralisation énergétique	Archipel de villes intermédiaires connectées	La société sobre et écologique	Transition des activités et évolutions des modes de vie	
Territoire climatique					Urbanité solidaire		
c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15
Réseau d'économies régionales et locales	Tout-renouvelable et sortie du nucléaire	Planification écologique et nouvelles valorisations foncières	<i>Light and Slow</i>	La mobilité bien commun en partage	Bio-logis et bioclimatique	Colocation	Solidarités locales et associatives

2) Cheminement

Ce sixième scénario passe par deux grandes phases différentes, chacune marquée par deux étapes successives. Cela conduit aux quatre temps suivants :

- ◎ 2011-2014 : **Des modes de vie en recomposition**
- ◎ 2014-2022 : **Le social au centre : des stratégies d'intervention ciblées**
- ◎ 2022-2035 : **Entre nécessité et basculement des valeurs : la marche à la sobriété**
- ◎ 2035- 2050 : **Vers l'âge de la connaissance : de nouveaux modèles économiques et urbains**

2011-2014 : des modes de vie en recomposition

Changement de génération

2010, c'est le moment où devient dominante sur le marché du travail et sur celui de la consommation ou du logement une **nouvelle génération née après 1975** marquée à la fois par la crise et par Internet. Ses priorités en matière de consommation et ses modes de vie marquent une différence sensible par rapport aux générations précédentes. Elle attache moins d'importance à l'accumulation des objets ou la satisfaction des besoins de base qu'à la possibilité, à travers toute une série de services, de développer des liens sociaux et de multiplier les expériences³⁹. L'alimentation, l'habillement, l'achat de maisons individuelles, la possession d'une voiture, l'investissement dans les biens durables... sont en partie délaissés (car parfois inaccessibles) - au profit des biens ou services de communication, de la location de logements, des loisirs, des cafés et restaurants, des transports publics ou bon marché (vélos, deux roues motorisés....), des services à domicile « sur mesure » (de la livraison à la garde d'enfant...). Le permis de conduire perd son statut de « marqueur du passage à l'âge adulte » et s'obtient de plus en plus tard. Cela laisse présager un changement futur plus profond dans les rapports à l'automobile - mais aussi à la maison individuelle - qui ont structuré une large part des modes de vie depuis la Seconde Guerre mondiale.

Parallèlement, toutes les possibilités ouvertes par Internet, les smartphones et la téléphonie mobile sont valorisées - avec leur ambiguïtés : d'un côté, la possibilité de réduire ou d'optimiser ses déplacements par le e-commerce ou les téléservices et de s'informer sur les prix ou les performances des produits ; de l'autre, l'opportunité - sans cesse renouvelée - de faire des « bonnes affaires » et d'avoir accès à une gamme infinie de biens et services du monde entier. **Entre optimisation et hyperconsommation, un équilibre se cherche.**

Le consumérisme vert et ses limites

Depuis les années 90, les pouvoirs publics et les associations se sont attachées à favoriser l'évolution vers une consommation plus responsable et respectueuse de l'environnement en multipliant les incitations : étiquette énergie, écolabels, normes et certification, bonus-malus, taxe sur les activités polluantes, subventions, campagnes d'information... En 2010, l'offre de produits « verts » est, en conséquence, incomparablement supérieure à celle qui existait 20 ans avant et les consommateurs beaucoup mieux informés. 80% de la population se dit ainsi sensible à la « consommation responsable ». Un sentiment que la crise ne vient pas radicalement bouleverser avec des préoccupations qui demeurent sur la raréfaction des ressources (dont l'énergie), les questions de climat et les relations environnement-santé...

Néanmoins, le **consumérisme vert** atteint ses limites ; et cela pour plusieurs raisons. D'abord, la crise et la baisse du pouvoir d'achat font, qu'en dépit des nombreuses incitations, beaucoup de produits ou d'investissements demeurent inaccessibles - comme, par exemple, l'achat de véhicules électriques ou l'isolation lourde des logements. Si la consommation de produits « bio » résiste, c'est à petite vitesse. Ensuite, on constate que les progrès faits dans un domaine sont souvent plus que compensés par des surconsommations dans d'autres : les gains sur l'isolation des logements sont, par exemple, fortement réduits par l'explosion de la consommation des appareils électroniques, ou l'augmentation du confort de chauffage (« **l'effet rebond** »). La volonté de transparence atteint aussi ses limites. Selon les produits, l'information diffusée s'avère soit réduite (comme c'est le cas pour l'énergie) soit surabondante et incompréhensible : seuls un quart de la population en est satisfaite ! Elle suscite, en fait, de plus en plus de méfiance - avec l'accusation de « greenwashing » et de « marketing vert ».

L'observation de tous ces blocages conduit, dans les années 2010-2013, à mener des analyses beaucoup plus fines sur les motifs de comportement des ménages, leur consommation directe ou indirecte d'énergie, les effets des incitations, et finalement sur les déterminants des choix de consommation et de modes de vie⁴⁰. L'accent est mis, en particulier, sur ce qui, dans ces choix, ressort de la contrainte ou de la

liberté réelle : si une partie des ménages consomme en moyenne deux fois plus d'énergie que les autres, c'est d'abord parce qu'ils y sont contraints par la difficulté de trouver un logement proche du centre. Tout cela permet finalement d'avoir une perception beaucoup plus claire des leviers à mobiliser pour aller vers une transition « post-carbone » (encart 3.28).

Encart 3.28

ÉNERGIE, MODES DE VIE ET CONSOMMATION : QUELS LEVIERS MOBILISER ?

SOURCE : CAHIERS DU CLIP : MODES DE VIE ET EMPREINTE CARBONE, N° 21, 2012
NOUVELLES REPRÉSENTATIONS DES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES, N°22, 2013.

Quels leviers mobiliser ?

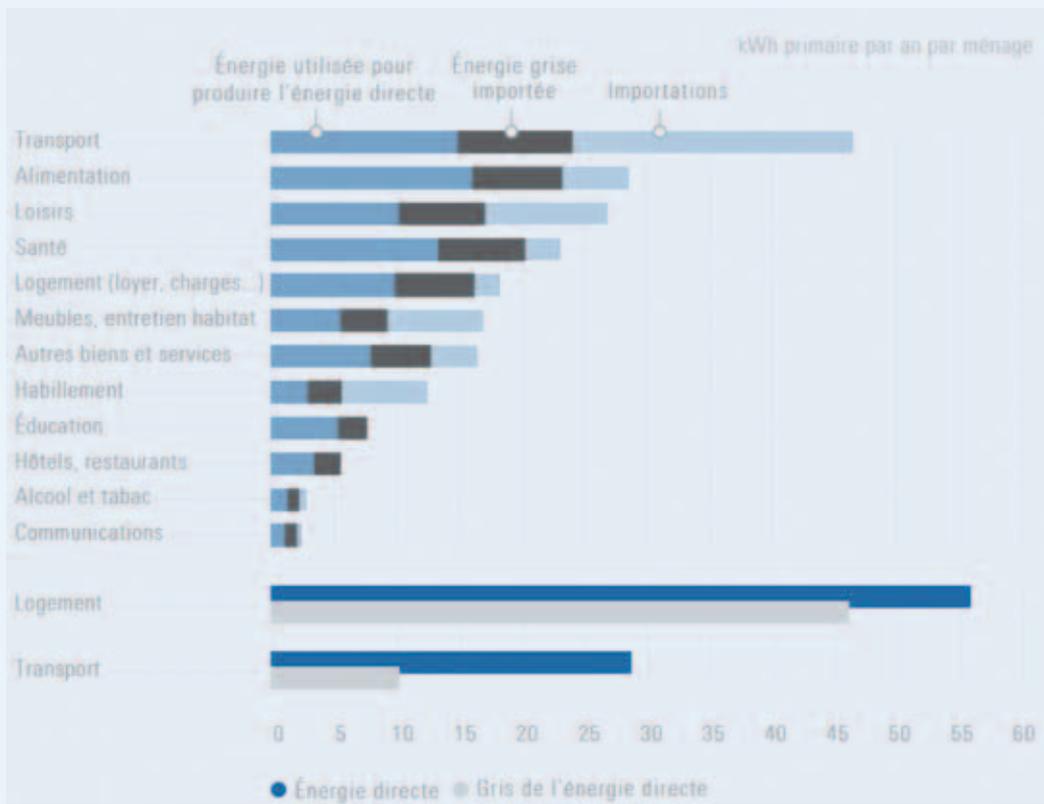
- ⊙ la réduction des surfaces disponibles par personne (adaptées à la taille des ménages tout au long de la vie) ;
- ⊙ le maintien de consignes de températures raisonnables dans les logements ;
- ⊙ les incitations à la rénovation et à l'habitat bioclimatique ;
- ⊙ une modération dans l'équipement électronique des ménages (ou leur consommation) ;
- ⊙ la mutualisation des usages des biens et services ;
- ⊙ une localisation à proximité des transports en commun ;
- ⊙ le renforcement des liens sociaux et des services de proximité ;
- ⊙ la réduction des distances quotidiennes parcourues et de la portée des déplacements ;
- ⊙ la préférence aux circuits courts, notamment alimentaires ;
- ⊙ l'usage quotidien des modes doux et des transports en commun ;
- ⊙ la limitation des distances parcourues en mobilité exceptionnelle ;
- ⊙ la baisse du gaspillage alimentaire et des emballages ;
- ⊙ une moindre consommation quotidienne de viande ;
- ⊙ une meilleure information sur l'impact collectif des choix individuels ;
- ⊙ un affichage carbone et énergie plus clair ;
- ⊙ des prix et tarifs incitant à la sobriété et à l'usage des renouvelables ;
- ⊙ une fiscalité pénalisant les émissions de gaz à effet de serre ;
- ⊙ la comparaison avec les communautés ou communes voisines.

Less is more

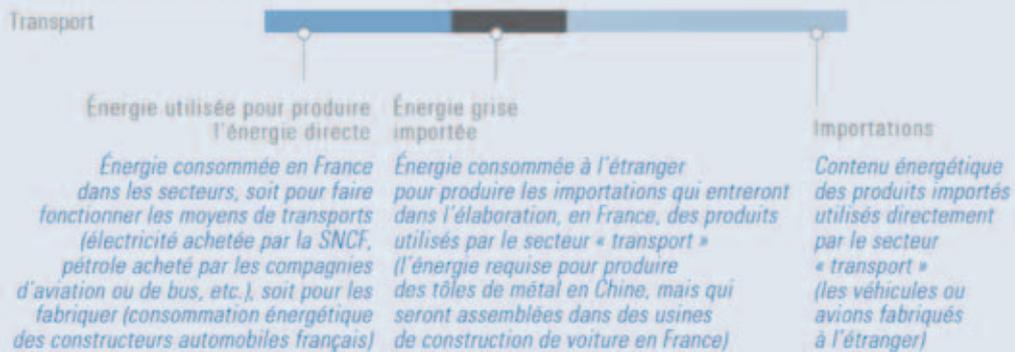
Si le consumérisme vert est critiqué, c'est aussi parce qu'il est en partie dépassé par un mouvement plus général de **remise en question du modèle consumériste** - dans un contexte de crise qui rend la consommation elle-même moins accessible pour une part croissante de la population. La situation économique

et écologique invite en effet à s'interroger sur le sens et la vulnérabilité d'un modèle de développement fondé sur l'accumulation de produits et services, dont beaucoup sont très peu utilisés, rapidement obsolètes (une « **obsolescence programmée** »⁴¹) et qui se traduisent par des conséquences écologiques - et souvent sociales - irréversibles que personne ne peut finalement maîtriser. La consommation est perçue

DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE LARGEMENT OCCULTÉES POUR LES MÉNAGES



Aide à la lecture (barre transport)



comme une forme de boulimie ou d'addiction dont il faut pouvoir se libérer pour revenir à ce qui est considéré comme l'essentiel - l'épanouissement de soi, les relations sociales, le « bien-être ». Elle pose d'autant plus problème que l'on sait désormais un peu mieux dans quelles conditions - en Chine, au Bangladesh... - les produits sont fabriqués. **Les mots de décroissance, de frugalité, de simplicité volontaire... remplacent ainsi peu à peu ceux de consommation responsable ou de développement durable, emportés par la crise.** Ils font écho aux travaux des chercheurs et experts qui s'interrogent sur un possible peak de la consommation - un « peak stuff » qui aurait déjà été dépassé en Grande Bretagne en 2008⁴². Il arrive parfois que les mouvements sociaux qui les portent croisent sur leur chemin les « freegans », les « déchétiens », les « glaneurs », qui dénoncent également le gaspillage de la surconsommation en visitant les décharges ou les poubelles. Mais parmi ceux-ci, beaucoup sont aussi les laissés pour compte de la situation économique et du chômage...

Cette remise en question de la consommation rejoint une autre tendance qui est le retour à l'autoproduction, au jardinage, au bricolage, à la cuisine... à **un nouvel âge du faire**. Produire soi-même est une autre façon de « reprendre la main » par rapport à une société qui propose des produits qui ne peuvent être réparés ou dont la provenance est incertaine ; mais aussi de se déconnecter par rapport à un monde de plus en plus rapide, où chacun se sent dépendant de l'autre. Ce souci de faire soi-même s'accompagne d'une volonté d'utiliser des matériaux ou des produits locaux plus écologiques et sûrs. Après une longue période de déclin, l'auto-construction de logements (« les nouveaux Castors ») connaît une amorce de redéveloppement, de même que la participation à la restauration du patrimoine local. Si c'est surtout l'occasion de tisser des liens, d'échanger des expériences et des émotions, cela pourrait, à terme, devenir une réponse non négligeable à la crise du logement⁴³.

Villes en Transition, initiatives citoyennes et mouvements alter...

Les initiatives citoyennes ou actions plus militantes se rejoignent pour favoriser la mise en place de nouvelles formes de solidarités soit communautaires, soit plus ouvertes. Cela peut aller de crèches ou d'écoles autogérées, à la création de monnaies locales, en passant par l'auto-partage, la mutualisation de certains achats, ou la constitution de circuits courts liant citadins et agriculteurs locaux. S'inspirant du mouvement des **villes en transition**, lancé en Grande Bretagne, certaines de ces initiatives citoyennes visent à organiser la mobilisation sur les thématiques de la transition énergétique et de la **résilience** au changement climatique et à la hausse des prix du pétrole. Après avoir connu un lent développement au début des années 2010, ces expériences urbaines connaissent un nouvel, mais modeste, essor fin 2014 - avec la mise en œuvre des premières mesures consécutives au Débat national sur la transition énergétique, et l'appui de quelques villes qui en font la promotion. Une jonction se fait donc entre ces dynamiques issues de la société civile et les politiques locales ; notamment sur les thèmes de la rénovation urbaine, de la précarité énergétique et de la vulnérabilité au réchauffement et aux événements extrêmes. Simultanément, on assiste à un rapprochement entre les responsables territoriaux et le **mouvement coopératif** qui développe progressivement une offre compétitive d'énergies renouvelables. Une part de la coupure qui séparait traditionnellement une approche technique et une approche plus sociétale des questions énergétiques et climatiques se referme.

La sobriété comme nécessité ou comme choix maîtrisé ?

Même s'ils traversent assez largement la société française, ces mouvements de retrait du consumérisme n'ont encore qu'une influence marginale sur les modes de vie. Entre de vagues préoccupations et les actes réels, la distance reste encore béante, avec des obstacles au changement qui semblent infranchissables (**encart 3.29**). Si, en ces années 2010-2014, les modes de vie se modifient, c'est d'abord en raison de la crise économique et de la hausse des coûts des **dépenses contraintes**, parmi lesquelles les transports, le logement et l'énergie. La **sobriété est avant tout le produit de la nécessité**. Celle-ci se traduit d'abord par une baisse des consommations les plus élastiques : loisirs, soins de confort, voitures, alimentation, habillement... Mais les restrictions touchent

aussi celles qui le sont beaucoup moins : dépenses de combustibles ou de transport, habitat en location, assurances... Les temps de vacances diminuent, la mobilité plafonne, les jeunes vivent plus longtemps chez leurs parents, la colocation se développe... et ceci malgré un recours croissant au low cost, au hard discount et au « gratuit ». Seules les dépenses de télécommunication et l'épargne de précaution sont préservées.

Dans le domaine de l'énergie ces contraintes liées à la crise se doublent d'un contexte spécifique de hausse considérable des prix. Après de nombreuses années de stabilité, ceux de l'électricité se situent désormais sur une trajectoire d'augmentation de plus 30% entre 2011 et 2017, rejoignant le mouvement de hausse précédemment constaté pour le pétrole et de gaz. La situation devient inextricable pour les presque 4 millions (certaines autres sources disent 8 millions)⁴⁴ de **précaires énergétiques** - retraités, familles monoparentales, jeunes chômeurs - qui doivent consacrer à l'énergie plus de 10% de leur budget. Non seulement ils sont particulièrement exposés à la crise, mais ils font partie des 20% de ménages modestes qui dépensent près de 3 fois plus (en proportion de leur revenu) pour l'énergie que les 20% les plus riches, et ont très peu de marges de manœuvre pour modifier leur consommation. Reste comme solutions de ne pas payer les factures - et de se voir couper le courant - ou de ne plus se chauffer ou se déplacer : la sobriété imposée dans la pire des conditions, que cherchent à retarder les dispositifs de solidarité sociale...

Sobriété subie ou choisie et gérée pour être socialement acceptable ? À l'échelle de la région parisienne, le constat fait d'une stabilité depuis l'an 2000 des déplacements en voiture (très différenciée selon les zones) conduit à la conclusion que tout n'est pas lié aux **effets de la crise** ou de l'augmentation depuis 2003 des prix de l'essence ou du gazole (45%) : c'est aussi l'effet d'un **changement de valeur** et de **politiques locales** persévérantes, favorables à d'autres formes de mobilité. C'est dans ce **triptyque**, avec toutes les difficultés liées aux situations contraintes, que peut se déployer une alternative à la **sobriété brutalement subie**.

2014-2022 : Le social au centre : le choix de stratégies ciblées

Une vision sociale de la transition énergétique et climatique

La crise se poursuivant, les pressions à la hausse des prix de l'énergie s'accroissant, et les budgets des collectivités publiques étant toujours aussi contraints, la priorité tout au long des années 2014-2022 est donnée à une gestion aussi économique que possible des situations sociales les plus inacceptables. **À une approche de l'énergie ou du climat par secteur ou par technique, se substitue une approche par groupe social** - dans une perspective qui n'est pas seulement la réduction des inégalités, mais qui est aussi celle d'une meilleure adaptation des politiques publiques aux responsabilités et aux capacités d'action qui sont celles de chaque catégorie de population. Grâce à tout un ensemble d'analyses menées au niveau national ou local, on prend conscience, en effet, à la fois des très fortes inégalités « écologiques » existantes dans l'accès à l'énergie ou la vulnérabilité au climat ou au **peak oil**⁴⁵ ; mais aussi des différences très grandes de responsabilités dans la consommation d'énergie ou « l'empreinte carbone » de chaque catégorie de population. On évoque, par exemple, une amplitude de un à neuf pour « l'empreinte carbone Logement », et plus encore sur les transports, pour une quinzaine de profils contrastés de la population française (**encart 3.30**)⁴⁶. Il apparaît également nécessaire de mieux tenir compte des contraintes et des motivations spécifiques à chacun de ces groupes. Tant au niveau national que local, l'action publique, étroitement articulée avec la société civile, s'oriente donc vers des **stratégies ciblées**.

Encart 3.29

AMAP, COVOITURAGE, SOBRIÉTÉ ÉLECTRIQUE : LIMITES ET LEVIERS DE TROIS PRATIQUES ÉMERGENTES

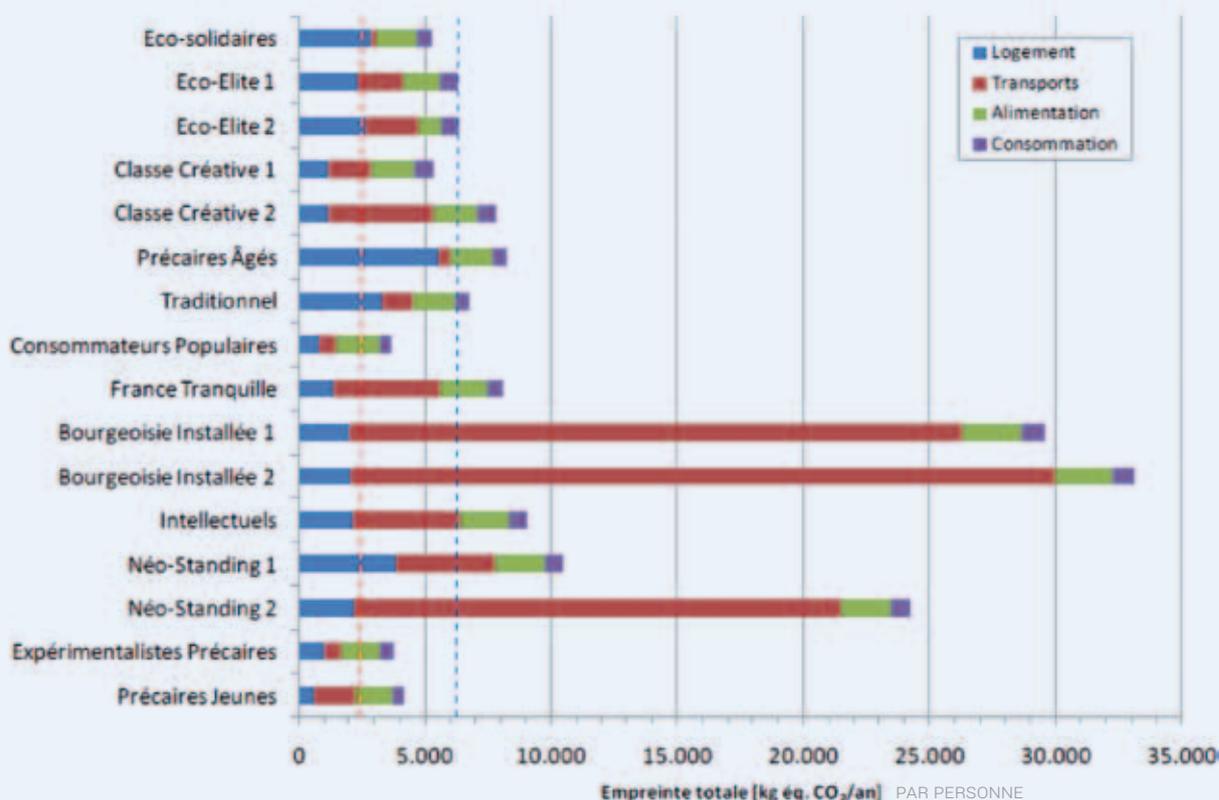
SOURCE : GHISLAIN DUBOIS, TEC-LAZULI, PROGRAMME TRANSITION VERS UNE ÉCONOMIE ÉCOLOGIQUE, RAPPORT POUR LA MISSION PROSPECTIVE DU MEDD, 2012

ADHÉSION À UNE AMAP	
CARACTÉRISTIQUES STRUCTURELLES	Une Amap doit exister à proximité du domicile ou travail
COMPOSITION DU MÉNAGE	Le nombre de membres de la famille peut limiter le fonctionnement par panier
VALEURS VÉHICULÉES	Solidarité - Acte militant - Nouveau mode de développement
IMAGINAIRE SUSCITÉ	Alimentation saine, santé - Proximité producteur
PROJET DE VIE CORRESPONDANT	Changer son mode de consommation
INCIDENCE ÉCONOMIQUE ?	Des produits plutôt plus chers que dans les grandes surfaces
POINT DE BASCULE ?	Années 90-2000 crises sanitaires et alimentaires
RESPONSABILITÉS DE LA SOCIÉTÉ (PRODUCTEURS, INSTITUTIONS...)	Forte côté producteurs puisqu'ils sont à l'origine de l'AMAP Faible côté des institutions qui peuvent inciter aux AMAP
COVOITURAGE	
CARACTÉRISTIQUES STRUCTURELLES	Localisation du travail, du domicile, des loisirs
COMPOSITION DU MÉNAGE	Peut engendrer des contraintes comme les trajets des enfants à l'école
VALEURS VÉHICULÉES	Engagement citoyen - Engagement écologiste
IMAGINAIRE SUSCITÉ	La nécessaire transformation du lien individuel à la voiture : partage plutôt que liberté
PROJET DE VIE CORRESPONDANT	Diminuer son bilan carbone mais perdre en autonomie
INCIDENCE ÉCONOMIQUE ?	Économie sur les coûts liés au véhicule (carburant, stationnement, péage...)
POINT DE BASCULE ?	Forte augmentation du prix du coût du carburant Grèves des transports en commune
RESPONSABILITÉS DE LA SOCIÉTÉ (PRODUCTEURS, INSTITUTIONS...)	Forte côté producteurs mais indirectement puisqu'ils maîtrisent l'offre de véhicules Forte côté institution indirectement via l'offre de transports alternative
SOBRIÉTÉ ÉLECTRIQUE	
CARACTÉRISTIQUES STRUCTURELLES	Caractéristique du logement : chauffage, équipements
COMPOSITION DU MÉNAGE	Rapport aux objets électriques différents selon les générations, des négociations peuvent être nécessaires
VALEURS VÉHICULÉES	Équilibre entre le confort souhaité (foyer) et des économies d'énergie (bénéfice foyer et planète)
IMAGINAIRE SUSCITÉ	Fée électricité Confort gratuit dans les équipements
PROJET DE VIE CORRESPONDANT	Diminuer son bilan carbone Adopter un mode de vie sobre en énergie
INCIDENCE ÉCONOMIQUE ?	Des économies sur la facture d'électricité qui ne sont toutefois pas décisives
POINT DE BASCULE ?	Grandes pannes électriques Futures augmentations du coût de l'électricité ?
RESPONSABILITÉS DE LA SOCIÉTÉ (PRODUCTEURS, INSTITUTIONS...)	Forte et ambiguë côté producteurs qui poussent à consommer (équipements) et mettent en valeur la préservation des ressources Faible côté institutions qui mettent en œuvre des campagnes de communication mais ne comprennent pas suffisamment les ménages

Encart 3.30

L'EMPREINTE CARBONE DE PROFILS CONTRASTÉS DE LA POPULATION FRANÇAISE

SOURCE : EIFER-SOCIOVISION, MILIEUX URBAINS DURABLES, 2011 ET ARTICLE VERS DES MODES DE VIE DURABLES, REVUE FUTURIBLES N°392, JANVIER-FÉVRIER 2013



Les profils sont définis selon un grille d'analyse développés par Sociovision sur la base du niveau socio-économique et des dynamiques du changement culturel.

NB : La ligne verticale bleue représente l'empreinte moyenne des français et la ligne rouge, la cible à atteindre dans une perspective de Facteur 4.

