

# Trajectoires de transition écologique

Vers une planification dynamique  
et adaptative des territoires

Élodie Briche, coord.





# Trajectoires de transition écologique

Vers une planification  
dynamique et adaptative  
des territoires

Élodie Briche, coordinatrice

A series of thin, orange, curved lines that sweep across the bottom half of the page, creating a sense of movement and flow.

Éditions Quæ

**Collection *Matière à débattre et décider***

*Impacts des produits phytopharmaceutiques  
sur la biodiversité et les services écosystémiques*  
S. Leenhardt, L. Mamy, S. Pesce, W. Sanchez, coord.  
2023, 184 p.

*Protéger les cultures par la diversité végétale*  
A. Tibi, V. Martinet, A. Vialatte, coord.  
2023, 132 p.

*Impacts of plant protection products on biodiversity and ecosystem services*  
S. Leenhardt, L. Mamy, S. Pesce, W. Sanchez, coord.  
2023, 174 p.

**Pour citer cet ouvrage :**

Briche É (coord.), 2023. *Trajectoires de transition écologique : vers une planification dynamique et adaptative des territoires*, Versailles, éditions Quæ, 312 p.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex, France

[www.quae.com](http://www.quae.com) – [www.quae-open.cm](http://www.quae-open.cm)

© éditions Quæ, 2023

ISBN papier : 978-2-7592-3766-1 – ISBN PDF : 978-2-7592-3767-8

ISBN ePub : 978-2-7592-3768-5 – ISSN : 2115-1229

Cet ouvrage a bénéficié du soutien financier de l'Ademe.  
Il est diffusé sous licence CC-by-NC-ND 4.0.

# Préface

## Hervé le Treut

Cet ouvrage rassemble une somme d'informations tout à fait exceptionnelle que l'on peut aborder de manière presque immédiate grâce à la qualité du travail accompli par le grand nombre de personnes qui y ont participé. Mais comment aborder en quelques mots un objet aussi impressionnant ?

L'histoire du climat peut permettre une première approche. Les composantes de ce « système climatique » ont une longue histoire et ont été identifiées dès le début du  $xx^e$  siècle comme un ensemble de différentes « sphères » : l'atmosphère, l'hydrosphère, la cryosphère, la lithosphère, la couche supérieure de la terre solide... Ces sphères hébergent aussi depuis toujours la vie sur Terre. Le scientifique russe Vladimir Vernadsky (1863-1945) a conceptualisé en 1926 la notion de biosphère pour regrouper l'ensemble du vivant et mettre en exergue ces interactions. Elles continuent de jouer un rôle essentiel dans la définition du système climatique.

Ce que nous pouvons observer aujourd'hui, cent ans plus tard, se situe dans un cadre qui a bien sûr beaucoup évolué, et qui est marqué en grande partie par le rôle des territoires, des régions, et par la présence des lieux habités, vivants et complexes, qui vont en croissant. Cette complexité est d'ordre géographique, physique ou social, et elle dépend largement de la planète tout entière. La façade atlantique de l'Europe, pour prendre un exemple aquitain, est largement rythmée par deux structures mesurant plusieurs milliers de kilomètres, l'anticyclone des Açores et la dépression d'Islande, qui empêchent une vision strictement locale de ces enjeux.

Les émissions de gaz à effet de serre ont aussi augmenté de manière rapide dans les années 1950, et ont très vite fait l'objet de plusieurs décennies de travaux désormais très célèbres, s'articulant en particulier sur des études de géochimie, sur la mise en place de l'Observatoire du Mauna Loa, de l'Observatoire de recherche atmosphérique du Pôle Sud, ou encore du développement des premiers modèles climatiques. Il s'agissait d'abord de montrer que la présence, dans l'atmosphère, d'un niveau de  $CO_2$  additionnel était décelable. Elle joue désormais le rôle majeur que chacun connaît.

Les « Trajectoires de transition écologique » proposées dans cet ouvrage ont profité de ces enjeux anciens et relèvent désormais d'un domaine nouveau, celui qui définit un monde en évolution rapide, qui définit aussi des dimensions territoriales très nouvelles, qui touchent à la fois la France et l'Europe. Le lien entre atténuation et adaptation y apparaît de manière récurrente. Il apparaît aussi de manière toujours plus évidente que le travail qui se fait dans ce contexte sera à la pointe des actions futures.

De fait, la gestion des territoires reste un élément complexe, et les transitions climatiques lui donnent progressivement un rôle toujours plus important. Comment fonctionne un système complexe et hétérogène, marqué par des différences de toutes sortes ? Les enjeux méthodologiques que cela implique demandent l'accès à des données d'observation toujours plus nombreuses. Le développement des mesures spatiales, le rôle croissant de l'intelligence artificielle ouvrent aussi des horizons nouveaux. Bien sûr, il reste impossible de faire de la science un outil qui déterminerait de manière directe des décisions prises face à des enjeux souvent multiples. Elle dépend en fait des valeurs, celles des droits de l'humain, celles qui organisent les solidarités, celles qui font le lien avec les professeurs et les étudiants. Et elle est malheureusement au centre des conflits et des guerres.

Pour autant, le rôle de la science ne doit pas être négligé, bien au contraire. Elle apporte une ouverture face au monde sans équivalent. Le travail considérable qu'apportent les trajectoires de cet ouvrage n'en est que plus important. Il jouera un rôle très rare pendant longtemps.

# Sommaire

Préface	3
Introduction	9
<b>PARTIE 1</b>	
<b>PLURALITÉ DES TRAJECTOIRES</b>	<b>13</b>
<b>1. Comprendre le contexte européen et national des trajectoires pour la transition écologique</b>	<b>15</b>
Des approches plurielles et multiscalaires : intégrer l'incertitude dans la planification de la transition écologique	16
Les trajectoires au service d'une planification écologique : de l'échelle européenne à l'échelle locale	22
Conclusion	31
<b>2. Transition(s) 2050</b>	<b>35</b>
Transition(s) 2050 : quatre voies pour la neutralité carbone proposées par l'Ademe	36
Aménagement et planification des territoires dans Transition(s) 2050	45
Conclusion	50
<b>3. La prospective au service de la transition écologique</b>	<b>53</b>
La transition écologique, un rapport au temps et à l'engagement collectif	53
La prospective : de quoi parle-t-on ?	59
Apports possibles de la prospective territoriale aux démarches de transition écologique	60
Conclusion	67
<b>4. Des territoires en chemin vers la planification bas-carbone</b>	<b>69</b>
(Ré)concilier planification et faculté d'expérimenter : la « planification urbaine bas-carbone » de l'Ademe	70
Autres trajectoires pour une vision intégrée et transversale de la transition	78
Conclusion	84

**PARTIE 2****QUELLES APPROCHES MÉTHODOLOGIQUES ?****APPLICATIONS SUR LES TERRITOIRES FRANÇAIS**

87

**5. Les *adaptation pathways* et leur déclinaison française pour les territoires : la démarche Tacct**

89

Le contexte en France

90

Les principes clés retenus dans Tacct

94

Les trajectoires : un outil de dialogue au service de la transition ?

98

Conclusion

101

**6. Trajectoires d'adaptation des littoraux d'outre-mer dans un contexte de changement climatique**

105

Risques littoraux et réponses d'adaptation

107

L'exemple de Rangiroa, Polynésie française

111

Conclusion

118

**7. Trajectoires d'adaptation sectorielle de l'économie bleue : le tourisme en Corse**

121

Des chaînes d'impacts aux trajectoires de politiques d'adaptation

122

Construction des trajectoires d'adaptation du tourisme corse à trois horizons temporels

131

Conclusion

138

**8. Définir et suivre des trajectoires bas-carbone de référence à l'échelle des collectivités territoriales**

141

Démarche d'analyse des trajectoires régionales

142

Méthodologie d'élaboration de trajectoires climat de référence à l'échelle régionale

144

Un cadre d'analyse opérationnel à destination des Régions

147

Déclinaison de la démarche d'analyse des trajectoires bas-carbone à l'échelle infrarégionale

157

Conclusion

159

**9. Décliner les trajectoires de décarbonation à l'échelle des territoires : le cas de Dunkerque**

161

Les constats à l'origine du projet MAP 2050

162

Dunkerque, cas emblématique du défi de la « neutralité climatique » des villes européennes

166

Conclusion

173



<b>10. Chiffrer les coûts de la mise en œuvre de trajectoires de transition et d'adaptation</b>	177
Premiers tests de prospectives et moyens à déployer à l'échelle nationale	178
Une première vision de la territorialisation de la programmation budgétaire climat	185
Pistes de travaux futurs	188
Conclusion	191
<b>PARTIE 3</b>	
<b>VERS UNE PLANIFICATION DYNAMIQUE, VOIRE « ADAPTATIVE » DES TERRITOIRES ?</b>	193
<b>11. La Métropole européenne de Lille et son métabolisme : quels enjeux ?</b>	195
Le métabolisme urbain	196
Un métabolisme linéaire et mondialisé	198
Au croisement des flux et des ressources	205
Conclusion	208
<b>12. Expérimenter le Grenoble d'après : trajectoires et lignées d'aménagement d'une cité écologique</b>	211
Faire la ville à l'heure des expérimentations urbaines	213
Grenoble, laboratoire de la ville post-carbone et en transition	216
Conclusion	227
<b>13. Les trajectoires ZAN au cœur des politiques territoriales</b>	231
Penser le ZAN au service d'un projet de territoire durable	232
Vers une planification territoriale porteuse de changement du modèle d'aménagement	238
Définir des trajectoires ZAN avec les acteurs du territoire	242
Conclusion	247
<b>14. Trajectoires de rafraîchissement urbain et planification urbaine</b>	249
Surchauffe urbaine et besoin de rafraîchissement	250
Mise en situation : zoom sur la commune de Castelnau-le-Lez	256
Le PLU et le temps de la planification	262
Conclusion	265
<b>15. Planification écologique et trajectoires de transition : hypothèses pour un âge 2 des SCoT</b>	269
Transition écologique et trajectoires de la planification territoriale	271
Deux cas d'étude du projet Âge2SCoT	277
Conclusion	283

<b>16. Vers une planification adaptative de la transition : la Communauté d'agglomération du Pays de Grasse</b>	<b>287</b>
Les enjeux d'une planification dynamique adaptative de la transition écologique	289
Le processus de planification renouvelé par la géoprospective	292
Les premiers enseignements de l'expérimentation en cours sur la CAPG	296
Conclusion	300
Conclusion générale	305
Liste des acronymes	308
Liste des auteurs et autrices	311

# Introduction

## Élodie Briche

Un passage à l'action rapide et raisonné est nécessaire : il nous reste, selon le Groupement intergouvernemental des experts sur l'évolution du climat (GIEC), « trois ans pour infléchir la tendance » du changement climatique. Ce propos ne doit pas servir à démotiver ni à retarder l'action, mais à engager, à mettre en mouvement toute la société civile et les acteurs publics et privés vers la transition écologique, qui doit devenir le nouveau moteur de l'action publique et guider les investissements publics et privés. Selon le programme européen Copernicus, l'été 2022 a été le plus chaud jamais enregistré en Europe. Après un été 2022 très sec et un hiver 2023 qui n'ont pas permis de recharger les nappes phréatiques, les alertes rouges et orange canicule ont touché différents départements en juillet et en août 2023, avec des températures avoisinant les 40 °C en température de l'air dans certaines villes. Par ailleurs, les vagues de chaleur sont également de plus en plus précoces ou tardives et augmentent la période d'exposition aux risques sanitaires liés aux canicules.

Face à ce constat, la mobilisation de toutes les parties prenantes est indispensable. Pour anticiper et mettre en œuvre toutes ces transformations à venir qui auront lieu dans les territoires, le passage vers une planification écologique est essentiel. La planification territoriale et stratégique traduit une vision politique inscrite dans un projet de territoire à plus ou moins long terme (MTECT, 2022). C'est un outil qui vise à structurer et à mettre en cohérence différentes politiques publiques, à proposer une vision prospective et à réguler les marchés fonciers. Cette planification doit désormais tendre vers une transformation rendant les territoires durables, neutres en carbone et résilients : vers la transition écologique.

Dans un monde de plus en plus urbain, consommateur de ressources et producteur de richesses, la transformation des systèmes urbains est essentielle pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et assurer leur résilience. Les actions des villes ont un poids important dans la concrétisation de la transition écologique<sup>1</sup> et en constituent le principal levier. Des actions coordonnées et systémiques en matière d'atténuation et d'adaptation au changement climatique, en agissant notamment *via* la planification et l'aménagement opérationnel, permettraient d'assurer une transition durable, plus juste et désirable. Les principaux éléments d'adaptation et d'atténuation dans les villes demandent entre autres : de prendre en compte les impacts et les risques liés au changement climatique dans la conception et la planification des implantations et des infrastructures ; d'aménager le territoire pour obtenir des formes urbaines

1. Et ce, grâce au périmètre de plus en plus large de compétences des territoires pouvant agir sur les formes urbaines, les mobilités, l'habitat, l'aménagement opérationnel, l'énergie, etc.

plus compactes et moins énergivores, de rapprocher les emplois et les logements ; de favoriser la multifonctionnalité ; de soutenir les transports en commun et les mobilités actives (par exemple, la marche et le vélo) ; de concevoir, construire, rénover et utiliser de façon efficace les bâtiments ; de cultiver la sobriété, de réduire les consommations d'énergie et de matériaux.

Selon le rapport du GIEC à l'intention des décideurs (2023), la planification et la mise en œuvre de l'adaptation ciblant les conséquences du changement climatique ont progressé dans tous les secteurs et dans toutes les régions, avec des avantages documentés et une efficacité variable. Malgré les progrès, des lacunes en matière d'adaptation existent et continueront de croître au rythme actuel de mise en œuvre, beaucoup trop lent par rapport aux enjeux climatiques actuels. Une mal-adaptation ou des actifs échoués sont régulièrement observables sur les territoires, dus bien souvent au manque de trajectoires prenant en considération l'évolution climatique locale et les horizons temporels du changement climatique. Ces actifs échoués résultent bien souvent d'une méconnaissance du coût global des opérations d'aménagement, mais également de la déconnexion avec les actions d'atténuation ciblant les causes du changement climatique. Néanmoins, il faut encourager les volontés, les tentatives, et certaines mal-adaptations et actifs échoués sont facilement rattrapables, à des coûts raisonnables si l'on considère les coûts de l'inaction climatique, dix fois supérieurs. Les options d'adaptation réalisables et efficaces aujourd'hui deviendront limitées et moins efficaces avec l'augmentation du réchauffement climatique : il est donc important de repenser l'aménagement opérationnel et la planification des territoires en prenant en considération les chemins possibles de la société et les évolutions climatiques à moyen et à long terme, tout en restant flexibles, non figés sur un chemin en particulier. La mauvaise adaptation peut être évitée par une planification et une mise en œuvre adaptables, multisectorielles, inclusives et, à long terme, par des actions d'adaptation, avec des co-bénéfices pour de nombreux secteurs et systèmes (GIEC, 2023).

Cet ouvrage propose de donner des clés de lecture et de compréhension des trajectoires de transition écologique au travers de différents exemples, de pistes de réflexion et de méthodologies déployées sur des territoires variés, mais aussi répliquables afin de faciliter un passage raisonné à l'action.

Qu'est-ce qu'une trajectoire ? Comment aller vers une planification « dynamique » et « adaptative » des territoires afin de répondre aux enjeux et aux temporalités du changement climatique ? Comment concilier les temporalités de la planification et celles du changement climatique ? Les contributions au sein de cet ouvrage visent à montrer le passage à l'action à partir d'outils spécifiques, mais aussi à engager une réflexion sur ces questions à partir de recherches appliquées menées par des équipes interdisciplinaires. Cet ouvrage à portée opérationnelle en France a pour ambition de mettre en pratique la planification des territoires en matière de trajectoires de transition écologique et d'inspirer les acteurs des territoires dans leurs démarches,

liées notamment au contexte de la loi Climat et Résilience. Il permet d'éclairer la planification territoriale au regard de la transition écologique dans toutes ses dimensions (environnementale, énergétique, etc.).

La première partie, dédiée au contexte français de la planification des territoires et des objectifs de transition écologique, posera les premiers jalons de cet ouvrage, donnera les clés de lecture pour ensuite « donner à voir » aux collectivités, aux aménageurs et aux urbanistes. Elle insistera sur la « pluralité des trajectoires » possibles afin de constituer un socle de réflexion. La seconde partie a pour objectif de montrer des méthodologies, des expérimentations déjà réalisées sur les trajectoires de transition écologique en matière d'adaptation, d'atténuation au changement climatique, avec des approches systémiques mais aussi sectorielles. Chacun des chapitres montrera les co-bénéfices apportés afin de ne pas dissocier l'adaptation au changement climatique de l'atténuation par exemple. Les méthodologies proposées sont répliquables à d'autres territoires. La troisième partie, plus innovante, servira d'ouverture, d'inspiration, d'incitation à la réflexion sur la planification des territoires, et se demandera comment les temporalités de la planification doivent et peuvent coïncider avec les horizons du changement climatique. Chaque contribution exprime le parti pris d'un ou de plusieurs territoires afin d'incarner une projection vers un passage à l'action.

## Bibliographie

- GIEC, 2023. Résumé à l'attention des décideurs. Changement climatique 2023 : Rapport synthétique, Contribution du groupe de travail II du 6<sup>e</sup> rapport du GIEC (Core Writing Team, H. Lee, J. Romero, eds). IPCC, Geneva, Switzerland, 42 p. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>
- MTECT, 2022. Planification territoriale. Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. <https://www.ecologie.gouv.fr/planification-territoriale#:~:text=La%20planification%20territoriale%20traduit%20une,cadre%20de%20vie%20des%20citoyens>



# PARTIE 1

## Pluralité des trajectoires

L'anticipation des devenirs possibles des territoires dans le temps est constitutive des trajectoires de transition écologique. La réflexion par « trajectoires » invite à conjuguer une approche spatiale et temporelle pour rendre plus opérationnelle la transition écologique des territoires. Plus qu'un horizon fixe, les trajectoires de transition proposent des chemins, alternatifs ou hybridés, vers un futur plus désirable. Il existe une pluralité de trajectoires de transition vers des sociétés et des villes durables, qu'il convient de débattre collectivement et démocratiquement. Cette partie illustre donc la multitude de trajectoires de transition et pose le contexte de planification territoriale en lien avec ces trajectoires.





# 1. Comprendre le contexte européen et national des trajectoires pour la transition écologique

Marie Racine

La nécessité de transformer nos sociétés pour tendre vers la neutralité carbone représente un défi considérable pour le  $xxi^e$  siècle. Les crises que nous traversons, climatiques, sanitaires et énergétiques, révèlent la vulnérabilité de nos sociétés aux effets du changement climatique et la dépendance aux énergies fossiles ; les conséquences dramatiques sont déjà perceptibles : inondations, canicules, incendies et autres événements météorologiques et/ou climatiques extrêmes. Des records de température sont constamment battus, avec un réchauffement moyen global en 2023 de  $1,40^{\circ}C$  par rapport à la période préindustrielle, entraînant l'augmentation de la fréquence et de l'intensité de ces événements météorologiques.

Il n'y a plus de débat, la politique climatique doit être menée conjointement sur le front à la fois de l'atténuation et de l'adaptation au changement climatique. L'atténuation regroupe toutes les politiques ou actions visant à réduire le réchauffement climatique en limitant les émissions de gaz à effet de serre (GES), alors que l'adaptation concerne les actions pour s'adapter aux conséquences déjà observées et futures du changement climatique. La politique climatique doit également limiter la vulnérabilité de nos sociétés et renforcer la résilience des territoires : un territoire résilient est capable d'anticiper des perturbations, qu'elles soient brutales ou lentes, d'en absorber les effets, de se relever et de rebondir grâce à l'apprentissage et à l'innovation, pour évoluer vers un nouvel état plus équilibré, décidé et construit collectivement (Ademe, 2022a). L'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050 de l'Union européenne, adopté par la France dans la loi Énergie-Climat de 2019, s'inscrit dans cette volonté d'œuvrer en faveur de sociétés décarbonées et résilientes. La réduction de la demande en énergie est un facteur clé pour atteindre la neutralité carbone, qui requiert une division des émissions de GES par 6 par rapport au niveau de 1990, impliquant des évolutions des modes de production et de consommation ainsi que davantage de sobriété. La sobriété consiste à s'interroger sur nos besoins et à les satisfaire en limitant leurs impacts sur l'environnement dans un contexte de changement climatique et de raréfaction des ressources (Ademe, 2022b).

Il reste à définir les chemins, aussi appelés « trajectoires », pour parvenir à des sociétés résilientes et neutres en carbone en 2050. Le terme de trajectoire est polysémique selon la discipline qui l'emploie. Dans le langage courant, elle désigne une manière d'atteindre

un résultat spécifique, un plan d'action. Elle implique également une évolution dans le temps. D'après le Groupement intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2022), les trajectoires représentent les « évolutions temporelles des systèmes naturels et/ou humains vers un état futur. Le concept de trajectoire regroupe un ensemble de scénarios ou de récits quantitatifs et qualitatifs de futurs potentiels à des solutions orientées vers l'avenir, jusqu'à des processus décisionnels axés sur les solutions pour atteindre des objectifs sociétaux souhaitables. L'approche par trajectoire se concentre généralement sur des trajectoires biophysiques, techno-économiques et/ou socio-comportementales impliquant diverses dynamiques. Les manières d'atteindre la neutralité carbone sont bien diverses et relèvent de choix de sociétés alternatifs qui doivent être soumis au débat démocratique, tant leurs implications sur le plan socio-économique et technique sont cruciales. Aussi, en embrassant le temps long, le concept de trajectoire se lie à celui de la planification vers des sociétés neutres en carbone, sobres et résilientes. La planification permet de fixer un cap, tout en introduisant la possibilité de réajuster les stratégies et les plans d'action en cas de changements, prévisibles ou imprévisibles. La planification territoriale intègre également la notion d'échelle spatiale, rajoutant ainsi aux trajectoires une dimension supplémentaire.

L'élaboration de trajectoires territorialisées représente un enjeu majeur pour le succès de la transition écologique. Si l'ensemble de ces trajectoires ne pourra pas être couvert avec exhaustivité, le but de ce chapitre réside dans l'illustration de la pluralité des trajectoires de transition écologique, tant sur le plan de l'atténuation que de l'adaptation, en les confrontant à la réglementation et à la planification en France. Pourquoi l'approche temporelle et spatiale des trajectoires s'avère-t-elle pertinente pour guider les politiques publiques et la planification vers des sociétés neutres en carbone, sobres et résilientes ? Ce chapitre sera l'occasion de revenir, tout d'abord, sur les concepts et les spécificités de différentes trajectoires, concourant à la transition écologique à différentes échelles spatiales et temporelles. Puis le cadre réglementaire relatif à la transition écologique et à la planification territoriale aux échelles européennes, nationales et territoriales sera abordé au regard des trajectoires de transition.

### **Des approches plurielles et multiscales : intégrer l'incertitude dans la planification de la transition écologique**

Les travaux du GIEC démontrent l'intérêt d'une approche par les trajectoires afin de penser les chemins vers la transition écologique. Les trajectoires de transition écologique se démarquent des autres par leur intégration d'une dimension transformative vers un futur soutenable et souhaitable. Elles s'intéressent à la séquence de choix qui permet l'atteinte d'un certain objectif (neutralité carbone en 2050, société adaptée et résiliente au changement climatique) en fonction d'un contexte politique, technologique, social, économique, favorisant ou non les actions d'atténuation et d'adaptation. Ces trajectoires sont plurielles : il n'existe pas qu'une seule voie de stabilisation des émissions de

GES : plusieurs séquences d'actions alternatives permettraient d'atteindre la neutralité carbone, tout comme plusieurs trajectoires prépareraient des sociétés plus résilientes face au changement climatique.

## I Distinguer trajectoires et scénarios de transition neutres en carbone

Les trajectoires de transition neutres en carbone représentent des chemins types vers la décarbonation des sociétés et des économies souhaitables, de manière systémique (habitat, énergie, agriculture, transport, industrie, emploi). Elles s'apparentent à des trajectoires d'atténuation et impliquent différents changements et transformations sociétales, économiques et techniques pour atteindre la neutralité carbone, qu'il convient de discuter collectivement au regard de leurs implications. En fonction des trajectoires de transition, l'importance respectivement accordée à la sobriété et aux avancées technologiques est variable (chapitre 2). Concernant l'énergie, certaines trajectoires sont davantage axées sur la sobriété, quand d'autres préfèrent l'efficacité énergétique ou l'accélération du déploiement des énergies renouvelables. Dans tous les cas, la réduction de la demande d'énergie est un facteur clé de la décarbonation, mais l'impact du progrès technologique et le niveau de changement de comportement individuel et collectif diffèrent selon les trajectoires.

Il est nécessaire de distinguer les trajectoires des scénarios. Un scénario est une « représentation du futur, basée sur un jeu d'hypothèses et de conséquences issues d'une situation initiale et travaillée par des forces et des changements à un horizon donné » (Ademe, 2022c). Il articule une dimension qualitative de récit avec du quantitatif en ayant recours à des modélisations. Une trajectoire décrit plutôt l'évolution d'un système dans le temps en suivant plusieurs hypothèses dans le but de réaliser un objectif. Les scénarios de transition explorent différentes voies vers des systèmes neutres en carbone, en fonction d'un certain nombre de mesures d'atténuation et d'adaptation associées à des transformations économiques, technologiques, sociales et comportementales (Colin *et al.*, 2019).

Pour appréhender l'ampleur des transitions à l'œuvre, de nombreux organismes esquissent des scénarios pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 dans une perspective d'aide à la décision. Ces scénarios sont des représentations plausibles de situations futures sur plusieurs aspects de la transition écologique. Ils peuvent être normatifs, c'est-à-dire partir d'un objectif précis comme la neutralité carbone et montrer les chemins pour y arriver, comme les Scénarios 2050 de l'Ademe. À l'inverse, ils peuvent être exploratoires et parcourir le champ des possibles à partir des contraintes actuelles conditionnant les différentes options pour le futur. Par ailleurs, les scénarios s'intéressent notamment à la manière dont l'énergie, les infrastructures et les ressources naturelles sont produites et gérées, aux systèmes de gouvernance et au rythme des évolutions technologiques. Les scénarios et les trajectoires de transition dépendent donc de facteurs variés, dont l'objectif climatique visé, les évolutions du

contexte socio-économique, l'ampleur et la répartition des efforts entre secteurs dans le temps et l'espace, du poids donné aux technologies, du rôle des différents leviers de changements politiques, technologiques, comportementaux, et de la vision du monde de l'acteur l'élaborant (Colin *et al.*, 2019).

Pour chaque scénario de transition écologique correspondant à un futur plausible, une ou plusieurs trajectoires vont lui être associées et permettent de représenter les étapes successives des transformations nécessaires pour atteindre l'objectif fixé. Plus la mise en œuvre des politiques climatiques tarde, plus la trajectoire de réduction des émissions de GES sera brutale. Si elle n'est pas infléchie, la trajectoire actuelle pourrait mener à un réchauffement climatique moyen de 2,7°C d'ici 2100, qu'il est indispensable d'éviter pour préserver les conditions d'habitabilité de la planète. Les trajectoires visant la limitation du réchauffement climatique mondial à 1,5°C sont les plus ambitieuses, conformément à l'Accord de Paris, mais impliquent des changements structurels plus rapides.

### Encadré 1.1. Types de trajectoires de transition bas-carbone

On peut citer plusieurs types de trajectoires bas-carbone (Rosenbloom, 2017) qui se croisent et sont complémentaires :

- les trajectoires biophysiques : elles visent l'atteinte des objectifs de réduction des émissions de GES, des concentrations atmosphériques ou de limitation des hausses de température, en fonction d'un ensemble de mutations économiques, technologiques et comportementales. Ces trajectoires sont fortement axées sur les sciences du climat (exemple : travaux du GIEC) ;
- les trajectoires techno-économiques : elles sont conçues comme des séquences d'ajustements reliant les configurations sectorielles actuelles à un futur neutre en carbone. Leur objectif principal n'est pas tant d'envisager des avenir socio-politiques souhaitables que d'établir la faisabilité technique de transformations sectorielles, notamment des systèmes énergétiques, en vue de proposer aux décideurs des plans d'action (exemple : travaux de la Stratégie nationale bas-carbone, SNBC) ;
- les trajectoires sociotechniques : elles représentent des modèles de changement au sein des systèmes sociétaux et techniques pour répondre aux besoins d'une société bas-carbone. La nature interconnectée des changements technologiques et sociaux est mise en avant, dans un système où la technique répond à des fonctions sociales particulières. L'évolution des niveaux d'émissions globales dépend également des investissements dans les technologies, qui sont conditionnés par un contexte et des capacités sociopolitiques à les mettre en œuvre. Les trajectoires socio-économiques soulignent les aspects normatifs et les implications de ces transitions mettant en relief les tensions entre valeurs et intérêts concurrents, parfois antagonistes (exemple : certains volets des travaux d'Ademe Transition(s) 2050 ; chapitre 2).

D'une part, les trajectoires sont appropriées pour intégrer les considérations écologiques à plus ou moins long terme dans la planification et les politiques publiques, notamment sur l'adaptation au niveau territorial (chapitre 5), l'adaptation sectorielle de l'économie bleue (chapitre 7) ou la transition vers des systèmes territoriaux bas-carbone (chapitre 9). D'autre part, prises dans leur globalité, elles servent à prioriser et à formuler des leviers de négociation en révélant les implications et les transformations à long terme sous-tendues par les choix immédiats. En explicitant les compromis derrière chaque choix, les trajectoires favorisent les débats sur les futurs possibles et l'acceptabilité de la transition écologique. Elles révèlent également des séquences de choix interagissant au fil du temps et possédant un degré d'irréversibilité qui induit un héritage et un risque de dépendance au chemin emprunté (*path dependence*). La dépendance au chemin emprunté représente le poids des choix du passé dans les décisions présentes, qui limite la possibilité de mettre en œuvre des changements radicaux. Dans un contexte de changement climatique, cette dépendance peut être fortement limitante dans le cas d'actions d'adaptation qui entraîneraient malencontreusement des conséquences négatives.

### **■ Limiter la mal-adaptation : *adaptation pathways*, vers un concept adaptatif et dynamique**

Issues du monde académique anglo-saxon, les trajectoires d'adaptation (*pathways*) représentent une manière de cheminer vers des solutions flexibles en matière d'adaptation au changement climatique qui ont émergé dans les années 2000-2010. En raison des conditions climatiques et économiques incertaines à long terme, il peut être nécessaire d'ajuster les actions et les stratégies territoriales au cours du temps, d'où l'introduction de la notion de flexibilité et de dynamisme des solutions d'adaptation. Les premières publications sur les *adaptation pathways* proviennent de travaux de chercheurs sur l'estuaire de la Tamise et de l'institut Deltares sur les enjeux de gestion des risques fluviaux et de la montée des eaux dans le delta du Rhin (Werners *et al.*, 2021).

Ces trajectoires d'adaptation visent à devenir des outils d'aide à la décision en intégrant dans leur cadre d'analyse des dimensions physiques, historiques, climatiques, socio-économiques et politiques changeantes. Les trajectoires d'adaptation représentent des séquences alternatives d'actions qui peuvent être mises en place progressivement au gré des futures dynamiques, dans des contextes mouvants et incertains (Hassnoot *et al.*, 2020). Le dépassement des limites planétaires rend de plus en plus instables les réponses du système terrestre, et les solutions d'adaptation pertinentes à un instant  $t$  peuvent perdre en efficacité, voire devenir obsolètes à  $t + 1$ . Plus que certaines solutions clés en main et une décision prise individuellement, c'est la combinaison d'une séquence de décisions à travers le temps qui fonde la robustesse d'une stratégie d'adaptation au changement climatique (Magnan *et al.*, 2020). Il peut ainsi être judicieux de changer de voie, de prendre d'autres

chemins pour arriver à certains objectifs. La préférence pour certaines trajectoires dépendra notamment des coûts et bénéfices, afin de concevoir un plan d'adaptation qui permette de couvrir des objectifs de courts et longs termes et de prévoir les signaux témoignant d'une nécessité d'adapter ces trajectoires. Il est essentiel d'adopter une approche globale tenant compte des coûts de l'inaction climatique, qui correspondent à l'ensemble des effets néfastes introduits par le changement climatique sur les plans sanitaire, économique, physique, environnemental (au-delà de la valeur marchande), en l'absence de mesures d'atténuation et d'adaptation (Ademe-Cerema, 2022). Le rapport Stern sur l'économie du changement climatique, publié en 2006, a notamment identifié que les coûts de l'inaction climatique seraient d'une réduction de 5 à 20 % du PIB mondial par an.

Par ailleurs, l'approche par les trajectoires d'adaptation met en lumière les coûts de transferts entre des solutions d'adaptation qui peuvent survenir à plus ou moins long terme. Les investissements qui semblent initialement pertinents peuvent perdre leur valeur avant l'amortissement (actif échoué), voire freiner l'atteinte des objectifs lorsque les conditions climatiques et d'exploitation changent (Hassnoot *et al.*, 2020). Ces héritages entraînent un risque de dépendance au sentier, limitant la flexibilité et exposant à une mal-adaptation qui peut s'avérer sérieusement pénalisante. Celle-ci est définie comme les mesures susceptibles d'aggraver le risque de conséquences néfastes associées au climat, d'accroître la vulnérabilité face aux changements climatiques ou de dégrader les conditions de vie actuelles ou futures (GIEC, 2022). Par exemple, le choix d'installer d'abord une digue basse plutôt que d'élargir le lit de la rivière pour contrer les effets de la montée des eaux peut sembler à court terme la solution optimale, car moins coûteuse ; mais elle peut s'avérer néfaste sur le long terme, car elle peut contribuer à réduire le sentiment d'insécurité face à la submersion (avec une réduction de la culture du risque), voire conduire à la poursuite de la densification (TOTen, 2022). Face aux conditions climatiques changeantes, la solution initiale s'avère inadaptée (sous-dimensionnement, risques de rupture) et renforce ainsi la vulnérabilité du territoire à la submersion marine. Cet exemple illustre les risques de la mal-adaptation. En effet, une solution économiquement et techniquement la plus avantageuse à un moment donné peut pourtant obérer l'avenir. Dès lors, il convient de mobiliser également d'autres leviers, notamment les documents d'urbanisme, pour limiter le développement urbain dans des zones inondables à l'avenir. Les politiques d'adaptation prévoyant des stratégies de retrait ou de relocalisation des activités et des habitations, au lieu d'uniquelement miser sur la protection des côtes par des digues, permettent de réduire la vulnérabilité de ces zones et d'augmenter ainsi la résilience du territoire (Rocle *et al.*, 2020).

Par ailleurs, en misant sur une mise en place graduée de solutions selon l'évolution des contextes, l'acceptabilité et la mise en œuvre peuvent être facilitées et susciter une meilleure adhésion des parties prenantes. Enfin, les solutions qui ne sont pas mises en œuvre à court terme pourront l'être plus tard dans la séquence de décisions, faisant ainsi de l'adaptation un processus d'ajustement continu et itératif.

## **I Penser la résilience à l'aide des trajectoires : au croisement de l'atténuation et de l'adaptation au changement climatique**

Chaque degré supplémentaire de réchauffement induit de nouveaux risques climatiques et réduit les capacités d'adaptation et de résilience des sociétés. La résilience s'intéresse aux processus rendant un système plus robuste aux perturbations, notamment climatiques (Mathevet *et al.*, 2020), en les anticipant, en se renouvelant, et interroge les dynamiques d'évolution des territoires et les trajectoires de transition associées. Pour réduire les fragilités, les actions d'adaptation et d'atténuation sont nécessaires et interdépendantes. L'adaptation est un accélérateur de l'atténuation (renaturation d'espaces et stockage de carbone, isolation des bâtiments pour réduire les besoins énergétiques et donc les émissions de GES, etc.), et les efforts d'atténuation conditionnent les capacités d'adaptation (plus le réchauffement climatique est important, plus les options pour l'adaptation se réduisent et seront brutales et mal acceptées) (TOTen Occitanie, 2022).

Par ailleurs, la question de la résilience appelle naturellement une réflexion sur la question des vulnérabilités face aux risques, au sens des dangers naturels et/ou techniques. Une vulnérabilité peut être définie comme le « degré auquel les éléments d'un système (éléments tangibles et intangibles, comme la population, les réseaux et équipements permettant les services essentiels, le patrimoine, les milieux écologiques) sont affectés par les effets défavorables du changement climatique » (Ademe, 2012). La résilience à travers la capacité d'adaptation des systèmes territoriaux ne doit pas servir d'excuse à une inaction climatique, il est également nécessaire de penser la transformation dans les cas où le fonctionnement du système n'est plus tenable, et pas juste un retour à la situation antérieure (Mathevet *et al.*, 2020), notamment à travers une véritable réflexion sur les vulnérabilités.

L'anticipation et la prévention sont alors cruciales pour réduire au maximum les vulnérabilités et éviter les catastrophes. L'aléa naturel (phénomène de submersion marine, affaissement, érosion, etc.), l'exposition aux risques (aménagement du territoire et urbanisation en zones submersibles, inégalités sociales et économiques, etc.) ainsi que la capacité de réponse d'une société forment des critères décisifs d'analyse des trajectoires de vulnérabilités dans le temps (Magnan *et al.*, 2012). Pour un territoire, le diagnostic des vulnérabilités dans les documents de planification représente une étape clé de la mise en place d'une stratégie de résilience dans un contexte d'incertitudes et vise une meilleure adaptation. Le diagnostic de vulnérabilité permet d'identifier divers points de fragilités du territoire, sur le plan sanitaire, économique, environnemental, matériel ou physique, en lien avec les effets du changement climatique (Ademe-Cerema, 2022). La démarche de trajectoire est éclairante, car elle permet d'intégrer une évolution temporelle des vulnérabilités et des impacts du changement, en évaluant les impacts passés et en anticipant les risques futurs. Ce diagnostic de vulnérabilité doit servir de préalable au développement d'une stratégie de résilience du territoire. Une bonne analyse des vulnérabilités sert également de socle à la réflexion sur le coût de l'inaction climatique, et permet d'entamer une priorisation des actions à mener pour réduire la sensibilité d'un territoire au changement climatique.

Selon le GIEC (2018), il existe des trajectoires de développement favorisant la résilience face au changement climatique qui consolident le développement durable et amplifient la lutte contre la pauvreté et les inégalités, tout en favorisant, à différentes échelles, l'adaptation et la résilience face aux évolutions climatiques. Des mesures d'adaptation et d'atténuation planifiées, à l'instar de l'isolation des bâtiments pour lutter contre la précarité énergétique ou la généralisation des solutions de rafraîchissement urbain, permettraient d'éviter d'exacerber les inégalités et de réduire les vulnérabilités de certaines populations, tout en cheminant vers un développement durable, favorable à la santé et au bien-être collectif (GIEC, 2018). Aussi, la stratégie de résilience peut passer par la mise en œuvre de solutions d'adaptation fondées sur la nature (SafN), avec de nombreux co-bénéfices en matière d'adaptation comme d'atténuation. Les SafN visent à favoriser, d'une part, la conservation de la biodiversité et la fourniture de services écosystémiques ciblés sur les impacts du changement climatique et, d'autre part, la résilience face à ces enjeux (Cerema, 2022). Par exemple, une gestion des eaux pluviales à la source comme les noues, les toitures végétalisées, les jardins de pluie, permet de mieux infiltrer le sol et de drainer les eaux de ruissellement, et donc de limiter les effets des fortes pluies, tout en favorisant la biodiversité, le rafraîchissement urbain, la nature et le bien-être en ville.

Après avoir défini et abordé la pluralité des types des trajectoires de transition, la question de l'opérationnalité du concept à diverses échelles se pose. Si le champ de recherche sur les trajectoires d'adaptation au changement climatique est dynamique, une institutionnalisation du concept de trajectoire, dans une perspective réglementaire et planificatrice, tend encore majoritairement à se focaliser sur l'atténuation du changement climatique par une transition vers des économies bas-carbone. Or un décloisonnement est plus que jamais nécessaire à travers l'élaboration de réglementations et de documents de planification prévoyant des trajectoires de transition écologique territorialisées ambitieuses, tant sur le volet de l'atténuation que sur celui de l'adaptation au changement climatique.

### **Les trajectoires au service d'une planification écologique : de l'échelle européenne à l'échelle locale**

L'action planificatrice est désormais partagée entre plusieurs échelles (européenne, nationale et locale) et secteurs, ce qui complexifie la coordination de la transition écologique et la déclinaison des trajectoires. Les réglementations européennes proposent des objectifs d'atténuation et d'adaptation (ex. : neutralité carbone, sociétés résilientes, arrêt de toute augmentation nette de la surface de terre occupée), introduisant des trajectoires devant être déclinées au niveau national, régional et local (notamment sur la base de la SNBC, du Plan national d'adaptation au changement climatique, Pnacc, ou de la loi Climat et Résilience). Ces objectifs à long terme doivent être pris en compte et servent à guider les exercices de planification. Les travaux



autour de la déclinaison de la SNBC au niveau régional témoignent d'un début de territorialisation de trajectoires neutres en carbone qui se heurte encore à des points méthodologiques (chapitre 8). Les réflexions sur la déclinaison locale des trajectoires sont encore hésitantes, mais portées par des territoires pilotes. L'adéquation de la planification à intégrer le temps long, à systématiser la prise en compte de solutions d'adaptation à mesure que les conditions climatiques changent, sera abordée. L'approche par les trajectoires sert les politiques publiques, puisqu'une fois un cap fixé il est possible de se concentrer sur les moyens d'y parvenir, ce qui passe par une planification à différentes échelles.

## ■ Le cadre européen de la lutte contre le changement climatique

L'Union européenne se place en cheffe de file de la lutte contre le changement climatique et en fait un élément central de sa politique diplomatique. Elle développe ainsi un large arsenal législatif autour de l'écologie, allant de la protection de la biodiversité à la lutte contre le changement climatique.

L'ambition européenne se matérialise dans son engagement de devenir le premier continent neutre en carbone d'ici 2050. Pour atteindre cet objectif, l'Union européenne propose une feuille de route et une trajectoire dans son Pacte vert, aussi appelé «Green Deal». Le Pacte vert propose une trajectoire de réduction des émissions de GES à l'échelle européenne qui, au fil des négociations, a été rehaussée à - 55 % en 2030 par rapport à 1990 (contre - 40 % auparavant) et propose ainsi un objectif plus ambitieux. Inscrit dans la loi Climat-Énergie de 2021, l'objectif de neutralité carbone s'accompagne également d'une feuille de route prévoyant des actions concrètes pour atteindre cette neutralité. Pour concrétiser cet objectif, la Commission européenne présente en juillet 2021 le paquet législatif *Fit for 55* visant à accélérer le chemin vers la neutralité carbone en 2050. Il prévoit une série de mesures contraignantes, dont notamment la refonte du marché européen du carbone, jusqu'ici peu efficient avec un prix du carbone trop faible et peu dissuasif, la mise en place d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières pour éviter le déplacement des émissions hors d'Europe, la fin de la vente des véhicules thermiques neufs en 2035.

En fixant des objectifs et une feuille de route, le Pacte vert marque-t-il un début de planification écologique européenne ? L'Union européenne offre un cadre, fixe des normes qui permettent d'orienter les acteurs publics et privés vers la réalisation des objectifs climatiques au travers des réglementations. Le Pacte vert témoigne d'une forme de planification et de pilotage des politiques nationales par l'imposition d'objectifs précis à moyen et à long terme (2030, 2050), et « systématiser le concept de trajectoires » (Berrod, 2021). En effet, en imposant un objectif final de neutralité carbone, des objectifs intermédiaires ainsi qu'une feuille de route d'action, il généralise l'approche par trajectoires. L'échelle européenne permet de coordonner l'action climatique des États membres et de mener une politique d'envergure. Chaque État membre doit produire un plan national intégré énergie-climat ainsi qu'une stratégie nationale de long terme

de réduction des émissions de GES (SNBC pour la France) pour garantir l'atteinte des objectifs climatiques de l'Union européenne, qui précise les contributions nationales à ces objectifs. Ces documents, résultats de concertations nationales et infranationales, représentent la base de la politique climatique et énergétique constituant une feuille de route en matière de réduction des émissions de GES et de lutte contre le changement climatique. La Commission se place en garante du respect des trajectoires et évalue les engagements nationaux des États (Berrod, 2021), bien que cela ne suffise pas à amorcer concrètement cette transition dans les États membres.

Aussi, la mission « Adaptation au changement climatique et aux transformations sociétales » dans le cadre du programme Horizon Europe fait partie des outils déployés par l'Union européenne pour la mise en œuvre du Pacte vert. À la suite de la publication d'une nouvelle stratégie d'adaptation en février 2021, la mission Adaptation ambitionne de mettre en pratique la stratégie européenne d'adaptation en apportant une assistance technique et pour mieux appréhender les risques climatiques et leurs conséquences dans le futur. Elle vise à développer des trajectoires d'adaptation au changement climatique, ainsi qu'à tester et déployer des solutions pour favoriser la résilience d'ici 2030. Sur l'adaptation, les programmes de recherche européens Horizon 2020 (H2020) et Horizon Europe favorisent la recherche sur les trajectoires. H2020 est censé répondre aux grands enjeux contemporains : lutte contre le changement climatique, le vieillissement de la population, sécurité alimentaire, etc. (avec un budget consacré à ces questions de 31,7 milliards d'euros). Ces financements permettent de développer des outils de connaissances et de modélisation au travers de projets interdisciplinaires. Le projet SoClimPact, financé par le programme de recherche H2020, vise à élaborer des trajectoires d'adaptation sur des îles européennes pour 2030-2100 (chapitre 7). Les îles sont des territoires particulièrement vulnérables qui subissent aujourd'hui les conséquences du réchauffement climatique, déstabilisant les écosystèmes et menaçant les équilibres économiques. Un autre consortium de recherche financé par le programme H2020, dont l'Ademe est partie prenante, TransformAr, porte sur les solutions et les trajectoires d'adaptation au changement climatique dans divers territoires européens et ultramarins.

Ainsi, si l'ambition du Pacte vert réaffirme le rôle pionnier européen dans l'action climatique mondiale, l'Union européenne peut se heurter à son application au sein des États membres en raison de craintes sur les conséquences économiques et sociales de la transition. Le succès repose sur l'adhésion et l'engagement national à faire respecter ces trajectoires, notamment au travers de la législation et de la planification guidant l'horizon temporel et territorial de la transition.

## ■ La transition écologique, nouveau référentiel de la planification à la française ?

En réponse aux engagements internationaux et européens, la France doit décliner au niveau national diverses trajectoires de transition. Pour cela, elle se sert notamment de deux outils : la réglementation et la planification.

### Encadré 1.2. Principales lois fixant des trajectoires de transition

Plusieurs lois définissent des trajectoires de transition écologique :

- la loi Énergie-Climat, entérinée en 2019, inscrit la neutralité carbone dans le droit français (passe à un facteur 6 de réduction des émissions de GES, contre un facteur 4 auparavant) et des mesures autour de plusieurs axes : la sortie progressive des énergies fossiles (réduction de 40 %) et le développement des énergies renouvelables, la lutte contre les passoires thermiques, l'instauration de nouveaux outils de pilotage de la gouvernance des politiques climatiques\*, la régulation du secteur de l'électricité et du gaz ;
- la loi Climat et Résilience du 22 août 2021 fait entrer la notion de trajectoires «zéro artificialisation nette» (ZAN) dans les politiques publiques en inscrivant la réduction du rythme de consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers de 50 % entre 2021 et 2031, puis l'atteinte du ZAN en 2050 à l'échelle nationale. L'objectif ZAN, au croisement de l'atténuation et de l'adaptation, favorise la protection de la biodiversité et des services écosystémiques rendus par les sols *via* des politiques de sobriété foncière et de renaturation. La loi remet aux régions la territorialisation de ces trajectoires, à décliner ensuite aux échelles locales ;
- la future loi de programmation Énergie-Climat, prévue pour 2024 afin d'ajuster les objectifs à la trajectoire européenne *Fit for 55*, fixera les grands objectifs énergétiques et les trajectoires, notamment en matière de réduction des émissions de GES, de développement des énergies renouvelables, de consommation d'énergie, de sortie des énergies fossiles et de rénovation énergétique dans le bâtiment.

\* Loi de programmation quinquennale, budget vert, création du Haut Conseil pour le climat.

D'une part, la France utilise le vecteur législatif pour s'assurer de la prise en compte des engagements européens et des objectifs des trajectoires de transition, à travers lequel elle fixe diverses trajectoires de transition écologique.

D'autre part, la France dispose d'une longue tradition planificatrice qui connaît aujourd'hui un regain d'intérêt avec l'urgence écologique, qui requiert une mutation profonde de nos sociétés à travers une mise en cohérence des politiques publiques (Desjardins, 2020). La création d'un secrétariat général chargé de la planification écologique auprès de la Première ministre (SGPE) témoigne d'une volonté de « coordonner l'élaboration des stratégies nationales en matière de climat, d'énergie, de biodiversité et d'économie circulaire ». Le SGPE aura la tâche d'assurer la bonne exécution des engagements en faveur de l'environnement et la mise en cohérence des politiques. Il complétera ainsi l'action de France Stratégie, héritière du Commissariat général du plan, en renouvelant l'action publique autour de la planification écologique.

La planification écologique se traduit par la Stratégie française sur l'énergie et le climat (SFEC), nouvelle feuille de route française pour l'atteinte de la neutralité carbone et de l'adaptation aux impacts du changement climatique. La SFEC sera composée de la 1<sup>re</sup> loi de programmation Énergie-Climat (LPEC d'ici fin 2023), de la 3<sup>e</sup> version de la Stratégie

nationale bas-carbone (SNBC), de la 3<sup>e</sup> version de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) pour 2024-2033, et de la 3<sup>e</sup> version du Plan national d'adaptation au changement climatique (Pnacc). Afin de prendre en compte les évolutions législatives liées au paquet *Fit for 55*, le gouvernement actualise ses stratégies pour les rendre compatibles avec les objectifs européens. Ce document marque, en outre, une voie vers la consolidation et la complémentarité des actions en matière d'atténuation et d'adaptation, et vise ainsi à mieux articuler ces deux politiques publiques.

**Tableau 1.1. Récapitulatif du contenu de la SFEC**  
(source : [concertation-strategie-energie-climat.gouv.fr](https://concertation-strategie-energie-climat.gouv.fr)).

Contenu	
LPEC	Objectif et priorités d'action de la politique climatique et énergétique française.
SNBC	Feuille de route à travers des orientations et des dispositions sectorielles pour respecter les objectifs de réduction des émissions de GES à court, moyen et long termes. Élabore des trajectoires de décarbonation et fixe des budgets carbone par périodes de 5 ans.
PPE	Orientations et priorités d'actions pour la gestion de l'énergie, afin d'atteindre les objectifs de la politique énergétique française et la trajectoire de la SNBC.
Pnacc	Stratégie pour renforcer la résilience du territoire et des différents secteurs économiques face aux dérèglements climatiques à travers 58 actions permettant une meilleure articulation entre les différentes échelles territoriales, la promotion de solutions fondées sur la nature, une attention portée sur les territoires d'outre-mer et une meilleure implication des filières économiques sur les enjeux d'adaptation.

En outre, la SFEC a pour ambition de renforcer l'articulation entre les objectifs climatiques et énergétiques nationaux et la planification territoriale, pour assurer la cohérence et la bonne déclinaison locale des objectifs des trajectoires de transition dans les documents de planification à diverses échelles. Tout le défi réside aujourd'hui pour les territoires à définir leur part de responsabilité et leur contribution à la lutte contre le changement climatique, afin de respecter les trajectoires de neutralité carbone et de sociétés résilientes. Ainsi, la territorialisation des trajectoires doit conduire à une meilleure articulation entre l'action des institutions européennes, de l'État et des collectivités territoriales.

### ■ Décliner les trajectoires et coordonner les politiques publiques locales en faveur d'un aménagement des territoires durable

Une fois les ambitions fixées et concertées au niveau international et national, il incombe aux collectivités de décliner et de territorialiser des trajectoires de transition compatibles avec l'atteinte de ces objectifs. Aussi bien pour les trajectoires de ZAN que d'émission de GES, la répartition des efforts entre les différents territoires et la contribution aux objectifs nationaux soulèvent des questions liées à des compromis

territoriaux, notamment en fonction de leurs besoins et ressources, qui doivent mettre en place de nouvelles coopérations territoriales dépassant les limites administratives et une conception trop binaire « ville-campagne ». À titre d'exemple, les territoires périurbains et ruraux portent des ressources (alimentaires, énergétiques, continuités écologiques, services écosystémiques, populations, etc.) pour les autres territoires considérés comme centraux. Il convient de discuter de l'appropriation locale de ces trajectoires nationales afin de favoriser leur légitimité. « Faire France » de manière cohérente, selon l'expression de Béhar *et al.* (2021) à travers la déclinaison des objectifs nationaux dans les territoires, reste un exercice complexe. La bonne déclinaison des trajectoires repose donc sur un dialogue équilibré entre État local et collectivités territoriales, en somme à la croisée d'une vision *top-down* et *bottom-up*. D'une part, les collectivités locales doivent expliciter leur contribution à l'atteinte des objectifs nationaux, de manière différenciée au regard de la réalité de leur territoire, ainsi que de leurs objectifs de politiques publiques locales. D'autre part, le préfet doit expliciter les objectifs nationaux pour qu'un territoire et ses élus puissent s'en saisir, débattre des trajectoires possibles et mesurer la hauteur de l'ambition à atteindre.

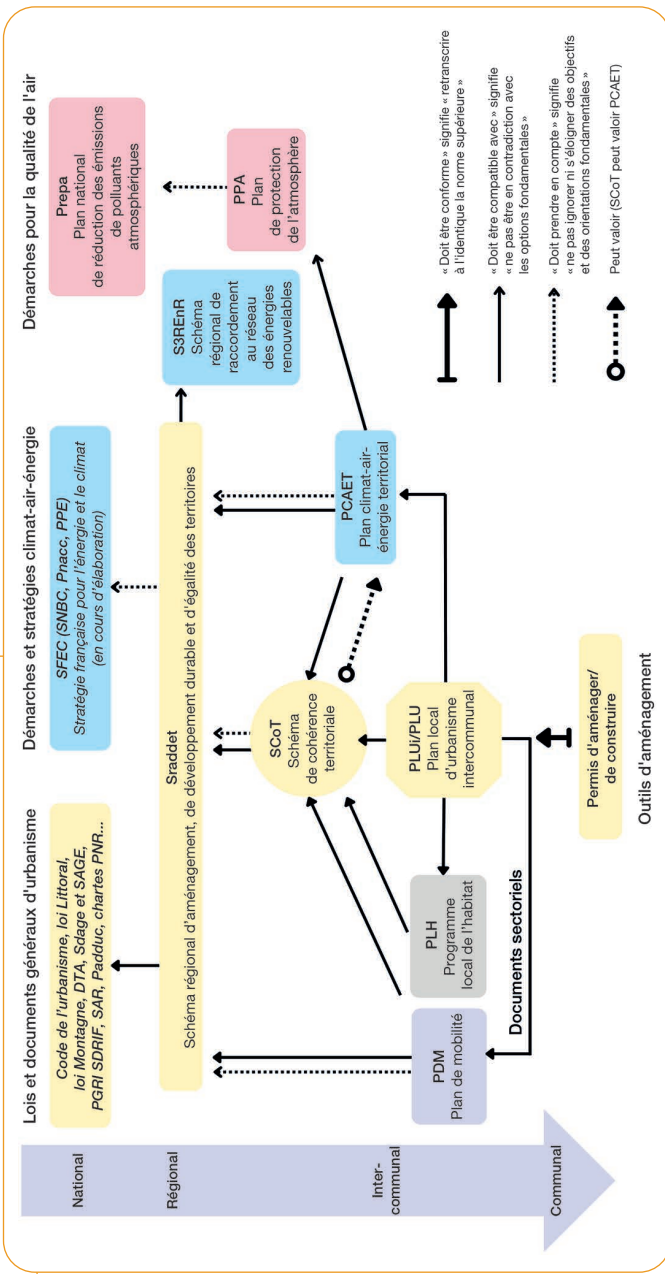
Par ailleurs, les collectivités territoriales se trouvent aujourd'hui en première ligne pour la mise en œuvre des stratégies de réduction des émissions de GES et de gestion des risques et des impacts du changement climatique. Les décisions des collectivités seraient responsables de 15 % des émissions de GES, voire 50 % si l'on tient compte des effets indirects induits par les choix d'aménagement, d'organisation des transports, de l'habitat et de l'activité économique (Ademe, 2016). Pour s'atteler à la charge de la planification, les acteurs locaux ont donc à leur disposition plusieurs documents de planification (figure 1.1). En parallèle, la planification urbaine est soumise à une dynamique « d'écologisation »<sup>1</sup> (Deverre et Sainte-Marie, 2008), confortée par les lois Grenelle, qui ont mis les schémas de cohérence territoriale (SCoT) et les plans locaux d'urbanisme intercommunal (PLUi) au cœur de l'atteinte des objectifs territoriaux de développement durable, et qui incite à une approche intégrée des enjeux d'aménagement du territoire.

À l'heure actuelle, les politiques nationales proposent des trajectoires sectorielles de réduction des émissions de GES (à travers la SNBC 2 et la PPE notamment), et le Pnacc 2 propose une stratégie et des orientations pour l'adaptation au changement climatique. Ces documents nationaux ne se risquent guère à proposer des trajectoires territoriales, ne serait-ce qu'au niveau régional (Desjardins et Estèbe, 2021). Bien que complexe, l'articulation des documents de planification avec les stratégies nationales semble pourtant essentielle à la territorialisation des trajectoires. Or il n'existe, au mieux, actuellement qu'un rapport de prise en compte entre ces documents nationaux et infranationaux, ce qui limite leur portée et les garanties de respect et d'ajustement aux trajectoires (Cassin, 2021). Une étude du ministère de la Transition écologique

---

1. Définie par les auteurs comme « un néologisme politico-administratif emprunté au vocabulaire canadien et suisse qui désigne l'intégration des objectifs politiques de l'environnement dans les politiques sectorielles ».

**Figure 1.1. Articulation entre les documents de planification**  
(source : Ademe, 2023).



réalisée en 2022 pointe, à l'heure actuelle, les décalages entre les trajectoires climatiques nationales et locales aux échelles des schémas régionaux d'aménagement et de développement durable du territoire (Sraddet) et des plans climat-air-énergie territoriaux (PCAET) (ministère de la Transition écologique, 2022). Les trajectoires agrégées des Sraddet et celles des PCAET sur le volet énergie-climat ne parviennent pas à respecter la trajectoire de la SNBC 2 (neutralité carbone). Si, jusqu'à 2030, les Sraddet et les PCAET sont cohérents, voire plus ambitieux que la SNBC 2, on observe un décalage de trajectoire à partir de 2030. Ces écarts ne sauraient être résorbés par la seule mise en conformité calendaire des révisions des documents infranationaux avec les stratégies nationales. Par ailleurs, les volets adaptation au changement climatique des Sraddet et des PCAET sont inégalement pris en compte et encore insuffisamment précis et quantifiés de manière globale par rapport au coût de l'inaction. Si les thématiques en lien avec l'adaptation sont globalement toutes abordées, le lien direct avec des actions d'adaptation et l'interdépendance avec les enjeux d'atténuation sont peu mentionnés dans ces documents.

Toutefois, des efforts ont été réalisés pour mieux articuler les différentes trajectoires et documents d'urbanisme. L'ordonnance de modernisation des SCoT datant du 20 juin 2020 vise une meilleure articulation et la mise en cohérence entre différentes politiques nationales et territoriales. S'il existe une certaine inertie et s'il est encore tôt pour mesurer les retombées de ces modifications, les nouveaux SCoT conduiront vraisemblablement à un renforcement et une meilleure intégration des volets transition énergétique et décarbonation. En outre, l'ordonnance a introduit la possibilité d'élaborer des SCoT valant également PCAET, témoignant ainsi de l'imbrication et d'un renforcement de la prise en compte des enjeux climat-air-environnement dans les stratégies territoriales. Des initiatives locales essaient en ce sens dans des collectivités. L'échelle intercommunale est fortement plébiscitée en raison du périmètre d'action dépassant les frontières communales, afin de servir un projet de territoire durable et de mettre davantage en cohérence les politiques publiques locales, que ce soit au niveau d'un SCoT ou d'un PLUi. Par exemple, le territoire Maine-Saosnois est en cours d'élaboration d'un des premiers SCoT valant PCAET. Le SCoT des Vosges centrales manifeste également une forte imbrication des enjeux aménagement-climat-énergie, en inscrivant au cœur de son SCoT l'ambition d'être territoire à énergie positive<sup>2</sup> (Tepos). Aussi, le PLUi facteur 4 de Brest Métropole, regroupant le PLU, le PCET, le plan local de l'habitat (PLH) et le plan de déplacements urbains (PDU), témoigne d'une approche intégrée de l'aménagement durable (FNAU-Ademe, 2015). Le PLUi de La Rochelle, avec comme objectif la neutralité carbone, a développé des orientations d'aménagement et de programmation thématiques particulièrement riches sur les mobilités, la biodiversité et les trames vertes et bleues, le bâtiment, l'adaptation aux risques de submersion marine et la préservation des littoraux (Ademe, 2021).

---

2. Un Tepos est un territoire appliquant la sobriété et couvrant ses besoins par les énergies renouvelables locales. Les territoires Tepos s'inspirent de la démarche négaWatt : sobriété énergétique, efficacité et énergies renouvelables.

Enfin, l'intégration des enjeux de transition écologique de manière systémique et transversale au cœur de la planification et des stratégies territoriales est l'une des clés du succès des trajectoires. Dans la ville de Loos-en-Gohelle par exemple, le sujet de la transition écologique a été porté politiquement au plus haut niveau de la collectivité. Malgré la crise liée à la fermeture des mines dans les années 1980, la ville a su se réinventer autour d'un projet de transition écologique et sociale fédérateur. L'innovation sociale a été mise au cœur de la démarche, avec une volonté d'impliquer les citoyens dans la transition. La transformation du territoire passe par une intégration transversale et systématique des enjeux écologiques à l'ensemble des politiques publiques. Une équipe conséquente est venue renforcer l'ingénierie municipale pour inciter au changement et mobiliser des subventions européennes et nationales<sup>3</sup>. La réflexion sur les trajectoires, avec l'idée d'avancer par étape vers un nouveau modèle de développement est au cœur de la démarche de la ville. Depuis 2014, la ville est labellisée par l'Ademe « première ville démonstrateur du développement durable » et s'affiche comme pionnière des trajectoires de transition écologique.

### Encadré 1.3. Accompagner et accélérer le développement de trajectoires de transition

Pour accompagner les collectivités, l'Ademe conçoit des outils pour élaborer des trajectoires en phase avec les objectifs climatiques. Elle a élaboré une méthodologie d'analyse des Trajectoires climat régionales en cohérence avec la SNBC, et des travaux pour étudier la faisabilité d'une déclinaison au niveau infrarégional sont en cours (chapitre 6). Aussi, la démarche « Trajectoires d'adaptation au changement climatique » de l'Ademe propose une méthode pour aider les territoires à évaluer leurs vulnérabilités et leurs besoins d'adaptation afin d'élaborer des plans et des stratégies d'adaptation adéquats inspirés de la démarche de « planification dynamique » et de la « gestion adaptative » (voir partie 3).

L'Ademe accompagne également les territoires pour bâtir leur trajectoire à l'aide de divers dispositifs, désormais regroupés dans la démarche « Territoire engagé Transition écologique » (TETE), et propose un appui technique et financier, mais aussi une labellisation sur les volets économie circulaire et climat-air-énergie récompensant les efforts accomplis. L'outil TETE se fonde sur une méthodologie d'évaluation des efforts des collectivités en matière de transition écologique qui leur permet de suivre leur trajectoire à l'aide d'un plan d'action personnalisé ainsi que des moyens de réalisation adaptés aux territoires, en fonction d'un potentiel d'action prédéfini. Cet outil de pilotage s'adresse à tout type de territoire : métropoles, communautés de communes et d'agglomérations, villes moyennes, communes périurbaines et rurales. À ce jour, 336 collectivités sont engagées, ce qui représente plus de 48,5% de la population française.

3. Voir <https://aides-territoires.beta.gouv.fr/>



## Conclusion

Ce chapitre a permis d'aborder la pluralité des trajectoires d'atténuation et d'adaptation convergeant vers des sociétés neutres en carbone, sobres et résilientes. Le concept de trajectoire de transition s'incarne dans celui de cheminement, un passage vers un nouvel état grâce à des stratégies visant une mise en œuvre des actions, par étapes, dans les territoires. Chaque trajectoire se base sur ses propres représentations plausibles du futur et ne représente pas l'unique voie vers la décarbonation, la sobriété et la résilience. Tout l'enjeu d'une approche par trajectoires réside dans l'articulation cohérente d'une séquence d'actions et de choix sur le long terme en faveur de la transition écologique. Il s'agit de fixer un cap clair vers des sociétés neutres en carbone et de favoriser les transformations nécessaires, tout en veillant à l'ajustement des stratégies dans le temps, à la flexibilité des solutions d'adaptation et aux risques de mal-adaptation dans des contextes incertains. Élaborées à différentes échelles, les trajectoires demandent de manière impérative à définir collectivement les modalités démocratiques sur leurs implications et les choix sous-tendus derrière chaque scénario, de même que leur déclinaison territoriale. En ce sens, la scénarisation permettant d'offrir des récits et des représentations des futurs possibles est essentielle. Les exercices de démocratie ouverte tels que la Convention citoyenne pour le climat ont montré leur potentiel pour élaborer collectivement des propositions législatives ambitieuses.

L'approche par trajectoire est pertinente pour intégrer la question du temps long dans les politiques publiques, renouant ainsi avec une tradition planificatrice renouvelée. La réglementation fixant des trajectoires se renforce et guide l'action planificatrice au travers d'objectifs. Néanmoins, la déclinaison territoriale à différents échelons de ces trajectoires demeure complexe. La planification doit gagner en cohérence avec les objectifs européens et nationaux de neutralité carbone et de société sobre et résiliente. Des initiatives locales esquissent des trajectoires de résilience et de neutralité carbone inspirantes qui mériteraient d'être mises en lumière. Les collectivités rompues à l'exercice de planification territoriale font désormais face au défi de décliner ces trajectoires nationales de transition et d'intégrer les enjeux environnementaux de manière large (biodiversité, sol, eau, énergie, etc.). Il faut repenser des trajectoires de développement des territoires. Les enjeux interconnectés de lutte contre le changement climatique et de préservation de la biodiversité, sous-tendus par un impératif de justice climatique et sociale, appellent un nouveau paradigme pour l'aménagement de nos territoires et de nos villes. Il n'est pas trop tard pour infléchir les trajectoires de développement territorial. La tâche est colossale, mais un changement de trajectoire au niveau local est nécessaire et possible. C'est tout l'objet des chapitres suivants, qui visent à ouvrir le débat, inspirer et favoriser le passage à l'action grâce à des exemples territorialisés de trajectoires de transition écologique.

## Bibliographie

- Ademe, 2012. *Diagnostic de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique : éléments méthodologiques tirés de l'expérience internationale*, guide, Angers, 53 p.
- Ademe, 2016. *PCAET, comprendre, construire et mettre en œuvre*, guide, Angers, 170 p.
- Ademe, 2021. Planification urbaine et transition écologique et énergétique : un recueil pour agir via les documents d'urbanisme. Expertise, Ademe, Valbonne.
- Ademe, 2022a. Sobriété : un incontournable de la transition écologique. *ADEME Magazine*. <https://infos.ademe.fr/lettre-international-juin-2022/sobriete-un-incontournable-de-la-transition-ecologique/>
- Ademe, 2022b. Augmenter la résilience des territoires. *ADEME Infos*. <https://infos.ademe.fr/lettre-international-mars-2022/augmenter-la-resilience-des-territoires/>
- Ademe, 2022c. Transition(s) 2050. Rapport complet, Angers, 687 p.
- Ademe-Cerema, 2022. Évaluer le coût de l'inaction : oui et comment ? Club STEP Synergies pour la transition énergétique par la planification, Angers, 8 p.
- Béhar D., Czertok S., Desjardins X., 2021. *Faire région, faire France, quand la région planifie*, Boulogne-Billancourt, Berger Levrault, 240 p (coll. Au fil du débat).
- Berrod F., 2021. Le Green Deal, une nouvelle architecture de la gouvernance climatique des politiques européennes : des anciennes techniques pour un nouveau monde ? *Revue française d'administration publique*, 179, 681-695. <https://doi.org/10.3917/rfap.179.0167>
- Cassin F., 2021. La transition énergétique et les documents stratégiques. *In Droit de l'aménagement, de l'urbanisme et de l'habitat 2021. Droit de l'urbanisme et transition énergétique*, GRIDAUH, 21-36.
- Cerema, 2022. Solutions d'adaptation fondées sur la Nature : des indicateurs pour le suivi des projets, <https://www.cerema.fr/fr/actualites/solutions-adaptation-fondees-nature-indicateurs-suivi>.
- Colin A., Vaillès C., Hubert R., 2019. Comprendre les scénarios de transition. Huit étapes pour lire et interpréter ces scénarios. Étude, I4CE, Paris, 64 p.
- Desjardins X., 2020. *Planification urbaine. La ville en devenir*, Paris, Armand Colin, 240 p. (coll. Le siècle urbain).
- Desjardins X., Estèbe P., 2021. Les trois âges de la planification territoriale. *L'Économie politique*, 89, 36-48.
- Deverre C., Sainte-Marie C., 2008. L'écologisation de la politique agricole européenne. Verdissement ou refondation des systèmes agro-alimentaires ? *Revue d'études en agriculture et environnement*, 89, 83-104. <https://doi.org/10.3406/reae.2008.1956>
- FNAU-Ademe, 2015. Planification et Facteur 4. Les dossiers FNAU, Fédération nationale des agences d'urbanisme, Paris, 24 p.
- GIEC, 2018. Résumé à l'intention des décideurs, Réchauffement planétaire de 1,5°C. Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5°C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté (V. Masson-Delmotte *et al.*, dir.). Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 32 p.
- GIEC, 2022. Changement climatique 2022 : impacts, adaptation et vulnérabilités. Contribution du groupe de travail II du 6<sup>e</sup> rapport du GIEC (H.-O. Pörtner *et al.*, eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 3 056 p.