Des stratégies ciblées par groupes de population

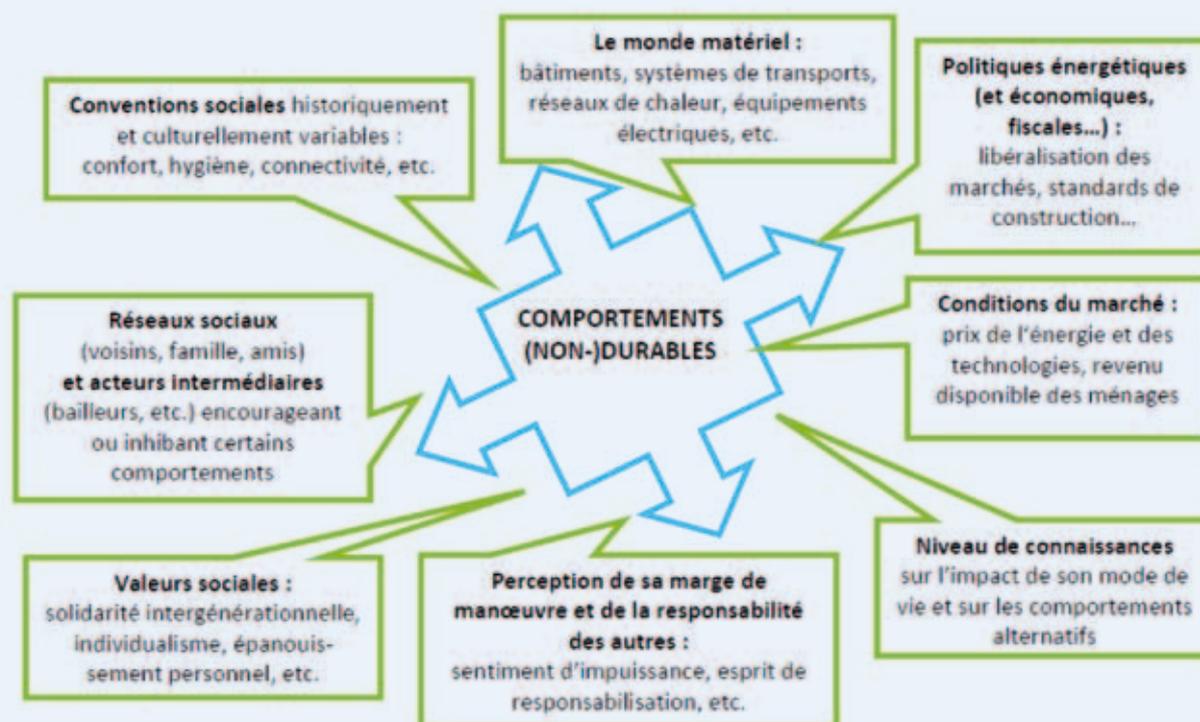
À l'instar de ce qui est déjà esquissé dans certains Plans Climat-Énergie Territoriaux, comme celui d'Angers, toutes les mesures d'incitation, d'aide ou de sensibilisation sont différenciées en fonction des différents groupes sociaux ; et les priorités d'action ciblées sur quelques populations jugées prioritaires. En matière d'énergie, par exemple, une séparation claire est faite entre les ménages à « l'avant-garde », ceux qui sont efficaces, ceux qui sont « énergivores » (et consomment trois fois plus que les précédents)⁴⁷, ceux qui sont contraints (habitants du périurbain ou en habitat ancien), et enfin ceux qui sont précaires ou vulnérables. La même différenciation est étendue aux entreprises. Il s'agit de valoriser les progrès des uns, d'augmenter les tarifs ou les taxes pour les autres,

et d'ouvrir les marges de manœuvre ou de recentrer les interventions publiques sur les plus précaires ou contraints. Par exemple, une stratégie ciblée est menée en direction des populations précaires âgées⁴⁸ - dont 60% habitent en centre ville - avec des conseils personnalisés issus de volontaires retraités voisins, la réorientation prioritaire des Certificats d'Économie d'Énergie vers ces populations, une extension du programme « Habiter mieux », une meilleure coordination de aides sociales, etc. Dans beaucoup de domaines une **double tarification** est mise en place pour réduire les coûts pour les populations les plus modestes. L'objectif, dans tous les cas est de combiner soutien à court terme et changements structurels sur le long terme. Cela suppose (**encart 3.31**) de situer les actions ponctuelles dans une analyse dynamique des changements de comportement attendus pour chaque groupe.

Encart 3.31

ILLUSTRATION DE QUELQUES FACTEURS INFLUENÇANT LA NATURE ET LA DYNAMIQUE DES COMPORTEMENTS INDIVIDUELS - DURABLES OU PAS

SOURCE : HUBER ANDREAS, DANS MILIEUX URBAINS DURABLES. EIFER SOCIOVISION - 2012.
PROGRAMME « REPENSER LES VILLES DANS UNE SOCIÉTÉ POST-CARBONE »



Information, émulation et droit à l'expérimentation locale

Parallèlement à ces stratégies ciblées, l'effort est porté, tant au niveau national que régional ou des villes, sur l'appui aux initiatives de la société civile et sur la diffusion et l'échange d'informations. Chaque produit porte désormais une étiquette qui indique précisément son empreinte carbone - et sa classe par catégorie. De nouveaux compteurs intelligents permettent aux ménages de connaître la consommation instantanée de leurs appareils et de répartir leur consommation entre heures creuses ou de pointes (sur-tarifées). Ils donnent aussi la possibilité, de se comparer aux autres habitants du quartier ou des communautés voisines. Des prix sont même attribués localement pour les projets ou les réalisations les plus innovantes, qui sont diffusés dans les réseaux sociaux. Enfin et surtout, l'État et les collectivités locales favorisent les **expérimentations** - qu'elles soient proposées par la société civile ou menées à l'initiative des territoires - le premier consacrant un **droit général à l'expérimentation**, y compris en dérogation des normes existantes. La priorité est donnée à des projets qui associent étroitement innovation sociale et innovation technologique, action sur les modes de vie et création ou développement d'emplois locaux, - à l'instar de celui imaginé quelques années plus tôt par des collectivités de la région Alsace et des entreprises privées, à partir de la création d'une **monnaie exprimée en « économie kWh ou carbone »** (encart 3.32). Là encore, l'enjeu majeur est de réduire le fossé qui existe trop souvent entre les approches techniques et sociétales de l'énergie et du climat.

Encart 3.32

L'EXPÉRIENCE D'ALSACE GLOBALE : UNE MONNAIE LOCALE AU SERVICE DE L'INNOVATION

Le projet initial « Alsace Globale », devenu aujourd'hui la société POLEN et son réseau de franchises, souhaite démontrer au niveau individuel et local qu'il est possible de créer de nouvelles richesses, de nouvelles ressources économiques en réallouant une partie significative des économies d'énergie placées dans un compte épargne dans le sens du bien commun et d'une correction majeure, à moyen et long terme, des tendances contextuelles non soutenables.

Ces richesses, existantes pour partie mais non mesurées au sens monétaire conventionnel, relèvent pour l'essentiel du temps de l'individu non soumis à convention d'emploi et des activités du cerveau ou « wetware ». Il s'agit de bâtir un démonstrateur de préfiguration de l'économie de l'usage sur un territoire doté d'un Plan Climat, en l'occurrence le pays d'Alsace Centrale autour de Sélestat.

Le projet vise à rapprocher « demande » et « offre » de produits et services innovants sobres en énergie et peu carbonés principalement dans le domaine de la mobilité, mais aussi de l'habitat et de la consommation. Pour cela, des écosystèmes numériques d'accès gratuit seront mis en œuvre sur le territoire. Les actions sobres en énergie pourront y être valorisées grâce à l'introduction d'une « monnaie » environnementale numérique inspirée du mécanisme des Certificats d'Économies d'Énergie, et valorisant les kWh non consommés pour l'achat de solutions vertueuses (sobres, efficaces, renouvelables, stockant du carbone...) chez d'autres commerçants, prestataires partenaires et industriels.

Deux lois sur les coopératives et les associations d'immeubles

Début 2016, poursuivant ses efforts pour relancer le logement et accélérer la rénovation énergétique, **le gouvernement fait voter deux lois importantes**. L'une porte sur les coopératives, l'autre sur les associations de résidents habitant dans le même immeuble. La première, prenant exemple sur ce qui se passe aux Pays-Bas, et qui avait émergé avec des initiatives telles que Energie Partagée en France en 2012, favorise le financement par l'épargne logement, les livrets « développement durable » ou les fonds de retraite de **coopératives** ayant pour objet soit de construire des logements proposés à la location⁴⁹, soit de développer les énergies renouvelables et de rénover les bâtiments. La seconde vise à élargir les assemblées de propriétaires aux locataires habitant dans le même immeuble pour discuter des projets de rénovation ou de l'aménagement des parties communes. Il s'agit, dans ce dernier cas, de favoriser les arrangements entre propriétaires et locataires, tout en intégrant la dimension collective. Ce qui permet de réduire un des facteurs importants de blocage à la rénovation énergétique des immeubles.

2022-2035 : entre nécessité et basculement des valeurs - la marche à la sobriété

Quatrième choc pétrolier

C'est dans ce contexte de mobilisation des acteurs économiques, politiques et sociaux que survient en 2022 le **quatrième choc pétrolier** - prévu par certains experts dix ans plus tôt. Ce choc va jouer le rôle non pas de déclencheur, mais d'accélérateur des changements à l'œuvre depuis longtemps. Les monarchies du Golfe, l'Irak, la Syrie, l'Iran, sont traversées par des mouvements sociaux ou des guerres civiles qui menacent de se transformer en conflit régional. Le prix du baril passe de 110 dollars à plus de 200, puis de 250 en quelques semaines. La production du grand gisement pétrolifère d'Al Ghawar, en Arabie Saoudite est brutalement réduite à l'automne 2022. Les marchés s'affolent, d'autant que les tensions s'avivent entre l'Iran et Israël et que l'hiver approche. À un moment, les 300 dollars sont courtement dépassés, un triple-

ment en l'espace de quelques mois. Cela rappelle aux pays de l'Union européenne leur dépendance et leur fragilité économique ; et ranime le débat sur l'indépendance énergétique et le choix du mix énergétique. Les dégâts subis par les installations ne permettent pas d'espérer un retour rapide à la production normale. Il faudra attendre 2024 pour que les prix redescendent en dessous de 200 dollars le baril.

Après les « années noires », la remobilisation

Les conséquences de ce quatrième choc, alors que les économies européennes sortaient à peine de la crise, sont terribles. La croissance redevient négative, le chômage repasse la barre des 10%, la balance commerciale connaît un déséquilibre sans précédent. Les pêcheurs, les agriculteurs, les transporteurs de fret, les compagnies d'aviation, le secteur automobile, la chimie... sont touchés de plein fouet. De nombreux Français recourent à la solidarité familiale, à l'économie souterraine, aux associations caritatives pour « joindre les deux bouts » et modèrent leur consommation dans tous les domaines : alimentation, carburants, chauffage. Quelques grandes agglomérations perdent aussi des habitants au profit des petites villes. À un moment l'idée d'un rationnement du pétrole est même évoquée - ce qui amène à se replonger dans l'histoire. Le choc est donc sérieux, et il laissera des traces...

Mi 2024, le baril se stabilise autour de 180 dollars. Si la situation reste incertaine, et l'impact de la crise encore palpable, l'heure est à la remobilisation. La volonté de changement est à la hauteur du traumatisme subi. Il devient évident pour tout le monde que ce choc, vécu pendant deux ans, constitue une alerte, un tournant dont il convient de prendre la mesure. Dès la fin 2024, des premières décisions sont prises pour relancer les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique. Mais les mesures techniques ne suffisent pas. La montée de la pauvreté et la dégradation des conditions de vie dans les agglomérations soulignent la nécessité d'entreprendre également un ambitieux programme de réformes sociales - prenant appui sur les initiatives déjà engagées par les collectifs de citoyens et les collectivités locales. Celles-ci constituent un vivier d'expériences qui ont fait leur preuve pendant les années difficiles, pour lutter contre la précarité, réduire la dépendance aux fossiles, adapter les manières de vivre et de consommer. Une partie importante de la population considère qu'il est souhaitable de s'en inspirer. En préparation des élections présidentielles de 2027, un mouvement politique est

ainsi créé qui prend le nom de « **Résilience** ». Plusieurs de ses représentants entrent dans le gouvernement cette même année. **Il ne s'agit pas de proposer des ruptures venues d'en haut - qui seraient rapidement rejetées par les habitants - mais plutôt de favoriser des initiatives locales, publiques, privées, ou associatives, allant dans cinq directions : les façons de travailler, les modes d'habiter, la mobilité, les loisirs et la consommation.** Mais tout cela passe d'abord par une autre façon d'organiser le temps.

Un « Grenelle du temps »

Depuis plusieurs années les questions d'organisation du temps avaient donné lieu à discussions, notamment à propos des rythmes scolaires, de la garde des enfants, du travail à temps partiel, de l'ouverture du commerce le dimanche... sans qu'il soit possible de trouver un bon compromis entre les besoins de l'entreprise et ceux des familles, de plus en plus éloignées des lieux de travail. Fin 2027, un « **Grenelle du temps** » réunit tous les partenaires sociaux et les acteurs publics concernés pour aborder, à travers plusieurs chantiers, toutes ces questions liées à l'usage du temps, aussi bien dans la journée que dans l'année, ou au cours du cycle de vie. Si les accords négociés au niveau des branches restent la règle, une tendance générale se dégage de la concertation pour rapprocher temps de travail et temps scolaire : **la journée de travail se terminera désormais avant 16 heures** - avec une très courte pose pour le repas -, de manière à permettre aux parents d'être davantage présents aux cotés de leurs enfants et à chacun de se consacrer à d'autres activités après le travail. En revanche, tous les services ouverts au public (commerces, postes, services au public...) fonctionneront en horaires décalés pour pouvoir être accessibles jusqu'à au moins 19 heures. Ce réaménagement doit aussi permettre d'écarter les heures de pointe des transports collectifs. Des ajustements pourront cependant être négociés au niveau local, notamment pour tenir compte des conditions climatiques - un des chantiers de la concertation ayant d'ailleurs porté sur l'adaptation au réchauffement (adaptation aux saisons, activités de nuit ...). À cette fin les « **bureaux du temps** » sont relancés. La question des **conditions de travail** est aussi discutée, avec à la fois celle des horaires fractionnés, de l'organisation de la journée en fonction de la nature des activités, ou de la prise en compte de la pénibilité pour les dates de départ en retraite... Les partenaires sociaux et les entreprises sont ainsi invités à penser à

de nouveaux modèles d'organisation pour favoriser le bien être et la santé au travail - sans négliger les possibilités ouvertes par le télétravail. La décision est par ailleurs prise d'ouvrir à chaque actif un droit sur toute la vie active à une demi-année de formation (en plus de celles souhaitées par les employeurs).

Éloge de la lenteur versus flux tendus d'information

Le Grenelle du temps s'inscrit dans une réflexion plus générale sur les temporalités urbaines et sur la manière dont le temps structure les façons de produire et de consommer. Cela conduit à interroger les notions de **vitesse, de flux tendu et de juste à temps** - qui ont structuré toute l'organisation de la mobilité, de l'aménagement des villes et des systèmes de production-distribution dans toutes les décennies antérieures. La tendance à aller vers toujours plus d'accélération dans la circulation des produits, des personnes, des transactions financières, des informations, et finalement des modes de vie... et à courir en permanence après les urgences est dénoncée⁵⁰. À l'échelle inter-régionale, les entreprises et les grands distributeurs sont appelés à réfléchir aux solutions qui permettent, pour certaines activités, de réduire les contraintes de temps (délais de livraison, gestion des stocks, limitation du juste à temps...). Cela conduit à déplacer une partie des transports sur des modes lents (transports par voie d'eau...). **Il ne s'agit pas de ralentir toutes les activités, mais plutôt de reconnaître la possibilité de fonctionner à plusieurs vitesses.** C'est le cas, en particulier, à l'échelle des villes, où se confirme la coexistence et s'accroît la séparation entre des réseaux lents (zones 30, modes doux, infrastructures à vitesse réduite, quartiers réservés aux piétons) et les réseaux rapides. Le « **slow** » (slow food, slow city...) s'oppose au « fast » de la société de consommation des décennies antérieures. Des tarifs lents sont proposés aux voyageurs désirant à la fois réduire leur empreinte carbone et diminuer le coût de leur voyage. Inversement le prix de la vitesse est accru, avec des taxes plus élevées sur les formes de mobilité très rapides (autoroutes urbaines à péage, avions...). Des limitateurs de vitesse sont mis en place sur les voitures. Les moyens de transports sont réaménagés de manière à offrir plus d'espace, de lieux de sociabilité, de jeux pour les enfants : les voyageurs n'ont pas le sentiment de perdre leur temps, mais, au contraire de le regagner. « Dépêchez-vous d'aller lentement » est un des nouveaux slogans de la SNCF. Cet éloge

de la lenteur oblige à requalifier les espaces publics, à redessiner les paysages urbains, à valoriser les expériences sensibles, à redonner vie aux quartiers. C'est un des éléments essentiels d'une nouvelle urbanité qui se construit.

Mais cette lenteur n'est qu'apparente. Si globalement les vitesses de déplacement se réduisent, les technologies de l'information et de la communication permettent, à l'inverse, une circulation de l'information de plus en plus rapide. Cette différence conduit à transférer une part des échanges matériels sur le virtuel : le travail collaboratif se développe, comme le recours aux téléconférences, au télétravail, aux téléservices, à la télémédecine, à la télé-éducation... tandis que le e-commerce dépasse désormais le commerce traditionnel. Les tensions s'accroissent ainsi entre l'immédiateté de ces réseaux « sans couture » et une société qui aspire, par ailleurs, à retrouver une certaine maîtrise du temps. Certains consommateurs cherchent à se protéger de ce trop-plein d'information, de cette « infobésité ». Le mouvement « zone blanche » - qui s'est exprimé lors du Grenelle du temps - invite à la sobriété informationnelle, et demande aux internautes ou utilisateurs de smartphones - comme aux télétravailleurs - de se ménager des périodes « blanches » sans communication... Là encore, comme à l'échelle de la ville, il s'agit de mieux séparer les temporalités et les vitesses.

Usages et frugalité : un autre rapport aux objets

À travers les interrogations posées depuis plus de quinze ans sur **l'obsolescence programmée des objets**, et depuis beaucoup plus longtemps sur la durée de vie des produits, ces questions de temporalité de la vie urbaine font quelque part écho à ceux du statut des objets, aux questions de maintenance, d'entretien, de recyclage... et, plus généralement de différenciation entre l'usage et l'achat, entre la propriété et la location. À la fin des années 2020, après avoir été définie réglementairement, l'obsolescence programmée des objets est interdite. Un marché se développe pour des objets plus simples, plus robustes, moins coûteux, mais aussi plus faciles à entretenir et à réparer - tout en consommant moins d'énergie. Les vêtements, les appareils électroniques ou ménagers, les moyens de transport connaissent plusieurs vies - avec un marché de l'occasion qui croît encore un peu

plus. Les innovations les plus recherchées sont celles qui préservent une compatibilité avec les usages antérieurs. La recyclabilité devient la règle.

Dans une perspective voisine - qui est de privilégier l'usage - **les pratiques de location** ou de consommation collaborative (autopartage...) connaissent une progression spectaculaire. Les sociétés de services se multiplient pour y répondre. Cela permet qu'émerge enfin une « **économie de la fonctionnalité** », capable de garantir aux consommateurs le service qu'ils recherchent (santé, sécurité, propreté, mobilité...), sans les obliger à s'équiper ou à acheter les produits nécessaires. C'est le cas, notamment, dans le domaine de l'énergie, où se développent des sociétés de gestion de l'efficacité énergétique, qui proposent à chaque ménage intéressé les meilleures combinaisons de solutions possibles. Souvent les habitants leur préfèrent cependant les **gestes quotidiens d'une consommation plus frugale** : disposant désormais de beaucoup d'informations ils gèrent avec soin leurs usages de ressources, l'eau, l'électricité, les combustibles, les produits alimentaires... qui diminuent sensiblement.

Parallèlement, les réflexions sur **le transport de marchandises** et la provenance des produits prennent un caractère plus concret. La transparence sur les filières d'approvisionnement - et leur impact carbone - est mieux assurée. Beaucoup de marchandises sont désormais conditionnées pour pouvoir être conservées et stockées plus durablement. La carte des lieux de stockage et des chaînes logistiques est redessinée pour réduire les kilométrages parcourus et favoriser une intégration plus écologique du fret dans les villes. Les entreprises réduisent la gamme des produits proposés pour limiter les risques de rupture de stock. La mutualisation et l'optimisation des capacités de transport deviennent la règle. Chaque collectivité locale élabore désormais une stratégie précise et volontariste de « facteur 2 » pour la logistique urbaine (entre 2030 et 2050).

Le monde de Gulliver : redécouverte de la proximité et cohabitation

La réduction des vitesses de déplacement - et les prix des carburants - contribuent à réduire les distances parcourues et à contracter les territoires de la vie quotidienne. Les ménages tentent désormais de se loger au plus près de leur lieu de travail, alors que le prix des combustibles a sensiblement augmenté. D'autres cherchent à retrouver plus d'autonomie dans leur emploi du temps et se mettent à leur compte en créant - parfois en association - des micros-entreprises, ayant souvent recours au télétravail. Pour fixer cette population d'actifs, les collectivités mettent à la disposition de ces entreprises de petite taille des locaux multiservices qui permettent de mutualiser tout un ensemble d'équipements. Ils fonctionnent comme des petits « hubs » offrant différentes solutions de mobilité, au centre de circuits courts... C'est l'un des éléments de l'animation des quartiers, auxquels les villes attachent désormais une attention prioritaire. Les commerces et services de proximité sont systématiquement favorisés ; la démocratie de quartier s'installe ; l'accessibilité est repensée pour tenir compte de la réduction des déplacements motorisés. Mais cela n'est pas toujours possible dans tous les territoires : là où les habitants sont trop éloignés et dispersés, la population diminue.

Avec des prix croissants des combustibles, le changement de valeurs des générations nouvelles, et la réduction des vitesses, les demandes pour habiter à distance raisonnable des pôles urbains s'accroît - et avec elles, la tendance à **densifier les villes**. Malgré l'offre mise sur le marché par les coopératives relancées dix ans auparavant, il apparaît difficile de poursuivre cette densification sans restreindre la superficie disponible par personne... De 35m² au tournant du 21^{ème} siècle, celle-ci pourrait passer à 45 en 2050 : pour des raisons écologiques et économiques, cela paraît non durable. La nouvelle fiscalité foncière prend en compte, plus encore qu'auparavant, la densité d'occupation. La cohabitation et la colocation se développent. Certains logements sont conçus pour pouvoir s'adapter à la taille des ménages, avec une partie modulable. Des sociétés se spécialisent dans des « nanologis » ou l'art de concevoir ou d'aménager des « micro-logements ». Les appartements trop réduits se « désencombrent ». Des hôtels « capsules », concept importés du Japon, se développent et permettent de compléter cette ville des différents temps.

Les objets tendent eux-mêmes à se miniaturiser pour répondre aux contraintes spatiales. Dans certains collectifs, des espaces et des équipements sont aussi de plus en plus **mutualisés à l'échelle de l'immeuble ou de l'îlot**. C'est, en particulier le cas pour les équipements énergétiques, qui font l'objet de travaux coordonnés à l'échelle de plusieurs immeubles, avec - dans certains cas - des micros-systèmes de stockage. L'idée progresse, plus généralement, d'une gestion plus collective de l'énergie au niveau des immeubles : cela permet de réduire de un degré ou plus la température de consigne des logements, soit une diminution d'au moins 7% de la consommation pour le chauffage ; et d'associer propriétaires et locataires pour accélérer les travaux de rénovation.

Reconquête des espaces publics et qualité des services urbains

Dans ce contexte, les villes doivent faire face à des tensions contradictoires : répondre, en même temps, à la recentralisation des logements et aux demandes des habitants pour plus de qualité de vie ; et trouver un bon équilibre entre l'autonomie des quartiers et l'identité ou la lisibilité de leur territoire... C'est aussi pour elles l'opportunité d'accroître leur attractivité, leur cohésion sociale et leur « convivialité ». Elles profitent de la densification pour installer des réseaux de chaleur et des transports collectifs performants ; et mettent en place des politiques très ambitieuses de reconquête des espaces publics... Des maisons communes sont créées, des parcs urbains, des espaces piétonniers, des corridors écologiques, des centres culturels ou de loisirs... et le réseau de pistes cyclables étendu à toute la ville. La densification s'accompagne d'une politique de requalification et de végétalisation des espaces publics pour recoudre les tissus urbains et recomposer des trames vertes et bleues reliées aux zones naturelles extérieures. Une part de la voirie ou des parkings autrefois occupés par les automobiles est transformée en aires de jeu, squares, jardins ou terrasses. Ces espaces sont autant de lieux pour des activités physiques, culturelles, ludiques, festives, conviviales... Quelques quartiers font l'objet de rénovations lourdes sous la forme d'écoquartiers. Mais la priorité est plutôt donnée à la réhabilitation de l'existant, menée sur une grande échelle. Il s'agit de favoriser « l'urbanité » sous toutes ses formes. Cela n'empêche pas l'inégalité entre quartiers de se maintenir.

Entre résistance et résilience

Pour une petite partie de la population, ces évolutions ne vont pas suffisamment loin : ils demandent une transition beaucoup plus rapide vers les énergies renouvelables et prônent une frugalité extrême dans la consommation de ressources. Le mouvement des villes en transition est relancé, avec des communautés qui organisent localement leur autonomie énergétique. Certaines petites villes, prenant le relais, lancent des projets de « ville sans pétrole ». Mais ces mouvements extrêmes de « résistance à la consommation » et de sortie du fossile restent minoritaires. Pour la majorité des habitants les arguments économiques restent essentiels. Ils sont en revanche très sensibles à la notion de **résilience** et à la nécessité d'anticiper le réchauffement climatique et les hausses supplémentaires des prix de l'énergie. La demande s'accroît pour un habitat climatique, et pour des aménagements urbains réduisant les îlots de chaleur ou les risques d'inondation. Les ménages s'équipent en voitures électriques ou à faible consommation (2 L pour 100km). Ils accélèrent la rénovation énergétique de leurs logements, réduisent encore plus les gaspillages... Et surtout ils s'engagent dans des réseaux de solidarité susceptibles de venir en aide aux personnes âgées ou vulnérables pendant les épisodes de canicule ou d'inondations. **L'adaptation devient, en conséquence, une priorité politique de toutes les villes.** Elle prend désormais une place majeure dans les Plans Climat-Énergie Territoriaux, et fait l'objet de débats locaux importants.

Parallèlement, les modes de vie se modifient pour tenir compte des événements climatiques qui se sont accélérés. En été, au cours de la journée, les villes aux volets fermés semblent vides. Elles retrouvent leur activité à la tombée de la nuit ou au petit matin. Une certaine forme de birésidentialité se développe pour ceux qui ont les moyens d'échapper à la chaleur croissante des villes. Chaque quartier, chaque ville développe des jumelages avec d'autres territoires pour permettre cette alternance et ces mouvements pendulaires. En même temps, le bénévolat et le volontariat se développent pour faire face à l'éventualité d'incendies de forêts ou de grandes inondations : le sentiment général est que l'adaptation au changement climatique est une affaire commune.