- Hassnoot M., van Aalst M., Rozenberg J., Dominique K., Matthews J., Bouwer L. *et al.*, 2020. Investments under non-stationarity: Economic evaluation of adaptation pathways. *Climatic Change*, 161, 541-463. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02409-6>
- Magnan AK., Duvat V., Garnier E., 2012. Reconstituer les «trajectoires de vulnérabilité» pour penser différemment l'adaptation au changement climatique. *Natures Sciences Sociétés*, 20, 82-91. <https://doi.org/10.1051/nss/2012008>
- Magnan AK., Anisimov A., Dépoues V., 2020. Changement climatique : penser les «trajectoires» de l'adaptation. *The Conversation*. <https://theconversation.com/changement-climatique-penser-les-trajectoires-de-ladaptation-145737>
- Mathevet R., Bousquet F., Barreteau O., 2020. S'adapter ou se transformer : quelle résilience souhaitons-nous? *The Conversation*. <http://theconversation.com/sadapter-ou-se-transformer-quelle-resilience-souhaitons-nous-137358>
- Ministère de la Transition écologique, 2022. Loi Énergie-Climat : rapport concernant la contribution des PCAET et des Sraddet aux politiques de transition écologique et énergétique. Rapport, Paris, 135 p.
- Rocle N., Rey-Valette H., Bertrand F., Becu N., Long N., Bazart C. *et al.*, 2020. Paving the way to coastal adaptation pathways: An interdisciplinary approach based on territorial archetypes. *Environmental Sciences & Policy*, 11034-45. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.05.003>
- Rosenbloom D., 2017. Pathways: An emerging concept for the theory and governance of low-carbon transitions. *Global Environmental Change*, 43, 37-50. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.12.011>
- TOTen Occitanie. 2022. Atténuation, adaptation et résilience : de quoi parle-t-on. <https://toten-occitanie.fr/adaptation-au-changement/attenuation-adaptation-et>.
- Werners S.E., Wise R.M., Butler J.R.A., Totin E., Vincent K., 2021. Adaptation pathways: A review of approaches and a learning framework. *Environmental Science & Policy*, 116, 226-275. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.11.003>



## 2. Transition(s) 2050

Élodie Briche

«Transition(s) 2050 : choisir maintenant, agir pour le climat» est un exercice de prospective inédit réalisé par l'Ademe, fruit de deux ans de travaux d'élaboration. Il vise à proposer quatre chemins «types» contrastés et cohérents vers la neutralité carbone à l'horizon 2050. Si la neutralité carbone à l'horizon 2050 est désormais un leitmotiv des politiques climatiques, les manières de cheminer, les trajectoires vers cet objectif restent encore indéterminées, voire inconnues pour la plupart des décideurs et des citoyens. Cet exercice de prospective et de scénarisation permet de contribuer à rassembler des éléments de connaissances techniques, économiques et sociales à propos de chemins «types» vers la neutralité carbone, notamment dans le but d'éclairer le débat public à la veille des élections présidentielles de 2022 et pour alimenter l'élaboration de la Stratégie française énergie-climat (SFEC). Il met en avant de grands enseignements et soulève des problématiques variées (notamment la sobriété, les puits de carbone, les régimes alimentaires, l'économie du bâtiment, l'industrie) qui pourront nourrir les débats sur les options possibles et souhaitables.

La mise en récit des scénarios est au cœur de la démarche Transition(s) 2050. En effet, les narratifs et les imaginaires associés aux quatre scénarios ont permis de bâtir les hypothèses et les modélisations alimentant l'exercice. Les récits permettent d'inscrire les transitions dans une narration pour mettre en «trajectoires» et faciliter l'appropriation citoyenne et celle des élus.

Les territoires, et notamment les villes, d'une part sont au cœur de la consommation des ressources naturelles de nos sociétés, et d'autre part subissent directement les conséquences déjà observées du changement climatique, mais également celles des crises sanitaires et économiques. Le volet sur l'aménagement territorial et la planification urbaine de Transition(s) 2050 s'inscrit directement en cohérence avec les objectifs de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC 2), du 2<sup>e</sup> Plan national d'adaptation au changement climatique (Pnacc 2) et plus spécifiquement de la Stratégie d'action de l'Ademe sur l'adaptation au changement climatique. Il intègre également les évolutions liées à la loi Climat et Résilience d'août 2021 qui consacre, entre autres, l'objectif dit de «zéro artificialisation nette» (ZAN) à l'horizon 2050 (et d'une division par deux du rythme de l'artificialisation des sols d'ici à 2031). Aussi, l'exercice fait écho aux quatre grands piliers de la démarche «Habiter la France de demain», lancée par le ministère de la Transition écologique en 2021 en faveur de territoires sobres, résilients, inclusifs et productifs.

Ce chapitre propose donc de revenir sur les enjeux des quatre trajectoires «types» pour conduire la France vers la neutralité carbone en 2050. Il vise à donner des clés de lecture sur ces scénarios pour les appréhender, et s'en servir comme boussole

dans les territoires. Après un retour sur les objectifs et la méthodologie des scénarios prospectifs, ce chapitre détaillera ensuite les récits de la prospective à l'horizon 2050 appliquée à l'aménagement territorial et à la planification urbaine.

## **Transition(s) 2050 : quatre voies pour la neutralité carbone proposées par l'Ademe**

Les quatre chemins proposés par l'Ademe représentent des modèles de société différents. L'Ademe ne se positionne pas en faveur d'un scénario préférentiel, ni sur la probabilité qu'un scénario se réalise. Même si elle avertit des risques liés au scénario 1 sur le plan sociétal en raison des transformations considérables des modes de vie principalement sous contrainte, et au scénario 4, qui repose sur des technologies aujourd'hui non matures et dont le développement est incertain. L'Ademe insiste également sur la nécessité de mettre en œuvre des politiques de sobriété dès à présent et d'adapter les territoires aux effets du changement climatique. Cette section vise à présenter les quatre scénarios et leurs principaux enjeux.

### **I Objectifs de Transition(s) 2050**

Pour comprendre les tenants et les aboutissants de Transition(s) 2050, il est essentiel de revenir sur les principaux objectifs du projet. Cet exercice de prospective s'applique tout d'abord à construire des profils de scénarios avec une cohérence interne. Ensuite, il s'inscrit dans une logique temporelle, de trajectoires, à court et à plus long terme. Transition(s) 2050 vise à montrer une large gamme d'options possibles à long terme pour atteindre la neutralité carbone en France et leurs diverses implications (économique, sociale, environnementale, territoriale) ainsi qu'à éclairer sur les décisions (politiques entre autres) incontournables à court terme, indépendamment des options de long terme.

En amont des débats sur la SFEC, l'Ademe a lancé un projet prospectif structurant sur la période 2019-2021. Le contexte a fortement évolué par rapport au précédent exercice de prospective réalisé par l'Ademe en 2012 : Visions Ademe. La prise de conscience collective de l'urgence écologique, les nouvelles ambitions internationales et nationales (neutralité carbone en 2050), mais aussi le renforcement d'une vision plus systémique et large des problématiques écologiques (vivant, matières, sols, etc.) conduisent à intégrer des éléments nouveaux dans cet exercice. En effet, ce travail se distingue par :

- la réalisation de plusieurs scénarios français de neutralité carbone en 2050 et certains focus territoriaux ;
- une comparaison multicritère (notamment macroéconomique, sociale et environnementale) des scénarios, des conditions de réalisation et de leurs conséquences et impacts (ressources, matières, biomasse, sol notamment) ;
- une rétrospective, un état des lieux et des trajectoires jusqu'en 2050 au moins ;
- un dialogue avec des parties prenantes externes sur la cohérence d'ensemble des scénarios envisagés et l'enrichissement des hypothèses de travail ;

- une prospective stratégique descriptive sur quelques filières industrielles clés dans le contexte français.

L'Ademe ne se positionne ni comme porteuse d'un unique scénario, ni comme organisatrice du débat autour de l'ensemble des scénarios possibles, mais comme force de propositions, à partir d'une expertise interne large (des sols au système électrique, en passant par l'industrie, les bâtiments ou la mobilité) et d'animations de réseaux externes. L'objectif de l'exercice n'est pas de déterminer la meilleure trajectoire, qui relève d'une discussion politique et collective.

Des feuillets complémentaires sur diverses thématiques ont été réalisés (sols, macroéconomie, mix électrique, gaz, modes de vie, etc.) et permettent de compléter les analyses prospectives du rapport Transition(s) 2050.

### ■ La méthode de travail

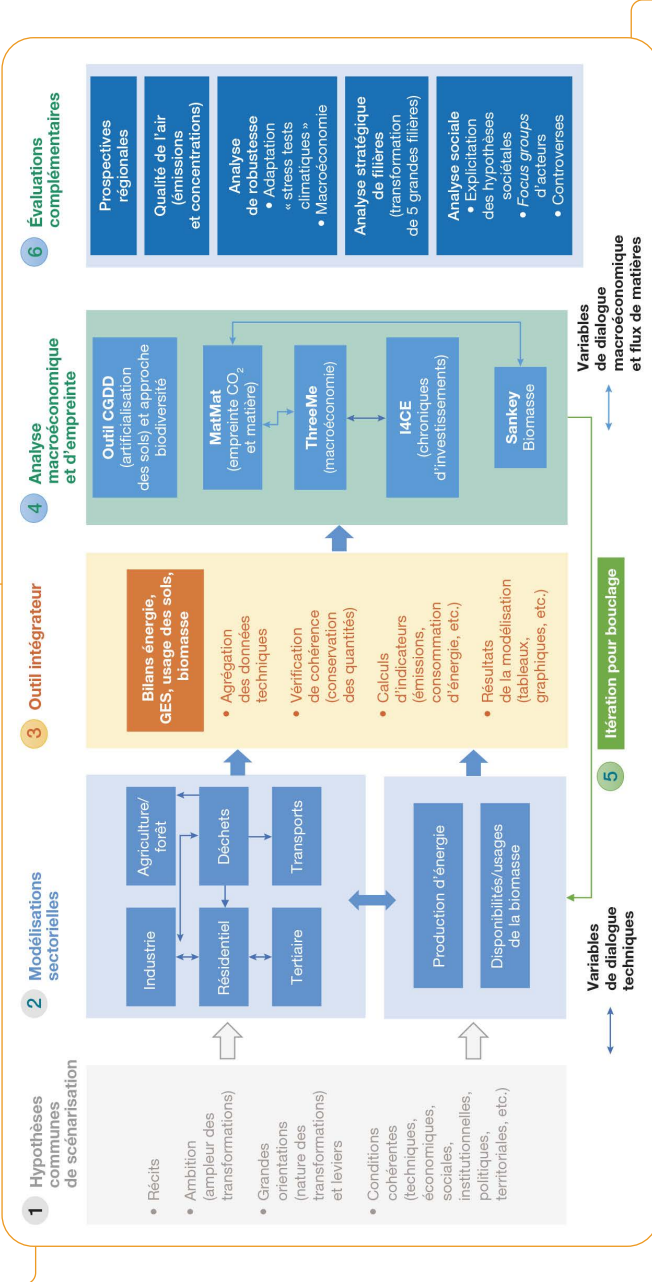
La méthode (figure 2.1) a suivi les étapes principales suivantes :

- 1) pour chaque scénario, un récit cohérent a été construit, au travers de variables structurantes décrivant les modes de vie, le modèle économique, l'évolution technologique, la gouvernance ou le rôle des territoires ;
- 2) ces récits ont ensuite été transformés en hypothèses quantitatives dans des modèles sectoriels existants ou créés pour l'occasion, pour le bâtiment, le transport, l'agriculture, les forêts, l'industrie, les déchets, etc. ;
- 3) ces résultats sectoriels ont ensuite été intégrés pour calculer les bilans sur l'énergie et les GES, mais aussi l'usage des sols, de la biomasse ;
- 4) des itérations successives ont été nécessaires pour vérifier, croiser et affiner ces quantifications, notamment au sein de systèmes fortement interconnectés :
  - bioéconomie-alimentation-agriculture-forêt-sols,
  - aménagement du territoire-bâtiments-mobilités,
  - industrie-matériaux-économie circulaire,
  - systèmes énergétiques décarbonés ;
- 5) enfin, s'ensuivent des analyses macroéconomiques et d'empreinte matière et GES, de mix électrique, des analyses sociales, des analyses stratégiques de quelques filières à enjeux, etc.

Les quatre scénarios de neutralité carbone sont inspirés de ceux du GIEC<sup>1</sup> dans leur rapport 1.5°C, mais ils sont réalisés ici à l'échelle de la France métropolitaine. Ils se distinguent d'un scénario de prolongation des tendances qui, en l'absence de ruptures, rend le chemin de développement incompatible avec la neutralité carbone. En continuant sur la trajectoire actuelle, le bilan net d'émissions de GES serait seulement réduit à 130 MtCO<sub>2</sub> en 2050 (contre environ 400 MtCO<sub>2</sub> aujourd'hui), ce qui demeure largement insuffisant pour atteindre la neutralité carbone.

1. Inspirés des quatre scénarios P1 à P4 issus des *Shared Socioeconomic Pathways*.

**Figure 2.1. Méthodologie réalisée au sein de « Transition(s) 2050 ».**



ThreeME est un modèle économique pensé pour évaluer à moyen/long terme l'impact des politiques environnementales et énergétiques au niveau de l'économie et des secteurs. Sankey fait référence au type de diagramme dit « de flux » dans lequel la largeur des flèches est proportionnelle au flux représenté (chapitre 11).



Certaines limites de l'analyse doivent être mentionnées et pourront être approfondies dans le cadre d'un nouvel exercice de prospective de l'Ademe. Transition(s) 2050 étant uniquement centré sur la France métropolitaine, il ne prend en compte ni l'impact des crises et des ruptures, ni l'empreinte environnementale globale des modes de vie et les émissions de GES importées. Les autres pays sont également considérés comme prenant des trajectoires de transition à l'instar de la France. Aussi, Transition(s) 2050 est centré sur l'atteinte de la neutralité carbone et n'intègre donc pas finement les enjeux liés à la biodiversité, aux écosystèmes ou aux ressources (dont l'eau). Une territorialisation des scénarios permettrait notamment de mieux appréhender de manière qualitative et quantitative ces enjeux, tout comme elle permettrait de favoriser le passage à l'action en cohérence avec les contraintes des territoires.

### ■ Les quatre scénarios et leurs spécificités

Les quatre scénarios déclinent quatre orientations futures possibles (figure 2.2) pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Ces travaux permettront de nourrir les réflexions de chaque territoire pour bâtir ses propres trajectoires, en cohérence avec les voies nationales. Les scénarios S1 et S2 ont davantage fait appel au levier de sobriété, tandis que les scénarios S3 et S4 recourent davantage au levier de la technologie. L'ampleur des transformations des modes de vie diffère ainsi selon les scénarios : les scénarios S1 et S2 nécessitent des modifications drastiques des modes de vie, quand les scénarios S3 et S4 parient sur la capacité d'adaptation des sociétés et peu sur des changements d'habitudes. Par rapport à la séquence « éviter-réduire-compenser », les scénarios S1 et S2 concentrent leurs efforts au niveau de la phase « éviter », quand les scénarios S3 et S4 misent davantage sur la réparation. Les scénarios S1 et S2 comptent uniquement sur les puits de carbone naturels, alors que les scénarios S3 et S4 ont besoin des puits de carbone technologiques pour atteindre la neutralité carbone. Ils diffèrent également sur le plan de la gouvernance : gouvernance locale et citoyenne pour le scénario S1, gouvernance partagée et concertée multiscalaire dans S2, alors qu'une gouvernance nationale et descendante est privilégiée dans le S3, voire mondialisée dans le cadre du S4.

#### Scénario S1 : génération frugale

La société est profondément transformée et agit principalement sur ses modes de vie (habiter, consommer, se déplacer, se chauffer, etc.) et ses modes de consommation pour atteindre la neutralité carbone :

- une évolution forte est à mener sur l'alimentation (consommation de viande divisée par trois, + 70 % de bio, division par deux des consommations de biens importés « exotiques » comme le café/thé et le chocolat) ;
- pour l'aménagement du territoire et le bâtiment, les villes moyennes et les zones rurales sont privilégiées, avec peu de constructions neuves, des objectifs de rénovation de l'ensemble du parc de logement, une réaffectation d'usages (logements vacants et résidences secondaires utilisés en résidence principale notamment) et la progression de la nature en ville pour des objectifs d'adaptation ;

**Figure 2.2.** Les quatre scénarios de Transition(s) 2050  
(source : rapport final, Ademe, 2022; © Ademe/Stephane Kielh).



### Technique

Rapport au progrès, numérique, R&D

- Innovation autant organisationnelle que technique
- Règne des **low-tech**, réutilisation et réparation
- Numérique collaboratif
- **Consommation des data centers stable** grâce à la stabilisation des flux

### Gouvernance

Echelles de décision, coopération internationale

- **Décision locale**, faible coopération internationale
- Règlementation, interdiction et rationnement *via* des quotas

### Territoire

Rapport espaces ruraux-urbains, artificialisation

- Rôle important du territoire pour les ressources et l'action
- « **Démétropolisation** » en faveur des villes moyennes et des zones rurales

### Macro-économie

- Nouveaux indicateurs de prospérité (écarts de revenus, qualité de la vie...)
- Commerce international contracté



### Industrie

- **Production au plus près des besoins**
- 70 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage

- Investissement massif (efficacité énergétique, EnR et infrastructures)
- Numérique au service du développement territorial
- **Consommation des data centers stable** grâce à la stabilisation des flux



- Gouvernance partagée
- **Fiscalité environnementale** et redistribution
- Décisions nationales et coopération européenne
- **Reconquête démographique** des villes moyennes
- Coopération entre territoires
- Planification énergétique territoriale et politiques foncières

- Croissance qualitative, « **réindustrialisation** » de secteurs clés en lien avec les territoires
- Commerce international régulé



- Production en valeur plutôt qu'en volume
- **Dynamisme des marchés locaux**
- 80 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage

ECONOMIE

**Figure 2.2.** Les quatre scénarios de Transition(s) 2050 (source : rapport final, Ademe, 2022; © Ademe/Stephane Kielh).

**LA SOCIÉTÉ EN 2050**



**S3 TECHNOLOGIES VERTES**

- Plus de nouvelles technologies que de sobriété
- Consumérisme « vert » au profit des populations solvables, société connectée
- Les services rendus par la nature sont optimisés

**Société**



- Baisse de 30 % de la consommation de viande
- Part du bio : 30 %

**Alimentation**

- Déconstruction-reconstruction à grande échelle de logements
- Ensemble des logements rénovés mais de façon peu performante : la moitié seulement au niveau bâtiment basse consommation (BBC)

**Habitat**

- Mobilités accompagnées par l'État pour les maîtriser : infrastructures, télétravail massif, covoiturage
- +13 % de km parcourus par personne
- 30 % des trajets à pied ou à vélo

**Mobilité des personnes**



**S4 PARI RÉPARATEUR**

- Sauvegarde des modes de vie de consommation de masse
- La nature est une ressource à exploiter
- Confiance dans la capacité à réparer les dégâts causés aux écosystèmes
- Consommation de viande quasi stable (baisse de 10 %), complétée par des protéines de synthèse ou végétales
- Maintien de la construction neuve
- La moitié des logements seulement est rénovée au niveau BBC
- Les équipements se multiplient, alliant innovations technologiques et efficacité énergétique



- Augmentation forte des mobilités
- +28 % de km parcourus par personne
- Recherche de vitesse
- 20 % des trajets à pied ou à vélo



**MODES DE VIE**

## Technique

Rapport au progrès, numérique, R&D

- Ciblage sur les technologies les plus compétitives pour décarboner
- Numérique au service de l'optimisation
- Les *data centers* consomment 10 fois plus d'énergie qu'en 2020

## Gouvernance

Échelles de décision, coopération internationale

- Cadre de régulation minimale pour les acteurs privés
- État planificateur
- Fiscalité carbone ciblée

## Territoire

Rapport espaces ruraux-urbains, artificialisation

- Métropolisation, mise en concurrence des territoires, villes fonctionnelles



## Macro-économie

- Croissance verte, innovation poussée par la technologie
- Spécialisation régionale
- Concurrence internationale et échanges mondialisés

## Industrie

- Décarbonation de l'énergie
- 60 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage

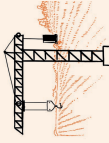


- Innovations tous azimuts
- Captage, stockage ou usage du carbone capté indispensable
- Internet des objets et intelligence artificielle omniprésents : les *data centers* consomment 15 fois plus d'énergie qu'en 2020



- Soutien de l'offre
- Coopération internationale forte et ciblée sur quelques filières clés
- Planification centralisée du système énergétique

- Faible dimension territoriale, étalement urbain, agriculture intensive



- Croissance économique carbonée
- Fiscalité carbone minimaliste et ciblée
- Économie mondialisée

- Décarbonation de l'industrie pariant sur le captage et le stockage géologique de CO<sub>2</sub>
- 45 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage

ÉCONOMIE

- un retour à la proximité (des lieux de travail et des commerces) est prôné dans la mobilité, avec une réduction des déplacements facilitée par l'essor des télécommunications. Les trajets sont essentiellement réalisés avec des modes actifs (marche, vélo, etc.) sur des tracés sécurisés par des aménagements ;
- la consommation est réduite tout comme la production industrielle. L'accent est mis sur une production locale et/ou française, et sur la promotion du *low-tech* (technologies simples, peu onéreuses, accessibles et facilement réparables).

### Scénario S2 : coopérations territoriales

La gouvernance est partagée, en concertation entre tous les niveaux de gouvernance (local, régional, national), pour trouver des solutions pragmatiques afin d'atteindre la neutralité carbone. La consommation devient plus mesurée, plus responsable, et le partage se généralise :

- l'alimentation est plus adaptée aux saisons, est locale et accompagnée par des politiques publiques telles que les circuits courts et les aides de l'État pour des prix accessibles. La consommation de viande diminue de moitié, tout comme celle des aliments « exotiques » ;
- la redynamisation des villes moyennes est favorisée, avec notamment le concept de la ville du quart d'heure (rendre accessibles tous les services et les équipements essentiels à moins de 15 minutes à pied), le tissu urbain se densifie par une surélévation du bâti et non pas en étalement, une mutualisation d'équipements est opérée, la rénovation énergétique des logements est assurée *via* un programme ambitieux et la nature en ville est intégrée comme solution d'adaptation au changement climatique ;
- l'industrie est accompagnée afin de se décarboner avec la réindustrialisation de certaines filières en lien avec les territoires. Une démarche de sobriété/soutenabilité est en lien avec la promotion du recyclage et la valorisation de l'écoconception.

### Scénario S3 : technologies vertes

La technologie et le numérique sont présents partout :

- l'alimentation prône moins de viande et davantage de bio (réduction d'un tiers et 30% de bio) ;
- une exploitation plus poussée de la biomasse est réalisée avec une culture énergétique (méthanisation, biocarburant) ; l'usage de la forêt est intensifié ;
- la dynamique de métropolisation continue. La déconstruction ou la construction neuve est privilégiée, générant ainsi une consommation de ressources et un stock de déchets considérables. La rénovation énergétique du parc de logement est encouragée ;
- les modèles de déplacement actuels (véhicule individuel, recherche de vitesse) sont relativement préservés, et le nombre de véhicules ainsi que la mobilité augmentent ; une électrification du parc (aides achat et déploiement d'infrastructures de recharge de véhicules électriques) avec un appui numérique pour le partage est prônée ;

- l'industrie se décarbone, s'électrifie, avec un recours à l'hydrogène importé en partie. Il y a un fort usage des technologies de captage et de stockage carbone comme le CCS (*carbon capture and storage* : captage et stockage de carbone) et le BECCS (combinaison de bioénergie et de piégeage et stockage du carbone : BE + CCS).

### Scénario S4 : pari réparateur

Les modes de vie actuels se poursuivent avec peu de changement, et on suit les tendances proches d'aujourd'hui. Le foisonnement de biens de consommation implique une forte consommation d'énergie et de matière :

- la biomasse est très exploitée à des fins énergétiques (3/4 de la biomasse non alimentaire est valorisée avec un impact sur le paysage, la coupe de feuillus est remplacée par des résineux plus productifs) ;
- l'efficacité énergétique et l'innovation technologique sont renforcées dans l'habitat et la mobilité ;
- l'industrie se décarbone par l'utilisation forte des technologies de captage et de stockage de carbone, CCS ou DACCS (*direct air carbon capture and storage*), avec une forte exploitation des ressources ainsi que du recyclage.

En résumé, ce scénario repose quasi exclusivement sur la technologie, il y a moins de réduction de consommation mais une utilisation d'énergie décarbonée, y compris par importation de gaz vert *via* des pays qui se spécialisent pour cela. Toutefois, ce scénario parie sur la maturité et la « disponibilité » des solutions de captage et de stockage de carbone (CCS, BECCS et DACCS) et repose donc fortement sur les technologies à ce jour peu matures, ce qui est risqué, aussi bien sur le plan de la faisabilité technique que sur celui de leur nature énergivore.

Ces scénarios sont proposés par l'Ademe tous secteurs confondus. Sur cet exercice, la planification et l'aménagement opérationnel ont été traités uniquement sous forme de récits, car ces enjeux sont intrinsèquement liés aux représentations concernant les manières d'habiter, et constituent donc un levier pour rendre les territoires plus durables et résilients.

## Aménagement et planification des territoires dans Transition(s) 2050

Les récits proposés pour la prospective concernant l'aménagement territorial et la planification urbaine ont pour objectif de les interroger dans un contexte de changement climatique en considérant plusieurs éléments. Une évolution des documents de planification territoriale (ex. : SCOT, PLUi) permettrait d'intégrer les enjeux d'atténuation et d'adaptation au changement climatique en vue d'une planification dynamique, correspondant à la possibilité de réajuster les plans d'action au regard des évolutions climatiques. Aussi, l'expérimentation et l'évolution des solutions

d'adaptation et d'atténuation au changement climatique (outils, méthodes, modes d'organisation, démarches, etc.) sont indispensables pour atteindre les objectifs de neutralité carbone à l'horizon 2050.

## I Des récits pour la planification et l'aménagement opérationnel : comment habiter en 2050 ?

Pour l'aménagement et l'urbanisme, les stratégies principales employées permettant de distinguer les quatre scénarios sont :

- la construction de la ville sur elle-même, *via* la requalification, l'intensification des usages, les reconstructions et/ou les reconquêtes possibles pensées en matière de densité dense, durable et désirable ;
- les solutions d'atténuation et/ou d'adaptation au changement climatique, en insistant sur le renforcement des solutions d'adaptation fondées sur la nature (SAfN) pour limiter la surchauffe urbaine ;
- l'aménagement territorial et la planification urbaine.

Les imaginaires autour des manières d'habiter en 2050 diffèrent selon les scénarios (Ademe, 2022b). Pour les scénarios S1 et S2, une « dé-métropolisation » s'opère, plus marquée dans le scénario S1, au profit des zones rurales et des villes moyennes, bien qu'une grande partie de la population réside encore dans les grandes villes.

**Dans le scénario 1**, la construction neuve est très fortement limitée et les individus habitent des logements rénovés d'une surface légèrement plus petite. L'imaginaire autour de la maison individuelle, pavillonnaire, s'estompe progressivement au profit d'un habitat collectif avec une mutualisation des équipements et des espaces partagés. Le scénario 1 prône un modèle d'urbanisme durable (Grisot, 2021) tendant vers plus de circularité et de sobriété, recherchant la réversibilité du bâti et des espaces pour adapter rapidement les territoires aux enjeux de la transition en s'appuyant sur les ressources locales. On cherche avant tout à refaire la ville sur la ville, avec une attention particulière à la qualité de la densité urbaine. Les « vides » urbains sont gérés de façon qualitative et pas systématiquement urbanisés, selon les territoires et les besoins, tenant compte notamment de la place de la nature en ville : ré-ensauvagement de certains espaces, production alimentaire lorsque cela est pertinent, etc. Les centres-villes libèrent de l'espace en réduisant la place, jusqu'ici prépondérante, accordée aux voitures. Une attention accrue est donnée à la présence de la nature en ville, par exemple l'accessibilité des parcs et jardins ou la production alimentaire (développement de l'agriculture urbaine, jardinage individuel et collectif). Au sein de ce scénario, la sobriété dans l'aménagement urbain consiste à renouveler, entretenir et faire évoluer en fonction des besoins les aménagements et les infrastructures existants, ce qui évite la consommation de ressources et l'étalement urbain ainsi que la dégradation et le déclin des centres-villes et des petits bourgs. La gouvernance se distingue dans ce scénario par une forte implication du niveau local, avec des initiatives complémentaires à la planification multiscale



des institutions traditionnelles. En ce sens, la réorganisation des territoires autour du concept de biorégion, au sens d'un lieu de vie délimité par des caractéristiques écologiques (bassins versants, climat, faune, flore, etc.) et culturelles (Rollot et Schaffner, 2021), rejoint l'imaginaire du S1.

**Le scénario 2** est assez similaire au S1, mais la ville du quart d'heure, dans des villes de taille moyenne, y trouve une place centrale. Au niveau de l'habitat, les changements sont proches de ceux du S1 (rénovation, surfaces réduites, etc.), mais les évolutions des modes de vie plus graduelles. Les modèles de vie en collectivité, colocation, habitats partagés, se généralisent et sont de plus en plus plébiscités. Le S2 se différencie du S1 essentiellement dans la mesure où la participation citoyenne et la coopération entre acteurs occupent une place prépondérante. En effet, au sein de ce scénario, on observe un imaginaire de la coopération qui permet d'adapter les territoires aux enjeux de la transition grâce à la coopération entre acteurs d'un même territoire et de différents territoires (rural/urbain, etc.), notamment au sujet des interdépendances.

Des actions de concertation, de partage, de participation citoyenne sont menées, notamment en ce qui concerne :

- la santé et le confort : nuisances et pollutions, solutions de rafraîchissement et accessibilité, verdissement par les usagers de leurs espaces, des rues, des balcons, des terrasses lorsque cela est possible en fonction du contexte climatique local ; les espaces privés contribuent ainsi aux trames vertes et aux corridors écologiques en ville ;
- les usages et les comportements : mutualisation, espaces partagés, zones refuges en cas de crise. Des lieux communs sont des espaces de fraîcheur et d'inclusion ;
- la pédagogie et l'information.

Aussi, on mise sur la capacité des institutions publiques à réguler les enjeux fonciers et énergétiques : la planification territoriale est l'un des outils principaux. Concernant la planification urbaine, par exemple l'utilisation de coefficients normalisés de végétalisation et de biotope se développe. L'adaptation au changement climatique et l'atténuation se démocratisent au sein des PLUi, et la planification est désormais adaptative (Ademe, 2022c) : elle s'ajuste aux rythmes du changement climatique, aborde une transformation résiliente en fonction des besoins et des spécificités des territoires<sup>2</sup>.

**Le scénario S3** se déroule dans un contexte de poursuite de la métropolisation et de la concurrence entre territoires : il se base sur un imaginaire de la modernité, de l'optimisation et de l'innovation technique. La philosophie s'inscrit dans un « nouvel esprit haussmannien » : on détruit les bâtiments obsolètes grâce à des technologies qui permettent de déconstruire et de réutiliser les matériaux pour reconstruire des quartiers optimisés, notamment grâce à une optimisation morpho-énergétique, permettant de répondre aux nouveaux enjeux du changement climatique. L'approche est centrée sur le modèle de la *smart-city*, la donnée étant au cœur du processus d'une

2. Voir le projet Trajectoire 4A dirigé par Christine Voiron-Canicio, financé dans le cadre de l'appel à projet de recherche « Planifier et aménager face au changement climatique la transition des territoires » (Ademe, 2022c).

société interconnectée par les services du numérique. La nature en ville trouve sa place, de façon optimisée pour ses services écosystémiques. Elle est présente de manière contrôlée et technicisée dans les projets d'aménagement : toitures végétalisées, façades végétalisées lorsque les conditions climatiques le permettent. D'autres solutions de rafraîchissement urbain sont envisagées, mettant en exergue les innovations techniques et technologiques de pointe : chaussée rafraîchissante, toits rafraîchissants, etc. La connexion de plusieurs solutions de rafraîchissement pour obtenir des résultats est modélisée afin d'obtenir le potentiel de rafraîchissement maximal. On combine des solutions d'adaptation fondées sur la nature avec des solutions orientées sur la typomorphologie urbaine ou sur les propriétés thermiques et réfléchissantes des matériaux, etc. Le coût de ces déploiements est mis en relation avec les documents de planification comme le SCoT et le PLUi portant sur des échelles spatiales et temporelles imbriquées, afin d'obtenir une mise en cohérence avec les évolutions climatiques.

**Le scénario 4** est proche du scénario S3, car il repose sur un imaginaire de la modernité, de l'optimisation technique, et sur la recherche d'un modèle de ville idéale permettant de répondre aux besoins grâce aux innovations techniques. Celles-ci permettent de modéliser la ville, ses formes, son fonctionnement, et de maîtriser son développement. La technologie aide en effet à trouver de nouveaux espaces constructibles : densification sur la mer, sous-sols (notamment pour les activités économiques de type agriculture), grandes hauteurs, etc. La présence de « nature » au sein de ce scénario est technicisée : façades complètement végétalisées, arrosage pilotable, mesures constantes de paramètres météorologiques et climatiques pour optimiser les rendements de l'agriculture urbaine lorsqu'elle est déployée, développement de matériaux perméables et drainants. Les paramètres bioclimatiques (vent, humidité, hygrométrie, températures, etc.) sont relevés et suivis pour d'éventuelles modularités des espaces et favoriser l'information des populations en cas de nécessité grâce à des systèmes d'alerte précoces disponibles aux échelles intra-urbaines. Toutefois, ce scénario est plus risqué que le scénario 3, car il repose uniquement sur les capacités des territoires à se « réparer » en maintenant la dynamique d'urbanisation et l'étalement urbain au plus haut niveau, tout comme la dépendance à la voiture individuelle (électrifiée), et provoque ainsi une forte artificialisation des sols.

Les scénarios S3 et S4 ne restreignant pas la construction, ils sont fortement consommateurs de ressources et limitent la réduction des émissions du secteur de l'industrie (ciment, acier, etc.).

### ■ La prise en compte des sols et les prémices de trajectoires « ZAN »

Les sols rendent de nombreux services écosystémiques (stockage de carbone, infiltration de l'eau, réservoirs de biodiversité, etc.). Il est ainsi essentiel d'arrêter l'artificialisation des sols et de reconsidérer des sols vivants autrement que comme de simples supports

**Tableau 2.1. Positionnement des scénarios par rapport aux objectifs de lutte contre l'artificialisation de la loi Climat et Résilience et déploiement de la séquence ERC et trajectoire de ZAN associée (source : Ademe, 2022, adapté du Feuilleton sols).**

	Génération frugale (S1)	Coopérations territoriales (S2)	Technologies vertes (S3)	Pari réparateur (S4)
Réduction d'artificialisation sur la période 2022-2031 par rapport au rythme de la décennie précédente (en %)	79	68	37	32
Compensation nécessaire en 2050 pour atteindre l'objectif ZAN (en milliers d'ha)	1,40	3,52	10,71	19,51
Éviter	+++	+++	0	0
Réduire	++	+++	+	0
Compenser	+	++	+++	+++
Trajectoires de ZAN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas ou peu de constructions de maisons individuelles</li> <li>• Étalement urbain extrêmement faible, réduisant les besoins en infrastructures de transport</li> <li>• La ville se construit sur la ville</li> <li>• EnR : forte contribution de la méthanisation</li> <li>• Les espaces naturels sont valorisés et protégés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas ou peu de constructions de maisons individuelles</li> <li>• Étalement urbain extrêmement faible grâce à une coopération territoriale</li> <li>• Infrastructures de transport accrues par rapport au S1, mais moindres que dans le scénario tendanciel</li> <li>• La ville se construit sur la ville</li> <li>• EnR : idem S1 + fort développement du photovoltaïque au sol</li> <li>• Les espaces naturels sont valorisés et protégés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Croissance de la construction</li> <li>• Densité bâtie forte (habitat collectif)</li> <li>• La ville se construit prioritairement sur la ville, mais la ville existante ne permet pas d'absorber tout le flux de nouvelles constructions</li> <li>• Le développement d'infrastructures de transport est au niveau du scénario tendanciel</li> <li>• EnR // S2</li> <li>• Mécanismes de compensation de grande ampleur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Croissance de la construction</li> <li>• Faible densité bâtie</li> <li>• Poursuite de l'étalement urbain sans maîtrise avec un développement d'infrastructures de transport très élevé et &gt; scénario tendanciel</li> <li>• EnR // S2 avec recours accru au photovoltaïque au sol</li> <li>• Mécanismes de compensation de très grande ampleur</li> </ul>

ZAN : zéro artificialisation nette ; EnR : énergies renouvelables.

d'activités anthropiques (d'une vision 2D à une vision 3D) (chapitre 13). Dans la lignée des politiques de lutte contre l'étalement urbain et de préservation des espaces naturels, l'objectif ZAN permet de repenser la ville et le territoire avec une gestion sobre et durable des ressources des sols.

Le feuillet « sols » propose une analyse des scénarios à l'aune de l'objectif ZAN et au regard de la séquence « éviter-réduire-compenser » (ERC)<sup>3</sup>. Ensuite, il esquisse des prémices de trajectoires ZAN associées aux différents scénarios. Les leviers pour l'atteinte du ZAN sont bien différents selon les scénarios. Dans les scénarios S1 et S2, les efforts réalisés sur la séquence ERC portent davantage sur « éviter » et « réduire » que sur « compenser », contrairement aux scénarios S3 et S4. En matière de trajectoires, la priorité mise sur l'évitement de l'artificialisation correspond à des logiques de renouvellement de la ville sur elle-même avec un très faible étalement urbain, la limitation de la construction neuve, la rénovation énergétique des bâtiments et la protection des espaces naturels. L'infléchissement et la diminution de l'artificialisation entre 2022 et 2031 sont très marqués dans S1 et S2 (– 79 % et – 68 %), mais bien plus progressifs dans S2 et S4 (seulement – 37 % et – 32 %). Dans les scénarios S3 et S4, la compensation, qui correspond à un pari sur la renaturation, la restauration et la refonctionnalisation des sols, est bien plus importante. En matière de trajectoires, ces deux scénarios n'entraînent pas de rupture fondamentale avec les dynamiques d'extension urbaine et de métropolisation contemporaine. Le scénario S3 se distingue par une plus forte densité *via* la promotion de l'habitat collectif et le renouvellement urbain, alors que le S4 privilégie un étalement urbain et la construction neuve de maisons individuelles notamment.

À l'exception du scénario 4, la nature trouve une place sans équivoque au sein de ces scénarios pour les co-bénéfices qu'elle peut apporter en matière de bien-être, de biodiversité, de lutte contre le changement climatique, aussi bien côté atténuation que côté adaptation (séquestration du carbone, effet sur le rafraîchissement urbain, etc.). Cette nature matérialisée en ville par une végétalisation devra être couplée à d'autres types de solutions : grises, bleues et douces lorsque la ressource en eau se raréfie dans un type de climat futur ou lorsque les formes actuelles urbaines ne permettent pas son épanouissement : sous-sols occupés, zones historiques classées, etc.

## Conclusion

Pour chaque territoire, la crise écologique et le changement climatique provoquent des bouleversements majeurs sur le vivant et l'environnement qui toucheront également les populations dans leurs modes de vie (alimentation, chauffage, rafraîchissement,

3. Cette séquence vise à prévenir les atteintes à l'environnement de certains projets ou documents de planification. Pour cela, elle préconise en premier lieu d'éviter les atteintes, puis de les réduire et de les compenser en dernier recours.

mobilité, protection contre les intempéries, etc.). L'ambition de rendre ces quatre scénarios cohérents et contrastés repose sur l'exploration de quatre types de transformations systémiques et sectorielles, représentant différents « projets de société ».

De manière globale, des enseignements communs aux quatre scénarios peuvent être tirés et rapidement mis en œuvre. Les transformations sont d'une telle ampleur qu'il est nécessaire de les engager au plus vite et de mobiliser le plus largement les acteurs concernés. La planification des transformations dans les modes de consommation, l'aménagement, les technologies et les investissements doit être entreprise dès cette décennie. La réduction de la demande en énergie est le facteur clé pour atteindre la neutralité carbone : l'équilibre entre sobriété et efficacité diffère selon les scénarios. Dans tous, l'approvisionnement repose essentiellement sur des énergies renouvelables (plus de 70 %). L'industrie doit aussi se transformer pour s'adapter aux nouvelles demandes, mais également en vue de sa décarbonation. Par ailleurs, le vivant est une sentinelle pour le climat (et inversement) : le préserver permet de stocker du carbone, de produire de la biomasse participant à la réduction des émissions de GES. Une attention particulière devra être portée à l'adaptation des forêts et de l'agriculture, dans une optique de résilience des territoires, d'atténuation et d'adaptation au changement climatique. Enfin, il faut surveiller la consommation de ressources naturelles (eau, matériaux pour la construction, métaux rares, etc.), qui varie considérablement selon les scénarios.

L'aménagement et la planification territoriale sont des leviers considérables pour spatialiser la transition écologique et engager des transformations territoriales grâce aux politiques de transport, d'habitat, de gestion des sols, etc. Transition(s) 2050 a permis une mise en récit des différentes trajectoires et leur implication en matière de modèles d'urbanisme et de manières d'habiter. Ainsi, selon les scénarios, l'habitat est plus ou moins collectif ; le phénomène de métropolisation se poursuit ou un rééquilibrage territorial au profit de petites et moyennes villes s'impose ; le rapport à la nature en ville et sa place diffèrent ; l'utilisation de la voiture individuelle et les distances parcourues sont différentes ; l'artificialisation des sols est plus ou moins contenue, etc. Les paramètres de l'exercice (nature, niveau de précision et de quantification) utilisés dans cette prospective pour qualifier l'évolution de l'aménagement territorial et de la planification urbaine n'ont pas permis d'évaluer l'incidence des modèles d'urbanisme sur les différents co-bénéfices, par exemple en matière de biodiversité ou de rafraîchissement urbain.

Enfin, il est indispensable de poursuivre la réflexion sur la territorialisation des scénarios. Fournir des outils et des méthodes pour conduire des exercices de prospective et pour décliner les scénarios Transition(s) 2050 à l'échelle des territoires pourrait être l'étape suivante, en fonction des ambitions et des ressources des territoires intéressés. Prendre davantage en considération l'imbrication des données spatiales et temporelles et disposer d'une information spatialisée est instructif : une même activité peut engendrer des impacts complètement différents selon le type de territoire

concerné, notamment au regard de sa sensibilité et de ses enjeux. Le temps imparti n'a pas permis de concrétiser cet objectif, mais des travaux ont d'ores et déjà débuté, à l'instar de ceux menés par la Direction régionale de l'Ademe en Provence-Alpes-Côte d'Azur, qui portent en ce moment une étude de régionalisation des scénarios en lien avec le tourisme côtier. Même si cet exercice Transition(s) 2050 n'a pas pour objectif de prescrire la « meilleure trajectoire », il appelle à ce que les collectivités s'en emparent afin d'engager des visions prospectives pour leur territoire et fédératrices entre acteurs.

## Bibliographie

- Ademe, 2022a. Transition(s) 2050. Rapport complet, Angers, 687 p.
- Ademe, 2022b. Feuilleton territoires, Transition(s) 2050, Angers, 42 p.
- Ademe. 2022c. Résultats PACT<sup>2</sup>e. Synthèse, Valbonne, 10 p.
- Ademe, 2022d. Feuilleton Adaptation au changement climatique, Transition(s) 2050, Angers, 40 p.
- Ademe, 2022e. Feuilleton Sols, Transition(s) 2050, Angers, 54 p.
- Grisot S., 2021. *Manifeste pour un urbanisme circulaire*, éditions Apogée, Rennes, 248 p.

# 3. La prospective au service de la transition écologique

Frédéric Weill

La transition écologique constitue aujourd'hui pour les territoires un défi majeur tout autant qu'un processus d'une grande complexité à mettre en place et à animer.

Sa mise en œuvre nécessite à la fois une prise de conscience et une compréhension partagée de phénomènes complexes qui interagissent à différentes échelles : l'adhésion à une vision commune d'un futur souhaitable et réalisable ; la définition d'une trajectoire de changement qui devra être pilotée et adaptée sur une longue période ; enfin, l'émergence et l'installation de nouveaux modes de fonctionnement, de nouveaux modèles économiques et de nouvelles formes de coopération entre les acteurs.

Force est de constater que, malgré la multitude des démarches engagées sur les territoires, la mobilisation des acteurs apparaît encore lente et inégale, et les résultats concrets en matière de sobriété énergétique ou de décarbonation, encore insuffisants au regard de l'urgence écologique.

La prospective territoriale, par ses approches, ses méthodes et ses outils, est susceptible de fournir une contribution utile à ces démarches. Elle permet, sous des formes variées, d'impliquer un collectif d'acteurs dans une exploration des possibles évolutions futures pour en comprendre les opportunités et les risques, et dans la définition d'un horizon à atteindre et d'une trajectoire pour y parvenir. Elle vise donc moins à prévoir un avenir incertain qu'à aider les acteurs à mieux comprendre la nature des changements à l'œuvre, à expliciter les différentes dimensions de la transition écologique dans un environnement en pleine mutation ; enfin, elle propose un espace de dialogue et de construction de stratégies communes.

En somme, elle constitue un détour par l'avenir qui permet de catalyser, d'outiller et de mobiliser les acteurs d'un territoire autour de leur stratégie de transition écologique.

## La transition écologique, un rapport au temps et à l'engagement collectif

La transition écologique des territoires recouvre généralement une double dimension. D'une part, la promesse d'un horizon désirable, impliquant des logiques de fonctionnement et des choix collectifs largement fondés sur une relation plus harmonieuse de la société avec son environnement. Par conséquent, la promesse d'un monde sensiblement différent de celui qui est le nôtre aujourd'hui. D'autre part, la notion de trajectoire de changement, sur une longue durée (trente ans). En effet, il ne s'agit pas

seulement de donner à voir ce que pourrait être une société plus durable et résiliente, mais bien aussi de s'interroger sur les moyens à mobiliser et les voies à engager pour la rendre possible.

Cela suppose tout d'abord que les acteurs s'accordent sur le concept même de transition écologique, et sur les finalités poursuivies : s'agit-il d'adapter les pratiques et les formes d'organisation dans une logique plus durable ? De viser la neutralité carbone ? De rendre le territoire plus sobre et résilient ? De viser une plus grande autonomie énergétique et alimentaire ?

La clarification de ces objectifs est essentielle pour que les acteurs puissent ensuite se projeter dans un horizon de long terme qui apparaisse souhaitable, mais aussi que la trajectoire engagée soit, sur la durée, réaliste au regard des différentes évolutions (économiques, sociologiques, politiques, climatiques, etc.) du territoire et de son environnement. Enfin, il s'agit de parvenir à mobiliser et coordonner, sur une longue durée, un ensemble de moyens (projets, actions, financements, comportements individuels et collectifs, etc.) permettant de contribuer à l'objectif visé.

Un certain nombre de facteurs et de paramètres risquent cependant de compromettre la réalisation de cet objectif :

- la difficulté, pour les acteurs des territoires, à respecter des objectifs et une feuille de route sur une longue durée : que ce soit en raison des cycles électoraux, des évolutions du contexte stratégique et réglementaire national, ou tout simplement parce que les enjeux et les priorités tels que perçus par les acteurs évoluent régulièrement en fonction de l'actualité ou des attentes des électeurs ;
- la cohabitation, au sein des territoires, de conceptions différentes de la transition écologique, ainsi que de visions du monde et d'intérêts parfois antagonistes. Qu'il s'agisse d'une administration centrale, d'un opérateur privé d'envergure internationale, d'une petite ou moyenne entreprise locale ou d'une association de la sphère de l'économie sociale et solidaire, les représentations de l'avenir et les stratégies qui en découlent diffèrent forcément ;
- la pluralité, sur les territoires, de documents stratégiques aux objectifs spécifiques et aux temporalités différentes : projets de territoire, Sradet, schémas de cohérence territoriale, plans locaux d'urbanisme intercommunal, programmes locaux de l'habitat, contrats de ville, Plan climat-énergie territorial, plans alimentaires territoriaux, projets de territoire, etc. Souvent, ces dispositifs se recoupent en partie, mais parfois aussi énoncent des priorités spécifiques, parfois contradictoires, à des horizons et à des échelles spatiales différents (bassin de vie, département, région, etc.). Cette superposition peut générer une confusion sur les priorités et les temporalités de l'action, même si l'ordonnance du 17 juin 2020 de modernisation des SCoT prévoit le renforcement du rôle intégrateur de ce document dans la planification locale. Les démarches de transition écologique n'échappent pas à ce constat : la plupart souffrent en effet d'une insuffisante prise en compte du temps long. En effet, si l'objectif de long terme (2040, 2050) est généralement clairement défini, il n'est que peu mis en perspective



avec l'évolution plus globale du territoire dans son environnement : *quid* des changements sociologiques, technologiques, organisationnels, politiques et géopolitiques ? En quoi ces changements vont-ils faire évoluer la problématique de transition du territoire et aussi influencer sur les stratégies à engager ?

- les évolutions constantes de l'environnement des territoires, qui modifient en permanence les conditions dans lesquelles l'action collective est engagée (encadré 3.1). Au-delà de ces évolutions, le contexte de crises récurrentes conduit à se faire succéder de nouvelles urgences aux urgences précédentes, et ainsi à parfois occulter des objectifs de long terme au profit d'enjeux de très court terme ;
- le sentiment de découragement face à l'ampleur des efforts à réaliser, dans un contexte de changement climatique face auquel les acteurs locaux peuvent se sentir peu préparés, voire impuissants ;
- enfin, nous pouvons faire référence aux facteurs culturels et psychologiques, qui peuvent expliquer une certaine résistance au changement de la part des citoyens, mais aussi des organisations.

### Encadré 3.1. Les principaux facteurs de changements à anticiper et à intégrer à l'horizon 2050

L'horizon 2050 constitue actuellement un horizon de référence pour les trajectoires de transition écologique. À cet horizon, les territoires vont être confrontés à des changements majeurs. Certains sont déjà visibles et peuvent être clairement anticipés (l'accélération du changement climatique, le vieillissement de la population mondiale), tandis que d'autres apparaissent nettement plus incertains (devenir du contexte géopolitique, par exemple).

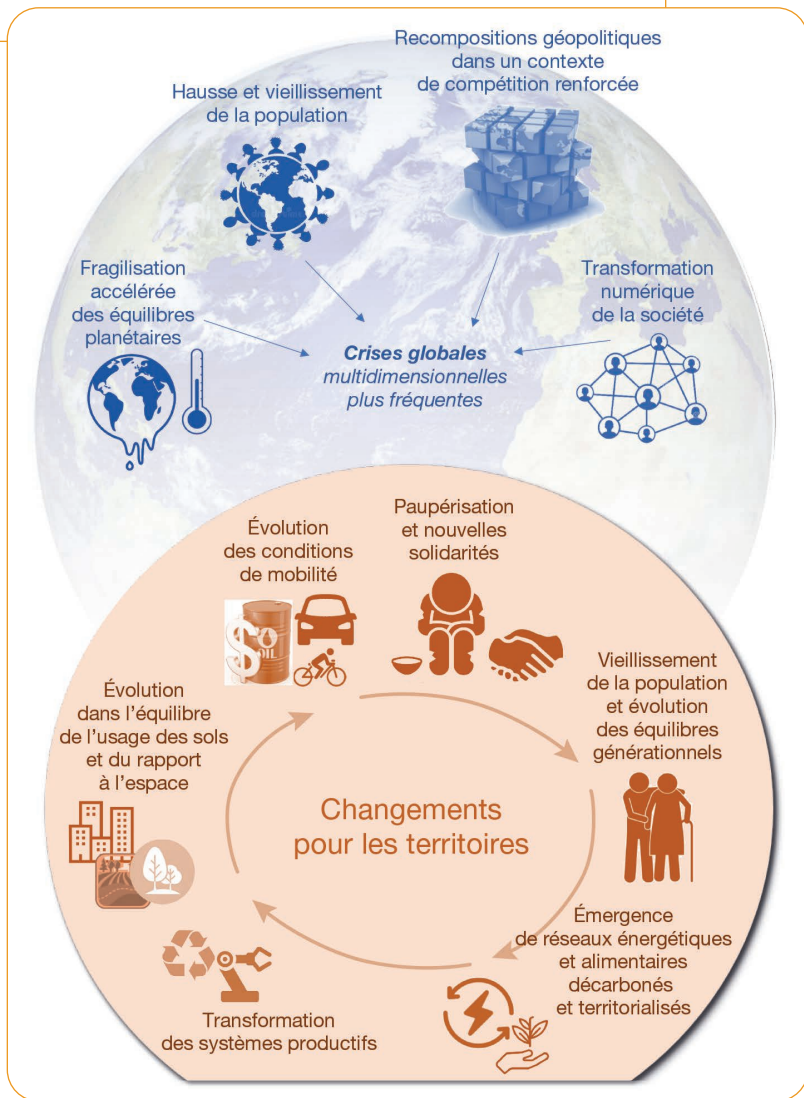
Les prochaines décennies seront marquées par des transformations au long cours (Futuribles International, 2018), mais aussi par une déstabilisation accrue des équilibres climatiques et géopolitiques qui vont générer des crises plus fréquentes (Futuribles International, 2020a).

#### Les changements planétaires

**Fragilisation accélérée des équilibres planétaires.** Accélération du changement climatique, chute de la biodiversité, dépassement des limites planétaires, raréfaction des ressources naturelles face à une consommation en progression constante : cette déstabilisation à de multiples niveaux risque de s'accroître, jusqu'à atteindre des points de bascule irréversibles pour les équilibres planétaires. Il est néanmoins envisageable que la somme des stratégies individuelles et collectives de sobriété et de décarbonation permette de ralentir, puis de stabiliser ces évolutions.

**Hausse et vieillissement de la population.** On décompte, en 2023, 8 milliards d'humains sur Terre. La population mondiale devrait progresser de 2 milliards à l'horizon 2050\*, tout en vieillissant (une personne sur six aura plus de 65 ans). La population de l'Afrique subsaharienne devrait doubler, tandis que celle de l'Europe stagnera... tout en perdant 50 millions de personnes en âge de travailler du fait du vieillissement de sa pyramide des âges. Ces écarts croissants, associés aux

**Figure 3.1. Schéma de synthèse des changements à anticiper pour les territoires à l'horizon 2050 (source : Futuribles, 2023).**



### Encadré 3.1. (suite)

différences de niveaux de richesse et aux effets de plus en plus considérables du changement climatique, vont générer des flux de migrations internationales sans cesse plus importants.

**Recompositions géopolitiques dans un contexte de compétition renforcée** (Séгур, 2021). La raréfaction des ressources naturelles (énergie, eau, sols, minerais) et les impacts croissants du changement climatique sur l'habitabilité des terres et des océans tendent à accroître la compétition pour la maîtrise et l'accès à ces ressources. La guerre en Ukraine et les déséquilibres mondiaux qu'elle engendre, ou encore la compétition entre les États-Unis et la Chine illustrent ces rivalités renforcées, dans un contexte de remise en cause de l'ordre international.

**Transformation numérique de la société** (Futuribles-Cigref, 2022). La transformation numérique des organisations, des procédés et des usages conduit vers la numérisation généralisée de l'ensemble de nos sociétés et de leurs différentes interactions. Cette révolution va de pair avec une explosion des flux d'informations et des données produites ainsi que de l'empreinte matérielle du numérique : la consommation énergétique du secteur double tous les quatre ans. Cette trajectoire apparaît difficilement tenable à un horizon de trente ans, et pourrait conduire à des politiques nettement plus restrictives (Dedryver, 2020).

Ces différentes évolutions, combinées entre elles, dessinent un paysage planétaire de plus en plus instable, traversé par des crises qui se superposent et s'alimentent mutuellement (Futuribles International, 2022)\*\*.

#### Les changements territoriaux

**Vieillessement de la population et évolution des équilibres générationnels.** La poursuite du vieillissement de la population va entraîner un changement structurel dans la pyramide des âges (27,1% de la population sera âgée de plus de 65 ans, contre 17,7% en 2013\*\*\*), modifiant ainsi l'équilibre entre les générations. Par ailleurs, le vieillissement de la population va entraîner une relation différente à l'espace, avec un besoin accru de proximité, ainsi qu'une évolution des besoins différents en services, en santé et en accompagnement des parcours de vie.

**Évolution des conditions de mobilité.** La hausse du coût de la mobilité quotidienne apparaît structurelle, en raison de la raréfaction des énergies fossiles et de la probable montée en puissance de la fiscalité écologique. Alors que les territoires ont été largement transformés par l'accès démocratisé à une mobilité individuelle peu coûteuse, ce changement aura des impacts déterminants à court terme, avec une nécessaire adaptation des pratiques de mobilité. À plus long terme, il est possible d'envisager une reconfiguration de l'aménagement des territoires, avec le rapprochement des lieux de vie et des lieux de travail, permettant ainsi l'émergence de territoires de plus courtes distances.

**Transformation des systèmes productifs.** Les activités productives subiront les impacts d'un triple changement majeur : l'émergence de l'industrie 4.0 en raison de la transformation numérique et technique (robotisation, automatisation) des processus

**Encadré 3.1. (suite)**

de production ; le développement de circuits de production et de consommation plus circulaires et décarbonés ; enfin, l'adaptation à une main-d'œuvre plus rare en raison du vieillissement, et dont le rapport au travail évoluera encore (travail à distance, recherche de sens, autonomisation des parcours professionnels, etc.).

**Structuration de réseaux énergétiques et alimentaires décarbonés et territorialisés.** Cette évolution, déjà émergente sur les territoires, va probablement monter en puissance, avec une implication de plus en plus forte des acteurs locaux dans la territorialisation des stratégies énergétiques et alimentaires. Le développement de ces réseaux locaux connaîtra des dynamiques très différentes selon les territoires, en fonction de leurs choix stratégiques et de leurs capacités d'action.

**Évolution dans l'équilibre de l'usage des sols et changement de rapport à l'espace.**

Les usages des sols connaîtront des évolutions significatives, avec la nécessité d'arbitrer entre des besoins de natures différentes : préserver la capacité nourricière des terres agricoles ; développer les énergies renouvelables ; valoriser la ressource en bois tout en renforçant la capacité de stockage de carbone des forêts ; accompagner la stratégie de réindustrialisation ; enfin, limiter au maximum la consommation de terres pour les usages urbains et commerciaux. Dans le même temps, le rapport des populations à leur espace évolue, avec une recherche de qualité de vie, d'accès à la nature et de proximité dans les usages du quotidien.

**Paupérisation et nouvelles solidarités.** Les crises à répétition vont avoir des impacts significatifs sur les revenus des populations, et sur le développement de situations de précarité. Les dispositifs de solidarité collective à l'échelle nationale risquent en parallèle de continuer à s'affaiblir, compte tenu des contraintes accrues sur les budgets publics. Il est par conséquent très probable qu'émergent de nouveaux dispositifs et réseaux de solidarité à l'échelle locale (Futuribles-Croix Rouge française, 2021).

\* <https://www.un.org/fr/global-issues/population>

\*\* <https://www.futuribles.com/quel-devenir-pour-les-territoires-et-les-modes-de/>

\*\*\* <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2418126>

Les acteurs des territoires souhaitant s'engager dans une démarche de transition écologique se retrouvent donc souvent confrontés à un contexte stratégique local complexe, dans un environnement en mutation rapide. Il peut en découler une difficulté à poser clairement les objectifs de la démarche, ainsi qu'à concevoir un processus qui soit mobilisateur pour les acteurs du territoire.

Par ailleurs, la mobilisation des acteurs d'un territoire autour d'une stratégie de transition écologique ne va pas de soi ; elle renvoie à une pluralité de dimensions psychologique, temporelle et stratégique qu'il s'agira d'agencer dans le cadre d'un processus collectif.

Les approches et les méthodes de la prospective territoriale peuvent apporter certains leviers pour dépasser ces obstacles, et ainsi contribuer à la réussite des stratégies de transition écologique

## La prospective : de quoi parle-t-on ?

La prospective recouvre un ensemble de concepts, de méthodes et d'outils pour aider les acteurs à mieux comprendre les grandes transformations à l'œuvre, construire et piloter leurs stratégies, notamment de transition écologique.

La prospective se fonde sur l'idée que l'avenir n'est pas déjà écrit : il ne s'agit donc pas de le prévoir ou de le découvrir. En revanche, il existe des inerties et des changements : il y a des tendances du passé qui se prolongent dans l'avenir, tandis que d'autres évoluent ou changent de nature. C'est ainsi que l'on parle de tendances lourdes, de faits porteurs d'avenir et d'incertitudes majeures (encadré 3.2).

### Encadré 3.2. Définitions

**Tendances lourdes** : phénomènes à forte inertie à moyen-long terme, et très structurants pour le sujet étudié. Évolutions lentes mais susceptibles d'être inflexibles.

**Faits porteurs d'avenir/signaux faibles** : phénomènes émergents qui peuvent entraîner une inflexion de tendance lourde, une discontinuité, ou la naissance d'une nouvelle tendance. Ils peuvent être annoncés par un «signal faible».

**Incertitudes/ruptures possibles** : situations et événements de toute nature (politique, économique, organisationnelle, etc.), imprévisibles (au sens où l'on ne peut fixer une date précise à leur avènement), mais à forts impacts potentiels.

C'est pour cette raison que la prospective ne raisonne jamais «toutes choses égales par ailleurs» : elle se doit d'aborder les inflexions, les discontinuités et les ruptures, et donc les changements de modèles. C'est ce qui la différencie fondamentalement de la prévision (encadré 3.3).

### Encadré 3.3. Prospective et prévision

La prévision privilégie une approche sectorielle et étudie ce qui est quantifiable. Elle se fonde sur la poursuite de tendances passées selon des modèles déterministes.

La prospective privilégie des approches globales et systémiques en s'appuyant sur des indicateurs quantitatifs, mais aussi qualitatifs. Elle prend en compte les ruptures et les incertitudes.

Réfléchir sur l'avenir suppose par ailleurs d'aborder un grand nombre de dimensions et de sujets à des échelles différentes, de certitudes relatives et d'incertitudes, ainsi que des intentions et des aspirations. Face à cette profusion d'informations, il est nécessaire de se doter de grilles de lecture et d'outils pour hiérarchiser et classer l'information : c'est l'un des principaux apports de la prospective, à savoir éclairer, donner du sens et permettre aux acteurs de s'appropriier la complexité.

Enfin, la prospective recouvre une dimension stratégique, en considérant que l'avenir est à construire et que les acteurs des territoires ont à cet égard une responsabilité particulière. Cette dimension stratégique contient trois grandes questions :

- la question du pouvoir : quelles sont nos marges de manœuvre face aux grandes transformations de notre environnement ? Quelles sont les évolutions sur lesquelles nous pouvons avoir une prise ou une influence ?
- la question de la vision : quelle est notre représentation d'un avenir souhaitable ? Cette représentation fait-elle consensus parmi les acteurs du territoire ?
- la question des chemins : quelle va être la stratégie à engager pour réaliser cette vision ?

### Apports possibles de la prospective territoriale aux démarches de transition écologique

La notion de prospective territoriale renvoie à des approches et à des méthodes (Futuribles<sup>1</sup>) qui peuvent être très variées. Il est possible de regrouper leurs apports selon les trois grandes catégories ci-dessous.

#### I Objectiver la réalité du territoire dans son fonctionnement et dans son contexte

Un premier apport des méthodes et des outils de la prospective réside dans leur capacité à aider les acteurs à disposer de points de repères et de grilles de lecture. Pour parvenir à se projeter dans une direction jugée souhaitable, il faut d'abord connaître le point de départ, c'est-à-dire la situation actuelle du territoire : quels sont les principaux moteurs de son fonctionnement actuel ? Quelles sont ses relations d'influence et de dépendance (emplois, compétences, approvisionnements, chaînes logistiques, etc.) avec les territoires voisins et avec le monde ? Quels sont les rapports de force entre ses acteurs ?

Pour cela, la prospective peut s'appuyer sur les approches systémiques, afin de rendre compte, de manière simplifiée et pédagogique, de la complexité du territoire dans son environnement (encadré 3.4). Ce travail ne va pas seulement relever d'approches expertes et académiques, mais va aussi s'appuyer sur la recherche de représentations partagées, essentielles pour permettre le déclenchement d'une dynamique collective.

Ce travail de décryptage, d'objectivation et de partage avec les acteurs est essentiel pour disposer d'une base commune de compréhension de ce qu'est le territoire dans sa dynamique actuelle. Il s'agit souvent de la première étape d'une démarche de prospective (encadré 3.5).

1. Futuribles est un centre de ressources, d'expertise, de formation et de conseil sur la prospective au service de la stratégie.

### Encadré 3.4. Les représentations systémiques en prospective territoriale

Les méthodes de l'analyse systémique peuvent être employées en prospective territoriale afin de rendre compte de la logique et de la dynamique du territoire.

Ces méthodes se fondent sur trois principes directeurs :

- la notion de système, qui permet de comprendre les relations entre ses composantes (ou variables) tout en prenant en compte leurs boucles de rétroaction ;
- la nécessaire simplification et hiérarchisation des différentes composantes de ce système, afin de le rendre intelligible ;
- la représentation graphique, qui permet de restituer et de partager l'analyse systémique avec différents acteurs.

Cela va notamment aider les acteurs à ne pas penser leur future stratégie de transition écologique en se focalisant sur les seuls aspects relevant des problématiques environnementales (changement climatique, épuisement de la biodiversité, transition énergétique, etc.). Ce sont des facteurs certes essentiels, mais qui ne recouvrent pas l'ensemble des paramètres qui vont influencer sur le devenir du territoire (encadré 3.1). Occulter ces changements reviendrait à effectuer des contresens majeurs sur les tendances d'évolution à long terme du territoire, et donc à décider de stratégies de transition peu pertinentes, voire inefficaces.

### ■ Expliciter la trajectoire souhaitable parmi les futurs possibles

Le fait que les acteurs d'un territoire expriment des objectifs en matière de transition écologique (atteindre la neutralité carbone, renforcer l'autonomie énergétique et alimentaire du territoire, etc.) ne garantit pas qu'ils se réaliseront : en effet, ces objectifs vont constituer un horizon possible, mais certainement pas le seul, et pas forcément le plus probable parmi l'éventail de tous les futurs possibles.

Que l'on fasse le constat que les stratégies et les financements en faveur de la sobriété énergétique et de la décarbonation sont insuffisants face à la rapidité du changement climatique, que les évolutions géopolitiques récentes ne vont pas dans le sens d'une plus grande coopération face aux défis environnementaux planétaires, ou encore que les innovations technologiques en faveur du métavers ou du tourisme spatial risquent d'accroître l'empreinte environnementale, il apparaît clair que les dynamiques actuellement à l'œuvre ne vont pas toutes dans la même direction.

L'analyse des différents futurs possibles permettra de représenter les différentes trajectoires envisageables, en fonction d'hypothèses contrastées sur le prolongement ou l'accélération de telle ou telle évolution, de la montée en puissance de dynamiques émergentes ou de la réalisation d'une rupture potentielle.

À l'occasion d'entretiens individuels ou collectifs de temps d'interaction et de construction collective (ateliers de prospective, forums prospectifs, etc.), les acteurs pourront

### Encadré 3.5. Démarche prospective Savoie 2040

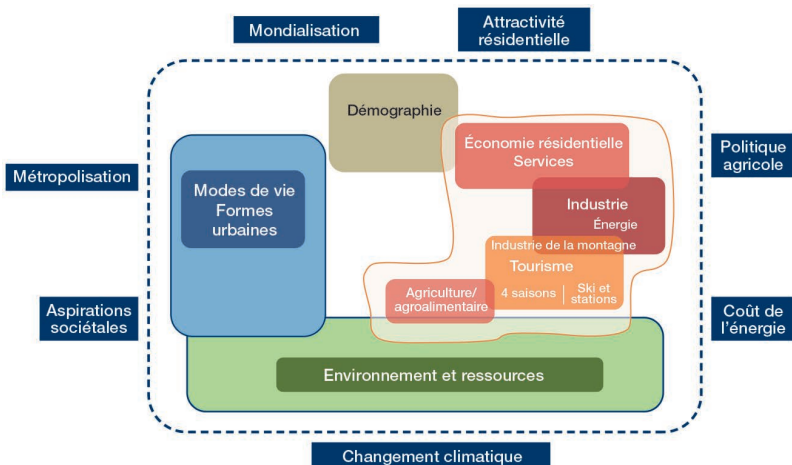
En 2014, le préfet de Savoie a engagé la démarche prospective Savoie 2040. Cette démarche a notamment été déclenchée par la parution d'une note de l'Insee annonçant 100 000 habitants supplémentaires en Savoie à l'horizon 2040.

La démarche prospective, animée par les services déconcentrés de l'État et mobilisant un large panel d'acteurs locaux (élus et techniciens des collectivités, consulaires, acteurs socio-économiques), visait à mieux comprendre quelles pourraient être les futures évolutions possibles du territoire départemental dans ce contexte de fort dynamisme démographique.

Il a donc été proposé de partager, avec les acteurs, une analyse systémique du fonctionnement du territoire départemental. Cette analyse visait à croiser les regards sur les dynamiques du territoire, et à faire émerger une compréhension commune de son fonctionnement. Elle a donné lieu à l'organisation d'ateliers d'intelligence collective autour de représentations systémiques simplifiées du fonctionnement du territoire départemental, affichées sur de grands panneaux (figure 3.2). L'exercice a permis une prise de conscience collective des limites d'un modèle de développement fondé sur un développement extensif de l'habitat et des activités commerciales, au sein d'un territoire marqué par la rareté du foncier et par la fragilité d'écosystèmes déjà affectés par les effets du changement climatique.

Cette analyse systémique a constitué le socle de l'analyse prospective du territoire départemental à l'horizon 2040.

**Figure 3.2. Schéma utilisé lors d'un atelier prospectif organisé dans le cadre de la démarche prospective Savoie 2040 (source : Futuribles, 2016).**





exprimer leurs représentations de l'avenir et les confronter avec les scénarios de transition de leur territoire. En quoi ces futurs correspondent-ils à leurs aspirations? Quels sont les opportunités et les risques qu'ils permettent d'anticiper? Permettent-ils d'esquisser ce que serait un futur souhaitable pour le territoire?

Dans ce travail de définition du souhaitable parmi les possibles, il convient de garder à l'esprit une donnée fondamentale : nous évoluons dans un environnement marqué par une forte instabilité. Si le changement climatique ou le vieillissement de la population constituent des tendances avec une certaine inertie (ce qui peut nous permettre d'en anticiper les grandes évolutions à venir), l'environnement européen et planétaire est marqué par des mutations et des déstabilisations susceptibles de générer des crises aux conséquences difficilement prévisibles. La crise sanitaire du Covid-19 et la guerre en Ukraine préfigurent probablement d'autres crises à venir, dans un contexte d'accélération du changement climatique et de tensions géopolitiques de plus en plus fortes. Face à tous ces paramètres, une démarche de prospective n'aura pas la prétention de prévoir l'avenir tel qu'il pourrait être dans trente ans, ni d'aboutir à un consensus parfait entre toutes les parties prenantes d'un territoire.

Plus modestement, elle se proposera de mettre en évidence les grandes tendances et les incertitudes, de faire réfléchir les acteurs autour de quelques scénarios de futurs possibles et de faire émerger des points d'accord pouvant constituer la base d'un futur projet commun. Elle permettra également, grâce au détour par l'avenir, de décaler le regard, parfois de dépassionner les points de vue, et ainsi de mettre en lumière et en débat des sujets sensibles ou polémiques. Enfin, elle contribuera à construire une culture commune entre acteurs, préalable à la construction de solutions partagées.

Pour cela, quelques méthodes, fréquemment employées par Futuribles dans ses travaux de prospective, peuvent être mobilisées.

**La toile de fond prospective<sup>2</sup>.** Cette méthode consiste à représenter de manière synthétique les grandes évolutions et les incertitudes, à l'échelle planétaire, nationale et régionale. Les acteurs du territoire seront invités à sélectionner et à hiérarchiser les évolutions qui leur paraissent les plus impactantes, et à réfléchir à leurs implications possibles pour le territoire. Cette méthode permet d'enrichir la réflexion stratégique, en particulier sur la vulnérabilité du territoire face à des évolutions progressives ou des ruptures, et sur les mesures de résilience à engager en conséquence.