2035-2050 : vers « un âge de la connaissance »

Carte carbone individuelle et choix des renouvelables

En 2032, dans un contexte où les alertes climatiques se multiplient, la communauté internationale se met enfin d'accord pour recommander à chaque pays d'accélérer la décarbonisation de leur production énergétique, avec comme objectif de limiter à 3°C la hausse moyenne des températures à l'horizon 2100. Moins concernée que les pays qui ont fait le choix du charbon et des énergies non conventionnelles (même si quelques projets d'exploitation de gaz de schiste ont vu le jour), la France est néanmoins placée devant un choix énergétique majeur - retardé par l'allongement de la durée de vie des centrales électriques décidé dans la décennie 2010-2020, et par la modération des consommations. Il s'agit de décider de la relance, en 2040, d'un grand programme nucléaire ou de faire le choix de la sobriété et des renouvelables. Après un vif débat, la décision est prise d'adopter la seconde solution pour des raisons qui sont plus techniques et économiques que sociétales : d'une part les surcoûts liés à la sécurisation et au démantèlement des centrales existantes se sont avérés beaucoup plus importants que prévus ; de l'autre, on arrive à la limite technico-économique de compatibilité entre les énergies renouvelables et les autres sources d'électricité conventionnelles (nucléaire et charbon nécessitant une production stable au cours de la journée, voire de l'année pour une rentabilité économique, stabilité que les EnR ne peuvent garantir). La production d'énergies renouvelables est considérablement accélérée, avec la possibilité pour les collectivités locales de s'impliquer beaucoup plus dans la production - distribution (« subsidiarité énergétique »). Mais cela ne suffit pas et la décision est prise de mettre en place en 2035 une **« carte carbone individuelle »**, qui devient rapidement une « carte énergie individuelle » afin d'accompagner la diminution rapide de production électrique liés à l'effet « falaise » du parc nucléaire. Elle limite à un certain quota les droits individuels de consommation énergétique et d'émissions de gaz à effet de serre, avec la possibilité de transférer ces droits à d'autres (**encart 3.33**). Ce système de quota est également appliqué aux entreprises, prolongeant les marchés de droits existant à l'échelle européenne. **On entre dans une certaine forme de rationnement, avec comme perspective un droit à émission par habitant égal à l'échelle de la planète.**

Encart 3.33

VERS UNE CARTE ÉNERGIE CARBONE INDIVIDUELLE ?

SOURCE : SANDRINE ROUSSEAU, DANS ÉTAT DES LIEUX INTERNATIONAL DES CARTES CARBONE POUR LES PARTICULIERS, ADEME - MEEDDAT, 2009. MATHILDE SZUBA, RÉGIMES DE JUSTICE ÉNERGÉTIQUE, DANS PENSER LA DÉ-CROISSANCE, SCIENCE-PO LES PRESSES 2013.

Les quotas personnels de carbone sont une décentralisation du système de permis négociables au niveau des individus. Ils consistent à plafonner la quantité d'émissions de GES pouvant être générée par les particuliers, et répartir les émissions autorisées entre ces derniers.

Les quotas personnels de carbone se composent de crédits carbone. Ces derniers sont débités lors de l'achat des produits et services réglementés dans le cadre du système, en fonction de leur teneur en carbone. Les crédits sont prélevés sur les comptes carbone des particuliers lors du paiement des achats, par carte ou débit direct. Ces unités carbone sont échangeables. Ceux qui dépassent leur quota peuvent compenser leur excédent d'émissions, par l'achat de crédits auprès de ceux dont les émissions sont inférieures au quota qui leur est alloué.

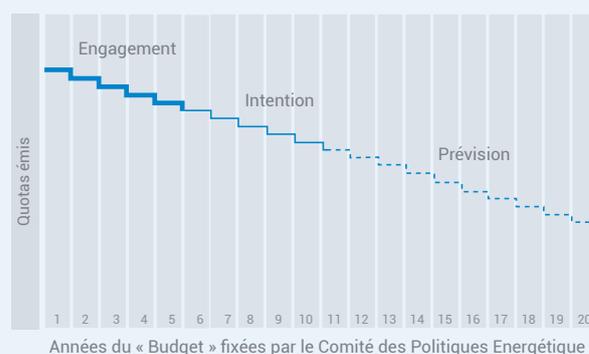
Sur une base d'allocation énergétique, les propositions de Tradable Energy Quotas et Personal Carbon Allowances ont été formulées dans les années 1990, par David Fleming (The Lean Economy Connection), Aubrey Meyer (Global Commons Institute) et Mayer Hillman (Policy Studies Institute). La proposition de Tradable Energy Quotas, dont David Fleming est à l'origine, a ensuite été développée dans ses aspects techniques par le Tyndall Centre for Climate Change Research, sous le vocable Domestic Tradable Quotas.

Ce système repose sur une participation obligatoire. Les crédits carbone seraient alloués par une autorité gouvernementale ou indépendante. Ces unités carbone seraient représentatives du droit d'émettre un kilogramme de CO₂ équivalent. La quantité de crédits disponible pour les particuliers dépend du budget carbone national. Défini pour des périodes de cinq ans, ce budget carbone serait progressivement réduit de façon à atteindre les objectifs de réduction des émissions pris par le gouvernement à l'horizon 2050 (en l'occurrence, le Facteur 4 pour la France). Une application sur la consommation énergétique est aussi envisageable, notamment dans une période de crise d'approvisionnement.

Un système d'échange de droits d'émission personnels de carbone n'a encore jamais été mis en place au monde. Ce concept a été développé au Royaume-Uni. Il commence à être considéré dans d'autres pays. Mais il est assez proche de mécanismes de rationnement mis en place historiquement au Royaume-Uni ou en France.

UN BUDGET CARBONE QUI SE RÉDUIT DANS LE TEMPS : UN HORIZON DE PLANIFICATION À 20 ANS

SOURCE : TEQ, FLEMING



Relocalisation des productions et nouveaux modèles économiques

Dans un contexte mondial et national totalement bouleversé, et sous la pression des nouvelles demandes sociales, c'est toute une partie du système de production - distribution qui accélère sa recomposition, avec une tendance forte à relocaliser certaines des entreprises parties dans les pays émergents, et à régionaliser le développement économique. Avec les contraintes sur l'usage des combustibles et la perspective - qui se précise - du peak oil, les coûts de transport augmentent fortement. Certaines grandes firmes font le choix de rapatrier quelques unes de leurs unités de production en France, accompagnées par des aides de l'État et des collectivités locales. Les villes favorisent l'implantation de réseaux d'entreprises interdépendantes sur des marchés du travail spécialisés - sur le modèle des anciens districts industriels de l'Italie du Nord. Mais surtout elles participent à la mise en place de **nouveaux modèles économiques** innovants fonctionnant à l'interface entre la demande de nouveaux services, le développement des nouveaux outils d'information et de communication, l'économie solidaire et l'usage parcimonieux des ressources (avec, par exemple, des **monnaies locales**). Des fablabs, ateliers composés de machines outils pilotées par ordinateur permettent de produire, sur la base de modèles, de très petites séries pour permettre de rapprocher les entreprises de leurs marchés de produits « à la demande ». Les circuits courts, l'économie circulaire, les coopératives de production et de financement, l'économie de l'entretien et de la réparation, la production de renouvelables, les technologies de la mesure, les services à la personne, les industries créatives... se développent. Ils permettent de créer de nouveaux emplois.

La ville vivrière

Cette recherche de la proximité et cette valorisation des circuits courts s'expriment aussi dans les domaines de l'alimentation et de l'agriculture. De plus en plus sensibles à la « mal-bouffe » et à l'empreinte carbone des produits les consommateurs sont maintenant de plus en plus nombreux à plébisciter les « Associations pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne » (AMAP) et à souhaiter le maintien d'une agriculture à haute qualité écologique à proximité des villes, ou dans leur région. Ils adaptent leurs achats aux saisons, et consomment moins de viande. L'idée que les villes peuvent être aussi des lieux de production alimentaire progresse, avec une multipli-

cation par 4 en 20 ans des jardins potagers. Si l'on en est encore très loin, en 2050, du projet utopique d'une autosuffisance alimentaire des villes, l'approvisionnement au niveau régional s'accroît dans des proportions importantes - ce qui crée de nouvelles solidarités entre villes et campagnes. Cela ne fait que renforcer les complémentarités déjà existantes en matière d'organisation des loisirs.

Vers « l'âge de la connaissance » et l'économie du lien

La société qui émerge après 2040 a profondément changé. La quête de la richesse matérielle et la soif de consommer semble s'être progressivement estompée au profit d'une recherche du sens et de liens. La façon de mesurer le bien être a, elle aussi, évolué. Après une phase d'écocitoyenneté, la société s'oriente progressivement vers « un âge de la connaissance »⁵¹ et une « économie de la contribution »⁵². À l'attrait pour la possession des objets se substitue, toujours dans une logique de différenciation et distinction sociale mais peut-être moins exacerbée car de fait moins exclusive, celui pour l'acquisition de savoirs et de compétences, « la fabrique de soi », dans un processus de mondialisation culturelle tiré par les NTIC et le déploiement de la société de la connaissance annoncée dès le début du siècle⁵³. Les individus et les entrepreneurs, massivement connectés à Internet y trouvent de nouvelles formes d'expression, de reconnaissance et d'identités sociales, mais aussi, d'activités et de revenus - non sans conflits pour préserver un accès libre à la masse gigantesque d'informations disponibles.

Sur un plan plus social, une « économie de la contribution » se développe, dans laquelle chacun devient à la fois producteur et consommateur - et finalement ni l'un ni l'autre. Les échanges réciproques - à titre gratuit - de services se généralisent - par le biais parfois de monnaies locales ; comme d'ailleurs différentes formes de mutualisation de la consommation ou de l'investissement. Le tiers secteur prend une importance croissante, à travers les systèmes coopératifs ou le financement solidaire. La location s'étend, aux dépens de la propriété. Dans certaines communes, les sols sont municipalisés. De manière imperceptible, c'est en fait, tout un autre fonctionnement social qui s'est mis en place sous l'influence à la fois du contexte et des techniques de communication. Acteurs indispensables de cette **URBANITÉ SOBRE**, les collectivités locales en constituent, à côté de la société civile, un des pôles majeurs.

3) Éléments d'analyse

Le sixième et dernier scénario **URBANITÉ SOBRE** fait du changement des modes de vie et des comportements le moteur d'une transition réussie vers des villes « post-carbone ». Il a l'avantage de laisser espérer des réductions importantes des consommations d'énergie (notamment fossiles) et des émissions de gaz à effet de serre avec des investissements beaucoup plus réduits que dans d'autres scénarios. Il a surtout le grand mérite de renforcer rapidement la **résilience des villes**, et donc de réduire les incertitudes liées à la vitesse du changement climatique ou aux événe-

ments nationaux et internationaux liés à la transition énergétique (conflits au Moyen orient, controverses sur les gaz de schiste, décisions sur l'effet de serre...). L'efficacité et la sobriété qu'il préconise sont sans doute d'ailleurs un point de passage en large partie indispensable à toute transition - quel que soit le chemin choisi...

Malgré sa conclusion finale, qui peut sembler totalement utopique, ce scénario ne se réduit pas à un hypothétique basculement vers des valeurs plus immatérielles - écologiques, solidaires, urbaines, démocratiques... Il traduit plutôt un vaste mouvement,

Encart 3.34

L'ÉNERGIE EN 2050 DANS LE SCÉNARIO URBANITÉ SOBRE

En 2050, du fait du report modal, de la transformation de la morphologie urbaine et d'une meilleure organisation des systèmes de transport, le nombre de kilomètres parcourus en véhicule particulier en milieu urbain a diminué (gains respectifs de 25%, 20% et 15%). Le parc de véhicules est composé de 30% de véhicules légers électriques. Les moteurs thermiques fonctionnent à 80% au pétrole et gaz naturel et à 20% à l'éthanol et au biogaz.

Dans les logements neufs et existants, les consommations pour le chauffage ont diminué de 50% du fait notamment de la diminution du nombre de m² par personne et de l'abaissement des températures de consigne. La diminution est de 50% dans le tertiaire neuf et de 25% dans le tertiaire existant. La climatisation des logements et des bureaux a disparu. Une meilleure efficacité énergétique est obtenue en développant les réseaux de chaleur, de froid et la cogénération à l'échelle du quartier.

Le système électrique passe du « tout nucléaire » au « tout renouvelable » peu après 2050. La décision de sortie du nucléaire a été tardive et, à 2050, il n'est guère aisé de réussir une baisse aussi rapide de la consommation. Mais les « cartes énergie carbone » permettent de s'inscrire dans les cibles ambitieuses de la ville « post-carbone ». En outre pour le réseau électrique, le volontarisme des consommateurs acceptant une modularité de leur consommation selon les moments de la journée, permet de mobiliser tous les leviers, à la fois du côté de l'offre et de la demande, pour favoriser une pénétration maximale des ENR.

La méthanisation, la valorisation des déchets et des eaux usées constituent un apport important d'énergie pour les besoins de chaleur et de mobilité plus ponctuellement.

Au-delà de l'évolution des consommations énergétiques à la baisse, et d'un développement massif des renouvelables dans le système électrique, l'évolution du régime alimentaire (moins de consommation de protéines animales) a aussi un impact significatif sur les émissions de méthane et protoxyde d'azote. L'ensemble de ces actions, avec la contribution des « cartes carbone » notamment, permet de s'inscrire dans les trajectoires les plus ambitieuses de réduction des émissions de GES et le Facteur 4 peut être atteint.

mal perçu, de **recomposition sociale** - dans lequel se mêlent des changements de génération, des inquiétudes sur la consommation, beaucoup de rationalité économique, les technologies de l'information, l'émergence de nouveaux modèles économiques... À plusieurs moments, le scénario est accéléré par des **événements extérieurs** - quatrième choc pétrolier en 2022, puis décision internationale de réduire sensiblement les énergies carbonées (à cause de l'accélération du réchauffement) en 2035. Il ne faut pourtant pas se méprendre : ceux-ci ne sont là que pour révéler des inquiétudes qui sont déjà présentes dès le départ. **Ils sont des accélérateurs, mais pas des déclencheurs.** Un des problèmes, en effet, de ce scénario est qu'il donne un rôle majeur aux transformations, nécessairement lentes, de la société civile : ce n'est qu'en 2035 qu'un instrument normatif, perçu même comme coercitif au début, mais équitable est introduit sous la forme d'une carte carbone individuelle. C'est également pourquoi l'intervention des villes (et des régions) y est aussi déterminante - pour favoriser l'expérimentation, l'innovation sociale, promouvoir de nouveaux modèles économiques et démocratiques de développement, mais aussi pour imaginer une ville dense qui soit vivable, attractive, et source de dynamisme.

Le scénario butte, naturellement, sur la question de l'acceptabilité sociale d'une modification des comportements. Sommes-nous prêts à renoncer à certaines formes de consommations qui permettent de dire quelque chose de soi, de se construire et de définir son appartenance à un groupe social ? Sommes-nous prêts aussi à ce retour au collectif et à des formes - complexes - de mutualisation ? Sur quelle base de distinction non consumériste pourra-t-il se construire : car il faut bien recréer de la différence et de la distinction pour poser de l'identité... Celle qui est proposée en fin de scénario, « une société de la connaissance », risque de créer autant de nouvelles inégalités qu'il n'en existait au moment où il s'amorce. Même si la dimension sociale est extrêmement présente, avec des stratégies ciblées par catégorie de population, c'est un scénario qui donne, finalement, peu de place aux autres groupes sociaux que la classe moyenne supérieure.

Il faut ajouter enfin, comme autre limite possible, celle des conséquences économiques de la transition envisagée. Même si beaucoup de nouvelles activités y sont créées, personne ne peut dire dans quelles conditions et avec quels effets la substitution massive des services à des produits pourra réellement se faire ?

Encart 3.35

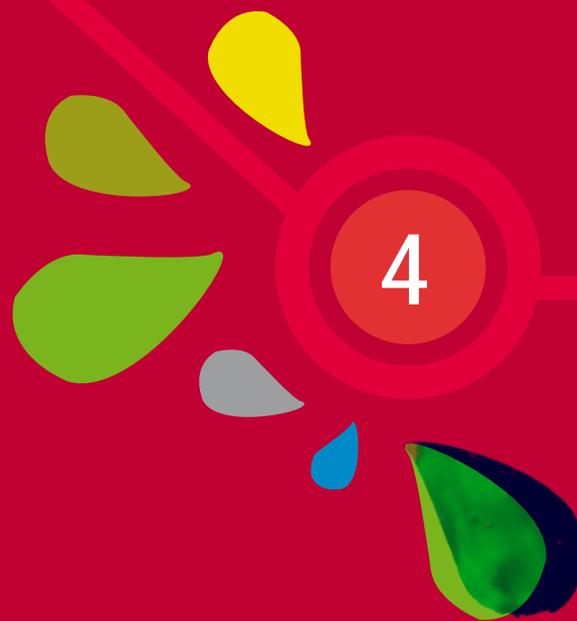
URBANITE SOBRE ET ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Concernant les adaptations au changement climatique, les citoyens apprennent à vivre avec les aléas climatiques et à gérer les perturbations temporaires. Ils adaptent leurs modes et leurs rythmes de vie aux jours et aux saisons pour mieux s'adapter aux contraintes climatiques. Les déplacements de population sont fréquents, mais n'ont pas un caractère permanent. Ils prennent la forme de migrations saisonnières ou de transhumances dans un monde où le nomadisme et la birésidentialité se développent. Cette souplesse des modes de vie et d'habiter permet de mieux composer avec les caprices du temps et de réduire la vulnérabilité de la ville.

Notes

- 1) L'objectif européen actuel, fixé par le Paquet Energie Climat adopté en 2008, est un niveau moyen d'émissions de 95g CO₂/km en 2020 pour les véhicules neufs.
- 2) Source : P.Crifo, M.Glachant, S. Haleguatte, Eloi Laurent, G.Raphael : « L'économie verte contre la crise - trente propositions pour une France plus soutenable », éditions du PUF, septembre 2012.
- 3) Source : multiples travaux, recherches et articles du CIRED sur l'économie et la taxe carbone
- 4) Ce montant de 300-400 euros (ou dollars) à l'horizon 2050 est souvent évoqué par les économistes du climat et a, notamment, été avancé par le rapport Stern.
- 5) La mise en place d'un fonds de reconversion des activités à fort contenu de carbone fait partie des trente propositions faites dans « l'économie verte contre la crise », opus cité.
- 6) Source : « L'économie verte contre la crise », pour une politique d'innovation, page 77. Collectif : Patricia Crifo, Matthieu Glachant, Stéphane Hallegatte, Eloi Laurent, Gilbert Raphaël (2012) L'économie verte contre la crise. 30 propositions pour une France plus soutenable. Presses Universitaires de France.
- 7) Source : Fédération française des sociétés d'assurance : étude relative à l'impact du changement climatique et de l'aménagement du territoire sur la survenance d'événements naturels en France, 2009.
- 8) Éléments tirés de la feuille de route de l'ADEME sur les bâtiments et îlots à énergie positive.
- 9) Voir les travaux du LATTs et de l'université de Stafford cités dans la partie I.
- 10) Voir le dossier d'Habilitation à Diriger des Recherches présenté par Cyria Emélianoff en décembre 2011 à l'Université du Maine : « Les pouvoirs locaux dans la mondialisation écologique.
- 11) Source : Service statistique du Ministère de l'écologie, de l'énergie et du développement durable.
- 12) Dans la suite des dispositions déjà contenues dans la loi logement de 2013.
- 13) Notamment la mise en place « d'ambassadeurs de la rénovation énergétique ».
- 14) Tout ce paragraphe s'inspire à nouveau des feuilles de route de l'ADEME.
- 15) Proposition de Tafik Souami au sein du groupe de prospective « villes post-carbone ».
- 16) Source : « A greater, greener New York » - The New York plan for 2030, avril 2011.
- 17) Source : colloque organisé par le ministère du développement durable en avril 2013 sur le thème : « La ville diffuse est-elle durable? ».
- 18) Source : Gérard Magnin : « Transition énergétique et égalité des territoires » in : « Vers l'égalité des territoires », ouvrage collectif sous la direction d'Eloi Laurent, La Documentation Française, 2013.
- 19) Source : « Boulder, première ville américaine à avoir mis en place une taxe carbone », Revue Horizon 2030-2050 N°2, Mission prospective, Ministère du développement durable, Octobre 2009.
- 20) Image empruntée à Gérard Magnin, Energy Cities
- 21) www.bimby.fr
- 22) Source : « Prospective des espaces agricoles urbains : quatre scénarios », ENGREF, 2009.
- 23) Éléments tirés de la feuille de route ADEME sur les réseaux et systèmes intelligents intégrant les renouvelables.
- 24) Professeur à l'Université de Pennsylvanie, Ian Mac Harg, a proposé dans « Design With Nature » une démarche permettant d'intégrer l'environnement dans la planification spatiale - la planification écologique - qui a connu dans les années 70 un développement important, mais a ensuite quasiment disparu à partir des années 80-90.
- 25) Apparue d'abord aux États-Unis à la fin des années 80, puis en Europe - sous l'impulsion de Suren Erkman et Dominique Bourg - l'écologie industrielle a encore aujourd'hui des difficultés à trouver des applications significatives à l'échelle des territoires,
- 26) Cette notion de « jardin planétaire » fait référence à la fois aux travaux de la Fondation 2100 (Thierry Gaudin) et à l'exposition organisée au début des années 2000 par l'architecte paysagiste J. Clement à la Villette,
- 27) Voir l'article publié par Marc Weil dans le numéro 391 de la revue Futuribles : « Maîtriser la rente immobilière » (novembre 2012), ainsi que l'intervention de Vincent Renard dans le cadre du séminaire « villes post-carbone ».
- 28) Voir : « Vers l'égalité des territoires », ouvrage collectif sous la direction d'Eloi Laurent, La Documentation Française, 2013
- 29) Adoptée en 1994, la Charte d'Alborg peut être considérée comme le cadre de référence des villes durables.
- 30) Après plusieurs tentatives d'autres villes françaises, Nantes a ainsi été nommée « Villes verte européenne de l'année pour 2013. Stockholm ou Hanovre ont aussi reçu cette récompense.

- 31) *Il faut rappeler le rôle joué par la loi sur l'air (loi Laure) - élaborée par Corinne Lepage - dans la prise en compte des effets environnementaux des transports, notamment à travers la mise en place des Plans de déplacement urbains (PDU),*
- 32) *Source : J. Baratier, J.M. Beauvais, B. Métais « Le facteur 4 » dans les territoires ; trajectoires 2020, 2030, 2050 dans l'agglomération de Tours, Futuribles N° 392, janvier 2013.*
- 33) *Marc Wiel, Revue Futuribles, n°391, décembre 2012, « Maîtriser la rente immobilière. Piloter la rente immobilière, clef de la politique urbaine »*
- 34) *Dans le prolongement des dispositions envisagées dans la loi sur l'urbanisme de 2013.*
- 35) *Source : Benoit Lefevre et Pierre Noël Giraud : « Signature énergétique des transports urbains : un outil d'évaluation de la durabilité des dynamiques urbaines », PUCA, MEDD, 2006 ; ainsi que l'ouvrage publié par Lydie Laigle (CSTB) sur les villes durables en Europe.*
- 36) *Source : intervention de Marc Wiel au groupe de prospective « villes post-carbone ».*
- 37) *Sources : travaux du CIRED sur urbanisation, étalement urbain et effet de serre, ainsi que plusieurs recherches du groupe « politique des transports » du PREDITT.*
- 38) *Cet exemple du rôle des coopératives aux Pays-Bas est cité par Pierre Larrourou dans son ouvrage publié en 2012 aux éditions Nova : « C'est plus grave que ce qu'on vous dit, mais on peut s'en sortir, propositions pour sortir de la crise ».*
- 39) *Source : nombreux travaux du CREDOC sur la stratification des comportements de consommation par âge et génération.*
- 40) *Sur l'influence et les limites des incitations à la consommation durable, voir les nombreuses notes publiées par le Conseil d'Analyse Stratégique et, notamment la note 212 (D. Auverlot, B. Barreau, E.Lemoigne : « note de synthèse du rapport Laville sur la consommation Durable, 2011) ; la note 319 (Pour un affichage environnemental des produits de consommation, février 2013) et la note 320 (Comment limiter l'effet rebond des politiques d'efficacité énergétique dans le logement, mars 2013).*
- 41) *Alors qu'à la fin des années 70, l'accent avait été mis sur la durée de vie des produits, l'obsolescence programmée, qui est un thème beaucoup plus récent, introduit une dimension supplémentaire qui est celle de produits conçus pour avoir une durée de vie volontairement brève et ne pas pouvoir être réparés.*
- 42) *Source : Etude menée par Futuribles sur la consommation et les ressources en 2030, conduite en 2013.*
- 43) *Sur ce rôle possible de l'auto-construction, voir les travaux menés par F. Maury, chercheur enseignant à l'ENTPE, pour le Centre de prospective et de veille scientifique du Ministère de l'Équipement au début des années 2000, publiés dans la revue 2001 Plus.*
- 44) *Ces différences dans l'évaluation de la précarité énergétique s'expliquent essentiellement par la prise en compte ou pas des consommations d'énergie liées aux transports.*
- 45) *Source : « l'économie verte face à la crise », opus cité, à partir de travaux réalisés, notamment, par l'ADEME. Voir aussi le chapitre consacré à la vulnérabilité dans la partie 1.*
- 46) *Source : A. Huber, S.Girard, P. LeMarre : « Vers des modes de vie durables - Une variété de modes de vie pour une ambition unique : la société post-carbone », in revue Futuribles, N° 392, janvier 2013.*
- 47) *Voir la source précédente.*
- 48) *Source : Vers des modes de vie durables, note 46*
- 49) *Voir la note 38.*
- 50) *Source : Harmut Rosa, Accélération, une critique sociale du temps, La Découverte, 2010.*
- 51) *« L'âge de la connaissance » est un des scénarios imaginé par le groupe de prospective « modes de vie et empreinte carbone » mis en place par le Clip énergie avec l'appui du programme « villes post-carbone ». Ce paragraphe s'en inspire fortement.*
- 52) *La notion d'économie contributive est empruntée à B. Stiegler en notamment à son ouvrage : « Prendre soin de la jeunesse et des générations », Flammarion, 2008.*
- 53) *Référence aux travaux du Centre de Prospective de l'UNESCO.*



partie

« le septième scénario » :
éléments d'évaluation et
orientations pour l'action

Les six scénarios qui viennent d'être présentés - ATTENTISME INTELLIGENT, CRÉATIVITE CARBONE, NICE, BIOPOLIS, VILLE CONTENUE et URBANITÉ SOBRE - montrent l'extrême diversité des chemins possibles vers la ville « post-carbone ».

Ni les contextes, ni les motivations à agir, ni les acteurs moteurs, ni les instruments d'action, ni le rôle des villes n'y sont semblables. Il faut néanmoins rappeler que tous ont a priori en commun les mêmes objectifs : faire qu'en 2050 les villes françaises soient convenablement adaptées aux changements climatiques et aux contraintes qui pèseront sur les combustibles fossiles ; et les engager d'ici là sur une trajectoire de division par 3 ou 4 de leurs émissions de gaz à effet de serre et de réduction de leur consommation d'énergie.

Dans quelle mesure y parviendront-elles réellement en suivant les six chemins ainsi dessinés ? C'est l'objet de cette quatrième et dernière partie d'en discuter, en rassemblant quelques éléments d'évaluation comparative utiles pour l'action. Partant d'un tel bilan, il s'agira moins, ensuite, de recommander tel ou tel scénario - car chacun privilégie une logique d'action exclusive - mais plutôt de peser les bénéfices et les contraintes des uns et des autres pour proposer des recommandations transversales.

C'est l'idée du « Septième scénario ».

Il n'y a pas eu dans le programme « Repenser les villes dans la société post-carbone » de travail approfondi de modélisation permettant d'évaluer précisément les trajectoires liées aux six scénarios ; ni même d'estimation, au cas par cas, des impacts, des coûts et bénéfices des différentes mesures envisagées, compte tenu du moment de leur mise en œuvre. La quantification s'est limitée à trois aspects : une approche rapide, pour chaque scénario, des consommations et modes de production de l'énergie en 2050 ; des évaluations beaucoup plus précises pour quelques villes (Mulhouse, Tours, Plaine commune, Lille dans une moindre mesure...) ; et enfin une tentative originale d'application à quelques uns des scénarios précédents d'un modèle économique à l'origine conçu à l'échelle globale mais étendu aux villes - le modèle IMACLIM, développé depuis plus d'une décennie par le Centre International de Recherche sur le Développement et l'Environnement¹. Il n'est donc pas possible d'aller au-delà de quelques ordres de grandeur, permettant d'apprécier très grossièrement les résultats attendus pour chaque trajectoire. **Ce sera l'objet d'une première sous partie de rappeler ces ordres de grandeur.**

Une seconde sous-partie apportera, ensuite, des éléments d'évaluation plus qualitative. Beaucoup ont déjà été évoqués dans la partie précédente, à la fin de chaque scénario. Il s'agira, cette fois-ci, de proposer une analyse plus transversale mettant l'accent sur les dynamiques comparées, les opportunités, les leviers et les facteurs de blocage propres aux différentes trajectoires.

Comme on le constatera, aucun des scénarios ne parvient finalement aux objectifs qui sont ceux de la ville « post-carbone ». L'idée même qu'un scénario unique puisse convenir à la diversité de toutes les villes françaises est d'ailleurs elle-même contestable. Partant de ces deux remarques et des évaluations précédentes, **une dernière sous-partie - abusivement appelée « le septième scénario » - conclura non pas par une « feuille de route » à mettre en place uniformément sur tous les territoires ; mais, beaucoup plus modestement, par quelques orientations pour l'action future.** Elle sera l'occasion de revenir sur les réflexions et propositions menées ou avancées dans les villes ayant activement participé au programme.



01 Les scénarios : quels résultats ? quelques éléments d'évaluation quantitative

Comme cela vient d'être évoqué, il y a pas eu d'évaluation quantitative systématique des six scénarios, mais seulement trois estimations partielles portant sur la production et la consommation d'énergie en 2050 ; sur le cas spécifique de quelques villes partenaires ; et sur les relations entre dynamiques globales et dynamiques locales. On ne reviendra pas sur le premier point qui a déjà fait l'objet d'encarts systématiques dans les scénarios et la partie précédente. L'accent sera mis sur les conclusions tirées du modèle IMACLIM, et de quelques approches territoriales ; avant un second volet qui proposera des ordres de grandeur permettant de comparer les six trajectoires présentées dans la partie précédente.

1) Une première approche de l'impact des six scénarios : les apports du modèle IMACLIM et ses limites

L'objectif de cette évaluation globale des différents scénarios intégrant le contexte macroéconomique et ses interactions avec les modes de développement urbain était de disposer d'éléments d'évaluation complémentaires à ceux réalisés dans les études de cas locales. Les impacts des scénarios en termes de consommation énergétique, d'émissions de GES et de sentier de croissance macroéconomique ont pu être calculés via leur introduction dans un modèle élaboré dans le cadre d'une recherche avec une équipe du CIRED : IMACLIM R (**encart 4.1**).

Encart 4.1

IMACLIM R EN DEUX MOTS

Le modèle IMACLIM R fournit des projections cohérentes des agrégats macroéconomiques et du monde énergétique, par pas de un an sur la période 2004-2050. Ce modèle a été utilisé notamment pour analyser les coûts des politiques climatiques à l'échelle globale ou encore les interactions entre mesures climatiques et raréfaction des ressources fossiles.

La structure récursive du modèle repose sur la succession d'un équilibre statique annuel et de modules dynamiques :

- ⊙ Un module d'équilibre statique annuel, dans lequel les équipements, technologies et capacités de production sont fixes pour rendre compte des inerties de court terme, et où la seule flexibilité est le taux d'utilisation des facteurs de production ;
- ⊙ des modules dynamiques, incluant démographie, accumulation du capital, ainsi que des formes réduites de modèles sectoriels détaillés qui représentent les choix technologiques.

Les politiques climatiques sont introduites via deux catégories d'instruments :

- ⊙ les mesures globales prenant la forme d'une tarification du carbone (avec ou sans marchés de quotas) ;
- ⊙ les mesures sectorielles (normes, promotion de l'efficacité énergétique, pénétration de nouvelles technologies...) qui peuvent être rendues explicites grâce à la représentation détaillée des principaux secteurs responsables des émissions de carbone (bâtiment, transport, électricité, industrie).

Pour le présent exercice, l'intégration des scénarios d'évolution de la ville « post-carbone » s'est faite via le développement d'un module spatial. Il a permis de désagréger l'économie nationale en un réseau de « villes » en interaction via les échanges commerciaux et les migrations de firmes ; ces dernières déterminant la distribution régionale de l'activité économique.

Résultats quantitatifs

Les scénarios 1 et 2 privilégient la piste de l'innovation technique, en réponse à des signaux-prix. Le scénario 1 conduit, dans une seconde phase, à une modification des comportements des agents suite à une augmentation brutale du prix du pétrole. Mais cette modification tardive des comportements ne permet pas une réponse de grande ampleur, et les émissions ne diminuent que de 40% entre 2004 et 2050, loin du facteur 4. Le scénario 2 apparaît un peu plus optimiste (baisse de presque 60%). Suite à une forte hausse du prix du pétrole ou à des mesures fiscales, avec notamment l'instauration d'une taxe carbone, des technologies plus sobres en énergies fossiles et moins émettrices voient le jour et pénètrent petit à petit le marché. Mais cette **CRÉATIVITÉ CARBONE** ne permet pas, non plus, de réduire de manière suffisante les émissions. Les changements des modes

de consommation restent limités, et les actions prises par l'État ou les collectivités locales sont insuffisantes. La nécessité d'importer des nouvelles technologies et les effets sociaux des taxes sont autant de freins supplémentaires...

Les scénarios 3 et 4, caractérisés par des investissements massifs dans les infrastructures, au niveau de l'État central ou des collectivités territoriales, montrent qu'un investissement important peut amener à une diminution conséquente des émissions de GES, en privilégiant les modes de déplacement collectifs ou « propres » et les technologies sobres et alternatives dans l'habitat. Le scénario 3 conduit à une baisse des émissions de l'ordre de 50% entre 2004 et 2050, tandis que le scénario 4 arrive quant à lui une baisse des émissions de l'ordre de 60%.

Enfin, les scénarios 5 et 6, qui supposent des ruptures fortes dans les politiques locales et les comportements, nous rapprochent des objectifs de division par quatre des émissions nationales de CO₂. Ils se caractérisent par la volonté d'aborder la question de la ville « post-carbone » à toutes les échelles et d'utiliser toutes les opportunités pour le faire : évolution des valeurs, transformation de la fiscalité locale, renouvellement de la planification, initiatives décentralisées... Ces scénarios, qui peuvent paraître les plus désirables, nécessiteraient toutefois des réflexions complémentaires pour en définir les conditions et les limites. En effet, sur de tels scénarios, ou de nombreuses ruptures sont considérées (par exemple les élasticités sont différentes de celles observées historiquement), les modélisateurs considèrent que l'on se trouve en limite de validité de leur modèle (graphique 4.1 et tableau 4.1).

En termes de croissance économique, indicateur par essence « global » avec toutes les limites qu'il comporte, le scénario 1 est caractérisé par un maintien à un niveau de 2% jusqu'à 2020 mais un effondrement ensuite dans l'hypothèse d'une hausse brutale des prix du pétrole. Les scénarios 2 et 4, scénarios d'anticipation et de rupture, se caractérisent par des pertes par rapport au PIB de référence à court terme mais une bien meilleure résistance par la suite. Les scénarios 5 et 6 se situent à la limite de la modélisation car ils reposent largement sur des changements de modes de vie et une telle approche relève de ruptures dont les conditions de réalisations. Ces ruptures « dépassent le cadre d'une analyse économique » comme le rappelle le CIRED.

Graphique 4.1

TRAJECTOIRES DE RÉDUCTIONS DES ÉMISSIONS PAR SCÉNARIO ET CIBLE 2050

SOURCE : CIRED, PROSPECTIVE QUANTITATIVE DES DYNAMIQUES URBAINES : ENJEUX, OBSTACLES ET LEVIERS DE LA VILLE « POST-CARBONE », 2012. RECHERCHES CONDUITE DANS LE CADRE DU PROGRAMME « REPENSER LES VILLES DANS UNE SOCIÉTÉ POST-CARBONE »

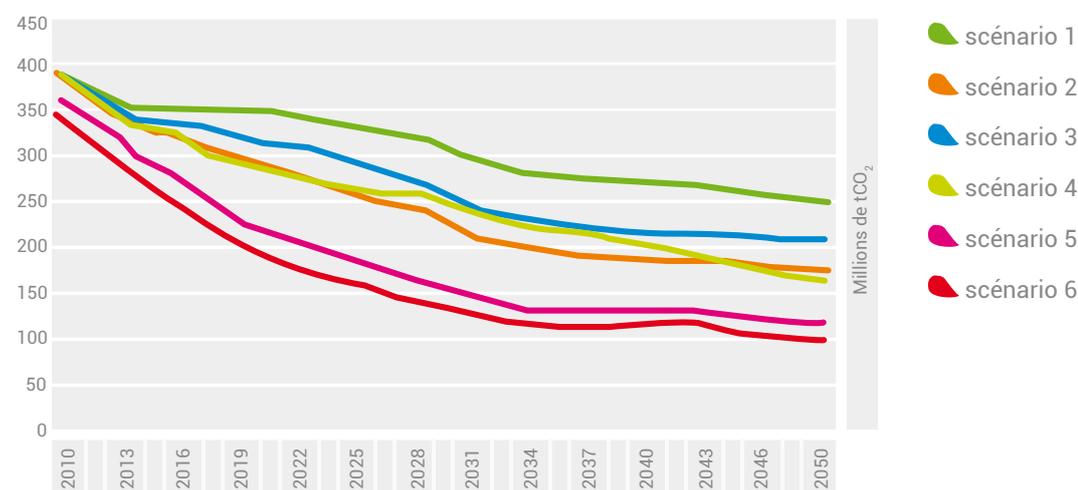


Tableau 4.1

	SCÉNARIO 1	SCÉNARIO 2	SCÉNARIO 3	SCÉNARIO 4	SCÉNARIO 5	SCÉNARIO 6
RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CO₂ NATIONALES	-41%	-59%	-48%	-58%	-72%	-76%

Perspectives et limites d'une telle évaluation

Cet exercice réalisé avec le CIRED a une « portée essentiellement heuristique mettant en évidence, dans une approche prospective, les mécanismes liant outils globaux (incitation économique de type taxe carbone ou permis d'émissions négociables) et locaux (choix d'urbanisation, actions menées au niveau local déterminant le degré de concentration des activités urbaines et les besoins de mobilités) pour la transition post-carbone. Cette question de l'articulation local / global est illustrée par la **comparaison de plusieurs chemins de transition vers une société post-carbone, qui sont semblables en termes d'effet global sur les émissions de carbone mais se distinguent par l'affectation des investissements consentis au niveau urbain, avec des conséquences sur les trajectoires suivies, notamment pour le transport.**

Parmi les leçons que le CIRED¹ tire de cet exercice deux nous semblent importantes :

⊙ « Tout d'abord, **la transition ne peut s'organiser autour d'un unique instrument de type taxe carbone** dont l'impact sur la demande de mobilité est faible, mais doit mettre en œuvre des mesures agissant sur l'organisation spatiale de l'économie, qui contraint la mobilité. Il s'agit de réorienter les choix de localisation des entreprises et des ménages, notamment en investissant dans les infrastructures de transport et de logement. Ces politiques doivent tenir compte des spécificités locales et relèvent donc naturellement des régions, des départements ou des municipalités. Ce constat renvoie à la capacité des pouvoirs publics locaux de mener à bien de telles actions, et aux formes de gouvernance permettant une concertation entre échelles spatiales au cœur de l'action publique.

⊙ Ensuite, le deuxième enseignement est que le **tempo** de l'action est une variable cruciale pour articuler les mesures au cours du temps et assurer un « tuilage » temporel qui facilite la transition post-carbone. On entend beaucoup parler du recours à de nouvelles technologies « propres », mais nous avons montré ici l'importance du développement des infrastructures et de l'évolution des préférences, des processus à fortes inerties pour lesquels les mesures incitatives doivent être anticipées afin de produire leur effet en temps voulu. »

2) Quelques éléments complémentaires d'analyse apportés par les études de cas

Si la modélisation réalisée avec IMACLIM a permis d'apporter un éclairage complémentaire, et de mettre en perspective le lien entre actions locales et enjeux globaux, plusieurs travaux conduits dans le cadre du programme ont permis d'apporter des éclairages plus « ascendants » ou « bottom up » à partir de quelques territoires et mieux prendre en compte notamment les changements de modes de vie et pratiques décrits dans les scénarios 5 et 6. Aussi, si elles n'ont pas le mérite d'offrir une vision macro, ces approches permettent en revanche une description fine des réalités techniques et pratiques projetées sur le territoire à long terme (avec cercles d'accessibilités, pratiques de sobriété, efficacité, etc).

Par exemple sur Mulhouse, sur les consommations énergétiques, émissions de GES et dépendance aux produits pétroliers, le travail de scénarisation entreprise (par ICE BURGEAP, EIFER, TRACE URBAINS) permet d'avoir les ordres de grandeur en jeu par secteur et les potentiels /gisements atteignables à court et long terme. Le facteur 4 est ainsi atteint mais l'ensemble des leviers aujourd'hui identifiés doivent être mobilisés (**tableau 4.2**).

Tableau 4.2

APPLICATION TERRITORIALE DU FACTEUR 4 SUR L'AGGLOMÉRATION DE MULHOUSE

SOURCE : PROJET DE RECHERCHE « REPENSER LES VILLES DANS UNE SOCIÉTÉ POST-CARBONE », APPLICATION AU PAYS DE MULHOUSE, 2011

		ÉMISSIONS 2050 (ktéqCO ₂)	GAINS ÉMISSIONS 2020 /2000	GAINS ÉNERGÉTIQUES TENDANCIEL 2020	GAINS ÉMISSIONS 2050 /2000	PART PRODUITS FOSSILES 2050
RÉSIDENTIEL	Tendanciel	387	-9%		-27%	56%
	Alternatif F4	133	-33%	-20%	-75%	19%
TERTIAIRE	Tendanciel	152	-11%		-37%	30%
	Alternatif F4	69	-35%	-25%	-71%	31%
INDUSTRIE (HORS BANDE RHÉNANE)	Tendanciel	235	-26%		-48%	54%
	Alternatif F4	140	-36%	-9%	-69%	44%
VOYAGEUR (MOB. QUOTIDIENNE)	Tendanciel	116	-10%		-17%	90%
	Alternatif F4	30	-34%	-25%	-79%	59%
MARCHANDISES (FRET INTERNE)	Tendanciel	59	-26%		-58%	78%
	Alternatif F4	49	-30%	-5%	-65%	78%
TOTAL	Tendanciel	949	-16%		-37%	
	Alternatif F4	420	-34%	-17%	-72%	
OBJECTIF			-25%	-20%	-75%	

MARGES DE MANŒUVRE IDENTIFIÉES

EN LIEN AVEC LES SCÉNARIOS « POST-CARBONE »

	RÉSIDENTIEL	TERTIAIRE	INDUSTRIE	TRANSPORT DE PERSONNES	FRET INTERNE
SOBRIÉTÉ (s5, s6)	10%	7%	non étudié	30%	non étudié
EFFICACITÉ PASSIVE (à l'échelle du bâtiment) (s3, s4)	41%	45%	-	-	-
EFFICACITÉ PASSIVE (à l'échelle du quartier et de la ville) (s5, s4)	8%	33%	non étudié	43%	100%
EFFICACITÉ ACTIVE (s1, s2)	6%	14%	76%	tendanciel	tendanciel
SUBSTITUTION (s3, s5, s6)	35%	?	24%	27%	-

En outre, ce travail de scénario « Facteur 4 » appliqué à l'échelle du territoire permet de tirer plusieurs enseignements quant à la contribution relative de certaines « composantes-cœur » des scénarios de ville post-carbone développés localement. À titre illustratif, l'efficacité énergétique, très mobilisée dans le scénario 3, tient un rôle très sensible, de 10 à 75% selon les secteurs. La sobriété, mobilisée surtout dans le scénario 6, permet des gains de 10 à 30% selon les secteurs.

Outre l'enrichissement des scénarios en termes quantitatifs, les résultats de ce travail confirment :

- ⊙ les efforts à engager dans les secteurs « bâti » ;
 - dont le potentiel des substitutions d'énergie dans le résidentiel ;
 - et l'importance des réflexions urbanistiques (destruction / reconstruction) pour les dynamiques de parc tertiaire ;
- ⊙ l'importance des comportements vis-à-vis des mobilités ; et notamment le poids des efforts d'aménagement du territoire (ville des courtes distances et mixité fonctionnelle) pour les mobilités quotidiennes.



La halle maraîchère Phosphore III, © Copyright : EIFFAGE / 3e-œil.com studio / Pierre Gautier architecture
« DES VILLES ET DES HOMMES - CONTRIBUTIONS DU LABORATOIRE PHOSPHORE D'EIFPAGE À LA VILLE DURABLE »

02 Les dynamiques facteurs de blocage et leviers possibles pour une transition vers des villes post-carbone : éléments d'évaluation qualitative des scénarios

Il est nécessaire de compléter l'analyse précédente par des éléments d'évaluation plus qualitatifs. Cette évaluation prendra deux formes. Dans un premier volet, l'accent sera mis sur une **approche globale** des spécificités des différents scénarios, de leur dynamique et de leurs résultats. Une attention particulière sera donnée, en conclusion, au rôle majeur qu'y jouent à chaque fois, mais sous des formes très dif-

férentes, les villes. Le second volet abordera de manière plus détaillée, toujours à partir des scénarios, les **facteurs de blocage et les leviers majeurs**, mais aussi les opportunités d'action et les conditions pour qu'elles soient exploitées de la meilleure façon possible. C'est ce second volet qui servira ensuite pour les recommandations finales.

1) Dynamique des scénarios, spécificités et résultats : une évaluation globale

Diversité et complémentarité des chemins possibles vers les villes post-carbone

Le **tableau 4.3** résume en quelques lignes et colonnes les caractéristiques des six scénarios explorés dans le programme. Il fait clairement apparaître la diversité des chemins de transition possibles vers des villes « post-carbone » : ni les déclencheurs, ni les outils d'action publique utilisés, ni les acteurs principalement impliqués, ni les conséquences et les résultats ne sont les mêmes. Les formes d'intervention des villes y sont aussi chaque fois différentes. Naturellement, cette grande différenciation s'explique en partie par le mode de construction des scénarios qui a privilégié une entrée par des logiques d'action (en situation d'incertitude) très contrastées. Mais il faut insister sur le fait que cela correspond aussi à la réalité d'approches des questions climatiques et énergétiques, très éclatées selon les acteurs et les contextes qui les portent : le monde des ingénieurs, des entreprises et des économistes n'est pas celui des urbanistes, qui n'est pas, non plus, celui des mouvements sociaux (ou de critique de la consommation), ni celui des acteurs du bâtiment, du logement ou de l'énergie.

En mettant l'accent sur ces différences de logique, les six scénarios mettent aussi - indirectement - en évidence les complémentarités nécessaires - ou, au contraire les incompatibilités. Il y a, par exemple, une forte complémentarité possible entre **VILLE CONTENUE** et chacun des trois scénarios **CRÉATIVITÉ CARBONE**, **NICE**, ou **URBANITÉ SOBRE**. En revanche **ATTENTISME INTELLIGENT** est peu compatible avec les autres (sauf, peut-être, **CRÉATIVITÉ CARBONE**) car il reporte à plus tard des actions qui toutes demandent beaucoup de temps pour être efficaces. Par définition **BIOPOLIS** et **VILLE CONTENUE** sont, a priori contradictoires, mais dans la pratique, ils peuvent éventuellement coexister sur des territoires différents, notamment les villes centres et périphérie. Il en est de même pour **CRÉATIVITÉ CARBONE** et **URBANITÉ SOBRE** qui, tout en se situant dans des mondes et des logiques opposées, peuvent, au moins au début, s'accommoder l'un à l'autre à travers des thèmes comme la consommation responsable, la sobriété ou les économies d'énergie.

Selon les territoires, la taille des villes, les ressources accessibles, les stratégies et priorités locales, ces six scénarios constituent aussi autant de choix possibles - même si le contexte joue aussi un rôle. Leur objet n'est pas de refermer les possibilités, mais de les ouvrir, en donnant quelques éclairages complémentaires sur leurs avantages respectifs - et leurs limites. Il faut remarquer cependant que **CRÉATIVITÉ CARBONE**, **BIOPOLIS** et **URBANITÉ SOBRE** supposent, a priori, des ruptures, qui peuvent restreindre cette opportunité de choix.

Tableau 4.3

LES SIX SCÉNARIOS EN BREF

DESCRIPTEURS		ATTENTISME INTELLIGENT	CRÉATIVITÉ CARBONE	NICE	BIOPOLIS	VILLE CONTENUE	URBANITÉ SOBRE
	Déclencheur « externe »	Scepticisme raisonné	Choix pour l'économie verte	Relance par l'investissement et le logement	« Vivre en ville à la campagne » et choix de la décentralisation	Modèle de ville durable et attractive	Changements des valeurs et adaptation à la crise ou à la raréfaction des ressources
	Déclencheurs « interne »	Plans Climat-Énergie Territoriaux	Taxe carbone dès 2018	Suite du Grenelle de l'environnement et politique du logement	Loi de décentralisation énergétique	Volontés des villes et nouvelle loi de décentralisation (régions urbaines)	Mouvements sociaux, consumérisme vert et hausse forte du prix des énergies
	Thèmes et champs d'intervention prioritaires	Rénovation patrimoine municipal, mobilité douce/active	Innovations vertes (véhicules électriques...) et efficacité énergétique	Transports publics et rénovation des bâtiments	Biomasse et énergies renouvelables	Ecoquartiers et maîtrise de l'étalement urbain	Sobriété, changement des modes de consommer, travailler, habiter et de se déplacer, d'organiser ses loisirs
	Outils majeurs	Optimisation et mobilisation des parties prenantes, coût/efficacité	Fiscalité carbone et politique d'innovation	Aide à l'investissement, Banque de l'énergie et tiers payant	Régies municipales, fiscalité et planification écologique	Planification urbaine et fiscalité des localisations	Stratégies socialement ciblées et aides à l'expérimentation sociale
	Politiques d'adaptation	Renforcement de la sécurité civile	Assurance et "risk management" local	Endiguement et politiques protection des réseaux (eau...)	Utilisation des capacités de la nature (écosystèmes et biomasse)	Planification spatiale et anticipation des vulnérabilités majeures	Résilience et protection des populations les plus vulnérables
	Rôle des villes	Information, mobilisation, exemplarité	Soutien à l'innovation et mise en place de réseaux, infrastructures	Investissements publics, politique du logement, normalisation	Fourniture d'énergie	Politique foncière, planification, coordination	Soutien aux innovations sociales et politique de qualité de vie pour tous
	Territoires concernés	Territoires de projets, écoquartiers...	Villes centres	Villes centres et banlieues proches	Périurbain	Ville multipolaire, région urbaine	Du quartier à la planète
	Obstacles	Information insuffisante, démobilisation	Taxation inacceptable, élasticités faibles, Positionnement des industries françaises	Inertie des banques, manque de financements, relations propriétaire-locataire	Capacité de la nature, résistance aux réformes institutionnelles	Manque de foncier, gouvernance des régions urbaines	Inertie des comportements, marginalité des comportements écocitoyens, coût pour les plus pauvres de la transition
	Avantages	Pas de coût à court terme	Développement économique et baisse de la facture pétrolière	Création locale d'emplois et économies d'énergie à long terme	Développement rapide des énergies renouvelables, qualité de vie	Attractivité des villes, anticipation des risques à court terme	Cohésion sociale, Résilience rapide aux chocs
Risques et faiblesses	Choc de la crise après 2035, chaos urbain et économique	Coûts sociaux élevés pour les plus vulnérables, et difficulté d'adaptation du foncier et des transports	Impacts limités aux centres villes et aux banlieues proches	Poursuite de l'étalement urbain, vulnérabilité à long terme du périurbain et abandon des centres	Trop faible attention aux enjeux proprement énergétiques, impact sur la croissance	Vulnérabilité des personnes exposées, transition incertaine vers de nouveaux modèles économiques, trop faible attention aux inerties techniques	
Résultat par rapport aux 3 objectifs de la ville post-carbone	1 *** 2 *** 3 ***	1 *** 2 *** 3 ***	1 *** 2 *** 3 ***	1 *** 2 *** 3 ***	1 *** 2 *** 3 ***	1 *** 2 *** 3 ***	

1 : FACTEUR 4 ;

2 : AUTONOMIE PAR RAPPORT AU PÉTROLE ;

3 : ADAPTATION.

Des dynamiques plus endogènes que liées à des changements externes

L'originalité des scénarios est de ne pas se limiter à une image finale de la ville « post-carbone » mais de proposer des chemins, des dynamiques partant d'aujourd'hui à 2050 visant toutes les mêmes objectifs définis à l'avance. C'est d'ailleurs ce qui explique leur longueur. Ce choix de travailler sur des dynamiques s'explique, il faut le rappeler, pour deux raisons : d'abord pour lier les marges de manœuvre aux évolutions du contexte ; ensuite pour prendre mieux en compte les inerties - à la fois dans la mise en œuvre des actions et dans l'évolution des questions climatiques et énergétiques. Ce qui compte, en matière de climat, ce n'est pas uniquement ce qui se passera en 2050, mais ce qui sera fait d'ici là, en 2013, 2020, 2030...

Le tableau 4.4 rappelle ces dynamiques, en reprenant l'armature des six scénarios présentés dans la partie précédente. Quatre facteurs différents y jouent un rôle : des événements extérieurs (chocs pétroliers, décisions économiques d'autres pays, crise économique, événements climatiques...) ; des décisions politiques et géopolitiques (à tous les niveaux) ; des grands choix socio-économiques ou stratégiques liés à des logiques d'action ; et enfin des inerties, des irréversibilités ou des blocages limitant les marges de manœuvre ou l'impact des actions engagées. Les deux premiers sont en grande partie exogènes et aléatoires ; les deux autres endogènes et plus facilement explicables. Ce qu'il est important de remarquer, c'est que **le poids des changements « endogènes »** (liés à la logique des scénarios et aux inerties) **est très important**. Les événements extérieurs jouent plus le rôle de révélateur ou d'accélérateur que de déclencheurs réels. Une partie d'entre-eux est d'ailleurs commune à presque tous les scénarios, avec, par exemple une **coupure vers 2035** (liée soit à l'accélération du changement climatique et à des contraintes plus fortes sur les combustibles fossiles venant soit du « peak oil », soit de la volonté de la communauté internationale de « décarboner » le mix énergétique ; ou encore la permanence d'un contexte économique très incertain en Europe, avec des prix de toutes les énergies en hausse). C'est volontairement que le choix a été fait de ne pas donner à des changements aléatoires du contexte (nouvelle crise financière, nouvel accord international, date réelle du peak oil, effondrement de l'industrie française ou européenne, exploitation massive des gaz/huiles de schiste en France...) un rôle trop déterminant.