**La prospective normative.** Cette approche repose sur la définition d'un objectif commun pour l'avenir du territoire ; ce dernier pourra être représenté par un récit ou des images, afin d'illustrer le plus concrètement possible ce que constituerait un horizon souhaitable et fédérateur. Généralement, cet objectif commun a été défini par un ou plusieurs acteurs clés du territoire (des élus, des entrepreneurs, des citoyens), et fait consensus. Il s'agira alors de déterminer la trajectoire la plus appropriée pour le réaliser, ce qui pourra faire l'objet de débats et d'arbitrage sur les moyens et les leviers à prioriser.

---

2. Méthode prospective développée par Futuribles.

**Les scénarios exploratoires.** Dans cette troisième méthode, il s'agit de construire une représentation simplifiée des futurs possibles du territoire. Pour cela, une méthode rigoureuse permet d'identifier les principales composantes ou variables du territoire, d'étudier leurs dynamiques et de formuler des hypothèses sur leurs possibles évolutions futures, enfin, de combiner entre elles ces hypothèses pour obtenir des scénarios. Si cette méthode demande une certaine rigueur pour organiser l'information et obtenir des scénarios intelligibles, elle constitue aussi une excellente opportunité pour faire travailler et dialoguer les acteurs. Ils pourront contribuer à la construction des scénarios, réfléchir à leurs effets possibles, et débattre de leur caractère plus ou moins souhaitable. Dans cette optique, cette méthode constitue l'occasion de renforcer la compréhension commune du territoire et de favoriser la convergence des points de vue autour d'objectifs et de priorités partagés.

### Encadré 3.6. Les scénarios exploratoires réalisés par l'Ademe Bourgogne-Franche-Comté

L'Ademe Bourgogne-Franche-Comté a souhaité réaliser une déclinaison et une adaptation régionale de l'exercice de prospective national «Transition(s) 2050». L'objectif de la démarche est à la fois d'explorer les perspectives d'évolution possible de l'autonomie énergétique et alimentaire régionale à horizon 2050, mais aussi de susciter la mobilisation des acteurs locaux autour de ces questions.

La méthode des scénarios exploratoires a été utilisée dans cette double perspective :

- explorer les évolutions possibles de l'agriculture et de l'alimentation, de la forêt et des systèmes énergétiques de Bourgogne-Franche-Comté à l'horizon 2050, en tenant compte des évolutions internes à la région, ainsi que de celles au niveau national, européen et planétaire. Ces scénarios ont été modélisés afin d'en déduire des ordres de grandeur sur les productions et les consommations de ressources, ainsi que les flux internes et externes à la région ;

- mettre en débat ces différents scénarios pour faire émerger des éléments constitutifs d'une vision partagée, ainsi qu'une série de défis à relever collectivement. Il ne s'agit pas ici d'imposer à l'ensemble des acteurs de se retrouver dans une vision d'avenir unique, mais d'identifier des zones de consensus et des sujets sur lesquels les acteurs volontaires pourront concrètement se mobiliser.

## ■ Mobiliser les acteurs autour d'objectifs communs

Le dernier apport déterminant de la prospective territoriale pour les démarches de transition écologique réside dans la dimension stratégique. Une meilleure prise de conscience des réalités du territoire et des futurs possibles constitue une condition nécessaire mais non suffisante pour mobiliser les acteurs et les inciter à adopter des décisions et des comportements différents.

Il faudra aussi qu'ils puissent converger autour d'objectifs partagés et se mettre en mouvement collectivement et dans la durée.

À cet égard, l'un des apports les plus bénéfiques d'une démarche de prospective réside dans la notion d'apprentissage collectif. Se retrouver pour partager ses représentations du territoire, pour confronter ses points de vue avec des chiffres ou des cartes, pour coconstruire des scénarios exploratoires, ou encore pour débattre de l'opportunité de tel ou tel choix d'avenir : autant d'occasions de mieux connaître les points de vue des autres, mais aussi de comprendre le fonctionnement du territoire. En somme, autant d'occasions d'apprendre à construire ensemble des choix déterminants pour l'avenir.

Au-delà de cette plus-value, une démarche de prospective permet d'aider les acteurs à définir les contours d'une stratégie pour l'avenir.

Les débats autour des scénarios ou de la toile de fond prospective vont permettre, par des techniques variées (atelier de priorisation, vote coloré, World Café, etc.), de faire émerger des éléments de consensus autour d'une vision commune de l'avenir souhaitable pour le territoire. Ainsi, il s'agira moins de « choisir » l'un des scénarios que d'identifier, par un travail de décantation et de sélection, différentes options jugées souhaitables par les acteurs, et de les agencer de manière à construire un scénario cohérent qui intègre également les contraintes internes et externes du territoire. Ainsi, la vision obtenue ne sera pas seulement une utopie, mais un objectif qui conciliera le souhaitable et le possible.

La vision permet d'indiquer et de représenter l'objectif à atteindre, mais pas la manière de le réaliser. Pour cela, il conviendra de déterminer des priorités et des mesures à engager afin de dessiner la trajectoire collective la plus souhaitable et la plus réaliste. L'exercice de prospective Transition(s) 2050, réalisé par l'Ademe, rend bien compte de la diversité de ces trajectoires possibles, et de leurs différences fondamentales en matière de valeurs, de priorités et de conséquences pour les modes de vie et les comportements individuels et collectifs (chapitre 4).

Au-delà de ces aspects, il arrive souvent qu'une démarche de prospective permette de révéler aux acteurs qu'il convient de s'organiser et d'agir différemment face à des enjeux ou à des défis nouveaux (encadré 3.7). En effet, la prise de conscience de l'accélération du changement climatique, des nouveaux défis liés à la transformation numérique ou encore des implications pour le territoire d'un environnement plus instable va nécessiter de nouvelles manières d'agir : davantage en transversalité et en écosystème, en associant plus largement les parties prenantes du territoire, en articulant étroitement stratégie, expérimentation et évaluation, ou encore en hybridant les disciplines et les savoir-faire.

On dépasse ici la prospective telle qu'envisagée de manière traditionnelle, puisque la démarche va également intégrer des questions d'innovation, de design de service<sup>3</sup>, de fonctionnement en mode projet ou de conduite du changement. Ces différents leviers pourront être mobilisés au service de la transformation du territoire, dont la démarche de prospective aura permis de déterminer le sens général ainsi que la cohérence.

---

3. Processus permettant d'imaginer de nouveaux usages, en se concentrant sur l'expérience vécue par l'utilisateur.

### Encadré 3.7. Les laboratoires d'innovation de la Brière

Cette démarche prospective a porté sur le devenir des écosystèmes et des milieux naturels dans le territoire de la Brière, très exposé aux effets du changement climatique compte tenu de la présence de marais et de la proximité de l'océan.

La démarche, engagée par le Parc naturel régional de Brière, a mobilisé une centaine d'acteurs locaux lors de trois séminaires prospectifs organisés en 2019 : les réflexions ont permis de partager un diagnostic systémique du territoire dans son environnement, d'explorer différents futurs possibles à un horizon de quarante ans, puis de définir les contours d'une vision souhaitable pour l'avenir.

Les travaux ont permis de mettre en évidence que le territoire n'était à ce jour pas réellement organisé pour relever les défis des années à venir. L'accélération du changement climatique, dans un contexte de forte attractivité résidentielle et touristique, va remettre en cause les grands équilibres historiques du territoire. Il va falloir repenser la manière d'organiser l'occupation de l'espace, de gérer des écosystèmes sous pression, de prendre en compte la notion de risques, etc. Or les outils stratégiques actuels (chartes de parc naturel régional, documents d'urbanisme, projets de territoire, etc.) ne prennent pas suffisamment en compte ces défis, et les acteurs ne sont pas outillés pour travailler collectivement à des solutions coordonnées en matière d'adaptation au changement climatique, de gestion des écosystèmes en lien avec un urbanisme plus dense, ou encore de maîtrise des flux touristiques.

La démarche a donc abouti à l'installation de trois «laboratoires de transition», dont l'objectif est d'inventer collectivement de nouvelles manières de travailler et d'agir ensemble. Par exemple, l'un de ces laboratoires porte sur l'urbanisme de demain : comment repenser un urbanisme «zéro artificialisation nette» sur un territoire très marqué par les risques d'inondations, tout en préservant le bon fonctionnement des écosystèmes, mais aussi en répondant aux aspirations des populations ? Le laboratoire s'appuie sur une méthode collégiale, associant les professionnels de l'urbanisme mais aussi les citoyens et les aménageurs. Elle aboutit à une nouvelle doctrine sur la manière d'envisager le visage futur de l'urbanisme du territoire, à l'issue d'un processus combinant réflexions théoriques et expérimentations de terrain.

En somme, la démarche de prospective ne se résume pas à une exploration de l'avenir par quelques experts selon des méthodes académiques, formalisée par un rapport présentant trois ou quatre scénarios.

Il s'agit d'un processus collectif, impliquant de manière très active des parties prenantes autour d'un travail de coconstruction et de maturation progressive. L'exploration de l'avenir permettra de révéler des opportunités et des risques, et d'aider à formaliser une vision, au croisement entre le souhaitable et le possible. Elle permettra de bousculer les idées reçues, de transformer les représentations et de faire converger progressivement les acteurs autour de visions partagées. Enfin, elle facilitera la mise en mouvement de ces acteurs autour de stratégies et de projets communs.

## Conclusion

Les apports potentiels des méthodes et des outils de la prospective aux démarches de transition écologique sur les territoires sont par conséquent multiples et significatifs. Cependant, force est de constater que, aujourd'hui, la prospective occupe une place relativement discrète dans la construction des stratégies de transition écologique. Si l'ordonnance du 17 juin 2020 de modernisation des SCoT renforce leur rôle intégrateur (notamment pour les stratégies de transition), avec la nécessité de les adosser à un projet politique territorial à un horizon de vingt ans, la traduction de cet objectif à l'échelle locale reste encore largement à concrétiser. Plus globalement, les territoires ne manquent pas de données et d'études, et ils sont nombreux à disposer de capacités d'ingénierie très développées. Cependant, ces différentes ressources sont rarement mobilisées et agencées dans le cadre d'une démarche faisant appel à la prospective.

Il semblerait souhaitable que les acteurs des territoires puissent être encouragés à engager de telles approches, mais aussi être aidés, que ce soit par des dotations financières ou des accompagnements techniques et méthodologiques.

Au-delà de ce principe général, quelques préconisations peuvent être ici proposées.

**Des retours d'expérience utiles à l'action.** Un certain nombre de territoires se sont déjà employés à utiliser les méthodes et les outils de la prospective pour enrichir leur démarche de transition écologique. Il serait intéressant d'en identifier les apports et les réussites, mais aussi les difficultés et les limites.

Un exercice de capitalisation de ces expériences pourrait s'avérer très illustrant, pour déterminer dans quelles conditions la prospective peut aider à engager, enrichir, accélérer ou débloquent une démarche de transition écologique. Il ne s'agit en effet pas d'appliquer une méthode type, mais bien de s'interroger sur le meilleur choix des méthodes et des outils au regard des besoins de chaque territoire.

Dans cette optique, le développement de réseaux de praticiens de la prospective permettrait de diffuser les bonnes pratiques et d'aider à une montée en compétence des acteurs locaux. Ces échanges en réseaux pourraient aussi prendre la forme de séquences d'apprentissage entre pairs (entre élus, entre chargés de mission prospective, etc.), qui constituent souvent des modalités très efficaces pour assurer le transfert de savoir-faire et de compétences.

**Des acteurs sensibilisés au long terme.** Si les agents des collectivités disposent de compétences de plus en plus poussées sur les sujets de transition et les approches pluridisciplinaires, ils sont souvent peu familiers des démarches de prospective. Il conviendrait de renforcer leur sensibilité à la prise en compte du long terme, et leur maîtrise des approches et des méthodes. Au-delà de l'apprentissage formel, c'est aussi la posture qui apparaît importante pour animer ce type de démarche : ouverture

d'esprit pour ne pas occulter d'évolution ou de rupture importante, rigueur pour concevoir une démarche solide, pragmatisme et bon sens pour l'adapter en permanence à l'évolution du contexte et des besoins.

Les élus locaux gagneraient également à être formés aux enjeux de demain et à cultiver un dialogue permanent avec les services de leurs collectivités. Cela permettrait de mieux articuler leur vision politique avec l'action des administrations locales : une nécessité pour que la collectivité agisse plus efficacement, mais aussi puisse rapidement adapter sa stratégie de transition face à des enjeux et des défis en évolution constante.

**Des outils mutualisés.** Mener une démarche de prospective dans le cadre d'un processus de transition écologique nécessite de mobiliser des méthodes, des outils et des analyses prospectives. Si chaque démarche se doit d'être spécifique au territoire concerné, il s'avère néanmoins que de nombreux aspects pourraient être mutualisés. Au-delà de la capitalisation sur les méthodes évoquée plus haut, il serait utile de mettre en commun des éléments d'analyse prospective de l'environnement des territoires.

Ces analyses, aujourd'hui très nombreuses mais dispersées, pourraient être rassemblées sous la forme de schémas et de fiches très synthétiques, permettant de donner à voir le panorama des changements qui pourraient impacter le territoire à un horizon de dix, vingt ou trente ans. S'agissant de changements politiques, techniques, environnementaux ou sociétaux, ces éléments pourraient en grande partie être communs à un grand nombre de territoires : il s'agirait ensuite de déterminer en quoi tel ou tel territoire sera plus ou moins exposé et sensible à ces changements.

## Bibliographie

- Futuribles-Cigref, 2022. Futurs numériques : quelles trajectoires ? Scénarios prospectifs pour 2030-2035. Paris, 109 p.
- Futuribles-Croix Rouge française, 2021. Anticiper 2030 : crises, transformations, résilience. Paris, 176 p.
- Futuribles International, 2018. Rapport Vigie 2018 : comment vivrons-nous en 2050 ? Rapport Vigie, Paris, 240 p.
- Futuribles International, 2020a. Quel devenir pour les territoires et les modes de vie à un horizon de 5-10 ans ? Paris, 46 p.
- Futuribles International, 2020b. Rapport Vigie 2020 : scénarios de rupture à horizon 2040-2050. Paris, 278 p.
- Futuribles International, 2022. Guerre en Ukraine : quels scénarios ? Évolution du conflit et trajectoires géopolitiques à l'horizon 2025. Paris, 27 p.
- Dedryver L., 2020. *Maîtriser la consommation du numérique : le progrès technologique n'y suffira pas*, Paris, France Stratégie, 92 p.
- Futuribles. Boîte à outils méthodologique : <https://www.futuribles.com/fr/groupes/prospective-and-strategic-foresight-toolbox/presentation/>
- Séguir M., 2021. Quelles trajectoires géoéconomiques et géopolitiques à l'horizon 2025 ? Paris, Futuribles International, 13 p.

## 4. Des territoires en chemin vers la planification bas-carbone

Emmanuel Thibier

La notion de planification est populaire aujourd'hui au regard de l'urgence écologique qui requiert une mutation profonde de nos sociétés. Les appels à l'action se multiplient, et la planification apparaît comme l'une des réponses possibles pour accélérer et territorialiser les transitions à travers une mise en cohérence des politiques publiques. Depuis les Grenelle de l'environnement I et II en 2007 et 2010, les outils de planification tels que les schémas de cohérence territoriale (SCoT) ou les plans locaux d'urbanisme intercommunaux (PLUi) intègrent davantage les enjeux de préservation écologique et de transition. Deux instruments guident désormais l'action planificatrice : d'un côté, des stratégies et des plans nationaux, peu prescriptifs (Desjardins et Estèbe, 2021), essaient dans le champ de l'atténuation (Stratégie nationale bas carbone, SNBC) et de l'adaptation au changement climatique (Plan national d'adaptation au changement climatique, Pnacc). D'un autre côté, de nouveaux documents à l'échelle régionale et locale sont créés et adaptés aux enjeux écologiques (chapitre 1). Des démarches complémentaires de planification foisonnantes, parfois contradictoires (notamment en raison du panel d'acteurs aux intérêts divergents et des approches sectorielles), sont portées par différentes collectivités à des échelles spatiales variées.

Si les collectivités se sont saisies de ces outils de planification pour élaborer des projets de territoires, la mise en cohérence, notamment des échelles spatiales et temporelles, entre ces schémas, ces stratégies et ces plans reste donc encore complexe. Articuler les diverses démarches en faveur de la transition écologique pour les « faire atterrir » de manière opérationnelle grâce à des travaux permettant l'expérimentation de solutions et des trajectoires bas-carbone est désormais une voie d'amélioration de la planification. Ce chapitre se concentre essentiellement sur les trajectoires de transition bas-carbone dans la planification, au sens des évolutions temporelles et spatiales de nos sociétés, des chemins vers un futur décarboné dans une approche systémique.

L'objectif visé par la France pour sa transition écologique est la neutralité carbone à l'horizon 2050 (SNBC, 2022). Les collectivités engagées dans des trajectoires de transition bas-carbone tentent de fixer un cap, grâce à la planification, vers un objectif commun de réduction des émissions de GES. Il s'agit de faire converger les acteurs vers la mobilisation des moyens nécessaires à cet objectif. Or plusieurs trajectoires sont possibles pour l'atteindre, que ce chapitre se propose d'illustrer en mettant en évidence des expérimentations ou des démarches innovantes en matière de planification urbaine

à différentes échelles spatiales et temporelles. En effet, un certain nombre de territoires, véritables fers de lance, font route vers une planification urbaine bas-carbone. Ils intègrent dans leurs documents de planification, notamment les SCoT ou les PLUi, des éléments concrets tels que la réduction de la consommation d'énergie, qui tracent une trajectoire ambitieuse vers la neutralité carbone.

Ce chapitre s'appuiera essentiellement sur les travaux et les exemples territorialisés issus de l'expérimentation « Planification urbaine bas-carbone », pilotée par l'Ademe avec l'appui du Cerema. D'autres démarches de planification transversales, analysées dans le projet de recherche « Articulation des stratégies climat-énergie et planification spatiale : quels leviers d'amélioration ? » (Ascens), de trajectoires bas-carbone seront également abordées.

### **(Ré) concilier planification et faculté d'expérimenter : la « planification urbaine bas-carbone » de l'Ademe<sup>1</sup>**

La planification urbaine est un levier à activer pour inscrire les territoires sur des trajectoires de lutte contre le changement climatique cohérentes avec l'objectif ambitieux de neutralité carbone que la France s'est fixé à l'horizon 2050.

L'expérimentation est désormais une modalité de l'action publique urbaine, institutionnalisée, plébiscitée dans un contexte d'incertitudes qui permet davantage de souplesse (Ambrosino, 2023 ; chapitre 12). Une expérimentation autorise à considérer les choses autrement et à tester d'autres solutions qui pourront ensuite être répliquées. Les aménagements temporaires de l'espace public pendant la pandémie de Covid-19, les « coronapistes », sont un exemple de cet urbanisme expérimental conçu par les acteurs publics.

Pour trouver des trajectoires judicieuses de transition écologique, il est intéressant d'expérimenter tout en retenant que les résultats ne sont pas toujours à la hauteur des espoirs qui fondent l'expérimentation. Dans tous les cas, ces expérimentations permettent d'observer et de tirer des co-bénéfices et des apprentissages pour les futurs exercices de planification.

Ainsi, forte de ce postulat, l'Ademe a piloté l'expérimentation « Planification urbaine bas-carbone » pour accompagner, de novembre 2019 à novembre 2021, douze territoires mobilisés pour travailler à l'échelle d'un SCoT ou d'un PLUi. Le Cerema a été retenu comme prestataire de l'Ademe pour accompagner les collectivités dans la prise en compte des enjeux climat-énergie dans leur document stratégique.

1. Cette partie est issue des travaux de valorisation de l'expérimentation réalisés par le Cerema pour le compte de l'Ademe pour en tirer des enseignements et des ressources.



## ■ Les quatre enseignements de l'expérimentation bas-carbone de l'Ademe

L'expérimentation « Planification urbaine bas-carbone » a permis d'établir une quinzaine de recommandations regroupées selon quatre catégories (Ademe-Cerema, 2022b). Ces recommandations sont à adapter aux spécificités territoriales, et il convient de les mobiliser de concert. Ces quatre catégories sont les suivantes : stratégie, gouvernance, transversalité et opérationnalité.

### Stratégie : fixer des objectifs ambitieux

La planification urbaine bas-carbone repose avant tout sur la définition d'objectifs de transition écologique ambitieux. Il est nécessaire de fixer un cap ambitieux, qu'il concerne la neutralité carbone à l'échelle d'un territoire à différents horizons temporels (ex. : Région de Grenoble en 2050) ou le facteur 4<sup>2</sup> (ex. : Établissement public territorial Est Ensemble en 2035), tout comme les leviers pour l'atteindre. Le document d'urbanisme doit être entièrement conçu comme un projet mettant au cœur des politiques publiques les enjeux de transition bas-carbone. Pour cela, il importe de réaliser un diagnostic fin de la situation du territoire et d'identifier les actions des documents de planification pouvant avoir un impact positif, contribuant ainsi aux trajectoires bas-carbone.

### Gouvernance : élargir le portage des SCoT/PLUi

Les enjeux de gouvernance sont essentiels dans une approche centrée sur l'action et les politiques publiques locales afin d'assurer la mise en œuvre d'un projet de planification bas-carbone.

Étant donné la nature transversale et multisectorielle d'un document de planification, de nombreux acteurs sont concernés par son élaboration. Ainsi, la mobilisation et l'implication de ces multiples acteurs, publics, privés, société civile, sont l'une des clés de la réussite de ces trajectoires dans les territoires.

### Transversalité : articuler avec les autres démarches de planification

En plus de leur traditionnelle mission d'élaboration de documents de planification et d'urbanisme (SCoT, PLUi, PLU), les collectivités produisent diverses démarches de planification stratégiques. Elles peuvent être plus sectorielles, comme les plans de mobilité (PDM) ou les programmes locaux de l'habitat (PLH), partenariales avec d'autres territoires, comme les contrats régionaux ou départementaux, contractuelles, comme les contrats de relance et de transition écologique (CRTE), ou directement concerner les enjeux énergie-climat, comme le plan climat-air-énergie territorial (PCAET).

Or, au regard du caractère transversal et systémique de la transition, rassembler et mettre en cohérence les diverses stratégies territoriales d'aménagement avec les enjeux énergie-climat est essentiel. « Sortir des logiques en silo », « agir de manière systémique »

---

2. Réduction par quatre des émissions à horizon 2050 par rapport à 1990.

apparaissent presque comme des poncifs des discours sur la transition écologique, mais tardent pourtant à être concrétisés sur le terrain. En effet, diffuser la transition écologique de manière systématique, en pratique, est complexe tant les collectivités sont ancrées dans des modèles d'action publique encore fortement sectoriels, avec certaines politiques publiques plus anciennes et structurées que d'autres. Les SCoT et les PLUi, véritables socles du projet de territoire d'une collectivité, semblent être les documents les plus à même de tisser des liens avec d'autres démarches territoriales de transition (voir section « Des illustrations concrètes d'expérimentations de planifications ambitieuses »).

### Opérationnalité : traduire les ambitions sur le terrain

Enfin, la finalité de ces plans et de ces stratégies réside dans l'opérationnalité des mesures proposées sur le terrain. Plutôt que de fixer des objectifs irréalistes et inapplicables, il s'agit de penser et de traduire la mise en œuvre dès l'élaboration du document pour s'assurer de leur concrétisation et de leur efficacité.

#### Encadré 4.1. Boîte à outils de l'expérimentation « Planification urbaine bas-carbone »

L'expérimentation « Planification urbaine bas-carbone » a permis de constituer une boîte à outils contenant sept ressources (outils techniques et numériques, formations, référentiels et jeux sérieux) mobilisables à différents stades de l'élaboration d'un document d'urbanisme, pour mettre en œuvre une véritable stratégie de planification urbaine bas-carbone. Certaines d'entre elles permettent aux territoires de construire et d'améliorer leur vision stratégique, de travailler sur le long terme et de mettre en place la gouvernance au sein de ces territoires. D'autres favorisent le dialogue entre acteurs pour avancer sur la gouvernance et l'opérationnalité des ambitions de transition portées par les documents d'urbanisme. Certaines permettent leur évaluation, d'autres, de mieux appréhender les impératifs socio-économiques et la compatibilité entre les documents (SCoT, PCAET, PLUi). Enfin, des ressources, par leur caractère systémique, améliorent les liens entre les différentes démarches.

Pour en savoir plus : <https://bibliothèque.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/5662-en-chemin-vers-la-planification-bas-carbone-9791029720055.html>

## Des illustrations concrètes d'expérimentations de planifications ambitieuses

### Planifier le développement des nouvelles mobilités : trois exemples

#### Le SCoT de la Grande Région de Grenoble : quelle mobilité décarbonée ?

Le territoire de la Grande Région de Grenoble (GReG) est un vaste territoire de près de 3746 km<sup>2</sup>, dont la population dépasse les 787 000 habitants en 2019, répartis sur

261 communes<sup>3</sup>. Il abrite la seconde aire urbaine de la Région Rhône-Alpes, mais aussi de nombreux territoires ruraux, avec un relief diversifié entre plaines et montagnes. Le thème des transitions est au cœur d'un projet de territoire pour la GReG, qui ambitionne d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050, de limiter la consommation foncière pour atteindre le ZAN, de lutter contre l'érosion de la biodiversité, de favoriser la santé ainsi que de proposer un nouveau projet de développement territorial prônant la résilience alimentaire et forestière.

À travers l'expérimentation bas-carbone de l'Ademe, la GReG a travaillé sur le recours aux carburants alternatifs pour décarboner les mobilités, notamment pour la flotte captive. Si le choix de travailler sur les carburants alternatifs s'inscrit dans le paradigme d'un « verdissement » des mobilités, il ne représente pas l'ensemble de la démarche du SCoT en matière de mobilité. Des stratégies de transition plus systémiques sont déployées au sein de la GReG, qui œuvre également à la transformation du modèle actuel (chapitre 13), et visent à favoriser les mobilités actives.

Dans le cadre de la révision du SCoT de la GReG, engagée en 2018, un éclairage était attendu sur la contribution que peuvent apporter les différentes sources et vecteurs d'énergies (bioGNV, électricité et hydrogène) à l'objectif de neutralité carbone d'ici 2050. Grâce à l'expérimentation « Planification urbaine bas-carbone », la GReG a exploré ces pistes pour une mobilité décarbonée dans les transports en commun et les véhicules individuels. Aussi, la mise en place d'une zone à faible émission (ZFE) sur la métropole grenobloise va progressivement contraindre fortement l'usage des véhicules routiers et réduire les émissions de GES. En premier lieu seront concernés les poids lourds et les véhicules utilitaires légers, puis l'ensemble des véhicules légers. Cette mise en place incite localement à l'utilisation de carburants alternatifs du fait de leurs faibles émissions de GES et de polluants.

L'apport de l'accompagnement du Cerema porte sur la production d'une note relative au déploiement des carburants alternatifs dans le territoire du SCoT de la GReG (Cerema, 2020). Cette note débute par un panorama des avantages et des freins à la mise en place des divers carburants alternatifs pour les mobilités. Le recours à ces carburants est identifié comme stratégique dans le Sradet pour la baisse des émissions de GES du secteur du transport, actuellement 1<sup>er</sup> poste d'émission de la région.

La GReG et le territoire du SCoT ont plutôt décidé d'axer leur stratégie sur le déploiement de la mobilité au biogaz et à l'électrique. La GReG a estimé que le développement de l'hydrogène devait se concentrer sur le secteur de l'industrie. La Métropole de Grenoble a mis l'accent sur le développement de la mobilité gaz et le développement du bioGNV (notamment pour sa propre flotte utilitaire pour les déchets), avec des projections de déploiement des bornes de recharge pour répondre aux objectifs du PDM et de la ZFE. Elle s'appuie sur des projections d'augmentation du nombre de véhicules roulant au biogaz en 2030 : l'objectif est d'atteindre une cinquantaine de stations sur le territoire à l'horizon 2030, contre quatre actuellement.

3. <https://scot-region-grenoble.org/le-contexte/>

Le SCoT possède différents leviers pour agir sur les mobilités et les carburants alternatifs. Il peut agir sur la production de ces carburants issus des énergies renouvelables (EnR) jusqu'à leur distribution. En effet, la planification stratégique contribue à la transition énergétique en orientant les lieux de production des EnR vers les zones les plus adéquates (Desjardins, 2021). Le SCoT peut également viser la cohérence de l'implantation des points de distribution des carburants en animant une communauté d'acteurs chargés du déploiement de ces stations d'avitaillement, et en gardant une vision d'ensemble sur les autres politiques publiques ou les autres stratégies connexes (ex. : démotorisation des centres-villes).

### **Le SCoT de la Région de Strasbourg : une approche opérationnelle sur la thématique du stationnement**

Le SCoT de la Région de Strasbourg (SCoTERS) est élaboré par le syndicat mixte de la région de Strasbourg, et regroupe quatre EPCI (établissements publics de coopération intercommunale), dont Strasbourg – métropole européenne aux dimensions transfrontalières fortes<sup>4</sup>. Véritable locomotive économique du département, le territoire du SCoTERS rassemble la moitié de la population et constitue un nœud européen de mobilité. La dynamique générale et le phénomène de forte polarisation obligent ainsi le territoire à s'interroger sur les enjeux énergétiques et sur sa contribution aux objectifs climatiques.

En cours de révision, les élus ont choisi d'axer le SCoT sur sa dimension stratégique plutôt que sur l'aspect réglementaire, et de réaliser un document de planification support de discussions politiques. Aussi, la volonté du syndicat mixte de travailler directement sur les ambitions environnementales par une approche pragmatique et opérationnelle a été respectée dans l'expérimentation bas-carbone pilotée par l'Ademe. Ainsi, la problématique très opérationnelle du stationnement des véhicules légers a fait l'objet d'un travail particulier. Cette thématique est fédératrice dans la mesure où elle questionne à la fois les grandes emprises et l'espace public. De plus, elle s'applique tout autant en milieu urbain que dans les espaces périurbains ou plus ruraux. La question du stationnement interroge l'urbanisme sous plusieurs aspects, notamment l'adaptation au changement climatique, le partage de l'espace public ou l'attractivité des centres-villes. Au croisement d'enjeux sectoriels, la problématique du stationnement est essentielle pour repenser l'organisation et la durabilité des villes.

À l'heure d'une raréfaction du foncier urbain, le stationnement représente une consommation d'espace importante en ville qui peut être maintenue au détriment d'autres usages pour les mobilités actives (élargissement des trottoirs, renforcement des pistes et des bandes cyclables) et d'un partage des voies. Aussi, le stationnement sur l'espace public peut entrer en concurrence avec les autres usages partagés (besoin de stationnements pour vélo) et les besoins pour l'adaptation au changement climatique, notamment la végétalisation. L'approche du changement climatique par la problématique du

4. <https://www.scoters.org/territoire-organisation/territoire/>

stationnement fait également ressortir la nécessité de proposer des alternatives à la voiture individuelle et de penser de nouvelles modalités d'organisation de la logistique urbaine et des livraisons.

Plusieurs pistes de solutions d'aménagement doivent être envisagées pour traiter la problématique du stationnement :

- penser le stationnement autrement, que ce soit en termes d'usages ou d'aménagement des espaces (verticalité, rotations, mutualisations, etc.) ;
- organiser le territoire pour repenser l'espace public intégrant le partage et la mobilité multimodale ;
- réinterroger le concept obsolète du *no parking, no business* pour le développement économique, l'attractivité des centres-villes et des commerces ;
- activer les leviers financiers, qu'ils soient de nature incitative, coercitive ou dissuasive (ex. : renchérissement du prix du stationnement à Strasbourg).

Le SCoT permet d'aboutir à des solutions concrètes. Il permet notamment de fixer un pourcentage d'espaces verts par surface dédiée au stationnement. Dans les grandes emprises, le SCoT permet de réfléchir sur la pluralité des usages, sur la possibilité d'exploiter le foncier déjà artificialisé pour la production d'énergies renouvelables (panneaux photovoltaïques sur les toits des parkings) et sur l'adaptation au changement climatique (solutions de rafraîchissement urbain : désimperméabilisation, ombrières, végétalisation des parkings, etc.).

La réflexion sur cet enjeu local permet de questionner d'autres sujets connexes. Ainsi, le stationnement concerne plusieurs dimensions de la transition écologique, et peut servir la recherche de solutions s'inscrivant dans un projet de territoire bas-carbone plus global.

### **Intensifier les mobilités actives : le PLU de la commune d'Avignon**

La commune d'Avignon met l'accent dans son PLU sur l'enjeu des mobilités, et plus particulièrement sur les modes actifs comme alternatives à la voiture individuelle. Les modes actifs sont les modes de déplacement qui reposent sur l'activité physique tels que la bicyclette et la marche. Dans le cadre de l'expérimentation bas-carbone de l'Ademe, la collectivité s'est lancée dans une réflexion sur l'élaboration d'une orientation d'aménagement et de programmation (OAP) thématique autour des modes actifs. Différentes de l'approche uniquement réglementaire, les OAP permettent de travailler de manière qualitative sur une thématique, un secteur géographique au sein d'un PLUi, avec des orientations moins prescriptives et plus adaptées à l'urbanisme de « projet ».

Le PLU d'Avignon, en cours de révision, a prévu d'intégrer une OAP modes actifs couplée à des actions de végétalisation participant à une trame verte et bleue ainsi qu'à la lutte contre le phénomène d'îlot de chaleur urbain. Cette OAP vise la consolidation d'un maillage sécurisé pour les modes actifs afin de contribuer à une « ville plus apaisée, plus humaine et plus attractive » (Ville d'Avignon, 2016).

L'expérimentation a permis de réaliser un document bibliographique servant de base de dialogue entre services municipaux, croisant informations juridiques, théoriques et pratiques pour intégrer les modes actifs dans une future OAP au sein du PLU d'Avignon.

Un atelier de travail entre les services municipaux Habitat, Urbanisme et Mobilités a permis de préciser et d'échanger autour du contenu d'une OAP modes actifs. Elle a aussi permis d'aboutir à des premiers consensus sur l'abaissement des vitesses de circulation et la généralisation de zones de circulation apaisée (zones 30, zones piétonnes, zones de rencontre, etc.) ainsi qu'à la nécessité d'adapter le plan de circulation pour faire diminuer le trafic urbain. Des éléments plus précis sur les surfaces de revêtement, les matériaux à privilégier, les couleurs de signalétique ont également été abordés.

### **Développer un urbanisme vecteur de transition énergétique et favorable à la santé : le PLUi d'Est Ensemble**

L'Établissement public territorial (EPT) d'Est Ensemble est composé de 9 communes aux portes de Paris. Son positionnement géographique stratégique, une population jeune et son dynamisme économique confirment l'attractivité et les atouts d'Est Ensemble. Avec 418 000 habitants répartis sur 39 km<sup>2</sup>, faire face aux mutations d'un territoire contrasté tout en privilégiant la qualité des services urbains est un enjeu de taille<sup>5</sup>.

Le territoire d'Est Ensemble se caractérise par une forte ambition et un portage politique déterminant, avec des élus soucieux d'intégrer les enjeux environnementaux et de solidarité dans les politiques publiques visant à renforcer la résilience du territoire.

Avec le premier PLUi de la Métropole du Grand Paris approuvé le 4 février 2020, Est Ensemble s'engage dans une démarche de transition écologique et de résilience territoriale. L'objectif de l'EPT est d'atteindre le facteur 4 à l'horizon du PLUi (quinze ans). Sa mise en œuvre opérationnelle réside depuis dans la capacité des élus à être force de conviction auprès des partenaires et des acteurs du territoire, à se saisir des enjeux du PLUi ainsi qu'à assurer la bonne compréhension de ces ambitions par les services Autorisation du droit des sols (ADS) au sein des communes membres.

L'expérimentation « Planification urbaine bas-carbone » pilotée par l'Ademe a permis de les conforter dans leurs ambitions en faveur de la transition énergétique et de mettre en œuvre une boîte à outils partagée avec les élus et les techniciens des différents services de l'EPT et de ses communes membres.