En conséquence de l'importance de ces logiques « endogènes », **les facteurs déclencheurs se situent plus du côté des motivations, des intérêts que des événements externes**. À la lecture, des scénarios on remarque que - dans la grande majorité des cas - ces motivations sont rarement uniquement liées aux seules questions énergétiques ou climatiques. L'hypothèse implicite est que ces politiques ne sont pas séparables de préoccupations plus transversales sur la précarité, les inégalités sociales, la politique industrielle (« le choix de l'économie verte »), la relance du logement, l'emploi local, l'attractivité des villes, la santé, la critique du consumérisme, l'accès à la nature, l'intérêt pour les générations futures... Tout l'enjeu est, ensuite, de faire la connexion avec des décisions plus étroitement centrées sur l'énergie ou le climat. Il n'y a donc pas de scénario dans lequel, dès le départ, le risque climatique ou la proximité du peak oil soient considérés comme des évidences incontournables. À l'échelle locale, cela pose très concrètement le problème du positionnement des services en charge de ces thématiques sectorielles : l'expérience montre effectivement que les villes qui ont eu les meilleurs résultats sont celles où les départements énergie-climat travaillaient en coopération étroite avec ceux en charge de l'économie...

Au-delà des facteurs déclenchants et des inerties, la dynamique des scénarios est essentiellement rythmée par quelques points de bifurcation et quelques chocs subis - les seconds étant très largement le symétrique des premiers. Dans **ATTENTISME INTELLIGENT**, les décisions sont purement incrémentales, ce qui conduit à un choc majeur après 2035. Dans **CRÉATIVITÉ CARBONE**, c'est l'inverse avec une taxe carbone élevée décidée dès 2018. Dans **URBANITÉ SOBRE**, la situation est plus confuse avec une dynamique portée par les consommateurs et les sociétés civiles locales, qui se heurtent, en 2035 au fait qu'aucune décision n'a été prise sur le nucléaire : les marges de manœuvre pour une transition vers les énergies renouvelables s'avèrent, en conséquence, beaucoup plus limitées que prévu. Edwin Zaccai a bien montré ce paradoxe : **« les consommateurs considèrent comme relativement normal de subir des chocs externes tels qu'une augmentation en six ans de près de 50% des prix des carburants à la pompe (entre 2002 et 2008), mais ils s'opposent farouchement à l'augmentation de quelques centimes qu'induirait une taxe carbone »**. Toute la dynamique des scénarios, et souvent leur lentueur, est dans cet arbitrage intertemporel entre chocs acceptés ou subis.

SCÉNARIO 1

ATTENTISME INTELLIGENT

2012-2020 : CLIMAT DE SCEPTICISME ET CRISE ÉCONOMIQUE

- Conférences avortées, scepticisme climatique, et recentrage sur l'énergie.
- Désendettement public, désindustrialisation, et désinvestissement.

2020-2035 : AVIS DE TEMPÊTE : UNE FENÊTRE D'OPPORTUNITÉ ?

- Une embellie économique.
- Avis de tempêtes.
- L'opportunité d'une remobilisation.
- Les villes exemplaires et animatrices.
- Faire plus en dépensant moins : l'exemple de la mobilité intelligente.
- Une progression modeste des renouvelables et de l'efficacité énergétique dans les bâtiments.
- Une opportunité insuffisamment exploitée : poursuite de l'étalement urbain, vieillissement du parc automobile, faiblesse du renouvelable, vulnérabilité des villes.

2035- 2050 : DOUBLE CHOC ET CHAOS URBAIN

- Le double choc.
- Des stratégies d'adaptation aux effets limités.
- Précarité et chaos urbain.

SCÉNARIO 2

CRÉATIVITÉ CARBONE

2012- 2017 : INCERTITUDES INDUSTRIELLES

- L'industrie à la croisée des chemins.
- L'introuvable juste prix de l'énergie.

2017-2020 : LA GRANDE RÉFORME FISCALE

- La réforme fiscale au coeur des présidentielles de 2017.
- Une logique de « double dividende » - écologique et économique.
- Le choix de l'économie verte.

2020- 2035 : LES VILLES AU CŒUR DE L'INNOVATION VERTE EUROPÉENNE

- Changements au niveau européen.
- L'option électrique.
- Smartphones, open data, géo-positionnement, compteurs intelligents ... : la révolution numérique au service de l'efficacité carbone.
- La systématisation du yield management.
- Un marché des prévisions climatiques.
- Les villes au cœur de l'innovation « carbone ».

2035-2050 : NOUVEAUX MODÈLES ÉCONOMIQUES ET RISK MANAGEMENT LOCAL

- Tensions sur le territoire.
- Reconfiguration des systèmes d'assurances et de secours.
- Une attention majeure au réseau électrique.
- La fin de « l'âge de pierre ».
- Contrats de performance énergétique et tiers investisseur.
- Hubs et salons urbains.
- Vers une économie de la fonctionnalité.

SCÉNARIO 3

NICE

2012-2015 : UN VOLONTARISME CONTRARIÉ PAR LA CRISE

- Une action publique volontaire.
- Panne de croissance et de financements.

2015-2025 : LE LOGEMENT AU CENTRE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

- Crise sociale, embellie économique et décision énergétique.
- Priorité au logement. Un quasi « service public » de rénovation énergétique des bâtiments.
- Cartographies thermiques, ambassadeurs de la rénovation et tiers financeur.
- Des politiques globales de gestion immobilière du parc urbain.

2025-2035 : LA RENAISSANCE URBAINE

- Un nouveau standard mondial pour les villes.
- Retour aux grands travaux et incitations de l'État.
- La rénovation obligatoire des logements.
- Des incitations au renouvellement des équipements.

2035-2050 : LE VIRAGE DE LA SÉCURITÉ

- Un rattrapage à marche forcée vers l'adaptation au changement climatique.
- Des « bulles urbaines » « climatisées » et sécurisées.

SCÉNARIO 4

BIOPOLIS

2012-2018 : CHANGEMENT DE REGARD

- Besoin de nature et triomphe du végétal.
- Une revalorisation de la ville « diffuse » et la « rurbanité ».
- Un nouveau regard sur l'énergie et l'adaptation au changement climatique.

2018-2025 : CHANGEMENT DE POUVOIR - CHANGEMENT D'ÉNERGIE

- Un nouveau contexte énergétique et politique.
- Décentralisation politique et énergétique.
- Priorité aux renouvelables.
- Un appétit pour la biomasse.
- Chimie du végétal et bio raffineries.

2025-2040 : CHANGEMENT DE VILLE

- Accord international sur le climat et l'énergie.
- Villes jardin, archipels vertes, agriculture périurbaine : l'émergence de BIOPOLIS.
- Métropoles et villes centre sur la défensive.
- Bois construction et habitat bio climatique.
- Des réseaux électriques sous tension.
- L'espace et la biomasse au centre des stratégies d'adaptation.
- Le prix de la nature : réforme fiscale ou planification écologique ?

2040-2050 : LIMITES DE L'AUTONOMIE

- L'avènement de l'écologie industrielle et circulaire.
- Les limites de l'autonomie.

Tableau 4.4

LA DYNAMIQUE DES SIX SCÉNARIOS

SCÉNARIO 5

LA VILLE CONTENUE

2012-2018 :

« LA VILLE DURABLE »
FACE AUX CRISES : SORTIR
DE L'EXPÉRIMENTATION

- ⊙ La « ville durable » à l'épreuve de la crise.
- ⊙ Crise du logement et difficultés de la ville au quotidien.
- ⊙ Les expérimentations et leurs limites.
- ⊙ Les premiers signes d'un tournant.

2018-2022 : ENTRE RAISON
ET CONTEXTE : LE CHOIX DE
LA VILLE CONTENUE

- ⊙ Nouvelles tensions sur le pétrole.
- ⊙ Le choix de la VILLE CONTENUE : une rupture institutionnelle et fiscale.
- ⊙ Le nerf de la guerre : une fiscalité locale prenant en compte les localisations.
- ⊙ Droit à l'expérimentation et villes exemplaires.

2022-2037 :
DES STRATÉGIES
PERSÉVÉRANTES
DE LONG TERME

- ⊙ Habitat, nature, transports, alimentation : le retour de la planification urbaine.
- ⊙ Des villes à plusieurs vitesses.
- ⊙ Rénovations sélectives.
- ⊙ Priorité à la location et fluidité résidentielle.
- ⊙ Une vision intégrée de l'adaptation et de l'aménagement.

2037-2050 :
LES DIFFICULTÉS
D'UN NOUVEL ÉQUILIBRE
TERRITORIAL

- ⊙ L'accélération de la crise pétrolière.
- ⊙ De nouveaux changements institutionnels.
- ⊙ Désurbanisation.
- ⊙ Besoin d'ailleurs.

SCÉNARIO 6

URBANITE SOBRE

2012-2014 : DES MODES
DE VIE EN RECOMPOSITION

- ⊙ Changement de génération.
- ⊙ Le consumérisme vert et ses limites.
- ⊙ Less is more.
- ⊙ Villes en Transition, initiatives citoyennes et mouvements alters.
- ⊙ La sobriété comme nécessité ou comme choix maîtrisé ?

2014-2022 : LE SOCIAL AU
CENTRE : DES STRATÉGIES
D'INTERVENTION CIBLÉES

- ⊙ Une vision sociale de la transition énergétique et climatique.
- ⊙ Des stratégies ciblées par groupes de population.
- ⊙ Information, émulation et droit à l'expérimentation locale.
- ⊙ Deux lois - sur les coopératives et les associations d'immeubles.

2022-2035 : ENTRE NÉCESSITÉ
ET BASCULEMENT
DES VALEURS : LA MARCHÉ
À LA SOBRIÉTÉ

- ⊙ Quatrième choc pétrolier.
- ⊙ Après les « années de plomb », la remobilisation.
- ⊙ Un « Grenelle du temps »
- ⊙ Éloge de la lenteur versus flux tendus d'information.
- ⊙ Usages et frugalité : un autre rapport aux objets.
- ⊙ Le monde de Gulliver : redécouverte de la proximité et cohabitation.
- ⊙ Reconquête des espaces publics et qualité des services urbains.
- ⊙ Entre résistance et résilience.

2035-2050 : VERS L'ÂGE
DE LA CONNAISSANCE :
DE NOUVEAUX MODÈLES
ÉCONOMIQUES ET URBAINS

- ⊙ Carte carbone individuelle et choix des renouvelables.
- ⊙ Relocalisation des productions et nouveaux modèles économiques
- ⊙ La ville vivrière.
- ⊙ Vers « l'âge de la connaissance » et l'économie du lien.

L'ATTENTISME INTELLIGENT n'est pas une solution viable...

Parmi les six scénarios celui de **L'ATTENTISME INTELLIGENT** joue un rôle particulier, puisqu'il constitue un peu l'hypothèse tendancielle, celle où aucune bifurcation majeure n'est engagée - pour des raisons liées au contexte, à la technologie, ou aux motivations des différents acteurs. À l'intérieur de cette contrainte, tout est fait néanmoins pour améliorer la situation et tirer parti des opportunités - à condition que les actions à mener soient « coût efficace » et sans regret. La conclusion tirée de l'exercice est que **cette stratégie de prudence n'est pas une solution viable**, même à titre transitoire. Elle ne permet de faire qu'un tiers du chemin nécessaire et conduit à reporter à une date trop tardive les décisions indispensables. Elle expose les populations vulnérables (au prix du pétrole ou au réchauffement climatique) à des risques très élevés avant 2035 et intolérables après ; l'économie à des déficits extérieurs chroniques, puis à une crise très grave ; les villes à un chaos urbain ingérable. La prudence est donc de ne pas être attentiste.

...Mais aucun des autres scénarios ne conduit seul à la ville « post-carbone » en 2050

Si l'attentisme n'est pas la solution, **aucun des autres chemins ne permet à lui seul d'atteindre les objectifs qui sont ceux de la ville post-carbone en 2050**. Cela est dû à deux raisons différentes. D'abord une raison générale : le délai très court qui nous sépare de 2050, notamment par rapport aux temps du monde de l'énergie (voir le **graphique 0.2** de Dominique Dron en introduction p. 17) et la difficulté à mettre en œuvre rapidement les décisions nécessaires dans le contexte actuel. La plupart des changements majeurs ne produisent, en conséquence, leurs effets qu'après 2020, ce qui ne laisse que trois décennies pour atteindre les objectifs attendus. Ensuite, et surtout, toute une série de raisons spécifiques à la logique de chaque scénario :

- ⊙ **CRÉATIVITÉ CARBONE** reporte sur les générations futures les décisions à prendre sur les infrastructures et la rénovation énergétique et sous-estime les problèmes d'adaptation sociale et foncière liés à une taxe carbone élevée ;

- ◎ **NICE** apporte des solutions très efficaces pour les bâtiments, la mobilité et la protection des zones denses, mais néglige les conséquences d'un étalement urbain qui se poursuit et sous-estime les difficultés de la rénovation énergétique des immeubles ;
- ◎ **BIOPOLIS** est le scénario qui permet de développer le plus rapidement les renouvelables et de « climatiser » les villes, mais il accroît la vulnérabilité à long terme des périurbains au renchérissement du pétrole et repose sur une décentralisation à moyen terme peu plausible ;
- ◎ **VILLE CONTENUE** prépare le mieux l'avenir, mais sous-estime les gains à attendre d'une densification des villes et prend mal en compte la situation des communes périurbaines et la question des nouvelles énergies ;
- ◎ **URBANITÉ SOBRE** est le seul qui aille vers une « société post-carbone », mais il n'intègre pas suffisamment les contraintes techniques liées aux politiques énergétiques, et sous-estime les questions sociales et économiques posées par la transition d'une société de production à une société d'échanges et de connaissances.

Ces deux séries de raisons, transversales et spécifiques, font que **les différents scénarios ne permettent, en général, de franchir qu'un peu plus de la moitié du chemin allant vers la ville « post-carbone »**. Il faudrait cependant nuancer ce résultat par objectif : par exemple, en termes d'adaptation, **BIOPOLIS** et **URBANITÉ SOBRE** sont très proches de ce qui semble souhaitable.

Ce constat sur les insuffisances de chaque scénario pris isolément, suggère qu'il faudrait pouvoir combiner plusieurs stratégies ; combinaison qui dépendra, en large partie, des choix politiques sur la taxe carbone (scénario 2), la décentralisation énergétique (scénario 4) ou la gouvernance locale et foncière (scénario 5). Mais aussi, comme va l'expliquer le paragraphe suivant, combinaison qui dépend de l'horizon considéré comme prioritaire.

Un choix déterminant : celui de l'horizon prioritaire

À l'origine, les scénarios ont été construits comme autant de façons contrastées de répondre à l'incertitude - sur le contexte économique, l'énergie, le changement climatique, les technologies, les valeurs... Mais le programme, centré sur des dynamiques, a mis en évidence une dimension au moins aussi importante des stratégies climatiques ou énergétiques : celui du choix **des horizons d'action**. Se mêlent en effet dans les décisions prises et leurs effets au moins **quatre horizons très différents** :

- ◎ d'abord celui du **très long terme**, de la société du renouvelable et du post-carbone, illustrée par exemple par le scénario « solaire » de Shell en 2100 (**graphique 0.1**). Vers cet horizon, ce qui importe, c'est la capacité à mobiliser des énergies renouvelables, et à adapter à ce type de ressources les façons de produire, de consommer, de se loger, d'organiser ses loisirs, de travailler, d'organiser les villes - dans un contexte où, par ailleurs, et avec une intensité encore inconnue, le réchauffement climatique se sera produit... ;
- ◎ ensuite celui du **moyen terme**, entre 2030 et 2050, où l'enjeu est à la fois d'anticiper le vieillissement des centrales nucléaires (et leur éventuel remplacement), de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de se préparer à des chocs prévisibles liés soit au réchauffement climatique, soit à des variations brutales des prix des énergies fossiles ;
- ◎ en troisième lieu, celui du **court terme, c'est à dire le plus tôt possible**, où il s'agit simultanément de moderniser les réseaux énergétiques et de réduire la facture pétrolière en évitant d'accroître la précarité énergétique et la perte de compétitivité des entreprises françaises ;
- ◎ et enfin, **l'horizon indéterminé des crises possibles** ou des événements improbables (chocs pétrolier ou événements climatiques extrêmes...), pour lequel l'enjeu est la résilience et la capacité à gérer des crises éventuelles.

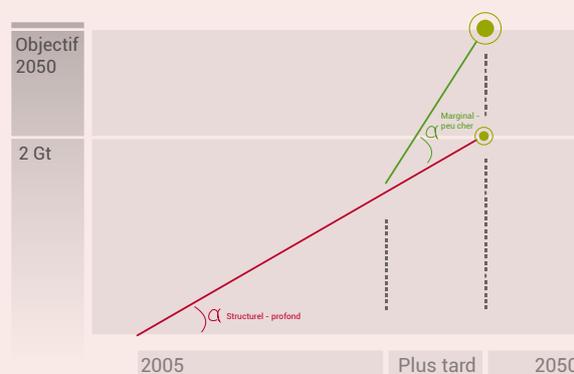
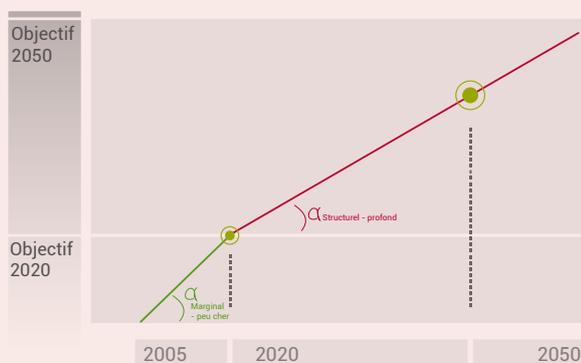
Dans la pratique, tous ces horizons sont généralement confondus (à travers la notion générale de transition énergétique) ; mais rien ne garantit qu'une action ou une stratégie adaptée pour tel horizon le soit pour un autre - tant les enjeux recouverts, comme les temps nécessaires pour une action efficace, sont différents. Il peut y avoir ce que les économistes appellent des effets de « lock in », l'impossibilité de passer d'un horizon stratégique à un autre.

De récentes publications du CIRED et de la Banque mondiale² sont particulièrement éclairantes en ce sens. Le « bon sens » délivré par les courbes de coûts marginaux d'abattement, lues trop souvent comme une manière de prioriser et hiérarchiser les actions et investissements, n'y suffira pas. Il risque au contraire, dès lors que les contraintes sont connues et les objectifs de long terme fixés - ce qui est le cas pour le changement climatique et les contraintes énergétiques fossiles - de créer des situations de blocage (encart 4.2).

Encart 4.2

« L'EFFICACITÉ » DU COURT TERME AU DÉTRIMENT DU LONG TERME ?

SOURCE : VOGT-SCHILB, A., HALLEGATTE, S., 2011. WHEN STARTING WITH THE MOST EXPENSIVE OPTION MAKES SENSE: USE AND MISUSE OF MARGINAL ABATEMENT COST CURVES. WORLD BANK POLICY RESEARCH WORKING PAPER 5803



Choisir la solution la moins coûteuse peut permettre d'atteindre, pour un investissement moindre une réduction de GES plus importante à 2020... Mais si ces investissements sont réalisés au détriment de ceux de long terme, ils ne permettront pas pour autant de respecter la cible de 2050 et constitueront un blocage (graphique à gauche). Ainsi dans les domaines avec une inertie forte - les politiques urbaines en sont un bon exemple -, commencer par la politique la plus coûteuse fait sens (graphique de droite)

Prendre en compte cette multiplicité des temps ne conduit pas seulement à privilégier les scénarios - ou les catégories d'action - qui ont des effets à court terme (y compris en terme de résilience) et qui peuvent être adoptées rapidement, mais s'assurer que l'ensemble des actions permet de jouer sur les différents horizons de temps. Une stratégie cohérente implique un équilibre parmi toutes ces actions complémentaires (tableau 4.5).

C'est ce qui fait le grand intérêt du scénario **URBANITÉ SOBRE**, qui a pour qualité à la fois de se situer clairement dans une perspective à long terme de « société post-carbone » (et pas seulement « bas carbone ») et de procurer des gains à court terme intéressants, que ce soit en terme de moindre consommation d'énergie, de réduction des gaz à effet de serre, de diminution de la précarité énergétique ou de résilience aux chocs externes. C'est un atout incontestable qui en fait un complément presque indispensable pour tous les autres scénarios.

Tableau 4.5

TEMPS DE L'ACTION ET HORIZON DES IMPACTS

		TEMPS DES POSSIBILITÉS D'ACTION / DE MISES EN ŒUVRE	
		À court-moyen terme	À long terme
HORIZONS DES IMPACTS ATTENDUS	À court-moyen terme	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Limitation de vitesse, zones 30 ⊙ Étiquetage CO₂ ⊙ Bonus-malus, crédit d'impôt ⊙ Nouveaux tarifs de transports ou de l'énergie ⊙ Soutien aux expérimentations ⊙ Actions volontaires de sobriété énergétique 	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Péages urbains ⊙ Nouvelles réglementations de constructibilité ⊙ Réforme de la fiscalité (locale sur l'énergie) ⊙ Carte énergie et/ou carbone
	À long terme	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Plan Climat-Énergie Territorial ⊙ Normes thermiques sur les bâtiments neufs, normes CO₂ sur véhicules neufs ⊙ Urbanisme structuré autour de pôles ⊙ Végétalisation progressive des villes ⊙ Protection contre les risques majeurs ⊙ Développement de l'éolien et du photovoltaïque 	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Obligation d'isolation avant la vente de logement ⊙ Nouveaux réseaux d'infrastructures de transports ⊙ Systèmes de stockage de l'énergie et de capture et stockage du CO₂ ⊙ Grandes réformes institutionnelles

Le classement des actions par catégorie peut apparaître arbitraire, il est surtout illustratif et permet de s'interroger notamment sur les horizons de décisions. Notamment sur ce qui fait qu'une mesure apparaît de court terme (parce que le contexte s'y prête, un consensus se forme...) ou de long terme (parce que même en ayant un effet rapide, sa mise en œuvre est longue à opérer à partir d'une situation donnée). Cela s'applique également aux impacts, certaines mesures changeant la donne radicalement et immédiatement, d'autres servant plutôt à préparer l'avenir.

Un rôle majeur des collectivités locales dans tous les scénarios, mais qui diffère parmi eux

Les collectivités locales jouent un rôle majeur dans tous les scénarios - occupant même dans l'un d'entre-eux (**VILLE CONTENUE**) une responsabilité centrale. Cela n'est pas étonnant dans la mesure où elles sont les seuls acteurs à pouvoir mener des actions concrètes sur les trois dimensions de la « ville post-carbone » - la réduction des émissions, l'autonomie par rapport aux fossiles et l'adaptation. Elles sont aussi les seules à pouvoir intervenir sur tous les secteurs à la fois : la construction, les transports, l'ali-

mentation, le foncier, l'énergie, l'urbanisme, la gestion des risques, les modes de vie... et à disposer d'une panoplie d'outils aussi large - allant de la simple information du public jusqu'à l'interdiction ou la sanction. L'exemple du **SCOT facteur 4** (« deuxième génération ») élaboré par l'**agglomération de Tours** illustre bien cette ouverture des préoccupations et champs d'interventions qui peuvent être celles d'une ville (**encart 4.3**).

Si les villes ont toujours un rôle majeur, celui-ci diffère néanmoins considérablement selon les scénarios - allant de la mobilisation et de l'animation (**ATTENTISME INTELLIGENT**) au soutien à l'expérimentation sociale ou aux actions de solidarité (**URBANITÉ SOBRE**), en passant par le développement de l'innovation (**CRÉATIVITÉ CARBONE**), l'investissement public et dans le logement (**NICE**), la production de renouvelables (**BIOPOLIS**) ou la planification urbaine intercommunale (**VILLE CONTENUE**). Dans chaque cas, ce ne sont ni les mêmes collectivités locales, ni les mêmes outils, ni les mêmes services qui sont les plus concernés, ce qui rappelle une nouvelle fois, que la « transition vers des villes post-carbone » peut recourir des politiques locales très différentes. **Il n'y a pas de modèle unique de transition, de « feuille de route » s'appliquant de la même manière à toutes les villes.**

Encart 4.3

QUELS LEVIERS LOCAUX POUR UNE AGGLOMÉRATION POST-CARBONE : L'EXEMPLE DU SCOT « FACTEUR 4 » DE L'AGGLOMÉRATION DE TOURS

SOURCE : LE FACTEUR 4 DANS LES TERRITOIRES, AURT, JÉRÔME BARATIER, JEAN-MARIE BEAUVAIS, BÉNÉDICTE MÉTAIS, FUTURIBLES JANVIER-FÉVRIER 2013 N°392

Avec l'appui du programme « Repenser les villes dans la société post-carbone », l'agglomération de Tours s'est engagée dans l'élaboration d'un « SCOT deuxième génération », prolongeant celui existant pour intégrer la perspective du facteur 4 à l'horizon 2050. La liste suivante des actions à mener ou à encourager dans cette perspective illustre bien l'étendue des leviers susceptibles d'être mis en œuvre ou suivis par les villes, pour aller vers des territoires « post-carbone ». La même diversité apparaît dans les autres « recherches action » menées au sein du même programme (Fontainebleau, Mulhouse, Lille, Plaine Commune, Grenoble) - ce qui ne veut pas dire que tous ces leviers soient effectivement mobilisés.

MESURES EXOGÈNES	MESURES ENDOGÈNES
	Déplacements
Prix du carburant Augmentation du prix à la pompe d'ici 2030 au rythme de 1,1% par an en monnaie constante	Aménagement Les nouveaux habitants sont accueillis préférentiellement dans le cœur métropolitain, les trois pôles relais et dans un rayon de 1 km autour des gares et 500 m autour des centres bourg
Technologie Véhicules thermiques : baisse des consommations du parc de 1% par an (en litre aux 100 km) Véhicule électrique : 10% du parc en 2030	Réglementation <ul style="list-style-type: none"> ● Interdiction des espaces centraux à la voiture dans la partie de Tours située entre la Loire et le Cher (il n'est pas prévu de péage urbain) ● Limitation des vitesses (70 km/h en couronne lointaine, 50 km/h en couronne proche et 30 km/h dans la partie du cœur métropolitain non interdit à la circulation automobile)
	Investissements <ul style="list-style-type: none"> ● Transports collectifs (transports en site propre, tram-train) ● Modes doux (trottoirs larges et sécurisés, pistes cyclables, cheminements soignés vers les gares, nouveaux franchissements, vélo à assistance électrique)
	Organisation <ul style="list-style-type: none"> ● Covoiturage (centrales de mise en relation) ● Bourse des emplois et des logements
	Tertiaire, industrie et bâtiment-travaux publics
Réglementation Construction selon la RT 2020 (15 kWh/an/m²)	Aménagement (SCOT) <ul style="list-style-type: none"> ● Définition de secteur de renouvellement du parc tertiaire et industriel : Réhabilitation des zones les plus anciennes (mixité, réhabilitations thermiques) ● Fin de l'urbanisme de zone ● Incitation à faire évoluer le mix énergétique avec abandon du fioul et utilisation de 50% d'énergie renouvelable thermique ● Valorisation des ressources locales ● Limitations des investissements routiers (impact favorable sur les émissions de GES et BTP) ● Valorisation des savoir-faire locaux en réhabilitation thermique
Technologie Faible croissance des surfaces commerciales du fait de la dématérialisation (achats sur internet)	Investissements <ul style="list-style-type: none"> ● Accompagnement technique et financier de la collectivité (travaux, conseils techniques...) ● Politiques foncières pour diversification du tissu monofonctionnel
	Agriculture, forêt
Réglementation Impacts sectoriels du Grenelle (maîtrise de la consommation d'espace, culture biologique...)	Aménagement/gestion <ul style="list-style-type: none"> ● Recyclage de la ville sur elle-même et « zéro hectare en extension urbaine » par la préservation forte des terres agricoles et le retour d'une partie des friches urbaines à l'agriculture ● Incitation à la création de jardins familiaux ● Création préconisée de zones tampons entre espaces naturels, agricoles et urbains, élargissement des massifs forestiers ● Plan nourricier pour assurer localement le lien entre production agricole et consommation ● Mise en œuvre d'une charte forestière (préservation des puits de carbone, optimisation de la filière bois...)
	Investissements <ul style="list-style-type: none"> ● Acquisition de terres agricoles pour mise à disposition d'exploitants débutants, sous conditions environnementales, et développement du maraîchage

MESURES EXOGÈNES	MESURES ENDOGÈNES
	Habitat
Réglementation Réglementation thermique RT 2020 : construction selon norme BEPOS (15 kWh/an/m ²)	Aménagement (SCOT) <ul style="list-style-type: none"> ● Les nouveaux habitants sont accueillis dans le cœur métropolitain, les trois pôles relais et dans un rayon de 1 km autour des gares et 500 m autour des centres-bourg ● Délimitation de segments (logements sociaux, copropriétés dont les occupants sont en situation de précarité énergétique et nappes de lotissements construites avant la deuxième RT) et de périmètres prioritaires à réhabiliter (250 kWh/an/m² à 50 kWh/an/m²) : OPATB et coordination avec PLH et PECT ● Incitation à l'acquisition foncière par les collectivités publiques pour favoriser le renouvellement urbain, notamment par déconstruction des épaves thermiques ● Incitation à l'utilisation d'énergie renouvelable : délimitation de secteur de dépassement du coefficient d'occupation des sols, obligation de raccordement dans les secteurs desservis par un réseau de chaleur alimenté par les énergies renouvelables ● Diversification et densification du tissu résidentiel. Généralisation de la démarche BIMBY ● Incitation dans les projets urbains, à la mutualisation de certains espaces et équipements électroménagers
	Investissements <ul style="list-style-type: none"> ● Conversion du chauffage urbain aux énergies renouvelables ● Accompagnement technique et financier des OPATB par les PCET et les PLH
	Adaptation
Réglementation Grenelle de l'environnement et trame verte et bleue	Aménagement/gestion <ul style="list-style-type: none"> ● Gestion de l'eau exemplaire préconisée dans l'aménagement : techniques alternatives pour le pluvial, limitation de l'imperméabilisation des sols, protection fortes des exutoires naturels ● Généralisation de l'urbanisme résilient au risque d'inondation ● Limitations de la consommation d'eau potable (récupération d'eau de pluie, plantation d'espèces végétales locales et peu consommatrices...), interconnexion des réseaux d'alimentation pour sécuriser l'approvisionnement en cas de déficit ou de pollution ● Prise en compte accrue du risque de retrait-gonflement des terres argileuses dans les techniques de construction et de réhabilitation du bâti ; consolidation des coteaux ● Protection forte de la trame verte et bleue, création de passages à faune pour préserver et restaurer les corridors écologiques, restauration des espaces dégradés ● Végétalisation du tissu urbain pour limiter les phénomènes d'îlot de chaleur, architecture bioclimatique ● Plan lumière pour limiter les consommations d'énergie, améliorer l'efficacité énergétique et réduire l'impact négatif sur la faune et la flore
	Gouvernance Mise en œuvre d'une nouvelle gouvernance pour favoriser la cohérence des politiques publiques, homogénéisation des périmètres d'intervention des syndicats de projet et de la gestion de l'eau, de la trame verte et bleue, du foncier...
	Énergies renouvelables
Réglementation	Aménagement (SCOT) <ul style="list-style-type: none"> ● Plan de production d'énergie renouvelable ● Étude préalable sur potentiel de production en énergie renouvelable obligatoire, en amont de tout projet d'aménagement ● Organisation de la production d'énergie renouvelable à échelle fine (unité 1 000 habitants)
	Investissements <ul style="list-style-type: none"> ● Production d'électricité largement diversifiée : cogénération, grandes éoliennes, micro-éoliennes, photovoltaïque sur sites orphelins et toitures terrasses essentiellement ● Développement des <i>smart grids</i> (gestion intelligente)
	Réglementation Toits et sous-sols deviennent publics pour généraliser les installations de productions d'énergie renouvelable
	Gouvernance Création d'un syndicat de gestion et de projet sur l'énergie

2) Facteurs de blocage et leviers d'action

L'élaboration des scénarios a pris appui, dès le départ, sur un recensement des obstacles à la transition vers des villes « bas carbone » ; et cela à partir de différents matériaux : une analyse de la littérature scientifique, les séances du séminaire organisé en 2009-2010, une consultation informelle avec les responsables de services des collectivités locales (voir en partie I). Dans une certaine mesure, l'objet des scénarios était de contourner ces obstacles ainsi identifiés. Le travail de prospective en a, de fait, encore augmenté la liste - ce qui pourrait justifier un certain scepticisme sur le thème de la « ville post-carbone » (**encart 4.4**). Mais il faut bien différencier dans ces très nombreux obstacles, trois catégories assez différentes. **Il y a, en premier lieu, des obstacles qui sont liés au contexte ou aux inerties** et qui peuvent trouver une solution à partir du moment où on passe d'une analyse statique à une approche dynamique à long terme : l'allongement de la durée de vie des voitures n'empêche pas, par exemple, que d'ici 35 ans le parc existant aura pu changer deux fois... voire plus dès lors que de nouveaux modèles de mobilité partagée se développent et permettent de plus et mieux utiliser les véhicules et donc favoriser leur renouvellement. **Il y a ensuite des obstacles qui, pour être levés, supposent des bifurcations politiques majeures.** Elles impliquent des décisions difficiles à prendre qui, si elles sont prises, peuvent modifier tout un ensemble de fonctionnements et de comportements. C'est, par exemple, le cas des décisions fiscales ou institutionnelles (taxe carbone, localisation des taxes foncières, nouvelles réglementations...). **Et il y a enfin des obstacles structurels** face auxquels il est possible, en général, de trouver des solutions - comme il en est proposé de multiples dans l'ensemble des scénarios. C'est le cas, par exemple de la difficulté à assurer le portage à court terme des investissements permettant de faire à long terme des économies d'énergie.

Parmi ces obstacles structurels, six sont apparus de manière quasi systématique dans la plupart des scénarios ; et c'est de la capacité à les contourner que dépend, en grande partie, l'évolution vers des villes « post-carbone »

- ⊙ d'abord, la **trop grande ouverture**, dans tous les domaines, **des incertitudes et des controverses** qui rendent les décisions - quelles qu'elles soient - difficiles à prendre. C'est un problème général de lisibilité auquel vient s'ajouter un manque ou une complexité des informations disponibles ;
- ⊙ ensuite **une confusion sur les horizons** (voir le paragraphe précédent), qui évacue a priori tout un ensemble de possibilités qui n'ont de sens que dans une vision temporelle bien définie. Comme le montre l'exemple de Tours, c'est le choix de l'horizon qui détermine en grande partie, les marges de manœuvre disponibles ;
- ⊙ en troisième lieu, **une perception insuffisante des bénéfices** liés aux politiques « post-carbone » qu'ils soient locaux ou collectifs - en termes d'emplois, d'économie, d'attractivité, d'innovation, de gestion des risques ou de réduction de la facture pétrolière. Ces bénéfices restent trop vaguement mesurés, quand ils le sont ; alors que les coûts et risques éventuels sont rendus beaucoup plus explicites par des acteurs existants (par exemple, sur les emplois automobiles) ;
- ⊙ en quatrième lieu, un « **enfermement** » **trop grand des questions climatiques et énergétiques dans des débats techniques et sectoriels** avec comme conséquence une implication réduite des habitants, mais surtout une coupure trop forte entre innovation technique et sociale, aux dépens de cette dernière (alors qu'il s'agit souvent de questions essentielles à la vie quotidienne) ;
- ⊙ en cinquième lieu, **l'inadaptation des structures de gouvernance locale** à des questions qui supposent une forte coordination à l'échelle des bassins de vie avec à la fois des problèmes de leadership, de mutualisation des moyens, d'articulation des actions sectorielles (foncier, infrastructures..), et de cohésion intercommunale ;
- ⊙ et enfin, et c'est peut être l'obstacle essentiel, **la difficulté de définir des chemins de transition qui ne pèsent pas encore un peu plus sur les groupes sociaux déjà les plus précaires et vulnérables.** Autrement dit, il s'agit d'aller vers une sobriété qui ne soit pas subie par ceux qui sont déjà les plus contraints. Ce problème se pose dans tous les pays, mais encore plus en France, en raison du poids très élevé des dépenses de logement pour les ménages, comparativement à l'Allemagne par exemple, qui laisse peu de marge de manœuvre pour l'énergie. Dans le contexte budgétaire actuel - tant local que national - c'est une question qui n'aura pas de solution facile sans maîtrise de la rente foncière et des coûts de l'immobilier.

Encart 4.4

DE NOMBREUX FACTEURS DE BLOCAGE

INCERTITUDES DU CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE ET CLIMATIQUE

- Controverses persistantes sur le changement climatique
- Pas d'engagement européen ou international sur le climat après 2020
- Empreinte carbone de la France faible (mais discutée avec imports)
- Controverses sur le peak oil et les ressources non conventionnelles (gaz de schiste)
- Vieillesse des centrales nucléaires et incertitudes sur leur remplacement
- Prix futur de rachat des renouvelables mal déterminé et instable
- Incertitudes géopolitiques sur l'approvisionnement en pétrole et sur son prix
- Pas d'assurance sur la compétitivité de la production française de renouvelables
- Oppositions locales des riverains à certains formes de renouvelables (ex : éolien...)
- Controverses sur les biocarburants de première génération
- Orientations et coûts de la transition énergétique en discussion

DIFFICULTÉS ET INCERTITUDES ÉCONOMIQUES

- Crise économique persistante et chômage élevé
- Budgets publics contraints ou en réduction
- Baisse des transferts de l'État aux collectivités locales
- Baisse des ressources des ménages
- Hausse des dépenses contraintes (logement, énergie, transports)
- Croissance de la pauvreté et de la précarité énergétique
- Baisse de la ressource fiscale des communes
- Importance pour l'économie française de l'automobile, du nucléaire, de la construction aéronautique, du tourisme, de l'agriculture d'exportation ...
- Manque d'acteurs économiques majeurs intéressés à la transition énergétique et à la ville post-carbone
- Concurrence forte des pays émergents sur les renouvelables (photovoltaïque, biocarburants)

BLOCAGES ET INCERTITUDES TECHNIQUES

- Manque d'information et de compétences sur les nouvelles énergies (prix, performances)
- Maturité insuffisante de certaines techniques (technologies de stockage, véhicules électriques et de très basse consommation, compteurs intelligents, piles à combustibles, biocarburants de seconde génération...)
- Coûts des renouvelables ou des technologies alternatives encore élevés
- Technologies de stockage de l'électricité encore peu développées et insuffisantes
- Contraintes à l'intégration des renouvelables (intermittence) dans les réseaux électriques existants
- Ressources en renouvelables très inégales selon les territoires
- Peu d'expérience dans les bâtiments à très faible consommation (BBC, BEPOS ...)
- Divergences d'intérêts sur le partage des coûts des compteurs intelligents
- Structuration inachevée de la filière « rénovation énergétique du bâtiment »
- Manque de stations de recharge pour les véhicules électriques
- Divergences d'intérêt et coûts élevés de mise en place des « smart grids »

IMPORTANCE DES INERTIES

- 70 à 75% du parc de bâtiments de 2050 déjà construit
- 0,1% de destruction et 1% de construction neuve (en % du parc)
- 80% des logements consommant plus que 150 kWh /m²/an
- Allongement de la durée de vie des voitures (15 ans et plus)
- Longue durée de vie des systèmes d'isolation et de chauffage
- Moins de 5% des ménages connectés à un réseau de chaleur
- Manque de terrains constructibles en zone urbaine dense
- Poids du périurbain (15 millions d'habitants) et force des dynamiques d'étalement urbain
- Dépendance à la voiture des populations périurbaines
- Mobilité plus réduite et vulnérabilité d'une population vieillissante

BLOCAGES SOCIAUX ET SOCIÉTAUX

- Manque d'information sur les questions climatiques et énergétiques
- Fort décalage entre l'intérêt pour l'environnement et les pratiques environnementales effectives
- Acceptabilité faible de la fiscalité écologique et des surcoûts liés à l'environnement
- Priorité à l'emploi et à la situation économique en période de crise
- Barrières culturelles et sociales aux changements de comportements et de modes de vie
- Poids des dépenses de logement limitant celles en énergie
- Marges de manœuvre réduites pour les précaires énergétiques
- Effets inégalitaires des politiques climatiques et de transition énergétique (taxe carbone)
- Complexité des choix individuels sur l'énergie (technicité, financements)
- Difficulté à prendre des décisions dans les immeubles collectifs (42%)
- Divergences d'intérêt entre propriétaires et locataires (effets d'agence)
- Fort effet de seuil dans les dépenses de rénovation énergétique
- Dépendance aux équipements collectifs (transports publics ...)
- Soutien à l'innovation sociale (coopératives, monnaies locales...) insuffisant

BLOCAGES FINANCIERS

- Difficultés du contexte économique (désendettement, baisse des revenus, prudence des banques...)
- Incitations fiscales ou budgétaires mal connues ou insuffisantes pour une majorité des ménages
- Incertitudes sur les dépenses à engager et sur les gains (ou économies) réels réalisés
- Garantie sur la qualité à long terme des travaux insuffisante
- Manque de portage des investissements longs et de système de tiers payant
- Problèmes de répartition des coûts entre propriétaires et locataires
- Valorisation immobilière des investissements énergétiques incertaine
- Ciblage des financements sur l'énergie et le climat ne correspondant pas aux besoins réels (difficulté de financement pour une large partie des ménages)

INADAPTATION DE LA GOUVERNANCE

- Manque de visions claires à long terme et marginalisation de la prospective
- Échelles de gouvernance locale mal adaptées (bassins de vie)
- Responsabilité énergétique des collectivités locales réduites
- Pas de leadership local bien défini pour l'énergie et le climat
- Politiques « en silos » insuffisamment intersectorielles
- Positionnement mal défini des services énergie-climat
- Expertise inégale selon les collectivités, difficulté à définir les priorités
- Leviers d'action mal distribués et articulés entre plusieurs échelles (foncier au niveau communal)
- Divergence d'intérêt au sein des aires urbaines (centre, périphéries)
- Difficulté à mutualiser les bénéfices ou compenser les contraintes (ex : rural - urbain)
- Outils fonciers insuffisants et affaiblissement de la planification urbaine
- Plans climat-énergie territoriaux trop « court termiste » et peu connectés aux autres documents de planification
- Implication trop réduite de la population dans les politiques climatiques locales
- Incitations de l'État relativement limitées par rapport à d'autres pays
- Articulation avec les régions (SRCAE) encore réduite
- Difficulté à opérationnaliser les objectifs d'adaptation
- Difficulté à réguler les prix de l'énergie dans des systèmes hybrides (centralisés et décentralisés)

MANQUE DE MOTIVATION À AGIR

- Horizon trop long pour le temps politique
- Perception insuffisante des avantages (emplois, baisse des factures énergétiques, attractivité, qualité de vie...)
- Manque d'implication de certains bénéficiaires (entreprises d'isolation, forestiers, NTIC...)
- Actions pour le climat et l'énergie perçues comme des surcoûts
- Priorité à l'économique et aux urgences sociales
- Nouveau cycle d'investissement (télécommunications, ville créative ...)
- Pressions de la population faible (sauf pour la précarité énergétique)
- Action perçue comme complexe, incertaine et d'ordre technique



03 Le septième scénario : quelques orientations pour l'action tirées de l'analyse prospective

Si l'analyse prospective montre bien la diversité des chemins possibles vers la ville « post-carbone », avec leurs forces et faiblesses respectives, elle conduit aussi à conclure qu'aucun des scénarios précédents n'est - à lui seul - à même de garantir la réalisation à 100% des objectifs fixés pour 2050. Pour surmonter la liste très longue des obstacles qui vient d'être évoquée, et s'approcher un peu plus de ces objectifs, une certaine combinaison des outils et des approches est donc nécessaire : **c'est ce qui suggère l'idée d'un « septième scénario ».**

Il faut bien s'entendre néanmoins sur le sens de ce « septième scénario ». Il ne s'agit ni de construire un nouveau scénario équivalent aux précédents, avec son contexte spécifique, une idée directrice et un cheminement précis ; ni, à l'inverse, de proposer une « feuille de route » unique applicable quelle que soit la situation historique ou celle de chaque ville. **Il s'agit plutôt de rassembler, en conclusion, quelques orientations pour l'action tirées de l'analyse des six**

scénarios proposés par le groupe de travail - en choisissant parmi ceux-ci des orientations qui sont **suffisamment générales pour pouvoir être adaptées à des contextes socio-économiques ou géographiques différents.**

Toutes ces propositions ont déjà été largement développées au fil des scénarios et ne seront donc reprises ici que de manière schématique. Elles seront regroupées, dans cette conclusion, en deux grands ensembles : d'une part l'évocation de quelques **principes d'action** utiles à la conduite de la transition vers des villes « post-carbone » ; et, de l'autre, un **agenda ordonné d'actions** à engager - tirées largement des six scénarios présentés dans la partie précédente.

Il faut insister sur le fait qu'il s'agit de pistes de réflexion tirées des scénarios et, en aucun cas, d'une stratégie, qui n'aurait de sens qu'au niveau de chaque ville, dans le cadre d'un débat démocratique.

Ajoutons que, si ces recommandations sont effectivement issues des scénarios présentes dans la partie 3 leur combinaison n'a pas été discutée avec les membres du groupe de prospective, et n'engage donc que les auteurs.

1) Sept grands principes d'action

Dans la transition vers des villes « post-carbone », c'est moins sur les outils qu'il importe de se mettre d'accord que sur un certain nombre de grands principes permettant de « cadrer » l'action et de desserrer quelques-uns des obstacles majeurs. S'il fallait ne retenir qu'un message de ce travail prospectif, il pourrait se réduire à sept grands principes :

Prendre en compte tous les objectifs de la ville « post-carbone » de manière intégrée, sans dissocier contraintes et opportunités

Ce qui fait la spécificité de la ville « post-carbone », c'est d'articuler réduction des émissions de gaz à effet de serre, adaptation au réchauffement climatique, moindre recours aux énergies carbonées devenues plus rares (peak oil...), et développement urbain durable. **La volonté d'intégrer ces quatre objectifs est un aspect déterminant des stratégies à mener**, et a un impact majeur sur les outils susceptibles d'être mis en place : même s'il y a de nombreux aspects communs, ce n'est pas, par exemple, la même chose de conduire des politiques de transition énergétique et de s'engager vers des villes « post-carbone ». Le cadrage des objectifs et leur affirmation claire est donc essentiel : il introduit sans doute de nouvelles contraintes mais ouvre aussi de nouvelles opportunités de synergies intéressantes pour la décision et les relations entre parties prenantes.

L'intégration des objectifs conduit, en particulier à adopter une autre définition du « peak oil », du « peak gaz » ou même « peak charbon », s'appuyant sur la préconisation de l'Agence internationale de l'énergie de ne pas exploiter plus du tiers des réserves fossiles (conventionnelles et non conventionnelles) disponibles, pour des raisons liées à l'effet de serre⁵. Le « pic fossiles » doit donc être un point de basculement choisi. C'est un bon exemple du changement majeur de perspective lié au croisement des objectifs : alors que les questions de ressources, limitation des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation sont généralement abordées de manière séparée, la transition vers des villes post-carbone propose une approche résolument multidimensionnelle, prenant en compte l'ensemble des enjeux climatiques et énergétiques futurs auxquels seront confrontées les villes d'aujourd'hui ou d'après 2050. Cela induit, comme contrainte, de prendre en compte les incompatibilités possibles entre objectifs - comme par exemple le recours aux gaz de schiste pour réduire la vulnérabilité aux prix du pétrole ou gaz conventionnel - mais ouvre aussi l'opportunité de stratégies croisées, par exemple en matière d'utilisation de la biomasse, ou de maîtrise de l'étalement urbain.

Il s'agit également d'inscrire la transition nécessaire dans une perspective plus globale qui est celle de la « **ville durable** »⁶. Cela suppose de sortir la ville « post-carbone » du cadre technique ou scientifique dans lesquelles sont généralement enfermées les questions de climat et d'énergie, pour mieux les lier aux questions de développement ou d'attractivité urbaine qui en constituent, en réalité, l'enjeu essentiel. Comme l'illustrent les six scénarios, **aller vers des villes post-carbone, c'est fondamentalement choisir de nouvelles façons de vivre la ville mais aussi de les développer**. Construire un « septième scénario » passe donc d'abord par la capacité à traduire en termes d'opportunités (d'emplois, de relations sociales, de qualité de vie, d'économies budgétaires, d'attractivité...) ce qui est le plus souvent présenté en termes de coûts, de contraintes, ou de bilan énergétique ou CO₂.

Affirmer le rôle central des villes dans la transition vers des sociétés post-carbone, dans une perspective de gouvernance multi-échelle

Seules les villes sont à même de pouvoir efficacement combiner les objectifs qui sont ceux d'une transition vers des sociétés post-carbone ; et la première des conditions pour amorcer un « septième scénario » est de reconnaître pleinement ce rôle central. Cela suppose la **mise en place à la bonne échelle, celle de l'agglomération ou de la région urbaine, d'une gouvernance adaptée**, avec des compétences suffisantes et un leadership clair - ce qui passe à terme, par une décentralisation territoriale donnant plus de pouvoirs institutionnels, fonciers et fiscaux aux bassins de vie ou (au minimum) aux agglomérations élargies, comme les exemples allemands, suédois décrits précédemment le montrent.

La contrepartie de ce niveau d'autonomie accru est un accroissement de la mutualisation et de la coopération entre toutes les échelles de gouvernance - du quartier à l'Europe. L'expérience de pays comme la Suède ou les Pays-Bas, ou de régions comme la Catalogne, montre que cette coordination est la clé de toutes les transitions réussies, avec non seulement une bonne articulation des politiques (supra)nationales et locales (urbaines et régionales), mais aussi des formes innovantes de co-développement, contractualisation, et mutualisation entre les communes centres et périphériques, plus urbaines ou plus rurales. Tous les territoires et leurs populations ont en effet vocation à participer à la « révolution post-carbone », sans exclusive et nouvelles fractures.

Bien distinguer, pour les articuler, les différents temps de l'action

L'évolution vers des villes « post-carbone » suppose aussi que puisse être dépassé un autre obstacle majeur, déjà plusieurs fois évoqué, qui est celui des **temporalités de l'action** - et ceci dans toutes ses dimensions : celui du choix de l'horizon, celui du temps de la mise en œuvre, et celui des irréversibilités. En principe l'horizon 2050 semble être un bon compromis entre le rythme des phénomènes physiques (épuisement des

ressources, réchauffement...), le temps nécessaire aux transitions énergétiques et urbaines (compte tenu des inerties) et les agendas politiques nationaux ou internationaux (« Facteur 4 »...). Mais c'est aussi, en pratique, un horizon qui semble beaucoup trop éloigné des préoccupations immédiates du public et qui s'intègre difficilement dans le rythme normal de la vie politique locale. Ce décalage est au cœur des questions énergétiques et climatiques.

Une des façons de contourner cet obstacle est de mieux distinguer les temporalités de l'action, celles de court terme qui ont un effet immédiat, celles de moyen terme qui s'intègrent dans des logiques de projet, et celles de long terme qui peuvent s'inscrire dans un changement d'image des villes. En matière énergétique et climatique, les transitions seront longues, mais tout ce qui peut être fait rapidement a beaucoup plus d'impacts que ce qui est reporté à plus tard - en raison à la fois des incertitudes, des irréversibilités, effets de seuils et des phénomènes cumulatifs. **Il y a donc place, aussi, pour des actions à court terme rapidement valorisables, et renforçant les capacités locales de résilience aux événements imprévus.** Il ne s'agit donc pas, à travers la prise en compte de la thématique « post-carbone », de lancer des politiques à long terme permettant de se préparer à un horizon très lointain et irréel fixé à 2050 ; mais d'articuler le plus intelligemment possible, dans un contexte de crise, les **trois temps de l'action** : celui des urgences et de la résilience à court terme, celui des plans climats ou des documents de planification à moyen terme, et celui des stratégies à long terme. Comme le dit Gérard Magnin, responsable d'Energy Cities, le défi de la ville « post-carbone » est **« d'aligner court, moyen et long terme »**⁷ : engager tout ce qu'il est possible de faire en termes d'actions « sans regrets », amorcer les ruptures indispensables à long terme, sans oublier d'agir sur ce qui évitera demain des irréversibilités insurmontables, comme par exemple l'accélération de l'étalement urbain, ou l'accroissement des vulnérabilités. En bref, il ne s'agit pas de donner la priorité au long terme, mais simplement de reconnaître que celui-ci puisse avoir une place spécifique dans l'action des villes - à côté de la planification à moyen terme et des réponses nécessaires aux urgences sociales ou économiques.

C'est dans cette perspective qu'une des mesures majeures pour amorcer un septième scénario serait l'élaboration de Plans climat-énergie comportant deux horizons bien distincts : 2025 et 2050 (voir la section suivante). Il est intéressant de noter que c'est aussi cette distinction des temporalités de l'action qui a été au cœur des travaux menés, avec l'appui du programme « villes post-carbone », avec les villes de Tours et de Fontainebleau (**encart 4.6**)⁸.

Différencier clairement plusieurs échelles d'intervention urbaine

Mieux distinguer les échelles de temps, mais aussi les échelles spatiales... Du logement à la planète, la ville « post-carbone » concerne tous les niveaux de territoires. Mais les formes d'action à engager à ces différents niveaux sont de nature tellement dissemblables et peuvent impliquer des acteurs si hétérogènes que l'efficacité commande, là encore, de bien différencier, pour mieux les réarticuler ensuite, au moins cinq échelles d'intervention bien distinctes ⁹:

- ⊙ le bloc d'immeuble, espace de mutualisation des projets faits par les habitants et d'innovation architecturale ;
- ⊙ le quartier, lieu d'accès à l'habitat, à la nature et aux services de proximité mais aussi de rénovation urbaine et de solidarité sociale ;
- ⊙ l'agglomération, lieu de cohérence entre emplois, logements et services, mais aussi d'organisation du foncier et des réseaux de chaleur ou de froid ;
- ⊙ la région urbaine, espace de maîtrise de l'urbanisation et de configuration des grandes infrastructures ;
- ⊙ et enfin, le territoire extra urbain (de la région à la planète), lieu des grands arbitrages entre nomadisme et sédentarité, activités réelles et virtuelles, autonomie et ouverture, et plus largement des grands choix en termes de loisirs, de consommation, de localisation, de développement du territoire...

Cette segmentation ne remet pas en cause la nécessité d'une gouvernance forte à l'échelle des régions urbaines ou des agglomérations étendues. Mais elle suggère aussi que cette gouvernance ne doit pas

avoir pour objet d'imposer des décisions de manière centralisée mais plutôt permettre de construire un projet global sur la base d'une mobilisation à plusieurs niveaux, partant d'abord des habitants eux-mêmes : au-delà des dimensions démocratiques que cela implique, c'est une invitation adressée à tous les acteurs concernés pour intégrer dans leurs actions cette multiplicité des échelles et donc des perspectives.