L'EPT Est Ensemble est porteur d'une nouvelle démarche d'urbanisme « vecteur de transition énergétique et favorable à la santé » (Est Ensemble, 2019).

### **Enjeux énergie-climat dans l'urbanisme**

Est Ensemble a fait de la construction neuve et de la réhabilitation des bâtiments un enjeu prioritaire de son PLUi face au défi du dérèglement climatique et de la précarité

5. <https://www.est-ensemble.fr/le-territoire>

énergétique, avec la volonté de réduire les consommations d'énergie et d'émissions de GES. Il promeut la construction de bâtiments neufs à haute performance environnementale (niveau E3C1 du label E+C- ou équivalent) et la rénovation énergétique des bâtiments existants (label BBC Effinergie rénovation ou équivalent). Aussi, à travers deux OAP « habitat » et « environnement », Est Ensemble consolide sa volonté de construire une trajectoire ambitieuse vers le facteur 4.

Face à ce constat, le service Urbanisme a pris conscience de la nécessité d'une appropriation par l'ensemble des acteurs du territoire : architectes, aménageurs, promoteurs, bailleurs, mais également par les services instructeurs et les élus territoriaux. Ainsi, un guide a été conçu avec pour objectif d'accompagner l'ensemble des acteurs dans la mise en œuvre du volet énergie-climat du PLUi (Est Ensemble, 2021a). Ce guide fournit des éléments tangibles pour aider les élus à constituer leurs argumentaires lors des temps de dialogue avec les acteurs locaux de l'aménagement. Il s'agit ainsi de justifier la faisabilité des règles établies dans le PLUi, d'en faciliter leur application dans les projets, de lever les résistances à la mise en œuvre de l'ambition environnementale en promouvant des projets EnR exemplaires.

Ce guide se veut un ancrage au document d'urbanisme pour devenir le catalyseur d'une dynamique transversale au sein des équipes en charge de thématiques sectorielles. En effet, la réalisation de ce guide sur les ambitions climat-air-énergie a permis au territoire de relancer sa dynamique interne de mise en œuvre opérationnelle du PLUi et d'interpeller, de dialoguer avec les services de l'EPT et de ses communes membres, en particulier sur l'ADS. Par ailleurs, Est Ensemble a souhaité partager ses travaux et les enrichir dans le cadre d'un club ADS organisé avec les techniciens volontaires des communes. Ce guide permet alors de mieux expliciter les ambitions du PLUi, de faciliter leur mise en œuvre concrète et opérationnelle au sein des projets communaux et de faciliter le lien avec les enjeux du PCAET.

En complément du guide, Est Ensemble a établi une boîte à outils EnR qui comporte quatre fiches outils, hiérarchisés par ordre de pertinence au regard du territoire : géothermie, solaire photovoltaïque et thermique, pompes à chaleur en aérothermie et géothermie superficielle, et enfin énergie biomasse. Ces fiches comportent des éléments économiques quantitatifs et qualitatifs, et pointent les atouts et les faiblesses ainsi que des exemples de réalisation de leur déploiement sur le territoire.

La réalisation d'éléments pédagogiques (guide, boîtes à outils EnR, note) à destination des acteurs chargés de la mise en œuvre opérationnelle du PLUi d'Est Ensemble permet de concrétiser et d'améliorer la compréhension des ambitions énergie-climat du PLUi, dans le but de mieux les appliquer dans les communes membres.

#### **Vers un urbanisme favorable à la santé**

Parallèlement, le territoire amorce un travail sur la résilience du territoire en matière de santé publique. Un travail d'identification des enjeux (Est Ensemble, 2021b) a été réalisé et permet d'offrir un premier panorama de l'état des réflexions actuelles et

des documents, outils faisant référence en matière d'urbanisme favorable à la santé<sup>6</sup>. Ce travail facilite l'amorce de travaux sur ces questions de l'urbanisme favorable à la santé dans une logique prospective de résilience. La thématique de la santé (environnementale) y est abordée de manière globale, au-delà des enjeux thérapeutiques. La réduction de la pollution sonore et de l'air ainsi que de l'exposition aux nuisances participe à la promotion d'un urbanisme favorable à la santé. Aussi, pour limiter le phénomène d'îlot de chaleur urbain, le règlement du PLUi fixe des coefficients de pleine terre et d'espaces végétalisés minimaux obligatoires en zone urbanisée (Est Ensemble, 2020). Au sein d'un territoire fortement urbanisé et minéral en constante densification, près de 98 % des espaces sont soumis à cette exigence de végétalisation, permettant d'accroître l'acceptabilité de la densité.

### **Autres trajectoires pour une vision intégrée et transversale de la transition**

D'autres territoires se sont engagés pour tracer leur trajectoire de réduction des émissions de GES et de transition écologique. Pour ce faire, ils mobilisent les outils de la planification urbaine au service d'un projet de transition et tentent d'articuler les différentes démarches, autrefois pilotées de manière transversale. La transition écologique doit se retrouver au cœur de la conduite de l'action publique territoriale, et les actions de transformation systémique doivent être organisées et mises en cohérence grâce à la planification. Le projet de recherche Ascens, financé dans le cadre de l'appel à projets MoDeVAL-UrBA 2015, prend comme cas d'étude les territoires du Grand Douaisis et de Brest métropole, qui serviront ici d'exemples.

### **Des politiques climatiques et de sobriété au cœur de la planification et de l'aménagement : le Grand Douaisis**

Le territoire du syndicat mixte est composé de deux EPCI (Douaisis Agglo et la Communauté de communes Cœur d'Ostrevent) comprenant 55 communes. Le Grand Douaisis se situe au centre de plusieurs agglomérations : Lille au nord, Lens et Arras à l'ouest, Cambrai au sud et Valenciennes à l'est. Avec ses 374 km<sup>2</sup> et ses 225 000 habitants, c'est un territoire qui conserve un caractère rural, avec des espaces agricoles et boisés de qualité, mais qui est également densément peuplé et urbanisé (517 hab/km<sup>2</sup>) autour de Douai et dans sa partie centrale (ancien bassin minier) (SCoT Grand Douaisis, 2020a).

Le territoire du Grand Douaisis est engagé vers une trajectoire de sobriété et de neutralité carbone d'ici 2050. Avec la volonté de dessiner sa propre trajectoire, il vise ainsi la sobriété, la lutte contre le changement climatique et l'amélioration de la qualité de l'air.

6. À l'instar du guide EHESP et a-urba « Démarche d'accompagnement à l'intégration de la santé dans les opérations d'aménagement urbain », du guide EHESP « Agir pour un urbanisme favorable à la santé », du guide de l'ARS « PLU et santé environnementale » et du dossier-ressources Graine Occitanie.



Cette trajectoire se décline en trois étapes : sobriété, territoire à énergie positive, neutralité carbone. Dans une première étape, il s'agit d'engager une véritable démarche de sobriété dans tous les domaines en réinterrogeant et en changeant progressivement les pratiques et les modes de consommation. Dans une deuxième étape, il s'agit de réduire fortement les consommations d'énergie et d'accélérer la production d'énergies renouvelables pour devenir un territoire à énergie positive en 2046. Dans une troisième étape enfin, il s'agit de soutenir la séquestration de carbone, puis la compensation de carbone pour les émissions résiduelles de GES afin de tendre vers la neutralité carbone (SCoT Grand Douaisis, 2020b).

Pour atteindre ces objectifs, le syndicat mixte du Grand Douaisis s'est lancé dans la révision de son SCoT ainsi que dans l'élaboration d'un PCAET (encadré 4.2). Cette démarche vise à adosser une réflexion énergie-climat opérationnelle à la stratégie du SCoT.

#### Encadré 4.2. Élaboration concomitante d'un SCoT et d'un PCAET

Entamée en septembre 2016, la révision générale du SCoT a été rendue exécutoire en 2020. Les élus souhaitaient élaborer un projet de territoire commun, durable et cohérent renforcé par un deuxième document porteur, le Plan climat-air-énergie territorial (PCAET) adopté en 2020 sur la période 2020-2026. Conscients des liens entre aménagement et énergie, les élus ont ainsi donné un écho particulier aux enjeux énergétiques et climatiques du territoire.

Cette réalisation concomitante a permis une prise en compte transversale des questions énergétiques et climatiques dans le document de planification urbaine. La révision générale du SCoT et l'élaboration du PCAET se sont placées au service d'une ambition partagée et transversale : faire du « Douaisis un territoire d'excellence environnementale et énergétique » (SCoT Grand Douaisis, 2020a). L'ambition transversale est déclinée dans le projet d'aménagement et de développement durable (PADD) et dans le document d'orientation et d'objectifs (DOO) selon plusieurs thématiques : lutte contre l'étalement urbain, rénovation du parc bâti, articulation entre développement urbain et politiques de mobilité, préservation des espaces naturels et de la biodiversité dans une optique d'adaptation au changement climatique, intégration paysagère des énergies renouvelables, etc.

Aussi, sur le plan de la gouvernance, le portage du PCAET par le syndicat mixte chargé d'élaborer le SCoT confirme cette volonté de mise en cohérence des politiques publiques territoriales et du mariage entre développement territorial et enjeux énergie-climat. Ceci est l'aboutissement d'une démarche initiée près de dix ans plus tôt par un premier plan climat territorial volontaire du syndicat mixte (en 2009). Le territoire du Grand Douaisis est ainsi le premier territoire à avoir adossé une démarche énergie-climat à un SCoT (SCoT Grand Douaisis, 2020b). Depuis la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), il est en effet possible de transférer la compétence d'élaboration du PCAET au syndicat mixte de SCoT. Désormais, il est aussi possible de s'engager vers un SCoT valant PCAET, depuis l'ordonnance de modernisation des SCoT du 17 juin 2020 pour mieux intégrer les enjeux environnementaux.

Les sujets énergie-climat et sobriété sont au cœur des démarches du PCAET et du SCoT du Grand Douaisis.

L'élaboration du PCAET s'est appuyée sur une étude de planification relative aux ENR et de récupération ainsi que sur la démarche négaWatt (triptyque sobriété, efficacité, renouvelables) (Ademe Hauts-de-France, 2018). Aussi, un partenariat de recherche-action entre le syndicat mixte et l'association Virage Énergie, spécialisée dans la prospective énergétique et sociétale, a permis de définir et de renforcer la dimension sobriété au sein du PCAET (Ademe, 2020). La sobriété comporte ainsi six facettes : énergétique, matérielle, structurelle, d'usage, organisationnelle et collaborative. Une définition qui va donc au-delà de la problématique énergétique et implique des transformations structurelles et sociétales dans les domaines de l'alimentation, des mobilités, de la consommation d'espace, etc. Cette démarche a débouché sur la création d'une feuille de route « sobriété » autour de ces six dimensions, et a été coconstruite de manière ludique et pédagogique avec les acteurs du terrain et les habitants pour permettre une meilleure appropriation (balades urbaines à vélo, jeu de carte pour construire une stratégie territoriale de sobriété, ateliers sur l'alimentation et la sobriété) (Ademe, 2020).

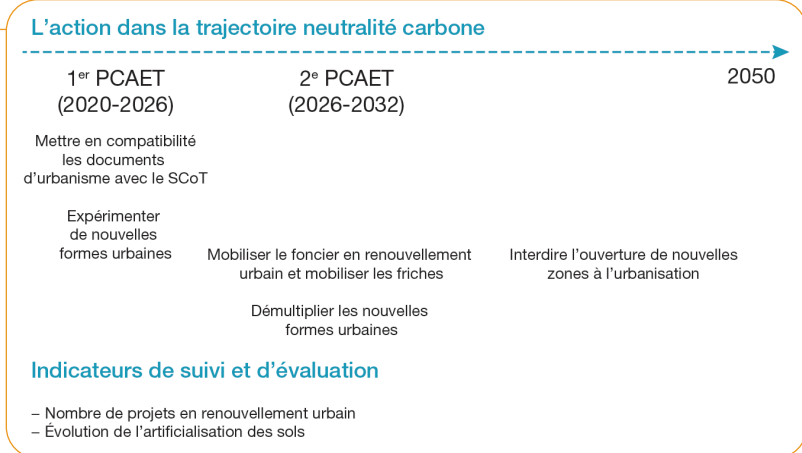
Le Grand Douaisis s'est engagé dans une trajectoire de neutralité et de sobriété, à court, moyen et long terme, en élaborant divers scénarios (SCoT Grand Douaisis, 2022c). Puis la stratégie prévoit une déclinaison en paliers successifs (2020-2026, 2026-2032, 2032-2038, 2038-2050) de cette trajectoire dans le PCAET. À chaque palier correspondent des priorités et des domaines dans lesquels les efforts vont principalement se concentrer. Pour le premier palier (horizon du 1<sup>er</sup> PCAET 2020-2026), la réduction globale visée est de – 51% des émissions de GES. Les domaines du transport et du résidentiel sont les principales cibles, avec des objectifs de réduction des émissions de GES respectivement à 48 % et 50 %. Cette stratégie prévoit également l'évaluation des impacts des mesures prévues par ce plan sur la réduction des GES et l'ajustement de la trajectoire et du programme d'action en fonction des premiers résultats. Le plan d'action du PCAET fait directement référence à l'inscription de chaque action dans la trajectoire de neutralité carbone en détaillant des sous-étapes à différents horizons temporels de la trajectoire (figure 4.1) et prévoit des indicateurs de suivi et d'évaluation. Au-delà de 2032, il devient compliqué de prévoir et de décrire les leviers pertinents sans recul sur les réalisations des deux premiers paliers.

Le programme d'actions du PCAET (2020-2026) est articulé autour de cinq axes :

- consommer et produire l'énergie de façon responsable ;
- aménager le territoire et développer les mobilités décarbonées ;
- accompagner la transition vers une agriculture et une alimentation locale et durable ;
- accompagner l'économie territoriale vers l'exemplarité, l'économie de ressources et de déchets ;
- et adapter, séquestrer et compenser (SCoT Grand Douaisis, 2020d).

Par exemple, concernant les actions relatives à l'énergie, il s'agit notamment d'agir en matière de sobriété énergétique (usages réels des bâtiments, régulation du chauffage,

**Figure 4.1. Fiche-action « Limiter la consommation foncière »**  
(source : SCoT Grand Douaisis, 2020).



de l'éclairage, de l'électricité spécifique, de l'eau, etc.), en matière d'efficacité énergétique (rénovations) et en matière de développement des énergies renouvelables et de récupération. Une action concerne en outre la généralisation du service Énergie collective sur la maîtrise de la demande en énergie. Ce service mis en place par le Grand Douaisis permet de mutualiser une ingénierie territoriale compétente pour accompagner les communes dans la réalisation de leurs projets de rénovations performantes, de constructions exemplaires et d'installations d'énergies renouvelables.

Enfin, l'une des principales thématiques d'aménagement sur lesquelles le SCoT peut agir, et se liant directement aux enjeux énergie-climat et de sobriété, est celle de la consommation d'espaces et des modèles d'urbanisme. Les modèles urbains étalés et la segmentation en un zonage fonctionnel entraînent une plus grande dépendance aux énergies fossiles, dans un contexte où le déploiement des transports en commun est difficile en dehors d'un milieu urbain. Avant le « zéro artificialisation nette », le SCoT du Grand Douaisis a instauré un compte foncier afin de maîtriser la consommation foncière. Ainsi, pour répondre aux objectifs de développement résidentiel et économique du territoire, le DOO définit des enveloppes foncières pour chaque commune ou intercommunalité et un phasage de sa mobilisation (2020-2030, 2030-2040). Il s'agit de respecter l'objectif fixé par le PADD de réduire de moitié le rythme d'artificialisation. L'objectif du présent SCoT est donc de plafonner l'artificialisation à 854,2 ha pour la période 2020-2040 (SCoT Grand Douaisis, 2019). Les surfaces en renouvellement urbain sont estimées à un tiers des surfaces à artificialiser. Au niveau du PCAET, la fiche action relative à la sobriété foncière inscrit cette mesure dans la trajectoire de neutralité carbone par rapport aux différents paliers.

La concomitance temporelle de l'élaboration du SCoT, initié en 2016, et du PCAET, officiellement lancé début 2018, et qui y est adossé, marque la synergie des démarches pour une transition écologique cohérente et efficace. Démarche convergente du fait d'une instance clé dans cette mise en œuvre qu'est le syndicat mixte du SCoT, à une échelle territoriale pertinente, suffisamment large mais locale.

Le SCoT du Grand Douaisis apparaît ici comme précurseur de ce que prévoit l'ordonnance du 17 juin 2020, prise en application de l'article 46 de la loi ELAN, qui vise à moderniser les SCoT notamment pour faciliter le portage par les SCoT des enjeux de la transition énergétique et climatique. Il s'agit d'offrir la possibilité de faire un SCoT valant PCAET pour mieux intégrer la stratégie air-énergie-climat au sein de la stratégie territoriale du SCoT, en cohérence avec le pilier obligatoire sur les transitions du SCoT modernisé. Le Plan d'action du PCAET devient, dans ce cas, une partie du plan d'action de mise en œuvre de la stratégie territoriale du SCoT. De nombreux territoires de SCoT qui ont désormais engagé des révisions ont fait le choix de faire des SCoT valant PCAET.

### **I Un PLUi quatre en un : Brest Métropole**

Brest Métropole, ville la plus peuplée de la Finistère en Bretagne, est constituée de huit communes. Avec ses 211 000 habitants et ses 218 km<sup>2</sup>, elle est une métropole de taille modeste avec une densité plutôt élevée (967 hab/km<sup>2</sup>).

Le PLUi de Brest Métropole a été approuvé le 20 janvier 2014 et s'apprête à être révisé. La métropole s'est engagée dans une démarche singulière dans le cadre de l'élaboration de son PLUi intitulé « PLU facteur 4 », car il tient lieu de plan de déplacement urbain (PDU) et de PLH, mis en cohérence avec le plan climat. Il fait donc la synthèse de plusieurs démarches de planification, tout en intégrant l'objectif de diviser par quatre les émissions de GES à l'horizon 2050 par rapport au niveau de 1990 (Brest Métropole, 2023).

D'après le projet de recherche « Articulation des stratégies climat-énergie et planification spatiale : quels leviers d'amélioration », réalisé entre 2015 et 2019, l'effectivité de l'imbrication climat-énergie-aménagement et la qualité des démarches intégrées ainsi que l'articulation de diverses politiques publiques reposent fortement sur les structurations institutionnelles<sup>7</sup>, le soutien politique et les ressources humaines chargées de l'animation du document de planification (Richard *et al.*, 2019a). En l'espèce, cette volonté de mise en cohérence de différentes politiques à Brest Métropole a également été facilitée par l'organisation en interne de la collectivité et une méthode de travail transversale. La présence des compétences des services techniques au sein d'une même direction regroupant l'habitat, l'urbanisme, le développement économique et les mobilités a permis de rassembler et de mobiliser les compétences et de faciliter le déroulé du projet (FNAU, 2015). Ainsi, c'est la cohabitation au sein de cette

7. Organisation des services en charge de l'élaboration des documents, présence de services à vocation transversale, etc.

direction de services techniques et d'autres plus transversaux, comme la direction des dynamiques urbaines jouant un rôle d'ensemblier, qui a permis l'élaboration de ce PLU facteur 4 intégré. L'appui de l'agence d'urbanisme et de bureaux d'études pour assurer le rôle de facilitateur et d'animateur des enjeux énergie-climat du document a également été déterminant.

La valeur ajoutée d'un document intégrateur est reconnue par la collectivité, qui estime que la portée réglementaire et la mobilisation autour d'un PLU est bien supérieure à celle d'autres documents. En effet, le PLU est bien connu des acteurs locaux. Ainsi, l'intégration des ambitions climat dans le PLU permet de davantage garantir l'effectivité des mesures et renforce leur portée juridique (Richard *et al.*, 2019b), bien que la métropole insiste sur la nature « souple » de ce PLU<sup>i</sup> qui vise à permettre plutôt qu'à contraindre (Richard *et al.*, 2019b) en offrant un cadre favorable au changement.

Cette intégration des enjeux climat-énergie est infusée dans tous les champs de compétence du PLU (mobilité, habitat, urbanisme), et l'on retrouve des prescriptions liées aux économies d'énergie dans tous ces domaines. L'enjeu climatique est davantage considéré sur l'atténuation que sur l'adaptation – sujet moins mature dans la collectivité (Richard *et al.*, 2019b).

En effet, les enjeux de sobriété, d'efficacité et de développement des EnR se retrouvent dans le domaine de l'habitat et des mobilités, notamment au travers des OAP Habitat et Déplacement. Par exemple, l'OAP Habitat (Brest Métropole, 2022) vise à maintenir un niveau de production de logements élevé, à constituer une offre complète et attractive de logements neufs pour divers publics, à renouveler et à amplifier la stratégie d'intervention sur le parc existant, notamment la rénovation énergétique, et à conforter la gouvernance au service de la politique locale de l'habitat. Brest Métropole fait notamment le choix de renouveler et d'amplifier sa stratégie d'intervention sur le parc privé existant en partant du constat que celui-ci constitue l'essentiel de l'offre de logements<sup>8</sup> et représente l'un des principaux postes de consommation d'énergie primaire et d'émission de GES<sup>9</sup>. D'après le PCAET, l'atteinte des objectifs de réduction par quatre des émissions de GES à l'horizon 2050 rend nécessaire la réhabilitation thermique d'environ 2 200 logements par an dans l'agglomération. Brest Métropole va ainsi prioriser et programmer la rénovation du parc immobilier collectif et renforcer l'ingénierie d'accompagnement des copropriétés. Cette approche fait écho aux orientations du PCET, qui met l'accent sur les formes urbaines permettant de limiter l'étalement urbain et sur la rénovation énergétique. Par ailleurs, les OAP permettent aussi d'agir sur les règles et l'efficacité énergétique concernant les nouvelles constructions en favorisant une architecture bioclimatique et certains matériaux, ainsi qu'un certain nombre de préconisations (orientation au sud, ombrière, etc.).

8. L'offre nouvelle ne représente que 1,5 % de l'ensemble des résidences principales du territoire.

9. Majoritairement construit entre 1945 et 1975, le parc privé de l'agglomération brestoise nécessite d'importants travaux de rénovation énergétique.

## Conclusion

À travers la diversité des approches des territoires précurseurs en matière de planification, on ne peut que constater la pluralité de l'intégration des enjeux de la transition écologique dans les documents de planification, véritables leviers pour inscrire nos territoires sur des trajectoires de lutte contre le changement climatique cohérentes avec les objectifs de la France. En effet, une pluralité de trajectoires, mobilisant des ressources politico-institutionnelles, cognitives, techniques, réglementaires, temporelles, économiques variées et propres à chaque territoire, peut permettre de tracer son chemin vers la neutralité carbone (Richard *et al.*, 2019a). Une approche systémique et transversale est primordiale afin de sortir des logiques en « silo » traditionnelles. Toutefois, si la planification est essentielle pour infuser une culture partagée des enjeux énergie-climat dans l'aménagement, et pour mener la transition en raison des retombées spatiales concrètes liées à l'urbanisme, elle ne suffit pas à elle seule à concrétiser la transition écologique dans les territoires. Aussi abouti, intégré et complet que puisse être un document de planification, son effectivité repose avant tout sur son appropriation par les parties prenantes du territoire et sur sa capacité à mobiliser de nombreux relais pour concrétiser les transitions. Les manières d'élaborer le document se révèlent toutes aussi cruciales dans certains cas que le livrable final. Ainsi, l'expérimentation Ademe contribue à favoriser l'acceptabilité des transformations en avançant progressivement, de manière coconstruite, vers des trajectoires bas-carbone partagées. La planification bas-carbone permet de formuler un projet de territoire durable visant à convaincre et à accompagner les nécessaires transitions.

## Bibliographie

- Ademe Hauts-de-France, 2018. Quelle place pour la sobriété dans l'élaboration des plans climat ? Fiche technique, Douai, 1 p.
- Ademe. Expérimentations urbaines, Planification bas-carbone. <https://experimentationsurbaines.ademe.fr/bas-carbone/projets/>
- Ademe, 2020. « Il ne faut pas confondre sobriété et austérité », 52 histoires pour s'inspirer. <https://52histoires2020.ademe.fr/histoire/andnbsp-il-ne-faut-pas-confondre-sobriete-et-austeriteandnbsp-capucine-leclercq-responsable-du-pole-energie-climat-du-grand-douaisis>
- Ademe-Cerema, 2022a. En chemin vers la planification bas-carbone. Recommandations et ressources pour agir *via* les SCoT et les PLUi, guide, Angers, 48 p.
- Ademe-Cerema, 2022b. Fiches de retour d'expérience des 12 territoires, fiches, Angers, 47 p.
- Ademe-GRDF, 2020. Schéma directeur des énergies. Conjuguer mix énergétique, planification territoriale et urbanisme, Angers, 64 p.
- Ambrosino C., 2023. Expérimenter le Grenoble d'après : trajectoires et lignées d'aménagement d'une cité écologique. In Briche E. (éd), *Trajectoires de transition écologique : vers une planification dynamique*, Versailles, Éditions Quæ, 178-195 (coll. Matière à débattre et décider).

- Brest Métropole, 2022. Orientations d'aménagement et de programmation, Plan local d'urbanisme intercommunal, Brest, 234 p.
- Brest Métropole, 2023. PLU, le Plan local d'urbanisme métropolitain. <https://brest.fr/plu>
- Cerema, 2020. Favoriser les carburants alternatifs sur le territoire SCOT de la GREG, note, 29 p. <https://experimentationsurbaines.ademe.fr/blog/ressource/favoriser-les-carburants-alternatifs-sur-le-territoire/>
- Desjardins X., 2020. *Planification urbaine. La ville en devenir*, Paris, Armand Colin, 240 p. (coll. Le siècle urbain).
- Desjardins X., Estèbe P., 2021. Les trois âges de la planification territoriale. *L'Économie politique*, 89, 36-48. <https://www.cairn.info/revue-l-economie-politique-2021-1-page-36.htm>
- Est Ensemble, 2019. Le projet de PLUi a été arrêté. <https://www.est-ensemble.fr/le-projet-de-plan-local-durbanisme-intercommunal-ete-arrete>
- Est Ensemble, 2020. PLUi actuellement en vigueur. <https://www.est-ensemble.fr/plui-approuve>
- Est Ensemble, 2021a. Guide énergie-climat, contenu du PLUi. Guide technique, Romainville, 40 p. <https://experimentationsurbaines.ademe.fr/blog/ressource/guide-energie-climat-du-plui-dest-ensemble/>
- Est Ensemble, 2021b. Éléments d'appréhension des enjeux de santé et résilience dans le PLUi. Note, Romainville, 27 p.
- FNAU, 2015. Planification et facteur 4. *Les dossiers FNAU*, Paris, 13 p.
- SCoT Grand Douaisis, 2019. Révision du SCoT Grand Douaisis. Document d'orientation et d'objectifs (DOO) et document d'aménagement artisanal et commercial. <https://grand-douaisis.com/wp-content/uploads/2019/12/05-doo-daac-scot.pdf>
- SCoT Grand Douaisis, 2020a. Le syndicat mixte. <https://grand-douaisis.com/syndicat-mixte-territoire/>
- SCoT Grand Douaisis, 2020b. Plan Climat. <https://grand-douaisis.com/plan-climat-presentation/>
- SCoT Grand Douaisis, 2020c. Stratégie, PCAET, Douai, 84 p.
- SCoT Grand Douaisis, 2020d. Programme d'actions, PCAET, Douai, 174 p.
- Richard E., Bertrand F., Colombert M., 2019a. Articulation des stratégies climat-énergie et planification spatiale : quels leviers d'amélioration ? Des constats aux enseignements pour l'action. Synthèse du projet Ascens, Ademe, Angers, 9 p.
- Richard E., Bertrand F., Colombert M., Lefrance, Bosboeuf P., 2019b. L'articulation des stratégies climat-énergie et de la planification spatiale. Rapport de recherche Ademe, Angers, 177 p.
- SNBC, 2022. Stratégie nationale bas-carbone. <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>
- Ville d'Avignon, 2016. Pour une ville plus apaisée, plus humaine et attractive : plan pour le développement des modes de déplacement doux/actifs, Avignon, 71 p.





## **PARTIE 2**

# **Quelles approches méthodologiques ? Applications sur les territoires français**

S'il existe une pluralité de trajectoires de transition écologique, la capacité à appréhender de manière systémique les enjeux écologiques est cruciale. Ne pas segmenter l'atténuation de l'adaptation, mais plutôt intégrer de manière systémique les enjeux liés à la biodiversité, à la protection des ressources dans la planification territoriale est un prérequis nécessaire. Cette partie a pour objectif de montrer des méthodologies et des expérimentations déjà réalisées dans les territoires sur les trajectoires de transition, en matière d'adaptation mais aussi d'atténuation au changement climatique, au travers d'approches systémiques et sectorielles.



# 5. Les *adaptation pathways* et leur déclinaison française pour les territoires : la démarche Tacct

Aude Bodiguel

Les événements exceptionnels d'origine climatique qui se multiplient en France et dans le monde renforcent les appels sur l'urgence, pour les territoires, d'agir et de s'adapter. Or se sentir obligé de réagir le plus rapidement possible à un événement permet rarement de concevoir l'avenir avec le recul nécessaire à une réflexion stratégique. Le caractère non discutable de l'injonction à agir affecte la compréhension que le sujet doit au contraire être discuté collectivement; l'urgence dont elle se pare est inconciliable avec le temps à déployer pour l'émergence d'une vision commune des changements structurels à engager; la menace de l'événement prochain obère la capacité à anticiper et la prise de hauteur de vue.

À côté de cela, trois décennies de recherche sur le changement climatique n'ont pas permis de répondre simplement à cette question : s'adapter « à quoi ? », ni « comment procéder ? ». L'incertitude liée à la prise de décision en matière d'adaptation reste grande. Comme l'écrivent Schneider et Lane (2006), « cela ne doit pas être interprété comme un signe que les scientifiques ne peuvent accorder un degré élevé de confiance à aucun des impacts du changement climatique projetés, mais plutôt que la portée des conséquences possibles est assez large ». Car les incertitudes dont nous parlons sont certes liées au rythme, à l'ampleur et à la non-linéarité des changements climatiques, mais aussi à des événements fortuits pouvant changer les valeurs et les attentes sociétales et déclencher des réponses politiques imprévues.

Par conséquent, les stratégies d'adaptation recherchant une voie optimale, basée sur le scénario « le plus probable » (souvent basé sur l'extrapolation de tendances), sont vouées à l'échec, car l'avenir sera toujours inévitablement différent de celui envisagé (Walker *et al.*, 2003; Haasnoot *et al.*, 2013). De même, les stratégies robustes, c'est-à-dire produisant des résultats acceptables dans un grand nombre de futurs plausibles, si elles restent statiques, sont susceptibles d'échouer si l'avenir s'avère significativement différent des futurs envisagés (Hallegate *et al.*, 2012).

Un nouveau paradigme a émergé pour répondre à ces profondes incertitudes : la planification adaptative. Haasnoot *et al.* (2013) fournissent un bref historique de ce nouveau concept, dont les graines ont été semées il y a près d'un siècle et dont les premières applications, sous forme de plans adaptatifs, peuvent être trouvées dans le

domaine de la gestion environnementale dès la fin des années 1970. Toutes promeuvent l'apprentissage continu et la capacité de modifier les plans en fonction de l'acquisition de connaissances nouvelles. Dans le domaine de l'adaptation au changement climatique, les premiers exemples concernent le projet Thames Estuary 2100 pour préparer l'estuaire de la Tamise à l'élévation du niveau de la mer jusqu'à la fin du siècle au moins<sup>1</sup>, ou encore le programme Delta néerlandais de 2011 visant des « Pays-Bas sûrs et attractifs, aujourd'hui et demain »<sup>2</sup>. Il ne s'agit plus de chercher à identifier le futur le plus probable, mais à concevoir un plan d'action qui reste performant, quelles que soient les évolutions du contexte. De manière pratique, cette planification dynamique implique de travailler sur des objectifs à long terme, de s'engager dans des actions à court terme tout en maintenant des options ouvertes, et de surveiller en permanence les évolutions du contexte afin de prendre des mesures d'ajustement ou de changer de trajectoire si nécessaire (Walker *et al.*, 2003).

Ainsi s'est conceptualisée la notion de trajectoires d'adaptation au changement climatique, comme un séquençage d'actions dans le temps à mettre en œuvre progressivement, en fonction de l'évolution du climat ou des conditions socio-économiques. L'Ademe décline dans le contexte français les trajectoires d'adaptation au travers de sa démarche Tacct (Trajectoires d'adaptation au changement climatique des territoires)<sup>3</sup> afin d'accompagner, par étapes, les territoires à faire face au changement climatique.

## Le contexte en France

### I Une difficile interprétation du concept d'adaptation

En dépit d'un contexte réglementaire plutôt favorable (tableau 5.1) où les plans climat-énergie territoriaux (PCET) vont se doter d'un volet spécifique « adaptation au changement climatique », cette notion même est diversement interprétée.

**Tableau 5.1. Avancées réglementaires et planification.**

Loi Grenelle II	2010
Plan national d'adaptation au changement climatique	2011-2015
Schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE)	2010
PCET devenant PCAET	2015

1. Sont concernés 1,42 million de personnes et 321 milliards de livres sterling de biens à protéger contre le risque de submersion marine.

2. Les zones inondables concernent 60% du territoire des Pays-Bas.

3. Trois guides méthodologiques : *Diagnostiquer les impacts, Construire des stratégies, Évaluer les actions* (<https://bibliothèque.ademe.fr/>).

Au sein d'un état de l'art déjà consistant sur l'origine des freins et des leviers à la mise en action, Simonet et Leseur (2015) ont distingué trois catégories d'interprétation de l'adaptation au changement climatique :

- la perspective « résiliente » : dans l'optique de se protéger d'aléas climatiques déjà constatés et s'aggravant, l'adaptation se distingue peu de la gestion des risques (dans les domaines de l'aménagement du territoire et du bâti notamment) ;
- la perspective « naturaliste » : l'adaptation nécessite de sensibiliser le territoire (gestionnaires, techniciens, élus, mais aussi populations) aux enjeux climatiques afin de modifier les comportements et les pratiques pour des modes de vie plus en adéquation avec les dynamiques naturelles et une gestion des ressources plus pérenne ;
- la vision « prospective » (un peu moins courante) : il faut anticiper les changements climatiques en mobilisant les expertises et les outils prospectifs afin d'essayer de prévoir leurs impacts et de réduire l'incertitude.

La première perspective conduit parfois les collectivités à requalifier des actions préexistantes de gestion des risques (mesures contre les inondations par exemple), plutôt que de chercher à bâtir une véritable stratégie d'adaptation.

La seconde remet avec bon sens l'humain, plutôt que la technologie, au centre de la réflexion, mais « attendre que l'information et l'éveil des consciences changent les attitudes et que de nouveaux comportements durables se mettent en place est trop incertain et prend trop de temps », comme l'écrivent Girandola *et al.* (2010) à propos du développement durable.

Enfin, la dernière retient la nécessité d'anticiper pour ne pas subir, mais reste sur l'idée que l'incertitude est un problème à résoudre : en faire un préalable à l'action cautionne l'idée que ne pas savoir avec exactitude ce qui va advenir empêche d'agir dès aujourd'hui.

Ces difficultés cognitives à appréhender ce qu'est l'adaptation ne sont que le reflet d'une pléthore de définitions existantes, dont les publications du GIEC ont contribué à rythmer l'apparition et dont Simonet (2015) se fait l'écho. La place accordée à l'adaptation au changement climatique n'a cessé de croître à chaque nouveau rapport. Dans le 5<sup>e</sup> (2014), les experts du GIEC précisent qu'une définition de l'adaptation permet avant tout de fixer un cadre de travail pour discuter des manières d'aborder les défis climatiques<sup>4</sup>. Plus encore, devant la difficulté d'établir des réponses précises, l'adaptation constitue une négociation : « Plus nous sommes d'accord sur ce que constitue l'adaptation, et plus il sera facile de parvenir à des accords réalisables »<sup>5</sup> (Simonet, 2015). Le terme « réalisables » reflète probablement le constat que, jusqu'alors, la mise en pratique de l'adaptation restait difficile.