Segmenter les actions par « groupe cible »

C'est dans la même perspective d'efficacité qu'il peut être très utile, pour amorcer un « **septième scénario** » de transition vers des villes « post-carbone », **d'aller beaucoup plus loin** que cela n'est généralement fait à travers les Plans Climat-Énergie Territoriaux **dans la segmentation des actions par groupe cible** - « qu'il s'agisse de populations vulnérables, de « grands émetteurs » de gaz à effet de serre ou de « leaders d'opinion », le travail réalisé pour la ville de Fontainebleau, s'appuyant sur les théories de « la longue traîne » de Chris Anderson, propose ainsi, par exemple, de différencier **les projets « brise-glace »** (actions sur les grands générateurs de trafic, création d'écoquartiers, nouvelles institutions...) **et ceux plus diffus**, mais qui concernent de manière plus dispersée la grande majorité de la population (**encart 4.5**). Dans le même esprit, les études de Sociovision - évoquées dans le scénario six - montrent également qu'il pourrait être très efficace de mener des actions distinctes sur les modes de vie très différenciés selon les groupes sociaux (personnes âgées dans des logements très mal chauffés ou isolés, cadres supérieurs très mobiles, alter consommateurs engagés...). Enfin et surtout, il apparaît qu'un tel ciblage social est indispensable pour éviter que la transition vers des villes « post-carbone » n'apparaisse que comme une contrainte s'imposant essentiellement aux plus pauvres et aux plus vulnérables. Dans le contexte actuel, il n'y a pas de sentier de transition possible vers des villes « post-carbone » qui ne prenne pas d'abord en compte les situations les plus inacceptables de précarité énergétique ou de vulnérabilité forte aux risques climatiques ou aux hausses futures des prix du pétrole.

Combiner innovation technique et innovation sociale, expertise et implication sociale

Le sixième principe concerne le rapport de la ville « post-carbone » à la contrainte et à l'innovation. Comme **CRÉATIVITÉ CARBONE**, **BIOPOLIS** ou **URBANITÉ SOBRE**, le « septième scénario » se situe dans une perspective ambitieuse qui requiert d'aller au-delà de la bonne gestion et des habitudes quotidiennes pour engager des politiques de rupture. Ces ruptures ne sont possibles et acceptables que si elles positionnent les villes qui en font le choix sur une trajectoire d'innovation, de grands défis mobilisateurs, susceptibles d'avoir des effets positifs sur l'emploi, l'attractivité locale, la qualité de vie, la prévention contre les risques... Il s'agit moins de respecter des contraintes que d'ouvrir des opportunités - et situer les villes françaises à l'avant-garde des villes mondiales.

La différence avec les scénarios précédents, qui font aussi le choix de l'innovation, est que le septième scénario s'attache à ne pas faire de séparation entre innovation technique et innovation sociale mais qu'il se situe résolument dans une **perspective d'innovation globale**, touchant aussi bien les techniques que les formes d'organisation sociale, les modes de vie, les institutions, les modèles économiques ou d'entreprises, les outils d'action publique... Il s'agit d'inventer la ville de demain dans toutes ses composantes ; et pour cela de favoriser la créativité, l'expérimentation, le décroisement, la diffusion des bonnes expériences... et donc finalement la mobilisation de tous les acteurs concernés - des entreprises de « l'économie verte » aux militants des « villes en transition », en passant par les services municipaux ou les habitants. Le pari du « septième scénario » est non seulement qu'une telle hybridation est possible mais qu'elle conditionne le succès de la transition vers des villes « post-carbone ».

Cela suppose d'aller beaucoup plus loin que la coexistence distante qui existe déjà entre innovation technique et innovation sociale, monde des experts et initiatives de la société civile. Dans la pratique - et sauf exception (comme les expériences de vélos ou voitures partagées) - il y a en effet beaucoup de difficulté à concevoir, financer et surtout mettre en œuvre dans la durée des projets qui ont à la fois une forte dimension d'innovation technique et d'innovation sociale. Cela s'explique à la fois par la culture technique des services, par l'implication de la société civile et par

des structures de décision en matière de recherche et d'innovation. On est loin des synergies réelles qui seraient nécessaires - ce qui suggère que beaucoup de progrès seront à faire dans ce domaine pour aller vers des villes post-carbone.

Pour beaucoup, ces villes évoquent le plus souvent l'utopie technologique - les véhicules électriques, les bâtiments à énergie positive, les « smart grids », les nouvelles technologies de l'information.¹⁰ Mais il ne faut pas oublier que, ce qui est d'abord au cœur de la société post-carbone, ce sont d'autres façons d'habiter, de travailler, d'échanger, de consommer, d'occuper ses loisirs... et donc, aussi une vision différente de la vie en commun. Le social et la technique y ont autant de place l'un que l'autre. Et c'est ce qui structure le « septième scénario ».

Articuler stratégies de durabilité, de transition à long terme, et stratégies de résilience

Un septième et dernier principe d'action, qui est lié à plusieurs de ceux qui viennent d'être évoqués, est de s'attacher à **combiner des actions à longue portée, visant à assurer une transition de long terme** vers des villes post-carbone, et des **stratégies d'accroissement de la résilience**, ayant pour objet de préparer les villes et les groupes sociaux les plus vulnérables à faire face aux incertitudes, aux événements extrêmes ou aux chocs possibles. Cela passe à la fois et paradoxalement par plus d'autonomie, plus de diversité technique et plus de solidarité - et donc autant par l'innovation sociale que technique.

Dans cette perspective, il est important de privilégier les mesures ou les stratégies qui permettront d'atteindre un certain niveau de résilience à un horizon de court - moyen terme, ce qui rejoint ce qui a déjà été dit sur la gestion des différentes temporalités.

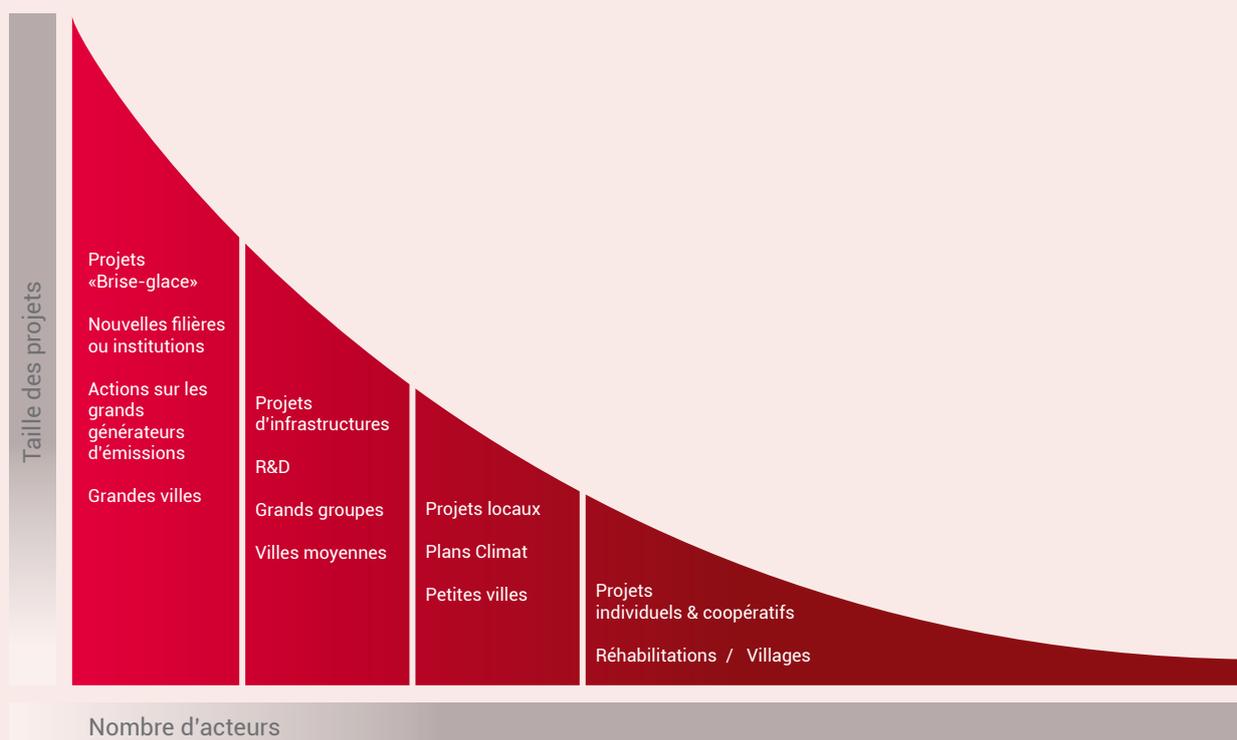
Ajoutons que la résilience ne doit pas rester un concept générique visant seulement « à se préparer aux chocs ». Il convient, dans chaque politique ayant un impact énergétique ou climatique avéré, d'en penser ses incidences en termes de durabilité à long terme, et d'anticiper les incertitudes auxquelles elle va se trouver confrontée. Pour cela, il faut « délimiter le système que l'on veut rendre résilient en identifiant précisément les perturbations auxquelles il faudrait pouvoir faire face », une sorte de « résilience conjoncturelle » en somme.¹¹

Encart 4.5

DEUX CLÉS DE LA TRANSITION POST-CARBONE : SÉRIER LES ACTIONS, GÉRER LES TEMPORALITÉS

D'APRÈS ANDERSON CHRIS, THE LONG TAIL : WHY THE FUTURE OF BUSINESS IS SELLING LESS OF MORE,
NEW YORK : HYPERRION, 2006

1. SEGMENTER LES ACTIONS POUR ORGANISER LEUR COMPLÉMENTARITÉ



SOURCE : BETA PROGRAMME : WWW.BETAPROGRAMME.ORG QUATTROLIBRI (JULIEN DOSSIER), RECHERCHE SUR LA VILLE DE FONTAINEBLEAU ISSUE DU PROGRAMME REPENSER LES VILLES DANS LA SOCIÉTÉ POST-CARBONE

2. BIEN ARTICULER LES TEMPORALITÉS : GRILLE D'ANALYSE DE LA STRATÉGIE DE CROISSANCE DES PROJETS DU BETA PROGRAMME

HORIZON DES ACTIONS	RESSOURCES NÉCESSAIRES	CHOIX DES SOLUTIONS	CHANGEMENT REQUIS
0-1 AN	Requièrent de la volonté, des subventions	Déjà validées ailleurs, émergentes	Maillage local, démarche pionnière
1-5 ANS	Requièrent du capital	Requièrent des compétences	Enjeux de coordination public/ privé ou entre territoires
5-10 ANS	Requièrent de la R&D	Requièrent des changements d'usages	Nouveaux modèles économiques ou sociétaux ?

2) Esquisse d'un septième scénario : un cheminement en trois étapes

S'appuyant sur les leçons tirées des six scénarios élaborés par le groupe de prospective, et sur les principes précédents, le « septième scénario » propose, en conclusion, un cheminement allant vers la ville « post-carbone » articulé autour de trois grandes étapes :

- ⊙ un premier temps d'amorçage, s'inscrivant très largement dans les initiatives existantes, mais permettant de mieux stabiliser et spécifier les enjeux qui sont ceux de la ville « post-carbone » dans le contexte économique actuel ;
- ⊙ un second temps de réformes, proposant des ruptures en profondeur dans les cadres institutionnels, financiers et fiscaux de la transition énergétique et climatique et visant essentiellement à donner aux villes les moyens de politiques plus efficaces et autonomes ;
- ⊙ et enfin, un troisième temps de mutation permettant de passer des villes « bas carbone » aux villes « post-carbone », à travers des changements importants dans les modes de vie, les choix énergétiques à très long terme et les modèles économiques.

Ce découpage en trois temps ne correspond pas nécessairement à une succession chronologique, mais plutôt à une partition entre ce qui peut être fait à court, moyen et long terme. Il s'agit, pour l'essentiel, d'une sélection (et d'un classement en trois catégories) de mesures qui ont déjà été évoquées dans les six scénarios précédents et qui paraissent les mieux à même de favoriser globalement la transition vers des villes « post-carbone ». **L'objet n'est pas de définir des stratégies concrètes - qui n'ont de sens qu'à l'échelle de chaque ville - mais de suggérer une combinaison raisonnable de pistes et permettant de se rapprocher des quatre objectifs de la ville « post-carbone » - articulant ainsi autant que possible « durabilité » et « résilience » - et de se préparer à une société qui, en 2100, devrait être aux deux tiers approvisionnée par des énergies renouvelables¹².** Celles-ci s'adressent, en conséquence, à des acteurs multiples (État, collectivités, acteurs économiques, citoyens...), sans les spécifier, et généralement à plusieurs selon leurs diverses implications.

Un premier temps d'amorçage :

Prenant appui sur le débat sur la transition énergétique, il s'agit d'inscrire plus fortement et spécifiquement la question de la ville « post-carbone » dans le débat public national ou local, en le liant à des perspectives d'innovation et de réponse à la crise socioéconomique. Dix grandes orientations, tirées des scénarios précédents, sont ainsi proposées visant à construire un cadre favorable à l'action, en amont des politiques menées par les villes :

- ⊙ organiser, à l'occasion de la Conférence de Paris sur le climat de 2015 (COP) une conférence mondiale sur les villes « post-carbone » dans la lignée de ce qui a pu être fait lors des précédentes COP notamment par les réseaux de villes ;
- ⊙ renouveler les Plans Climat-Énergie Territoriaux en intégrant les objectifs de facteur 4, d'adaptation et en proposant deux horizons, 2025 et 2050, avec des trajectoires associées. Faire de ces plans l'occasion d'un large débat démocratique et favoriser, comme à Hanovre, la création d'Alliances Énergie Climat locales réunissant tous les acteurs ;
- ⊙ dans la suite des appels d'offre sur les écoquartiers et les écocités, lancer un appel à idées-projets sur les villes « post-carbone » et, comme au niveau européen, organiser la promotion des expériences les plus intéressantes (y compris à l'échelle des quartiers ou des immeubles). En plus des visions globales, privilégier quelques thématiques : les réseaux dédiés de pistes cyclables, les réseaux de chaleur, les écoquartiers, les réseaux d'alimentation des véhicules électriques, la protection ou l'extension des espaces verts et ou agricoles, la logistique urbaine, le rôle du numérique dans la ville, et la maîtrise de l'étalement urbain, les productions renouvelables...
- ⊙ définir une stratégie d'excellence en matière d'information sur l'énergie et le climat à l'échelle des individus, des entreprises et des territoires (compteurs « réellement » intelligents, cartes thermiques communales, cartes d'exposition aux risques climatiques, étiquetage CO₂ des produits, qualité thermique des logements, consommation d'énergie liées aux déplacements, potentiels locaux d'énergies renouvelables...) en la valorisant à l'échelle internationale en l'intégrant dans une vision plus globale de la ville numérique future ;

- ouvrir plus largement aux villes un droit à l'expérimentation et favoriser les projets combinant innovation sociale et innovation technique, avec des mécanismes associant plus systématiquement les villes, en développant les « living labs » ou en soutenant les expériences de « villes en transition » ;
- créer une Banque de l'énergie et du climat, en lien avec les banques existantes, et servant de support aux mécanismes de tiers payant associant financeurs, professionnels de l'énergie ou du bâtiment, experts et collectivités locales ; favoriser l'orientation de l'épargne vers ces types d'usage, notamment à l'échelle locale (fonds dédiés) ;
- introduire des conditionnalités plus fortes sur l'énergie dans les aides au logement et maintenir un taux de TVA très réduit sur les travaux de rénovation énergétique ;
- favoriser, à l'échelle nationale ou locale, des politiques ciblées sur les groupes les plus exposés à la précarité énergétique, les plus vulnérables aux risques climatiques, les plus consommateurs d'énergie, ou sur les grands générateurs de trafic (grandes surfaces, universités, hôpitaux, grandes entreprises...). Valoriser les groupes d'habitants les plus sobres et efficaces ainsi que les expériences pionnières et développer la modulation des tarifs (tarifs sociaux, Heures pleines/heures creuses) ;
- financer massivement la recherche et le développement sur la voiture deux litres pour cent kilomètres, les véhicules électriques et les smart grids ;
- introduire dans le code de l'urbanisme des règles liant plus strictement droit à construire et accès aux transports collectifs et élaborer, au niveau national, à l'instar de la PPG13 anglaise¹³, une « directive nationale » (ou document d'orientation) sur l'étalement urbain, avec la mise en place d'un système d'observation et d'évaluation portant sur les politiques suivies et leurs résultats. Introduire dans l'évaluation des projets d'infrastructure des critères sur la consommation d'espace, l'étalement spatial ou l'allongement des distances habitat - travail (consommation d'énergie induite). Fixer un objectif clair de renouvellement urbain dans les zones déjà construites.

Un second temps de réformes

Sur la base de l'expérience acquise dans la première phase, il est possible, dans un second temps, d'envisager des réformes plus profondes donnant aux villes les moyens de mener des politiques climatiques et énergétiques plus autonomes et intégrées à la bonne échelle - qui est celle des « bassins de vie ». Dans la perspective d'innovation qui est celle du septième scénario, cela peut être aussi l'occasion de moderniser le système institutionnel local, la fiscalité ou les conditions d'accès au logement, mais aussi de clarifier les évolutions à très long terme (2060) du système énergétique français, au-delà de la durée de vie du parc nucléaire actuel. À nouveau dix axes de réforme, déjà évoqués dans les six scénarios précédents, pourraient ainsi contribuer significativement à la transition vers des villes « post-carbone » :

- mettre en place une taxe carbone significative (de l'ordre de 100 euros par tonne de CO₂) compensée largement par un chèque vert et des baisses de cotisations sur le travail. Aller progressivement vers une intégration de cette taxe avec la TICPE et une harmonisation des fiscalités sur les différentes formes d'énergie (y compris la CSPE). Reverser une part des recettes correspondantes (de l'ordre 5 à 10%) aux collectivités locales avec une éco-conditionnalité à définir ;
- engager une nouvelle étape de la décentralisation alignant la France sur le modèle européen en trois niveaux : régions (intégrant les départements), bassins de vie - d'emplois (métropoles, agglomérations élargies, pays..) et agglomérations-communes (fusionnées), avec un transfert de compétences important au niveau des bassins de vie (notamment sur les politiques climatiques) et des instances élues ;
- décentraliser, comme en Suède ou en Allemagne, une partie des compétences en matière de production-distribution d'énergie au niveau des bassins de vie ou agglomérations élargies et investir sur de nouveaux moyens de stockage ou de distribution (smart grids) de manière à élargir les possibilités de raccordement au niveau national ;
- transférer une partie de la fiscalité locale au niveau des bassins de vie et introduire dans la définition de l'assiette des critères de localisation (proximité des transports collectifs ou des pôles urbains denses..) ; modifier également la fiscalité foncière de manière à intégrer la valeur des services rendus par la nature (et la biomasse) ; rendre fongibles les budgets locaux de manière à pouvoir transférer facilement des recettes liées au foncier ou aux transports (péages...) sur le logement ou les transports publics ;

- engager, dans la suite du débat sur la transition énergétique, une réflexion sur le très long terme du système énergétique français (au-delà de la durée de vie des centrales nucléaires actuelles) et fixer des objectifs à 2060 avec comme perspective deux tiers au moins de renouvelables en 2100 et une division par deux de la consommation d'énergie d'ici 2060 (par rapport à 2010) ;
- mettre en place des dispositifs de contractualisation avec les collectivités locales sur les thèmes énergie - climat et, comme en Suède, en Finlande ou aux Pays-Bas, introduire dans les transferts aux communes ou régions urbaines, des conditionnalités liées à la mise en place des Plans Climat-Énergie ;
- rendre obligatoires certains travaux de mise aux normes énergétiques en cas de vente d'un appartement ; intégrer l'information dans le marché immobilier et revoir la fiscalité sur les droits de mutation pour tenir compte de ces surcoûts ;
- étendre les assemblées de copropriétaires aux locataires pour les décisions relatives à la rénovation énergétique et faciliter les accords entre locataires et propriétaires sur les investissements en matière d'énergie ; mettre en place, en parallèle un certain encadrement des loyers ;
- favoriser le développement des coopératives en matière d'énergie ou de logement avec, comme aux Pays-Bas, la possibilité de financer par des fonds coopératifs des logements destinés à la location (respectant les normes climatiques et énergétiques) ;
- en tirant partie des nouvelles technologies de l'information et d'innovations dans les systèmes de stockage et de distribution de l'énergie, moduler fortement les tarifs en fonction des périodes et heures creuses ou de pointe.

En termes de résilience, certaines de ces réformes pourront comporter des volets spécifiques visant, par exemple, à améliorer les dispositifs de rationnement solidaire (allocation énergie, carte carbone...) en cas de difficultés ponctuelles ou pérennes d'approvisionnement énergétique, ou à accroître les investissements dans des formes ou réseaux urbains capables de mieux supporter les chocs thermiques.

Un troisième temps de mutations

Les mesures précédentes dessinent un chemin possible d'évolution vers des villes « bas carbone ». Aller vers une société « post-carbone » suppose cependant des transformations beaucoup plus profondes touchant aux modes de vie, aux usages du temps, à l'organisation du travail, à l'appropriation de la ville mais aussi aux modèles économiques de développement et d'activité. Une part importante du scénario URBANITÉ SOBRE y est consacrée ; et il n'est pas possible - dans ce domaine - de s'en tenir à une liste de mesures qu'il s'agisse d'incitations (« nudging » sur la consommation verte...) ou de contraintes (cartes carbone individuelles ...), car les mutations correspondantes sont au moins autant culturelles, économiques ou sociologiques que liées à des politiques spécifiques. On se limitera donc, en s'inspirant fortement des travaux de l'Université de Leeds¹⁴, de rappeler que ces mutations - allant dans le sens de sociétés plus sobres, structurées par les nouveaux moyens de communication et solidaires - concernent les six grands domaines suivants :

- l'habitat** (attention à l'environnement et à l'accès à la nature, souci de rapprocher les lieux de travail et de logement, développement de la cohabitation, autoconstruction, modularité en fonction des âges, arbitrage en faveur de la location, localisation près des plates-formes multimodales de transports collectifs, préférence pour les énergies renouvelables et attention aux factures énergétiques, acceptation de températures du logement réduites, habitat climatique et végétalisé, technologies intelligentes, télétravail et télé éducation...);
- la consommation** (préférence pour la sobriété et la proximité, substitution de consommations immatérielles aux consommations matérielles, attention aux conditions de production ou de transport et aux impacts CO₂ des biens achetés, développement des circuits courts, pratiques étendues de recyclage et d'économie des ressources rares, mutualisation des investissements énergétiques, rééquilibrage au profit de la location, échanges gratuits de services, autoproduction et jardinage urbain...);
- la mobilité** (moins de culture de la voiture « peak mobility motorisée » : généralisation des modes doux et actif - vélo et marche à pied -, optimisation des déplacements, attente de confort et de possibilité d'activités dans les transports collectifs, voiture partagée, e-services et e-commerce, télétravail, mobilité virtuelle, moins de préférence pour la vitesse, attention aux consommations d'énergie des modes de déplacement...);

- ◎ **les loisirs et usages du temps** (meilleur partage des temps de travail et hors travail dans la journée et l'année, redécouverte de la lenteur pour certaines activités, développement des loisirs de proximité, attention plus grande aux effets climatiques des voyages en avion, réappropriation et demande accrue d'espaces publics urbains - naturels ou pas-, valorisation des diversités culturelles et des complémentarités entre générations...);
- ◎ **le travail et les activités économiques** (diversification des formes d'entreprises et de propriété, extension de l'économie solidaire, développement des monnaies locales, émergence de l'économie de la fonctionnalité et de l'économie circulaire, raccourcissement des chaînes d'approvisionnement, réduction du juste à temps, relocalisation de certaines activités à l'échelle régionale et extension des économies de proximité, systèmes d'échange locaux et économie de la « contribution », télétravail et travail collaboratif à distance, circuits courts alimentaires et développement d'une agriculture biologique à proximité des villes, nouvelles façons d'évaluer la richesse, internalisation plus systématique des coûts externes...);
- ◎ **le vivre ensemble** (attention forte à la qualité de vie urbaine et à l'accès à la nature, identification à la fois au local et au global, préférence pour les villes « à taille humaine », nouvelles formes plus solidaires de socialité, réduction des formes de ségrégation par le logement, usage revalorisé des espaces publics ou piétonniers, formes plus actives et exigeantes de gouvernance « distribuées » et de participation à la démocratie locale, renforcement des solidarités face aux risques de catastrophes notamment vis-à-vis des personnes âgées, attention à la résilience locale...).

Naturellement, toutes ces thématiques ne font que dessiner des potentialités de convergence avec la ville « post-carbone » sans que la prospective puisse dire avec quelle probabilité et à quelle condition ces tendances seront effectives ou pas à l'horizon 2050. Cela permet cependant à nouveau de constater qu'à cet horizon de 35 ans, l'objectif de la ville « post-carbone » n'est pas séparable de ce que seront les grandes mutations de la société française.

Pour conclure

Au terme de ce long exercice de prospective, le « septième scénario » propose un cadre d'action devant permettre ensuite à chaque collectivité concernée de définir son propre chemin vers une ville « post-carbone » en 2050. Beaucoup de mesures ou d'orientations sont proposées ; et ce cadre peut sembler à première vue très lourd et peu probable à mettre en œuvre dans le contexte actuel. Il faut insister néanmoins sur le fait que plusieurs de ces propositions ont déjà été très largement avancées dans le débat public (ou même, pour certaines, mises en œuvre pour partie) et surtout qu'il s'agit d'un agenda à long terme. Il faudrait pouvoir, en outre, évaluer l'impact possible de chacune de ces orientations, ainsi que leur cumul, - ce que la prospective n'avait pas pour objet de faire. Ce qui importe, c'est de conforter une dynamique qui est déjà amorcée et, en cela, les mesures proposées dans le premier volet peuvent être utiles.

Dans le contexte actuel de difficultés économiques, budgétaires et sociales que traverse la France, prendre en compte les risques auxquels vont être confrontées de plus en plus les villes en matière climatique et énergétique n'est pas un objectif irréaliste. La plupart des enjeux qui sont à 2050 ceux de la ville « post-carbone » recouvrent pour partie certains des villes d'aujourd'hui : celui d'une énergie devenue trop chère pour beaucoup, de déplacements domicile-travail trop longs, de logements ou d'espaces verts inaccessibles, d'une qualité de l'alimentation qui se dégrade... C'est aussi, comme les scénarios l'ont montré, un levier potentiel considérable pour l'innovation dans tous les domaines, technologique, mais aussi social, culturel ou institutionnel. Un atout que les villes françaises pourront également valoriser pour accroître leur attractivité à l'échelle internationale, ou à partir duquel une économie verte compétitive pourra se développer au niveau mondial¹⁵. Ce ne sont pas des contraintes supplémentaires qui s'ajoutent, mais des opportunités qui s'ouvrent.

À plus long terme, les villes, grandes ou petites, ont toutes une responsabilité historique : faire en sorte que grâce aux décisions prises aujourd'hui et menées patiemment sur la longue durée, les générations qui seront présentes en 2030-2050 n'aient pas à subir de graves crises liées à un réchauffement climatique devenu intolérable ou à notre difficulté collective à préparer dans de bonnes conditions la transition qui nous fera sortir des énergies fossiles, après deux siècles d'abondance... et d'augmentation de l'effet de serre.

Notes

- 1) Source : C. Allio, H. Waisman et J.C. Hourcade : « Les actions locales dans la transition post-carbone, une simulation des effets macroéconomiques ». Article publié dans le numéro spécial de *Futuribles* consacré à la Ville post-carbone, janvier- février 2013, N° 392. (sous la direction de J.Theys et E.Vidalenc).
- 2) Voir la partie 1 de ce rapport.
- 3) Edwin Zaccai : « Changer les comportements : une utopie ? » Interview dans la revue *Espirit*, décembre 2009.
- 4) Une perte de compétitivité liée au différentiel croissant des prix de l'énergie entre les États-Unis (où les prix ont diminué depuis 2000) et l'Europe - et en particulier la France - où ils ont quasiment doublé.
- 5) « World Energy Outlook de l'Agence Internationale de l'énergie (2012 et 2013) ».
- 6) Sur ces interrelations nécessaires entre la ville durable et la ville post-carbone, voir le dossier d'Habilitation à Diriger les Recherches de Cyria Emélianoff (opus cité) ainsi que l'article publié par celle-ci avec J. Theys dans la Revue *Le Débat* en février 2001 (« Les contradictions de la ville durable », *le Débat* N° 113).
- 7) Interview de Gérard Magnin publié dans le numéro 2 de la revue « *Horizon 2030-2050* » consacrée à la ville post-carbone, Mission prospective, Ministère du développement durable, décembre 2009.
- 8) Source : Julien Dossier, Quattrolibri. « BETA PROGRAMME ». Un exemple sur Fontainebleau. Recherche pour le programme *Repenser les villes dans une société post-carbone*, 2011.
- 9) Cette différenciation des échelles correspond aux propositions faites simultanément par Marc Wiel, dans le cadre du groupe de prospective et par Jean Haëntjens dans son ouvrage « *La ville frugale* », éditions FYP, 2011.
- 10) Source : numéro spécial de *Terra Eco* : comment vivrons nous dans nos villes en 2050 ? Hors-série de novembre 2012, publié avec le soutien de l'ADEME.
- 11) Voir notamment Hugo Carton, *Une approche critique du concept de résilience*, dans *Penser la décroissance, Politiques de l'Anthropocène*, Sciences-Po Les Presses, 2013
- 12) Ce chiffre de deux tiers de l'énergie sous forme de renouvelable est proche de l'objectif allemand pour 2050.
- 13) Publiée en 1993 par le gouvernement britannique, la PPG 13 (« *Planning policy guidance N° 13* ») qui visait, à l'origine, à réduire les émissions liées aux transports grâce à la planification urbaine - a constitué l'une des premières politiques globales de maîtrise de l'étalement urbain en Europe. Directive nationale non contraignante, elle a fait l'objet d'une évaluation très approfondie au niveau local quelques années après sa mise en œuvre.
- 14) Travaux de l'Université de Leeds cités en première partie
- 15) Voir Theys Jacques : « Les villes post-carbone, moteurs de l'économie verte de demain ? ». *Annales des Mines, Revue Responsabilité Environnement* N° 61, janvier 2011.



Annexes

Les recherches du programme « Repenser les villes dans la société post-carbone »

Disponible sur : <http://ville-post-carbone.typepad.com/blog/recherches.html>

1) Appui au groupe de prospective (scénarios)

- **RAPPORT D'ÉTUDE PROSPECTIVE : CONSTRUCTION DE SCENARIOS CONTRASTES DE TRANSITION VERS LA VILLE POST-CARBONE - Approche exploratoire - Futuribles**
- **6 SCÉNARIOS DE TRANSITION VERS DES VILLES POST-CARBONE - Approche « Backasting » - MANA**

2) Recherches thématiques et recherches action

- **Les villes face à la transition énergétique : quelles politiques locales ?**

Par C. Emelianoff, E. Mor et J. Chevalier (Université du Maine)

Mots clés : prospective, pic énergétique, réchauffement climatique, politiques locales, études de cas, bioénergie, décentralisation énergétique, visioning, Europe, Etats-Unis

Les approches territoriales

- **Axes de progrès vers un Schéma de Cohérence territorial facteur 4 - Quels leviers locaux pour une agglomération post-carbone ?**

Par l'Agence d'Urbanisme de l'Agglomération de Tours (ATU) et Beauvais Consultants

Mots clés : prospective, planification, facteur 4, SCoT, aménagement du territoire, ville des proximités, étude de cas, Tours

- **Pays de la région mulhousienne**

Par BURGEAP, l'EIFER, l'Agence d'Urbanisme de la région mulhousienne, l'Agence locale de la maîtrise de l'énergie, ICE et Tracés Urbains

Mots clés : prospective, application territoriale, Mulhouse, habitat, tertiaire, industrie, mobilité, fret, urbanisme

- **Construction de scénarios et modélisation appliqués à l'agglomération de Grenoble**

Par LM. Boulianne, K. Tabaka, F. Pichavant, S. Barbezet et M. Pezet-Kuhn (Agence d'urbanisme de la région grenobloise et École Polytechnique fédérale de Lausanne)

Mots clés : prospective, étude de cas, Grenoble, mobilité, modes de vie, formes urbaines, typologie, stratégies ciblées

- **Cas de la Plaine de France**

Par Plaine Commune, Plaine de France, BeCitizen et Codra

Mots clés : prospective, étude de cas, Plaine de France, Facteur 4, étude de faisabilité, économie positive, feuille de route, roadmap

- **Lille Bas Carbone**

Par L. Aubrée (CRESGE), A. Bonduelle et S. Métivier (E&E Consultant)

Mots clés : prospective, politique locale, étude de cas, Lille Métropole, Facteur 4, habitat, déplacements, inégalités sociales et territoriales, précarité énergétique

- **BETA Programme : stratégies d'action et marges de manœuvre pour une ville moyenne, le cas de Fontainebleau**

Par J. Dossier et L. Hain (Quattrolibri)

Mots clés : prospective, application territoriale, bâtiment, emploi, transport, alimentation, Fontainebleau, circuits courts, mobilité durable, financement durable, conduite du changement, feuille de route, roadmap

La gouvernance et les réseaux de villes

- Gouvernance et vision vers la ville basse consommation - Visions de villes européennes

Par I.K. Parés-Ramos et S. Dupas (Energy cities)

Mots clés : prospective, politiques locales, études de cas, visioning, Europe, États-Unis, gouvernance

- Politiques urbaines de transition et changements politico-institutionnels – Londres, Paris, Stockholm.

Par O. Coutard, J. Rutherford, avec la collaboration de C. Gillet (LATTS)

Mots clés : prospective, gouvernance, politique, transition socio-technique, études de cas, Londres, Paris, Stockholm

- Gouvernances locales et villes post-carbone

Par Samarcande

Mots clés : prospective, gouvernance, périurbain, « urban entrepreneurialism », régulations économiques, design relationnel

- État des lieux des réseaux de villes post-carbone à l'échelle européenne et mondiale

Par J. Langé (ACT consultants), M. Ranoux (Ladyss), P. Noisette (ESSEC) & G. Deseez (ACT consultants)

Mots clés : prospective, réseaux de villes, typologie, nœuds d'innovation, études de cas, Séoul, métropole mondiale

Les approches sectorielles

- Prospective quantitative des dynamiques urbaines - Enjeux, leviers et obstacles de la ville post-carbone

Par C.Allio et H.Waisman (CIRED)

Mots-clés : prospective, modélisation, signaux-prix, investissements, modes de vie, scénarios, métropole

- Des villes sans carbone, ni fracture

Par Michel Mousel (CIRED)

Mots-clés : prospective, logement, transports, gouvernance, inégalités, précarité énergétique, taxe carbone, gouvernance

- Milieux durables urbains

Par S. Girard, A. Huber, Y. Thomas (EIFER, Sociovision)

Mots-clés : prospective, analyse sociologique, milieux sociaux, modes de vie, empreinte carbone, empreinte écologique, stratégies d'intervention, comportements

- Prospective des modes de vie en France à l'horizon 2050 et empreinte carbone

Par C. Emelianoff et E. Mor (Université du Maine), M. Dobre et M. Cordellier (Université de Caen), C. Barbier (CIRED), N.Blanc (LADYSS), A. Sander (Université Paris X), C. Castelain Meunier (EHESS), D. Joliton et N. Leroy (Energie Demain), P. Pour Rou Chottamin (EDF), P.Radanne (Futur Facteur 4)

Mots-clés : prospective, modes de vie, empreinte carbone, technologies, scénarios

- Habitat post-carbone - Scénarios prospectifs 2020-2050

Par S. Chevrier (MANA), G. Darris (CERUR), V. Gauthier (CERUR)

Mots-clés : prospective, réseaux de ville, typologie, nœuds d'innovation, études de cas, métropole mondiale

- Habiter sous contrainte carbone en 2050 - Hypothèses sur le confort

Par D. Theile

Mots-clés : prospective, habitat, rénovation thermique, isolation, confort, comportements, effets rebonds

- Économie verte et ville post-carbone aux États-Unis. Réalisation et débats

Par T. Souami, I. Kasdi, P. Meyer (IFU et TMU)

Mots-clés : prospective, économie verte, nouvelle économie, business, innovation, clean technologies, États-Unis

- Messagerie et ville post-carbone : quelles conséquences pour la logistique urbaine ?

Par A. Artous, P. Salini, S. Vanel (Complexio)

Mots-clés : prospective, logistique, messagerie, colis, express, transport, distribution, véhicules électriques

Une « **Bibliographie post-carbone** » a été compilée par Elsa Mor (Université du Maine). Elle est disponible à l'adresse suivante :

<http://ville-post-carbone.typepad.com/blog/recherches.html>

Les séminaires du programme « Repenser les villes dans la société Post-carbone »

- Enjeux et visions du futur - 27 mars 2009
- Les politiques climatiques urbaines en Europe : Initiatives des villes et réseaux de villes - 26 juin 2009
- Signaux prix et transition vers une ville post-carbone - 2 octobre 2009
- Quelles formes urbaines pour les villes post-carbone ? Controverses et marges de manœuvre - 13 novembre 2009
- Biomasse : un scénario de rupture est-il possible pour la France ? - 18 décembre 2009
- Habitat bas carbone et écoquartier : quelles perspectives pour la ville post-carbone ? - 12 février 2010
- Prospective et Initiative des producteurs et distributeurs d'énergie - 09 avril 2010
- Adaptation au changement climatique et résilience urbaine - 11 juin 2010
- Changer les technologies ou changer les modes de vie - 26 novembre 2010
- Recherches territoriales du Programme - 04 février 2011

Encarts

- 0.1. Quelques repères historiques | page 11
- 0.2. Deux visions de la société post ou bas carbone vues du Japon | page 15
- 0.3. Le programme « ville post-carbone » en bref | page 26

- 1.1. Göteborg 2050 – Une articulation voulue entre prospective et planification stratégique | page 36
- 1.2. Ville « bas carbone » et ville « post-carbone » : un saut qualitatif | page 37
- 1.3. Vision de la ville post-carbone et perception des objectifs de la transition énergétique par le public : convergences et différences | page 39
- 1.4. L'explosion du gaz de schiste aux Etats-Unis et ses limites | page 48
- 1.5. Réconcilier durabilité et résilience | page 53
- 1.6. L'évaluation des émissions de GES à New York et à Angers | page 66
- 1.7. Facteur 2 ou Facteur 10 ? Quelles influences de la morphologie et de la structure du bâti ? Les travaux du laboratoire de morphologie urbaine | page 69
- 1.8. Les villes françaises, simples territoires ou actrices de la transition énergétique ? | page 86
- 1.9. Une ville sans énergie fossile en 2050, l'exemple de Växjö | page 89
- 1.10. Le mouvement des « villes en transition » | page 93
- 1.11. Un exemple de politique locale : la ville de Dunkerque | page 95
- 1.12. Un « gap » considérable entre les objectifs à 2020 et à 2050 : l'exemple de l'agglomération de Tours | page 98
- 1.13. Les obstacles à une transition vers des villes post-carbone vus par des responsables de services des collectivités | page 99
- 1.14. Les politiques locales : un moyen moins coûteux d'atteindre le Facteur 4 | page 102
- 1.15. Quatre scénarios prospectifs de « gouvernance » du climat à l'échelle locale : l'exemple de la région Bretagne à l'horizon 2030 | page 105
- 1.16. Les objectifs majeurs de la loi Grenelle 1 concernant les villes | page 109
- 1.17. La visions de l'ADEME à 2050 : quelles hypothèses pour aller vers le Facteur 4 ? | page 113
- 1.18. Qu'est-ce que serait, pour le public, une transition énergétique réussie en se projetant à 2050 ? | page 116

- 2.1. La composition de l'atelier de prospective « Ville post-carbone » | page 127

- 3.0. L'arrière-plan commun aux six scénarios : une conscience partagée des risques, des enjeux et de quelques éléments du contexte (propre à la France) | page 161
- 3.1. Mobiliser la population et les parties prenantes : l'expérience de Hanovre | page 168
- 3.2. Donner la priorité aux actions à faible coût et forte efficacité : une logique d'investissement pas à pas | page 169
- 3.3. La stratégie d'adaptation au changement climatique dans le Scénario 1 | page 173
- 3.4. L'énergie en 2050 dans le scénario Attentisme intelligent | page 175
- 3.5. Les effets du scénario Attentisme intelligent en termes climatiques
- 3.6. L'en jeu de la taxe carbone pour une ville dans un processus de redistribution : les scénarios « Lille bas carbone » | page 182
- 3.7. Les véhicules électriques : une opportunité pour l'emploi ? | page 185
- 3.8. L'énergie en 2050 dans le scénario Créativité carbone | page 192
- 3.9. Les habitants et les territoires face au changement climatique | page 193
- 3.10. Coût - efficacité des mesures de rénovation énergétique : un effet de seuil | page 200
- 3.11. Vers une Banque publique de l'énergie | page 201
- 3.12. Un exemple de mécanismes de tiers payant en France | page 202
- 3.13. L'habitat en 2050 : quelles énergies ? | page 205
- 3.14. L'énergie en 2050 dans le scénario NICE | page 208
- 3.15. Les impacts du scénario NICE en termes d'adaptation | page 209
- 3.16. Les mécanismes de soutien aux renouvelables au Royaume-Uni et en Allemagne | page 215

- 3.17. Des perspectives prudentes de valorisation de la biomasse à l'horizon 2050 | page 216
- 3.18. Ville et alimentation – l'exemple de Fontainebleau (programme BETA) | page 218
- 3.19. Adapter la région parisienne au changement de climat :
un scénario global d'aménagement de l'espace | page 222
- 3.20. La prise en compte des services rendus par la nature : réflexions anglaises | page 224
- 3.21. L'énergie en 2050 dans le scénario Biopolis | page 226
- 3.22. L'adaptation au changement climatique dans Biopolis | page 227
- 3.23. Maîtriser la rente immobilière : un facteur clé des politiques urbaines | page 232
- 3.24. Vers la « ville contenue » : Hanovre, Barcelone, Bangalore | page 233
- 3.25. Les ingrédients d'un scénario bas carbone : l'exemple du Scot Facteur 4 de Tours | page 236
- 3.26. L'énergie en 2050 dans le scénario Ville contenue | page 240
- 3.27. Les impacts du scénario Ville contenue en termes d'adaptation | page 241
- 3.28. Énergie, modes de vie et consommation : quels leviers mobiliser ? | page 246
- 3.29. AMAP, covoiturage, sobriété électrique : limites et leviers de trois pratiques émergentes | page 249
- 3.30. L'empreinte carbone de profils contrastés de la population française | page 250
- 3.31. Illustration de quelques facteurs influençant la nature et la dynamique des comportements
individuels – durables ou pas | page 251
- 3.32. L'expérience d'Alsace globale : une monnaie locale au service de l'innovation | page 252
- 3.33. Vers une carte énergie carbone individuelle ? | page 258
- 3.34. L'énergie en 2050 dans le scénario Urbanité sobre | page 260
- 3.35. Urbanité sobre et adaptation au changement climatique | page 261

- 4.1. Imacim-R en deux mots | page 268
- 4.2. « L'efficacité » du court terme au détriment du long terme ? | page 279
- 4.3. Quels leviers locaux pour une agglomération post-carbone : l'exemple du Scot « Facteur 4 » | page 281
- 4.4. De nombreux facteurs de blocage | page 285
- 4.5. Deux clés de la transition post-carbone : sérier les actions, gérer les temporalités | page 290

Graphiques

- 0.1. Vers une société du solaire en 2100 - La vision de Shell | page 15
- 0.2. Temporalité des investissements et changements climatiques ou énergétiques | page 19
- 0.3. Une démarche intégrant prospective, recherche, expérimentation et mise en débat | page 22
- 0.4. Les six villes impliquées | page 24

- 1.1. Perspective de rupture : l'exemple de Göteborg en 2050 | page 35
- 1.2. Les quatre dimensions de la ville post-carbone | page 38
- 1.3. Année de « pic des émissions » et taux de réduction pour respecter un budget carbone compatible avec la limite +2°C | page 41
- 1.4. L'évolution des émissions de GES et de l'empreinte carbone en France de 1990 à 2007 | page 42
- 1.5. D'énormes marges de manœuvre inexploitées en matière d'efficacité énergétique dans le scénario tendanciel | page 43
- 1.6. Un réchauffement climatique déjà en cours en France | page 45
- 1.7. 2 degrés ou 6 : le risque de scénarios extrêmes d'augmentation des températures | page 45
- 1.8. Deux visions extrêmes du « peak oil » - Une baisse historique des découvertes de pétrole conventionnel | page 47
- 1.9. L'émergence des ressources non conventionnelles : espoirs américains et incertitudes mondiales | page 49
- 1.10. Substituts au pétrole en fonction du prix du baril : un potentiel théorique qui rend mal compte des obstacles à leur développement | page 50
- 1.11. Douze ans de prix du pétrole et de déficit commercial (2000-2012) | page 51
- 1.12. Croissance comparée des villes-centres, des banlieues et des couronnes périurbaines entre les années 60 et aujourd'hui | page 60
- 1.13. Consommations énergétiques du monde et des villes dans le scénario de référence de l'AIE | page 61
- 1.14. Consommation énergétique finale en 2011 en France | page 63
- 1.15. Part de la consommation énergétique urbaine en proportion de la consommation d'énergie finale en 2008 | page 65
- 1.16. Les relations densité – émissions de CO₂ | page 68
- 1.17. L'inadaptation des villes aux futurs changements énergétiques et climatiques : un risque global majeur pour le forum de Davos | page 70
- 1.18. Approcher l'adaptation de manière globale | page 80
- 1.19. Cinq niveaux d'intervention possible des villes | page 85
- 1.20. Les villes dans la gouvernance multi-échelle des systèmes climatiques et énergétiques : quelques interactions et enjeux | page 105
- 1.21. Un cadre d'action très ambitieux pour le bâtiment | page 108
- 1.22. Des visions très contrastées du futur énergétique de la France : comparaison de quelques travaux faits dans les années 2005-2010 | page 110
- 1.23. L'impact de la crise sur les prévisions de consommation finale d'énergie | page 111
- 1.24. Les visions ADEME : les évolutions de la consommation d'énergie finale globale et par secteur aux horizons 2030 et 2050 | page 112
- 1.25. La vision ADEME : la pénétration des énergies renouvelables globale et par secteur en 2030 et 2050 | page 115
- 1.26. Le scénario négawatt, ou trois leviers pour une transition : sobriété, efficacité, renouvelables | page 115
- 1.27. Vers une société du renouvelable en 2050 : la contribution des différentes énergies renouvelables à l'horizon 2050 dans la vision négawatt | page 116

- 2.1. Une démarche stratégique de décision en situation d'incertitude, croisant « backcasting » et « forecasting » | page 130
- 2.2. Le système villes post-carbone | page 133
- 2.3. Le système ville post-carbone : variables et composantes - L'ossature des scénarios : les 15 grandes composantes | page 135
- 2.4. Représentation schématique de la structure des déplacements à l'intérieur d'une région urbaine | page 153

- 3.1. Quel potentiel de croissance des industries vertes en France ? Atouts et faiblesses | page 179
- 3.2. Une structure à l'origine très différente des prix selon les énergies | page 179

- 4.1. Trajectoires de réductions des émissions par scénario et cible 2050 | page 269

Tableaux

- 1.1. L'évolution attendue des températures en France selon les horizons et le scénario A2 (émissions élevées) | page 45
- 1.2. Réserves, ressources, conventionnels, non conventionnels : quelques précisions | page 46
- 1.3. 70 ans d'urbanisation en France | page 56
- 1.4. L'évolution des aires urbaines entre 1999 et 2008 (argh, c'est un graphique...) | page 56
- 1.5. Quelques données chiffrées sur un siècle d'évolution urbaine et socio-économique : 1950-2050 | page 59
- 1.6. Cinq approches différentes de l'impact énergétique des villes | page 63
- 1.7. Les émissions de GES liées au déplacement des habitants en fonction du lieu de résidence | page 65
- 1.8. Les émissions de GES de 16 villes mondiales | page 67
- 1.9. Une typologie des impacts possibles du changement climatique sur les villes | page 71
- 1.10. Le poids de trente-cinq ans d'évolution des prix et des dépenses énergétiques : prix peu élevés, dépenses contenues, incitations à l'économie faibles | page 75
- 1.11. 18% de ménages vulnérables au prix des carburants à Lyon | page 77
- 1.12. Caractéristiques urbaines ayant pour effet d'exacerber les risques climatiques | page 79
- 1.13. Cinq modes de gouvernement des politiques locales du climat et de l'énergie | page 85
- 1.14. La typologie émergente des expérimentations menées par les villes dans les domaines énergie-climat | page 92
- 1.15. 10 à 20% de réduction des émissions à Hanovre et Stockholm de 1990 à 2005 | page 96
- 1.16. Une gamme très étendue d'instruments d'action, reflet de la complexité des politiques énergétiques et climatiques à l'échelle nationale | page 107

- 2.1. Les trois étapes de la démarche | page 131
- 2.2. L'ossature des scénarios : les 15 grandes composantes | page 135
- 2.3. Quelques tendances et ruptures tirées de l'analyse par variable | page 138
- 2.4. Les composantes de contexte : les 10 premiers micro-scénarios | page 141
- 2.5. Les composantes transversales : 25 autres micro-scénarios | page 142
- 2.6. Les composantes sectorielles : 40 micro-scénarios supplémentaires | page 143
- 2.7. Six sentiers de transition vers la ville post-carbone | page 148
- 2.8. Le code génétique des scénarios décliné sur 15 composantes : un rappel synthétique des micro-scénarios | page 149

- 3.1. Le « code génétique » du scénario Attentisme intelligent | page 163
- 3.2. Le « code génétique » du scénario Créativité carbone | page 177
- 3.3. Le « code génétique » du scénario NICE | page 195
- 3.4. Le « code génétique » du scénario Biopolis | page 211
- 3.5. Le « code génétique » du scénario Ville contenue | page 229
- 3.6. Le « code génétique » du scénario Urbanité sobre | page 243

- 4.1. Trajectoires de réductions des émissions par scénario et cible 2050 | page 269
- 4.2. Application territoriale du Facteur 4 sur l'agglomération de Mulhouse | page 271
- 4.3. Six scénarios en bref | page 274
- 4.4. La dynamique des six scénarios | page 276
- 4.5. Temps et horizons de l'action : une combinaison à assurer | page 280

Cartes

- 1.1. Une vulnérabilité spécifique aux centres villes : l'amplification due aux « îlots de chaleur » | page 72
- 1.2. et 1.3. L'évolution des températures maximales en 2050 et 2100 en France dans un scénario tendanciel : d'importantes différences géographiques | page 73
- 1.4 et 1.5. Analogues climatiques en 2070 selon Météo France et le Hadley Centre (Météo Britannique) : Paris à la latitude de Bordeaux ou Cordoue ? | page 74



CONTACT

Nathalie ETAHIRI, Chef de la Mission Prospective, MEDDE

nathalie.etahiri@developpement-durable.gouv.fr

Antoine Riviere, Chargé de Mission, MEDDE

antoine.riviere@developpement-durable.gouv.fr

Éric VIDALENC, Service Économie & Prospective, ADEME

eric.vidalenc@ademe.fr

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE

Le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie doit concilier les urgences environnementales du présent et préparer l'avenir pour les générations futures. Il participe à la mise en place de la transition écologique et énergétique afin de faire émerger un modèle économique et social correspondant aux attentes des citoyens.

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Crédits photos : © Arnaud Bouissou/METL-MEDDE (Pages : 9, 54, 242)
© : EIFFAGE - POMA - Pierre Gautier architecture et associée - Dassault Systèmes (Pages: 13, 33, 146, 176, 210) © archipoch - Fotolia.com (Pages: 20, 147)
© Olivier Brosseau/METL-MEDDE (Page 87) © morganimation - Fotolia.com (Page 128) © Sergey Nivens - Fotolia.com (Page 132) © Laurent Mignaux/METL-MEDDE (Pages: 29, 101, 162, 194) © EIFFAGE - Pierre Gautier architecture et associée - Dassault Systèmes (Page 272) © VRD - Fotolia.com (Page 267)
© MangAllyPop@ER - Fotolia.com (Page 285)

Conception graphique : Sarah Jarnoux - Prends tes Palmes & ton Tuba

Impression : MEDDE/SG/SPSSI/ATL2 Atelier de reprographie - Imprimé sur papier certifié ecolabel européen www.ecolabel.com



Au cœur des transitions énergétiques et climatiques de demain, toutes les villes européennes, grandes et petites, devront être capables d'ici 2050 de diviser par trois ou quatre leurs émissions de gaz à effet de serre, d'être autonomes par rapport au pétrole et de s'adapter à un réchauffement climatique se situant dans une trajectoire de 2 à 4 degrés à l'horizon du siècle. Ces trois objectifs - auxquels s'ajoute celui d'un développement durable - définissent la « ville post-carbone ». Pourquoi ces enjeux ? En quoi les villes sont-elles concernées ? Quels chemins pour y parvenir ? Voilà les questions majeures auxquelles cet ouvrage, rédigé par Jacques Theys et Éric Vidalenc, s'attache à apporter des réponses.

Fruit d'une collaboration de plus de trois ans entre la Mission Prospective du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie et du Service Économie et Prospective de l'ADEME, « Repenser les villes dans la société post-carbone » propose à la fois un état des lieux des relations entre villes, énergie et climat et six scénarios contrastés de transition vers des villes post-carbone. Il a la particularité de s'appuyer non seulement sur les réflexions d'un groupe de prospective, mais aussi sur les résultats d'une vingtaine de recherches et l'implication de six villes illustrant la diversité des situations urbaines en France. Partant des contraintes et des atouts qui sont ceux du contexte actuel, de l'expérience des villes européennes, et des réflexions récentes sur les politiques énergétiques et climatiques, il plaide, dans sa conclusion (« le septième scénario ») pour une approche intégrée de la transition vers des villes « post-carbone » prenant la juste mesure à la fois de la multiplicité des dynamiques de changement possibles, des obstacles à surmonter, et des opportunités que celle-ci va représenter pour les territoires urbains, leurs entreprises et leurs habitants dans les trente cinq prochaines années.

**Ministère de l'Écologie,
du Développement Durable
et de l'Énergie**

**Commissariat Général
au Développement Durable**

244 boulevard Saint-Germain
75007 Paris
Tél. 01 40 81 21 22



9 782358 384384

ADEME

20 avenue du Grésillé
BP 90406
49004 Angers Cedex 01

www.villepostcarbone.fr

www.developpement-durable.gouv.fr | www.ademe.fr