4. Plusieurs chapitres du 5<sup>e</sup> rapport traitent des relations de l'adaptation avec l'atténuation (la réduction des GES) et le développement durable, avec l'apparition d'un nouveau terme : *climate-resilient pathways*.

5. « A precise answer may never be possible but the closer we agree as to what constitutes adaptation, the easier it will be to come to workable agreements » (Noble *et al.*, 2014), in Simonet (2015).

## I Des mises en œuvre hétérogènes...

En 2017, des entretiens détaillés<sup>6</sup> réalisés auprès de six collectivités<sup>7</sup> illustrent des différences manifestes de niveaux de maturité et d'approches dans la mise en œuvre de l'adaptation au changement climatique. En voici quelques éléments.

Trois collectivités ont adopté une approche relativement « classique » en matière de planification de l'adaptation :

- une étude de vulnérabilité, réalisée en externe, permettant d'identifier les grands enjeux de vulnérabilité et servant de base à des actions de sensibilisation, notamment des élus ;
- de grandes orientations assez génériques et peu nombreuses (telles que « préserver les ressources », « protéger les populations », « prévenir les risques sanitaires ») élaborées en fonction des risques et des vulnérabilités identifiés ;
- une déclinaison en actions dites « opérationnelles », sur lesquelles la collectivité s'engage sur la durée de son plan climat (telles qu'« intégrer les enjeux de chaleur urbaine dans le bâti », « sensibiliser les acteurs »), l'identification ou la sélection des actions ayant pu se faire en mode participatif (atelier) ou les recommandations d'un bureau d'études.

Deux autres collectivités ont pour point commun d'être face à des impacts du changement climatique remettant significativement en cause leurs modèles de développement économique : réduction de l'enneigement et dégradation des forêts pour l'une et élévation du niveau de la mer pour l'autre. Toutes deux se sont engagées, sans les nommer ainsi, dans des démarches proches des « trajectoires d'adaptation » telles qu'identifiées dans la littérature, avec pour points communs :

- l'élaboration dans un temps long (plusieurs années), avec une mobilisation des acteurs dans la durée (donc un travail conséquent d'animation) ;
- la part faite à la vision à long terme du territoire et à la définition d'objectifs opérationnels d'adaptation assez précis ;
- l'intégration d'une réflexion sur la temporalité des actions, avec une notion de progressivité et la définition implicite de seuils au-delà desquels la nécessaire « transformation » a été pensée et devra se faire.

Enfin, la dernière collectivité n'étant pas, à l'époque, dans une situation d'urgence climatique, mais consciente que le changement climatique impose, à long terme, des transformations, a décidé de prendre le temps de la réflexion en se constituant des ressources : connaissances, acteurs, réseaux. Elle partage, avec les deux collectivités précédentes, la particularité de s'inscrire sur le temps long (avec un enjeu important d'animation) et d'intégrer la notion de progressivité, même si elle s'éloigne un peu de l'enjeu adaptation *stricto sensu*.

6. Cette partie est tirée des rapports d'étude qui ont été réalisés en amont de la rédaction du guide Objectif Climat Trajectoire, désormais Tacct – Construire des stratégies (Acterra-TEC-CAC, 2017).

7. SCot, communautés d'agglomération, parc naturel régional, conseil départemental.

## I ... Pour des résultats disparates

Pour beaucoup d'établissements publics de coopération intercommunale à fiscalité propre (EPCI), notamment obligés<sup>8</sup>, le diagnostic du PCAET doit impérativement comporter une « analyse de la vulnérabilité du territoire aux effets du changement climatique ». Cette première représentation locale de la problématique climatique sur le territoire pourrait être l'occasion d'une véritable prise de conscience des enjeux par la collectivité et porter les germes de visions alternatives du territoire. Pourtant, la mise en conformité avec la réglementation prend parfois le pas sur l'élaboration de stratégies concertées de transition. Dans la fabrique du PCAET, même pour les EPCI sensibles à l'implication des parties prenantes dans le processus, le volet « adaptation » est, encore aujourd'hui, considéré comme un exercice « en plus » pour lequel il reste peu de moyens, de budget et d'énergie au chargé de mission pour le mener à bien. La construction du diagnostic de vulnérabilité est alors conçue comme une opération technique, mobilisant savoirs d'experts et données chiffrées, confiée à un bureau d'études pour gagner du temps. Pourtant, s'interroger sur l'adaptation de son territoire aux impacts du changement climatique va au-delà de la simple mise en œuvre d'une batterie de mesures pour en contrer les effets ; c'est l'occasion d'exprimer collectivement ce à quoi l'on tient et dont on veut assurer la préservation et la continuité. Toutefois, les collectivités se saisissent peu de cette opportunité de s'engager dans les médiations durables avec les acteurs de leur territoire. Même en interne, cette opportunité de travailler en transversalité n'est pas toujours saisie ni comprise.

L'idée que la territorialisation, « définie ici comme l'appropriation et la coconstruction à l'échelle d'un territoire donné » (Rocle, 2015), de l'adaptation va de soi, du fait que les effets du changement climatique sont ressentis au niveau local, reste tenace. Ce n'est pourtant pas la réalité aujourd'hui.

Ainsi, l'exemple de nos trois collectivités ayant suivi une approche « classique » est révélateur. Sans remettre en cause la pertinence des méthodes utilisées ou la qualité des démarches mises en œuvre, efficaces au dire des interlocuteurs pour sensibiliser et se lancer sur le sujet, leur auto-analyse des résultats obtenus évoque cependant :

- des actions trop généralistes, finalement assez peu opérationnelles ;
- des actions « clairement » pas à la hauteur des enjeux, qui « ne suffiront pas » ;
- des blocages dans la mise en œuvre des actions préconisées (difficulté à convaincre de la nécessité d'agir).

Les résultats ont été assez différents pour les deux collectivités dont les démarches étaient proches de celle des trajectoires :

- des actions de court terme pour préserver le système actuel le temps d'initier des transformations. Par exemple, à court terme, le cordon dunaire est renforcé pour lutter contre le recul du trait de côte, et les options de réaménagement pour le moyen-long terme sont étudiées (pilotis, habitat flottant et plans d'évacuation en cas de risque de

---

8. Décret n° 2016-849 du 28 juin 2016 relatif au Plan climat-air-énergie territorial s'imposant aux EPCI de plus de 20 000 habitants notamment.

submersion ponctuel, etc.). En forêt, des actions sont mises en œuvre pour préserver les capacités actuelles de résilience du milieu forestier, et pour sensibiliser et engager les acteurs de la filière ;

- une vision de long terme consensuelle définie de manière partagée, avec un objectif de type économique/opérationnel. Par exemple, pour la forêt, valoriser à long terme des bois d'espèces différentes à long terme lorsque les essences actuelles ne seront plus majoritaires (à comparer avec une orientation générique de type « préserver les ressources forestières »). Pour l'économie touristique, l'objectif est de sortir du « tout neige » à horizon dix-quinze ans. En découlent des actions au long cours pour accompagner les transitions : étudier les scénarios de relocalisation en montagne, par exemple, pour la collectivité littorale, travailler dans différents types de territoires à la valorisation de nouvelles essences pour la collectivité forestière ;
- des « moments » où le plan doit bifurquer. La collectivité littorale a parfaitement identifié la nécessité de travailler sur des seuils : il est prévu de suivre des indicateurs pour savoir quand activer le plan long terme de relocalisation. La notion de seuil n'est pas évoquée en tant que telle pour la collectivité à l'économie touristique « tout neige », mais elle pointe néanmoins la difficulté à faire les arbitrages entre ce qui doit être injecté dans la pérennisation d'un modèle condamné – et jusqu'à quand (exemple : financements axés vers le tourisme neige) – et ce qui doit être investi dans l'innovation ou la transition.

## Les principes clés retenus dans Tacct

### I Quelle adaptation vise-t-on ?

Le constat des actions « qui ne suffiront pas » met en lumière la difficulté à définir au préalable l'adaptation que l'on souhaite, et donc à fixer le cadre de travail et de négociation entre parties prenantes (pour reprendre la conception des experts du GIEC). Cet exercice ne relève pas du simple plaisir intellectuel de catégoriser la nature de notre réponse aux risques liés au changement climatique. L'enjeu est de passer d'une gestion réactive de ces risques à une posture d'anticipation et d'action avec deux concepts :

- l'adaptation incrémentale<sup>9</sup>, qui cherche à fonctionner dans la *statu quo* pour maintenir ou accroître l'efficacité de l'existant, avec une gestion plutôt réactive au changement climatique et en se concentrant sur les conditions actuelles ;
- l'adaptation transformationnelle<sup>10</sup>, où l'accent est mis sur l'avenir : les changements de long terme et l'incertitude sont reconnus et intégrés à la prise de décision.

9. Adaptation incrémentale : « ayant pour objectif principal le maintien de la nature et de l'intégrité d'un système ou d'un processus à une échelle donnée ». <https://www.ecologie.gouv.fr/adaptation-france-au-changement-climatique>

10. Adaptation transformationnelle : « qui change les éléments fondamentaux d'un système en réponse au climat et à ses effets ». <https://www.ecologie.gouv.fr/adaptation-france-au-changement-climatique>



### Encadré 5.1. La démarche Tacct

La démarche Tacct développée par l'Ademe accompagne les territoires dans leur stratégie d'adaptation au changement climatique. Elle propose un cheminement méthodologique pour chaque étape, depuis le diagnostic des effets du changement climatique sur le territoire jusqu'au suivi des mesures, en passant par l'élaboration des trajectoires d'adaptation. Elle permet d'animer les territoires pour des diagnostics partagés et des solutions adaptées à chaque territoire et séquencées dans le temps afin d'anticiper les évolutions climatiques futures.

Cette typologie reflète le sentiment que le *statu quo* ne garantit pas un avenir durable au regard des changements climatiques attendus, et qu'il faut abandonner la perception selon laquelle une adaptation progressive suffit. Son intérêt est de distinguer les actions d'ajustement de court terme d'actions plus structurantes qui permettront réellement de mettre en œuvre la transformation vers une résilience territoriale de long terme. La question pour l'Ademe s'est donc posée en ces termes : quel est le cadre de travail susceptible de faire (enfin et rapidement) émerger les mesures transformationnelles attendues dans les territoires, en anticipation des impacts du changement climatique, et non en réaction à ceux-ci ? Quelle combinaison des trois positionnements précités doit-on viser pour proposer, dans la stratégie d'adaptation, une large panoplie d'orientations à la fois politiques, techniques, institutionnelles, sociales et comportementales ?

### ■ Un diagnostic partagé, fondation de la trajectoire

L'obligation d'effectuer un diagnostic de vulnérabilité n'est assortie, dans le décret de 2016, ni de cadrage ni de prescriptions méthodologiques sur la manière de le réaliser. Aussi l'option technique évoquée plus haut est-elle majoritaire. Mazeaud *et al.* (2022) parlent à cet égard d'un processus de « privatisation » de l'ingénierie climatique par les bureaux d'études. Il en ressort des diagnostics fortement standardisés, comportant une liste de conséquences locales du changement climatique, mais une représentation peu territorialisée du problème climatique. Dans sa comparaison des littoraux aquitains et martiniquais, Rocle (2015) relève un diagnostic et des enjeux d'adaptation « relativement désincarnés en dépit des échanges et des travaux alors existants » et la « généricité du volet adaptation » d'un document de planification.

Cet effet de standardisation se prolonge dans la formulation des stratégies et des plans d'action, où elle rencontre le souhait des élus de ne s'engager que sur du facilement réalisable. Paradoxalement, certains bureaux d'études, pourtant prestataires dans ces exercices, sont parfois critiques sur le manque d'ambition des documents auxquels ils ont contribué.

Ces plans d'action ne recevront, par ailleurs, le soutien des acteurs de terrain que s'ils sont appropriés. En s'appuyant sur leurs constats, leurs observations et leurs réflexions, le diagnostic fournit, en amont, l'opportunité de les sensibiliser et de les impliquer.

Lorsque ce n'est pas le cas, les collectivités déplorent par la suite la difficulté à faire venir les parties prenantes autour de la table pour l'élaboration de leurs documents de planification stratégique.

## I Qu'est-ce qu'une trajectoire dans Tacct ?

Les premiers retours d'expérience présents dans la littérature étaient suffisamment intéressants pour non pas chercher à appliquer la méthode des trajectoires au cas des collectivités françaises, mais pour s'en inspirer. En effet, la logique et les principes généraux des trajectoires d'adaptation, ainsi que les grandes questions soulevées dans le cadre de la planification adaptative, semblent tout à fait pertinents pour une collectivité qui s'engage dans une démarche d'élaboration d'un plan d'adaptation.

1) Un enjeu : intégrer le long terme dans la planification de l'adaptation, prendre des décisions aujourd'hui valables pour plusieurs futurs possibles. Cette méthode de planification place le contexte en première ligne en posant la question des « conditions » (que faire si ?) et non l'horizon temporel, fourni par des « scénarios » (notamment climatiques). « Que faut-il faire lorsque le territoire atteint tel niveau d'impact (condition) ? », plutôt que « quand commence-t-on et par quoi ? ». Le point de départ de l'élaboration de la stratégie est donc une connaissance fine du territoire, de ses vulnérabilités, et la définition de différents objectifs d'adaptation conditionnés à différents niveaux d'impact.

2) Un moyen : la planification dynamique. Prévoir et anticiper les bifurcations potentiellement nécessaires introduisent la flexibilité au sein de la stratégie elle-même.

3) Une méthode de sélection des actions qui permet la planification de mesures ambitieuses quand nécessaire, même si leur mise en œuvre à court terme n'est pas souhaitable ou faisable immédiatement : favoriser l'articulation d'actions incrémentales de type sans regret<sup>11</sup>, sur lesquelles la collectivité peut s'engager à court terme, avec des actions de plus grande ampleur qui sont :

- soit déjà clairement nécessaires mais dont le déploiement nécessite du temps ou des étapes préalables ;
- soit à mettre en œuvre uniquement si la situation l'exige (si les mesures d'une moindre ampleur ne permettent pas d'éviter le franchissement d'un seuil critique).

4) Une gestion adaptative : sont placés au cœur du processus le suivi et l'évaluation en continu des mesures d'adaptation, à mesure que les connaissances se développent et que les conditions climatiques ou socio-économiques évoluent. La gestion adaptative permet de :

- corriger, ajuster le plan lorsque les conditions nécessaires à son succès ne sont plus réunies ;

---

11. Une action sans regret présente des bénéfices quelles que soient les évolutions climatiques : la réduction des consommations en eau, la préservation de la biodiversité, etc. Les mesures de renforcement du capital social sont également souvent considérées comme sans regret dans la mesure où elles améliorent les capacités d'adaptation des populations, les rendant moins vulnérables quel que soit le niveau effectif du changement climatique.

- bifurquer, c'est-à-dire passer d'une action d'adaptation à une autre lorsque l'action n'est plus suffisamment dimensionnée.

5) Une méthode centrée autour de quelques questions clés :

- quels sont nos objectifs d'adaptation face aux changements climatiques ? Autrement dit, quels sont les critères pour considérer que le territoire est « adapté » ? Cette question renvoie à la notion de « seuil critique » et soulève la question du risque acceptable ;
- jusqu'à quelle ampleur/quel degré de changements (climatiques), donc combien de temps nos systèmes actuels vont-ils pouvoir faire face ?
- de quelles options dispose-t-on aujourd'hui et quelles alternatives peut-on envisager pour atteindre les objectifs d'adaptation ? Travailler sur des trajectoires implique d'ouvrir le champ des possibles en matière d'intervention, d'aller au-delà des mesures de court terme, et de s'autoriser à mettre sur la table des actions que l'on n'envisagerait pas de mettre en œuvre immédiatement ;
- sous quelles conditions les différentes options envisagées sont-elles performantes ? Qu'est-ce qui ferait qu'elles échouent ? Cette question se rapporte à l'évaluation de chaque action et à la notion de « point limite ».

6) Une traduction visuelle des trajectoires.

Les trajectoires d'adaptation au changement climatique permettent une communication facilitée sur la façon dont les actions à prendre peuvent être ordonnées dans le temps, grâce à des diagrammes « carte de métro » qui représentent l'ensemble des options. La métaphore du plan de métro illustre différentes lignes, avec des embranchements et des changements, qui convergent vers la même arrivée. Cela permet davantage de flexibilité et de contourner des obstacles. Cette restitution graphique est applicable à presque n'importe quel contexte ou objectif d'adaptation. Ces représentations graphiques permettent de mettre en lumière des points limites (*tipping* ou *turning points*) au-delà desquels l'action d'adaptation n'est plus adéquate pour atteindre l'objectif. Il faut les anticiper pour basculer vers une autre action. Le *tipping point* renvoie généralement à des conditions biophysiques ou climatiques (par exemple, des centimètres d'élévation du niveau de la mer ou le nombre de jours où la température excède une certaine température). Le *turning point* renvoie plutôt à un seuil sociopolitique susceptible d'être dépassé. Par exemple, le rechargement en sable n'est plus acceptable politiquement et socialement, car son coût est croissant du fait d'une érosion côtière qui s'aggrave.

La méthode des trajectoires s'extrait du choix cornélien d'un scénario climatique spécifique plutôt qu'un autre. Les scénarios concourent à positionner l'exercice dans une temporalité proche ou lointaine, suivant le rythme du changement climatique qu'ils modélisent. Méthodologiquement parlant, il n'y a pas de restriction au nombre de scénarios qui peuvent être ainsi utilisés. Deux sont représentés dans Haasnoot *et al.* (2013) : « Foule » pour une augmentation de température modérée, « Chaud » pour une forte augmentation des températures. Dans le premier cas, la politique actuelle peut être maintenue presque jusqu'en 2050 ; dans le second, des actions complémentaires sont à envisager dès 2040 environ. L'action « Changement d'usage des terres » sera à

activer aux environs de 2080 pour le scénario modéré, mais vingt ans plus tôt pour le scénario chaud. En séquencant des actions par rapport à un niveau d'aggravation d'un impact qui sera réellement mesuré sur le territoire, la trajectoire reste ainsi pertinente, quel que soit le rythme du changement climatique.

## Les trajectoires : un outil de dialogue au service de la transition ?

### Les trajectoires « participatives » dans la littérature

Initialement, les trajectoires d'adaptation ont été utilisées dans des projets de grande envergure, associant des équipes de chercheurs et mobilisant d'importantes capacités de modélisation, dans le domaine des infrastructures et de l'ingénierie (adaptation de l'estuaire de la Tamise, du delta du Rhin ou des infrastructures vitales de la ville de New York) : les objectifs y sont parfaitement circonscrits, quantifiés, peu contestables et constants sur la durée de la planification (préserver la navigation sur une rivière, préserver la capacité d'opérer d'une infrastructure le plus longtemps possible, etc.) ; les différents types de seuils d'aggravation de l'impact sont quantifiés et documentés (par exemple, centimètres d'élévation du niveau marin). Le contexte est riche en données, généralement les performances du système y sont satisfaisantes et l'adaptation est motivée par une potentielle baisse des performances en dessous d'un niveau décisif, anticipée du fait du changement climatique (Werners *et al.*, 2021). Bosomworth et Gaillard (2019) recensent les temps d'échange de ces projets dans leur processus d'élaboration des trajectoires : 15 ateliers locaux, plusieurs réunions publiques et plus de 50 réunions avec des organisations clés rien que pour le projet anglais ! Mais le caractère incontestable de l'objectif questionne la place laissée à l'expression des parties prenantes. Nous sommes ici assez loin du contexte décisionnel de nos territoires. Cependant, la méthode des trajectoires d'adaptation est en elle-même suffisamment flexible pour être ajustée à des pratiques variées de planification. Aussi, d'autres cas pratiques d'utilisation ont été expérimentés.

Ceux qui nous intéressent particulièrement se fondent sur la reconnaissance que l'adaptation se déroule dans un cadre multipartite. Ces processus d'adaptation participatifs ne sont pas destinés à être un livre de recettes, mais des processus de codéveloppement capables de s'adapter à la complexité locale. Les trajectoires sont alors entendues comme une tentative de faire dialoguer des parties prenantes aux objectifs, aux intérêts et aux valeurs divergents. Werners *et al.* (2021) citent par exemple le cas du bassin de la rivière Cauvery, en Inde, présenté par Bhave *et al.* (2018), où chaque trajectoire représente les préférences d'un groupe d'influence en particulier.

De leur côté, Zandvoort *et al.* (2017) étudient la façon dont certains choix influencent d'autres. Par exemple, l'échelle géographique délimite les parties prenantes à impliquer et les secteurs à inclure, ce qui détermine *in fine* le périmètre et la production

de trajectoires. Pourtant, dans tous les cas, il semble bien que le cadrage collaboratif des objectifs avec les parties prenantes soit décisif pour accroître l'acceptation des trajectoires qui en résultent. Les auteurs relèvent ainsi un cas où, le diagnostic des impacts du changement climatique et les principaux objectifs d'adaptation ayant été établis de manière descendante, l'absence d'une perception partagée du problème a conduit les participants à s'y opposer. À l'inverse, dans un autre cas, le débat continu et prolongé a conduit à un recadrage régulier des objectifs et des seuils de certaines trajectoires, exercice qui aide à réfléchir aux conséquences de chaque choix et concourt à prévenir les blocages.

Ces approches participatives laissent un espace à la reconnaissance et à l'intégration de connaissances non scientifiques ; le processus permet un apprentissage collectif et le développement de capacités d'adaptation. L'interprétation consensuelle des risques et des façons d'anticiper les trajectoires est le gage d'un passage à l'action facilité.

### **I Les premiers retours d'expérience en France**

Le déploiement de la démarche Tacct est une opération de longue haleine face à des collectivités dont le territoire est couvert par un PCAET et dont le sentiment est qu'elles ont déjà réalisé ce qui était attendu : un diagnostic de vulnérabilité aux effets du changement climatique et une stratégie d'adaptation. La jeunesse de la démarche explique aussi que peu de collectivités ont eu l'opportunité de la déployer jusqu'à l'élaboration de trajectoires. Enfin, sa mise à disposition en accès libre ne permet pas de tracer les utilisateurs (collectivités ou bureaux d'études) sans retour spontané de leur part. Les premiers retours d'expérience disponibles actuellement sont donc issus :

- de l'accompagnement par l'Ademe de territoires dans l'élaboration de leur stratégie d'adaptation au changement climatique en Auvergne-Rhône-Alpes et en Occitanie ;
- d'entretiens ponctuels avec des bureaux d'études utilisant la démarche Tacct ;
- d'une investigation en cours sur la démarche Tacct<sup>12</sup>.

### **Des diagnostics peu appropriés : une réalité pesante**

Il importe d'entrer dans la problématique du changement climatique pour la cerner et l'apprivoiser, plutôt que de la considérer comme un contexte que l'on subit justifiant une impossibilité à agir. Plusieurs témoignages confirment la difficulté, pour les élus notamment, à s'approprier des diagnostics trop « cliniques » de leurs territoires. Souvent riches en données climatiques et en considérations convenues sur les impacts du changement climatique sur différents secteurs, ces diagnostics sont à bien des égards incomplets sur l'analyse des sensibilités réelles des territoires.

En d'autres termes, l'important n'est pas seulement d'évaluer l'élévation du niveau de la mer à la fin du siècle (vision du scientifique), mais aussi d'estimer, localement et en parallèle, la superficie de plages perdue localement et son impact sur le tourisme

12. Menée avec <https://beta.gouv.fr/>

balnéaire (vision de l'économiste), sur la protection des zones côtières basses<sup>13</sup> (vision de gestion des risques), sur l'augmentation du risque de salinisation des terres et des nappes phréatiques (vision environnementale) ou encore sur la transformation des paysages (vision relevant du sensible). Sur tous ces points, divergences et convergences de représentations et de perceptions des acteurs du territoire doivent pouvoir s'exprimer. Dans bien des cas d'ailleurs, le constat des impacts est plus consensuel que la direction, le niveau et la nature des efforts à faire pour s'adapter. Ce dialogue est pourtant la première pierre apportée à l'élaboration de la stratégie, en fournissant à la collectivité des indices sur les tensions qu'il s'agira de dénouer, sur les discours à porter ou encore sur les besoins de sensibilisation. Une certaine prise de conscience en ce sens apparaît parfois, lors par exemple du bilan à mi-parcours d'un PCAET, où des collectivités expriment le besoin de revenir compléter le travail initial afin d'améliorer leur stratégie.

### L'animation : une compétence à acquérir

Une démarche d'adaptation ne peut donc raisonnablement se faire uniquement en chambre, au sein de la collectivité. Elle nécessite la mise en place d'un processus participatif pour lequel la collectivité n'est pas toujours préparée. Divers écueils attendent ce travail d'animation du territoire : la réticence de certains élus, mais aussi le manque de ressources ou de compétences en interne. Les collectivités qui se sont dotées en propre de ressources en facilitation afin de travailler en intelligence collective sont très peu nombreuses. Les agents en collectivité constatent que cela n'était pas une compétence requise lors de leur prise de poste. Dans le meilleur des cas, ils bénéficient d'une formation sur les techniques d'animation participative (CLER, Format'EREE, 2017). Mais la principale ressource manquante reste le temps. Dans l'accompagnement en cours à la démarche Tacct, certains participants ont utilisé jusqu'à 60 jours pour tenter de réaliser un diagnostic partagé, soit 30 % d'un temps plein annuel. C'est beaucoup pour des agents qui déclarent assez unanimement ne pouvoir consacrer à la thématique de l'adaptation au changement climatique que moins de 20 % de leur temps<sup>14</sup>, en raison du portefeuille extrêmement large des plans climat. Très peu de collectivités investissent dans un poste principalement dédié à l'adaptation au changement climatique.

### Une articulation entre le diagnostic et la trajectoire à préciser

Une difficulté consiste à bien se représenter les changements de long terme. Si les effets actuels du changement climatique sont de mieux en mieux perçus, les effets à venir et surtout leurs conséquences concrètes, y compris à un niveau individuel, ne sont pas totalement intégrées : pratiques professionnelles et conditions de travail modifiées, activités remises en cause, disparition des paysages connus, etc.

13. Les plages de sable constituent le premier mécanisme de protection contre les tempêtes et les inondations par submersion.

14. Investigation en cours, sans but statistique.

La structuration d'une trajectoire de niveau d'impact d'intensité croissante s'avère tout à fait adaptée à la mise en place d'une réflexion visant à *ne pas atteindre* le dernier niveau, où les effets du changement climatique seront les plus critiques. Se représenter ces impacts disruptifs reste néanmoins un exercice conceptuel délicat. Un atelier d'élaboration de trajectoires, pourtant fictives, a permis de révéler la réelle difficulté des participants à se projeter dans un avenir aux conditions si radicalement différentes de ce qui existe aujourd'hui. Il s'agissait par exemple d'envisager la disparition de la forêt au profit d'un paysage de savane<sup>15</sup>. Les participants ont eu beaucoup de mal à imaginer être confrontés un jour à une telle situation, reportée plus ou moins consciemment à un futur plus lointain. Pourtant, des territoires sont déjà confrontés à la nécessité de transformations radicales, telles les stations de moyenne montagne, dont certaines ne pourront bientôt plus assurer la garantie neige et pour qui les quinze à vingt prochaines années seront une période cruciale de reconversion de leurs activités.

### Bureaux d'études : un changement de posture à accompagner

Afin d'éviter d'entraîner les territoires dans un diagnostic de vulnérabilité d'une longueur excessive, dans une stratégie hors-sol et dans un plan d'action « catalogue » sans lendemain, certains bureaux d'études sont prêts à effectuer une mue dans leur vision et leur mode d'opérer. Délaissant la réalisation d'études techniques poussées pour un accompagnement de type *coaching*, ils constituent un tandem avec le chargé de mission permettant une relation de proximité propice à construire la confiance de l'agent face à une méthodologie longue et parfois intimidante. Ils interviennent ponctuellement, lors d'étapes clés, pour aider les collectivités à faire, plutôt que de faire eux-mêmes. L'objectif est de faire monter les territoires en compétence pour qu'ils deviennent capables de réitérer en toute autonomie : répliquer la démarche sur de nouveaux enjeux, suivre, évaluer et réviser la stratégie, suivre les seuils qui imposent les changements de trajectoire.

Dans cet exercice, outre leurs propres retours d'expérience et leur expertise sur l'adaptation au changement climatique, les bureaux d'études sont appréciés pour leurs compétences en management de projet (élaboration du calendrier, organisation d'ateliers, etc.), leurs compétences en animation et le regard extérieur à la collectivité qu'ils apportent et qui facilite parfois l'implication et le dialogue avec les élus.

## Conclusion

Les changements destinés à maintenir un *statu quo* confortent notre besoin de stabilité et restent beaucoup plus acceptables que des changements remettant en question nos façons de faire, nos modes de vie et de produire. Face à un appétit limité pour

15. Cette hypothèse n'est en rien irréaliste, par exemple pour la forêt de Chantilly à l'horizon de la fin du siècle, comme le prédit Hervé Le Boulter (conseiller scientifique, spécialiste de l'impact du changement climatique sur les forêts). <https://reporterre.net/A-Chantilly-des-citoyens-aident-les-scientifiques-a-sauver-la-foret>.

des actions transformatrices structurantes, les options d'adaptation sans regret ou gagnant-gagnant offrent actuellement une porte de sortie facile dans l'horizon de court terme des décisions politiques. En se concentrant uniquement sur ce fruit à portée de main, le risque est d'ignorer le besoin de changements plus systémiques nécessaires pour répondre à un climat changeant dans un environnement en évolution rapide.

Les stratégies d'adaptation doivent impérativement se fonder sur un horizon de long terme, avec toutefois un compte à rebours qui exige des actions sans délai, même si certaines d'entre elles sont difficiles à défendre à court terme. La révolution culturelle que constitue la capacité à se projeter dans le temps, à orienter les actions d'aujourd'hui pour tenter de diriger en notre faveur le cours ultérieur des événements, nécessitait un apport méthodologique que les *adaptation pathways* ont fourni. Cette méthodologie comporte des éléments prometteurs pour aider les collectivités à aborder des sujets potentiellement conflictuels (usages de l'eau, recul stratégique face à l'érosion côtière, etc.) liés aux risques climatiques. Certes, il ne s'agit pas d'affirmer naïvement que les démarches de trajectoires participatives suffisent à prévenir ou à désamorcer les conflits existants. Mais l'exercice participatif n'est pas relié à l'acceptabilité d'un projet en particulier, mais à l'adhésion à un séquençage de solutions dans le temps. Le souhait de vouloir agir par anticipation, et non subir, devrait guider chaque partie prenante, tout en aidant le territoire à coordonner un ensemble de solutions dans le temps et à éviter les reports de vulnérabilité (par exemple, l'utilisation des canons à neige à un endroit pouvant contribuer aux tensions sur la disponibilité de l'eau à un autre).

Dans le processus d'adaptation transformationnelle recherché, les chemins sont plus importants que la destination : il y a des moments propices aux décisions radicales qu'il faut détecter, mais aussi des chemins de dépendance à éviter, qui bloquent pour de nombreuses années tout changement structurant.

Les difficultés rencontrées par les territoires pour définir et mettre en place des plans d'action opérationnels dans un contexte d'incertitude étaient au cœur des préoccupations de l'Ademe lors de l'élaboration de la démarche Tacct. Les éléments conceptuels issus de la littérature sur les *adaptation pathways* équipent désormais méthodologiquement les territoires sur trois barrières cognitives importantes : le hiatus temporel entre le long terme et le court terme, la dépendance aux modèles climatiques pour comprendre les enjeux et passer à l'action, et le « supplément » d'incertitude provoqué par le changement climatique.

## Bibliographie

Acterra-TEC-CAC, 2017. Rapport d'étude synthèse bibliographique.

Bhave A-G., Conway D., Dessai S., Stainforth D-A., 2018. Water resource planning under future climate and socioeconomic uncertainty in the Cauvery River Basin in Karnataka, India. *Water Resources Research*, 54, 708-728. <https://doi.org/10.1002/2017WR020970>



- Bosomworth K., Gaillard E., 2019. Engaging with uncertainty and ambiguity through participatory 'Adaptive Pathways' approaches: Scoping the literature. *Environmental Research Letters*, 14, 09. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab3095>
- CLER, Format'ERE, 2017. Étude : transition énergétique des territoires et formation. Partie I Profils & missions des chargées de mission énergie-climat/Tepos, Montreuil, 16 p.
- Girandola F., Bernard F., Joule R.-V., 2010. Développement durable et changement de comportement : applications de la communication engageante. In K. Weiss et F. Girandola (eds), *Psychologie et développement durable*, Paris, In Press, 219-243.
- Haasnoot M., Kwakkel JH., Walker W.E., ter Maat J., 2013. Dynamic adaptive policy pathways: A method for crafting robust decisions for a deeply uncertain world. *Global Environmental Change*, 23, 485-98. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.12.006>
- Hallegatte S., Shah A., Lempert R., Brown C., Gill S., 2012. *Investment Decision Making Under Deep Uncertainty Application to Climate Change*, The World Bank, Washington DC, 41 p.
- Mazeaud A., Aulagnier A., Smith A., Compagnon D., 2022. La territorialisation de l'action climatique. *Pôle Sud*, 57, 5-20. <https://doi.org/10.3917/psud.057.0005>
- Noble I.R., Huq S., Anokhin Y.A., Carmin J., Goudou D., Lansigan F.P. et al., 2014. Adaptation needs and options. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Field C.B. et al., eds). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 833-868.
- Rocle N., 2015. Gouverner l'adaptation au changement climatique sur (et par) les territoires. L'exemple des littoraux aquitain et martiniquais. *Natures Sciences Sociétés*, 23, 244-255. <https://doi.org/10.1051/nss/2015046>
- Schneider S., Lane J., 2006. An overview of 'dangerous' climate change. In Schellnhuber H.J. (éd.), *Avoiding Dangerous Climate Change*, Cambridge, Cambridge University Press, 7-25.
- Simonet G., 2015. Une brève histoire de l'adaptation : l'évolution conceptuelle au fil des rapports du GIEC (1990-2014). *Natures Sciences Sociétés*, 3, 52-64. <https://doi.org/10.1051/nss/2015018>
- Simonet G., Leseur A., 2015. Analyse des barrières et leviers à la mise en place de stratégies d'adaptation aux changements climatiques, le cas des collectivités urbaines. Projet de recherche, rapport final, I4CE-Ademe-AFD, avec la participation de l'ONERC, Paris, 140 p.
- Walker W.E., Harremoës P., Rotmans J., van der Sluijs J.P., van Asselt M.B., Janssen P., Krayer von Krauss M.P., 2003. Defining uncertainty: A conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support. *Integrated Assessment*, 4, 5-17. <https://doi.org/10.1076/iaij.4.1.5.16466>
- Werners S.E., Wise R.M., Butler J.R.A., Totin E., Vincent K., 2021. Adaptation pathways: A review of approaches and a learning framework. *Environmental Science & Policy*, 116, 266-275. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.11.003>
- Zandvoort M., Campos I.S., Vizinho A., Penha-Lopes G., Krkoška Lorencová E., Van der Brugge R. et al., 2017. Adaptation pathways in planning for uncertain climate change: Applications in Portugal, the Czech Republic and the Netherlands. *Environmental Science and Policy*, 78, 18-26. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.08.017>



## 6. Trajectoires d'adaptation des littoraux d'outre-mer dans un contexte de changement climatique

Alexandre K. Magnan, Virgine K. E. Duvat

Il suffit de regarder une carte du monde n'étant pas centrée sur l'Europe pour constater que la France est avant tout un territoire maritime et insulaire, et ce du fait de ses départements et territoires d'outre-mer, et des zones économiques exclusives qui leurs sont associées (figure 6.1). Une décennie après la première synthèse publiée par l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique à propos des impacts du changement climatique sur les outre-mer (Onerc, 2012), ceux-ci restent une cible prioritaire des politiques nationales, par exemple du 2<sup>e</sup> Plan national d'adaptation au changement climatique (Pnacc, 2018-2022), en cours de révision dans le cadre de la Stratégie française pour l'énergie et le climat (SFEC) à l'horizon 2030.

Les outre-mer français sont majoritairement situés en zone tropicale. Leur situation, et en particulier celle de leurs littoraux aménagés, illustre le cumul des facteurs de risque climatique : fortes densités de population, bâtiments et infrastructures majeures dans la bande côtière ; altitudes de quelques mètres par rapport au niveau de la mer ; écosystèmes sensibles comme les récifs coralliens ; et intensification des aléas climatiques comme les cyclones, qui associent forts vents et pluies intenses. Rappelons par exemple qu'en Martinique, plus de la moitié des infrastructures et de la population se concentre sur une surface de seulement 170 km<sup>2</sup> fortement soumise aux aléas météo-marins. Des situations similaires s'observent dans quasiment tous les outre-mer, par exemple en Polynésie française (Tahiti) ou en Guyane où, de fait, plus de 70 % des habitants de Cayenne sont exposés aux risques d'érosion côtière, de submersion marine et d'inondation par les cours d'eau (Onerc, 2012).

Plus largement, les caractéristiques environnementales et socio-économiques des outre-mer français les placent à l'avant-poste des impacts du changement climatique puisque, par exemple, ils abritent 80 % de la biodiversité française sur seulement 22 % du territoire (terrestre) national, dépendent fortement de secteurs économiques climat-sensibles (tourisme, pêche et agriculture), et font face à de lourds défis en matière d'indépendance énergétique – laquelle est un pilier de réduction de la vulnérabilité des infrastructures et du fonctionnement d'ensemble des territoires. Les outre-mer illustrent cependant aussi la situation de territoires français qui se sont lancés concrètement dans la mise en œuvre de réponses pour l'adaptation,

Figure 6.1. La France vue depuis l'outre-mer.



Les départements et territoires d'outre-mer français, insulaires et continentaux, occupent les trois grands bassins océaniques et quasiment toutes les latitudes, et permettent à la France de posséder la 2<sup>e</sup> zone économique exclusive mondiale (fond cartographique : Lambert, d'après A. Spilhaus, *Atlas of the World with Geophysical Boundaries*, 1942 et 1991).

par exemple en matière de relocalisation dans la commune du Prêcheur en Martinique (Caussanel *et al.*, 2019). Reste néanmoins une question majeure et qui mérite aujourd'hui toute l'attention des territoires, des élus aux populations en passant par les acteurs économiques : comment anticiper, à l'échelle du siècle, l'inévitable évolution des conditions d'habitabilité<sup>1</sup> des littoraux bas, espaces clés de développement en outre-mer ?

1. Dans le contexte du changement climatique, l'habitabilité peut être définie comme « la capacité d'un espace à soutenir la vie humaine en fournissant une protection contre les aléas qui menacent la survie, et en assurant des zones adéquates pour l'organisation sociale, la production de nourriture et la fourniture en eau potable » (GIEC, 2019). Le concept d'habitabilité renvoie donc au potentiel des espaces à générer des opportunités économiques, et ainsi à contribuer à la santé et au bien-être humains (Bennett *et al.*, 2019), aujourd'hui et pour les futures générations (Horton *et al.*, 2021). Enfin, ce concept revêt une forte connotation culturelle, puisque « les qualités qui font d'un espace une zone "habitable" sont par nature spécifiques au contexte culturel et historique qui se fonde sur les savoir locaux, la cosmologie et l'attachement aux lieux » (Farbotko et Campbell, 2022).

L'approche par les « trajectoires d'adaptation » propose, nous le verrons dans ce chapitre, des perspectives intéressantes.

Cette question de l'habitabilité reste encore un tabou dans les sphères politiques. Elle a pourtant été clairement posée lors des négociations internationales sur le climat – Convention-Cadre des Nations unies sur le changement climatique (CCNUCC) – par certains territoires, et ce depuis près de quarante ans. Des États comme les Maldives (océan Indien) ont été les pionniers de cette diplomatie climatique en parlant des « risques existentiels » que faisait peser l'élévation du niveau de la mer sur les territoires insulaires (Ourbak et Magnan, 2017). Par « risques existentiels », les États insulaires notamment entendent la perte définitive de leur territoire, c'est-à-dire leur disparition en tant que nations, et ce sous l'effet de la montée du niveau de l'océan global. Les littoraux de basse altitude sont ainsi, avec les marges des déserts et de l'Arctique, en première ligne des impacts du changement climatique.

Ce chapitre dresse un panorama des risques climatiques et des enjeux d'adaptation sur les littoraux outre-mer, avant d'explorer la question de l'espace des solutions à travers l'approche par les « trajectoires d'adaptation » et l'exemple concret de l'atoll de Rangiroa, en Polynésie française.

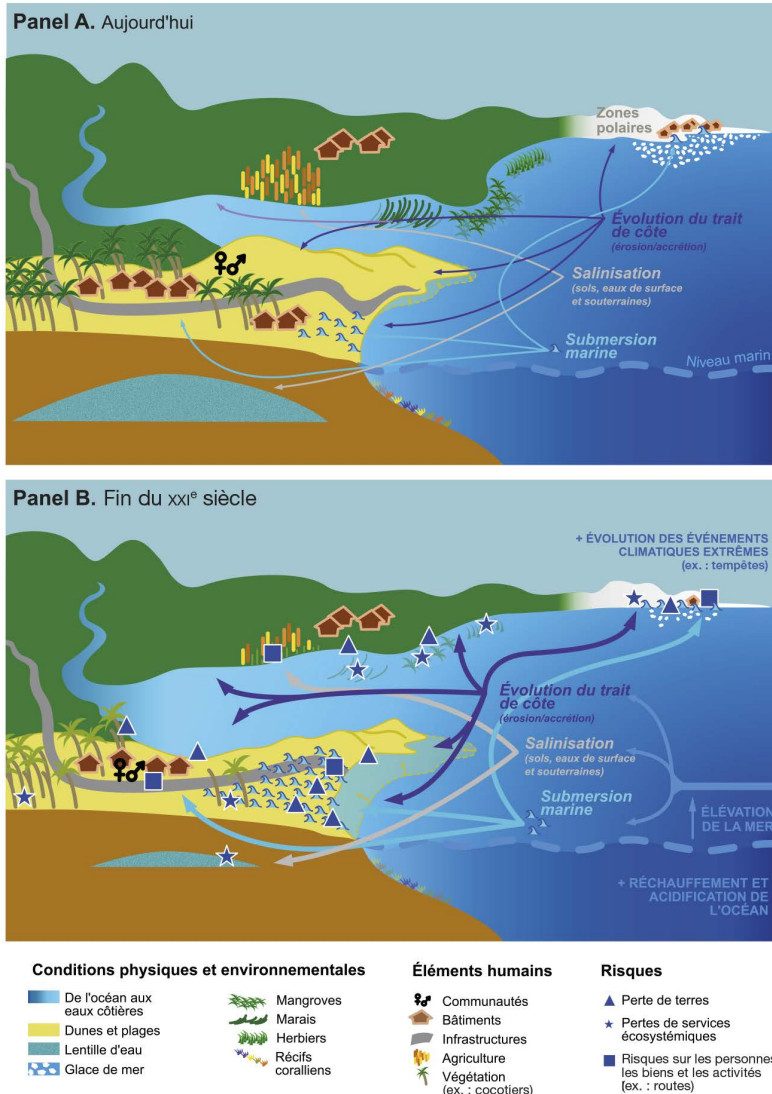
## Risques littoraux et réponses d'adaptation

### ■ Les risques littoraux

Le risque climatique s'appréhende à la croisée des aléas naturels générés ou modifiés par le changement climatique (cyclones, pluies intenses, sécheresses, etc.), de l'exposition du système (configuration géographique, urbanisation à faible distance de la mer, etc.) et de la vulnérabilité du système (sensibilité des récifs coralliens, déclin de la culture du risque, etc.). Pour ce qui est des littoraux, l'élévation du niveau de la mer est un problème majeur qui – même qu'il ne sera pas le seul – va générer ou accentuer trois types d'impacts (figure 6.2).

● La submersion marine caractérise l'envahissement de la terre par la mer. Elle est temporaire lorsque des vagues générées par une tempête au large déferlent sur la côte. Une montée progressive du niveau de la mer se traduira nécessairement par un accroissement de l'ampleur des submersions marines déjà à l'œuvre, et il faudra aussi compter avec l'évolution du régime des tempêtes et des vagues. Le phénomène peut affecter les plaines côtières sur plusieurs centaines de mètres à l'intérieur des terres, comme l'a montré le cyclone Oli (2010) sur l'île de Tubuai (archipel des Australes, Polynésie française) (Salmon *et al.*, 2019), voire traverser les îles basses coralliennes dans leur entièreté, comme sur l'atoll de Tikehau, toujours en Polynésie française, à la suite des houles distantes de 1996 (Duvat *et al.*, 2017 ; Magnan *et al.*, 2018). La submersion peut également être permanente, du fait de l'élévation du niveau de la mer en tant que tel, posant alors la question de la perte définitive d'espace terrestre

**Figure 6.2.** L'influence du changement climatique sur les aléas côtiers. Dans le panel B, l'intensification des aléas est illustrée par l'épaisseur accrue des flèches ; et les conséquences associées sont illustrées par la modification des figurés des composantes environnementales et humaines.



et donc de l'inhabitabilité de territoires dont les surfaces sont soit très petites (par exemple, les atolls des Tuamotu en Polynésie française), soit majoritairement situées à très faible altitude (par exemple, les plaines côtières de Saint-Paul à la Réunion ou de Saint-Martin dans les Antilles).

- L'érosion côtière caractérise le recul de la côte sous l'effet des vagues. Ce phénomène touche déjà de nombreux littoraux ultra-marins, bien que de manière variable (Onerc, 2012). Une étude de l'évolution du trait de côte depuis les années 1960-1970 de 127 îles coralliennes et sections d'îles de trois atolls du nord-ouest des Tuamotu montre, par exemple, que si les îles ont dans leur grande majorité été stables ou ont gagné de la surface, 12% d'entre elles se sont contractées (Pillet, 2020). Ces résultats doivent toutefois être interprétés avec précaution, car la stabilité du trait de côte peut être liée à sa fixation par des ouvrages de défense, lesquels peuvent contribuer à l'augmentation du risque sur le temps long. Paradoxalement, l'histoire a montré, de La Nouvelle-Orléans (États-Unis) à la Charente-Maritime, en passant par la Réunion, que la densification du bâti a tendance à s'accroître à l'arrière des ouvrages de défense, ce qui multiplie les problèmes lorsque la mer se fraye un chemin à travers les brèches qui se forment dans les ouvrages en l'absence d'un entretien rigoureux de ces derniers au fil des décennies. Enfin, des événements extrêmes comme les cyclones intenses qui ont frappé la Caraïbe en 2017 peuvent aussi avoir des effets marqués sur l'évolution du trait de côte (Pillet *et al.*, 2019 ; 2020).

- La salinisation des sols et des nappes d'eau souterraines devrait avoir un impact croissant sur l'agriculture et sur les sources d'eau potable dans certains territoires (notamment les puits). Il n'existe cependant que très peu d'information sur ce sujet au niveau des outre-mer français.

Ces trois conséquences de l'élévation du niveau de la mer, combinée à l'évolution des paramètres des événements extrêmes comme les tempêtes (fréquence, durée et intensité), vont interagir entre elles et également avec des facteurs de risque d'origine humaine, comme la densification du bâti dans les zones littorales naturellement exposées aux aléas météo-marins. De telles combinaisons de facteurs opèrent déjà partout dans les outre-mer, par exemple sur l'île de Saint-Martin, marquée depuis les années 1980 par des dépendances de sentier (dérégulation de la fiscalité et de l'économie, croissance de l'immigration illégale, etc.) qui expliquent en grande partie les dévastations des cyclones au fil du temps, dont les plus récents en septembre 2017 (Duvat *et al.*, 2021b).

Enfin, pour ce qui est du futur, l'élévation du niveau de la mer dans les outre-mer en général suivra probablement les moyennes mondiales d'ici à 2100 : entre +45 cm et +78 cm selon le scénario de réchauffement (Fox-Kemper *et al.*, 2021), voire bien davantage (plusieurs mètres) si la calotte ouest de l'Antarctique notamment venait à fondre à un rythme accéléré. En l'absence d'une quantité suffisante de modélisations spécifiques aux outre-mer, ces résultats doivent être considérés comme relativement conservateurs si l'on tient compte du fait que, d'une part, les projections du Groupe intergouvernemental d'experts sur le climat (GIEC) ne considèrent pas nécessairement les scénarios

extrêmes et que, d'autre part, sur la seconde moitié du xx<sup>e</sup> siècle, l'élévation du niveau de la mer en Polynésie française, par exemple, a été largement supérieure à la moyenne globale (environ + 2,4 mm/an, contre + 1,7 mm/an entre 1950 et 2009 ; Becker *et al.*, 2012). À cela il faudra ajouter les niveaux marins extrêmes, associés notamment aux cyclones tropicaux, dont la fréquence des plus intenses risque d'augmenter dans la zone non équatoriale (Duvat *et al.*, 2021b).

## ■ Les réponses mises en œuvre sur le terrain

Il n'existe pas de synthèse des actions déployées sur les divers terrains outre-mer pour répondre aux risques climatiques littoraux. Dans l'ensemble, les actions que l'on voit sur le terrain (murs de protection, plantation de végétation côtière, efforts de surélévation du bâti, etc.) reflètent quatre grands types d'interventions que l'on retrouve sur d'autres littoraux du monde. L'un des grands défis est, outre la mise en œuvre concrète des actions les plus pertinentes en fonction des spécificités contextuelles, de comprendre comment celles-ci vont pouvoir se combiner dans le temps, sachant que certaines vont devenir obsolètes quand d'autres ne sont pas encore nécessairement disponibles. C'est tout l'enjeu de la réflexion autour des trajectoires d'adaptation, et sur lequel nous reviendrons dans la section suivante. En ce qui concerne les grands types d'interventions :

- on peut se protéger, en partant du principe que l'on reste sur place pour se défendre contre les colères de la mer. L'on peut par exemple construire des ouvrages de défense lourde comme les murs ou les digues, ou restaurer les écosystèmes côtiers qui atténuent l'effet des vagues et leur pénétration dans les terres. La préservation des plages, des récifs coralliens et des mangroves en milieu tropical constitue un exemple typique de « solution fondée sur la nature » ;
- une autre option renvoie à cette même optique de rester sur place, mais cette fois-ci en faisant avec le risque. Cela passe notamment par la construction de bâtiments sur pilotis, d'abris capables de résister à des événements climatiques extrêmes, ou encore par la mise en place de systèmes d'alerte destinés à prévenir les conséquences de la survenue d'une forte tempête ;
- défier le risque en construisant de nouvelles terres au-dessus du niveau de la mer est une autre option, bien que pour l'heure pas mise sur la table par les outre-mer français. C'est l'une des stratégies choisies par les Maldives qui, depuis les années 1990, ont créé l'île artificielle de Hulhumalé, située à plus de 2 m d'altitude par rapport à la mer, quand les îles naturelles de l'archipel ne culminent guère en moyenne à plus de 1 m. Cette possibilité, rare car très onéreuse, gagne en intérêt, en particulier dans les contextes insulaires en proie à un manque d'espace, comme les îles Marshall ou l'archipel de Tuvalu ;
- la dernière possibilité reflète une tout autre approche du problème puisqu'elle prône le « retrait stratégique », c'est-à-dire la relocalisation des personnes, des biens (bâtiments et infrastructures) et des activités dans des zones intérieures moins à risque.



Cette option est activée dans divers outre-mer, de manière opérationnelle comme au Prêcheur en Martinique, ou bien sur un plan plus conceptuel comme en Polynésie française (voir section suivante).

Enfin, sur le plan des politiques publiques, le rapport Onerc de 2012 identifiait sept stratégies majeures pour les outre-mer, et qui restent pleinement d'actualité :

- réduire la vulnérabilité actuelle et future, notamment au travers de réflexions sur le recul stratégique et le soutien à des actions concrètes en faveur de la prévention des risques (sensibilisation des populations, construction d'abris de survie, systèmes d'alerte, etc.) ;
- mener une politique de soutien aux « bonnes pratiques », de sorte notamment à permettre un échange entre les outre-mer sur ce qui marche et ne marche pas, et pour quelles raisons (conditions sociales, investissements économiques, moyens institutionnels, etc.) ;
- poursuivre le contrôle de l'urbanisation, notamment par le biais de la mise en adéquation des plans d'urbanisme par rapport aux plans de prévention des risques ;
- favoriser le rééquilibrage démographique et économique au profit de zones situées à mi-pente, et donc plus éloignées de la mer, par la réalisation d'opérations d'aménagement de grande ampleur, mais aussi un travail sur l'accès des habitants du littoral à de nouvelles ressources foncières ;
- préserver les écosystèmes protecteurs comme les récifs coralliens, la végétation littorale, les systèmes plage-dune ;
- sur un plan plus scientifique, favoriser le développement de travaux d'évaluation, de cartographie et d'observation à la fois des aléas climatiques (érosion, submersion, etc.), des facteurs de risque anthropiques (densités littorales, perception du risque, etc.), des impacts avérés et des réponses apportées dans le cas d'événements extrêmes ;
- et enfin, développer le dispositif de gestion des risques, notamment en matière de capacités institutionnelles (services d'urgence, outils de planification, personnel formé, coordination entre ministères, etc.) ;

On l'aura compris, le défi n'est pas tant, sur les littoraux outre-mer comme ailleurs, de trouver de nouvelles solutions d'adaptation que d'arriver à mettre en place les conditions politiques, sociales et économiques de leur mise en œuvre. Cela suppose une projection sur le temps long, ce que soutient l'approche par les trajectoires d'adaptation.

### L'exemple de Rangiroa, Polynésie française

La France est particulièrement concernée par les enjeux de perte d'habitabilité, notamment en ce qui concerne les Tuamotu, lesquels représentent l'une des plus grandes chaînes d'atolls du monde. Les îles des atolls font en effet partie de ces espaces vulnérables qui, comme les régions polaires et de haute montagne, vont être les premiers affectés par le changement climatique. Cela s'explique par leur localisation géographique, la zone tropicale étant très (ré)active aux évolutions climatiques, et par leurs caractéristiques

géographiques et environnementales propres : petites surfaces, faibles altitudes, importance des récifs coralliens, eux-mêmes très sensibles aux variations climatiques de température et d'acidité de l'océan notamment (Duvat *et al.*, 2021b). Cela s'explique également par des facteurs de risque non climatiques tels que le développement des infrastructures et les multiples dégradations environnementales associées, qui ont joué un rôle majeur au cours des dernières décennies au travers de l'affaiblissement de la capacité naturelle des îles coralliennes à s'ajuster à la hausse du niveau marin (Duvat et Magnan, 2019). Le cas de l'atoll de Rangiroa, dans les Tuamotu (figure 6.3), permet d'illustrer les marges de manœuvre de ces espaces face au risque de perte d'habitabilité, et ce notamment au travers de l'élaboration d'une trajectoire d'adaptation favorisant la relocalisation des personnes, des biens et des activités au sein même de l'atoll.

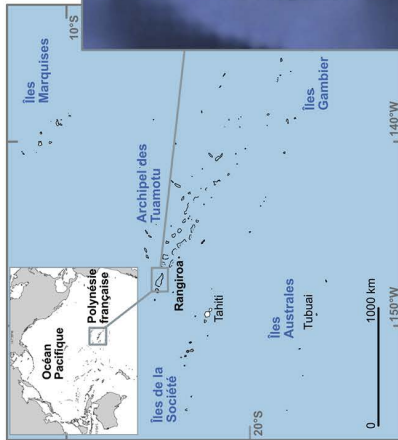
### I L'enjeu d'habitabilité à Rangiroa

Les littoraux ont toujours joué un rôle décisif dans le peuplement des îles de Polynésie française<sup>2</sup>, et ils continuent de concentrer les enjeux de développement. Les principales routes et infrastructures sont littorales, comme l'aéroport international de Faaa, situé à 2 m au-dessus du niveau de la mer. Près de huit habitants sur dix vivent aujourd'hui à moins de 1 km de la mer, avec des densités côtières allant jusqu'à 2 960 hab/km<sup>2</sup> dans les districts nord-ouest de l'île principale de Tahiti, et 110 hab/km<sup>2</sup> dans les atolls les plus peuplés comme Rangiroa.

Cet atoll compte 66 km<sup>2</sup> de surface émergée totale répartie en près de 240 îles, dont les plus grandes font entre 0,67 et 1,35 km<sup>2</sup> et présentent des altitudes de 3 à 5 m côté océan et de 1 à 3 m côté lagon. Les îles d'Avatoru (1,3 km<sup>2</sup>) et de Tiputa (0,7 km<sup>2</sup>) ont été les principaux réceptacles du *boom* démographique qu'a connu l'atoll à partir de la fin des années 1950, et surtout des années 1980 : de 1 169 à 2 709 habitants (+ 132%) sur l'ensemble de Rangiroa entre 1983 et 2017. Le nombre de bâtiments publics et résidentiels a été multiplié par cinq entre 1981 et 2013, augmentant *de facto* l'exposition aux aléas météo-marins. En effet, sur Avatoru et Tiputa, 86 % des habitations sont surélevées d'au mieux 50 cm par rapport au sol, et moins de 7 % d'au moins 1 m (Magnan *et al.*, 2018). Et ce, malgré l'article D.332-4 du Code de l'urbanisme qui stipule que les habitations en rez-de-chaussée doivent être édifiées sur une plateforme en béton d'au moins 30 cm de hauteur ou sur des pilotis d'au moins 60 à 75 cm de hauteur ; et malgré les Plans de prévention des risques qui préconisent de construire à 1,50 m au-dessus du sol (Stahl, 2018). Sur ces mêmes îles, près du quart des habitations sont construites à moins de 30 m de la mer, et une sur deux occupe une zone qui a déjà été submergée au moins une fois au cours des quatre dernières décennies (Magnan *et al.*, 2018). Enfin, les dispositifs de protection les plus répandus sont les

2. La Polynésie française est composée à la fois d'îles montagneuses et d'îles coralliennes basses réparties entre cinq archipels (îles de la Société, Tuamotu, îles Gambier, Marquises et îles Australes ; 4 167 km<sup>2</sup> de terres émergées au total) au sein d'une zone maritime de plus de 4,5 millions km<sup>2</sup>. Elle regroupe aujourd'hui près de 275 900 habitants.

Figure 6.3. Localisation de l'atoll de Rangiroa (Pacifique central).



Donc SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO – Image © 2022 Airbus Technologies – Image Landsat / Copernicus – Image © 2022 CHES / Airbus  
Date image satellite : 14/12/2015 – 15°23'45.81"S et 147°25'29.03"O

murs bétonnés, qui ont été construits en majorité par les habitants eux-mêmes, et plus rarement par le gouvernement polynésien au début des années 1990. Ces ouvrages sont cependant insuffisants (dimensions et caractéristiques techniques inadaptées, défaut d'entretien, etc.) pour contenir les risques d'érosion et de submersion marine.

Cela pose d'autant plus question qu'il faut s'attendre pour l'avenir à un accroissement considérable des submersions temporaires (lors des marées de vives-eaux et des épisodes de vagues) et permanentes (sous le seul effet de l'élévation du niveau marin). C'est ce qui fonde l'importance de se poser la question de l'habitabilité future des franges littorales, voire de portions d'îles, et avec elle celle du déplacement des personnes, des biens et des infrastructures.

### ■ L'option de la relocalisation interne

La relocalisation est un sujet de crispation tant politique que sociale. Si l'histoire de l'atoll a été marquée par des mouvements migratoires entre les îles et avec d'autres atolls, les dernières décennies de développement ont, comme ailleurs, sédentarisé la population et les activités. Si bien que la relocalisation est souvent perçue aujourd'hui, de par le monde, comme une stratégie de l'échec, celle du renoncement face aux éléments. Des expériences de terrain, en Nouvelle-Zélande par exemple, et de nouveaux travaux scientifiques poussent toutefois en faveur d'une autre vision des choses : si la relocalisation est pensée « en interne », donc vers des territoires voisins plutôt que distants, et planifiée bien en amont du mouvement effectif de personnes, alors elle peut être une stratégie d'adaptation très efficace face à l'inéluctable montée des eaux (Haasnoot *et al.*, 2021), et probablement plus efficace sur le temps long que d'autres options comme la défense lourde par des digues. Sans planification de long terme, en revanche, l'option de la relocalisation est porteuse d'effets contre-productifs sur l'exposition et la vulnérabilité future (marginalisation sociale, déracinement culturel, etc.), et donc d'une augmentation insidieuse des niveaux de risque climatique sur les décennies à venir. La relocalisation interne en tant que stratégie d'adaptation suppose donc une action à l'échelle de plusieurs décennies, laquelle doit reposer sur une vision et une feuille de route relativement claires sur le siècle à venir. C'est ce que permet de faire l'élaboration d'une « trajectoire d'adaptation ».

Envisager la relocalisation interne suppose de se poser (au moins) deux grandes questions : existe-t-il, à proximité, des terres qui sont davantage en sécurité que les franges littorales ? Et les conditions sociétales sont-elles réunies pour rendre ce projet envisageable ?

À Rangiroa, la réponse à ces deux questions est « *a priori*, oui » (Duvat *et al.*, 2022). Tout d'abord, il existe dans l'atoll des îles à la fois plus grandes et plus hautes que les îles actuellement occupées (habitations, aéroport, etc.), avec par exemple des altitudes de plus de 6 m parfois, contre au mieux 3 et 4 m pour Avatoru et Tiputa (Duvat *et al.*, 2021c). Dans un scénario de forte élévation du niveau de la mer (plus de 70-80 cm en moyenne à l'horizon 2100), alors que des îles comme Avatoru ou celle qui porte l'aéroport seront très affectées par la submersion (jusqu'à 100 m à l'intérieur des terres sur l'île

de l'aéroport), d'autres comme Tiputa et surtout Otepipi, au Sud (figure 6.3), le seront beaucoup moins. Si l'on ajoute à cela l'effet des cyclones, il apparaît que l'ensemble Avatoru-Tiputa ne sera pas épargné par les vagues, alors que d'autres îles, elles, le seront davantage. Il y a donc une certaine pertinence à envisager la relocalisation sur ces îles plus sûres.

Ensuite, d'un point de vue social, l'option de la relocalisation interne s'avère faisable, tout du moins envisageable et sous couvert de certaines conditions. Pour l'heure, il n'y a pas de cadre politique, légal et financier favorable à un projet de relocalisation interne. Par exemple, les outils juridiques permettant de contourner les problèmes d'indivision foncière<sup>3</sup>, et ainsi de permettre aux ménages d'acquérir une nouvelle terre plus facilement, restent balbutiants, bien qu'un droit de préemption existe dans le Code de l'urbanisme et *via* les plans généraux d'aménagement. Quelques expériences passées – logement collectif à l'est de Tiputa, zone administrative à Avatoru, reconstruction post-cyclone en 2010 à Tubai dans les îles Australes – indiquent toutefois certaines marges de manœuvre. Sur le plan socio-économique, l'atoll s'est doté, dans son Plan général d'aménagement de 2017, d'une stratégie économique reposant notamment sur le développement du tourisme international dans les îles du Sud (Otepipi), offrant de fait de nouvelles perspectives d'emploi et d'infrastructures. Quant à l'acceptabilité sociale d'une éventuelle relocalisation, des enquêtes auprès d'une centaine d'habitants d'Avatoru et de Tiputa montrent qu'en dépit d'un sentiment de relative sécurité « au moins jusqu'à la moitié du siècle », près d'un tiers des personnes interrogées déclarent préférer avoir à s'installer dans une autre île de l'atoll plutôt qu'ailleurs, à Tahiti par exemple. D'autant qu'une personne interrogée sur trois dit avoir des terres familiales à Otepipi. Ces signes d'acceptabilité sociale sont toutefois conditionnés, selon les personnes interrogées, par un pilotage par les autorités publiques, par l'implication des habitants dès la phase de conception du projet, et bien entendu par la garantie de trouver des emplois et des infrastructures sur les lieux d'installation.

Tous ces éléments (cadres politique et réglementaire, capacité institutionnelle de portage, identification de ressources financières, développement économique, acceptabilité sociale, etc.) supposent évidemment de s'y prendre bien à l'avance, en réalité dès maintenant. La question est alors de savoir suivant quel plan : par quoi commencer, et quel séquençage envisager ?

## I Vers une trajectoire d'adaptation

La figure 6.4 illustre une trajectoire d'adaptation possible à Rangiroa pour soutenir la relocalisation interne au titre de l'adaptation au changement climatique. Le panel A remet l'option de relocalisation interne dans une perspective d'action plus large en balayant l'ensemble des réponses possibles face à l'augmentation des risques côtiers. Ce panel

3. La terre appartient souvent à la famille au sens large, si bien que toute démarche d'aménagement d'une maison, ou de reconstruction après un cyclone, requiert la signature parfois de dizaines de personnes, et tend à générer des conflits familiaux.

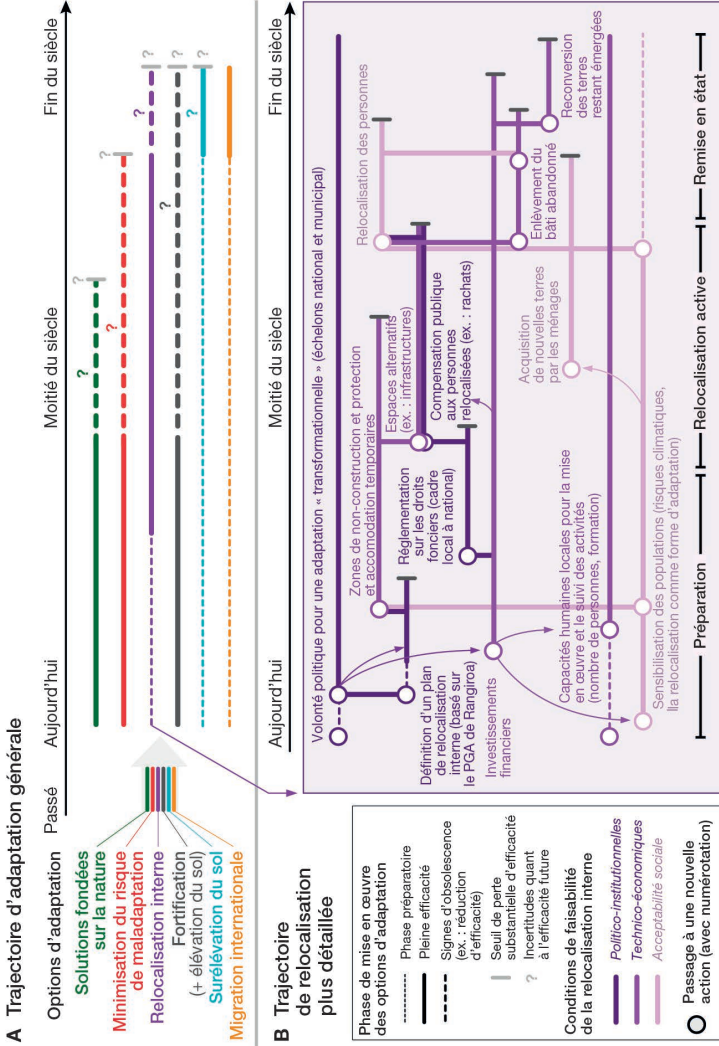
indique notamment que certaines réponses risquent de devenir obsolètes, ou en tout cas de moins en moins efficaces en matière de réduction du risque, à mesure que la mer va s'élever, se réchauffer et s'acidifier, que les vagues vont s'intensifier et que les impacts vont se cumuler. C'est le cas d'une solution fondée sur la nature comme la restauration des récifs coralliens. De la même manière, les actions visant à minimiser le risque de mal-adaptation, par exemple au travers de mesures de contrôle de l'urbanisation reposant sur un zonage des niveaux de risque de submersion marine – cadre du Plan de prévention du risque intégrant mieux les évolutions climatiques –, une fois mises en place, n'offriront guère plus d'effet additionnel avec le temps, bien qu'elles soient fondamentales à l'échelle des une à deux prochaines décennies. Il en va de même pour le développement d'ouvrages de défense lourde visant la fortification des côtes les plus densément occupées. D'autres options, en revanche, suivent un schéma différent : si elles ne sont pas encore opérationnelles, elles offrent un certain potentiel de réduction du risque sur le long terme. C'est le cas des opérations de surélévation du sol à grande échelle, comme le font les Maldives (île artificielle d'Hulhumalé) et comme l'envisage Tuvalu (extension et exhaussement progressif de l'île-capitale de Fongafale<sup>4</sup>), ou encore d'un déplacement des habitants hors de l'atoll en cas de scénario extrême de changement climatique. Et c'est bien entendu également le cas de la relocalisation interne.

Le panel B entre dans le détail de la trajectoire de relocalisation interne telle que suggérée dans Duvat *et al.* (2022). Celle-ci se découpe en trois grandes phases qui touchent à la préparation, à la relocalisation active et à la planification de la remise en état des zones abandonnées.

La phase de préparation implique d'échelonner diverses actions sur deux à trois décennies, à commencer par faire émerger une réelle volonté politique, localement et aux échelons de la collectivité de la Polynésie française comme de l'État français. Cette volonté politique est indispensable pour porter la mise en œuvre de la trajectoire d'adaptation à travers une planification plus précise, et la mise en place de certaines bases comme le financement des actions – quels investissements, à hauteur de combien, et quand ? – ou le renforcement des capacités institutionnelles de pilotage sur le long terme. L'autre pilier de base, c'est bien entendu d'engager une sensibilisation de la population locale quant aux enjeux de l'adaptation, notamment en faisant davantage prendre conscience de l'ampleur des risques futurs et de l'importance de les anticiper dès maintenant. C'est à cette condition que la population locale comprendra l'intérêt de la relocalisation interne comme stratégie à l'horizon de la fin de ce siècle. Une fois ces briques de base engagées (volonté politique et sociale), des éléments plus techniques devront être traités, par exemple : l'identification de zones de non-construction sur les îles déjà habitées, de sorte à limiter l'ampleur des mouvements de personnes et de biens à envisager d'ici la moitié de ce siècle ; la poursuite des efforts de protection de l'habitat existant, le temps que le plan de relocalisation interne devienne effectif ; ou encore l'élaboration d'un règlement pour assouplir les règles foncières en place.

4. <https://tcap.tv/news/2022/11/14/tuvalu-presents-long-term-adaptation-plan-ltap>

**Figure 6.4.** Une trajectoire d'adaptation (A) et de relocalisation (B) interne pour l'atoll de Rangiroa (Polynésie française). Les éléments figurant dans le cadre violet sont explicités dans le corps du texte.



Si les éléments précédents sont déployés dès maintenant, il est envisageable que la phase effective de relocalisation interne débute autour de la moitié du siècle, soit dans une génération, par exemple au travers du développement des zones d'accueil en matière d'infrastructure et d'accessibilité des îles, ou bien au travers de mécanismes de compensation financière pour permettre aux habitants devant être relocalisés d'acquérir une nouvelle terre et d'y bâtir une maison. Cette phase sera achevée une fois la majorité des personnes menacées par la submersion marine sur les quelques décennies à venir établie sur des portions d'îles moins à risque.

Enfin, il convient de se préoccuper aussi des terres abandonnées par une partie de leurs habitants et qui seront, à terme, submergées, par exemple en menant des opérations d'enlèvement du bâti, de sorte à éviter toute pollution additionnelle ou la présence de débris dangereux pour la navigation côtière future. La fonction de ces espaces pourrait également être repensée, puisqu'ils pourraient être classifiés comme « nouvelles zones tampons » pour limiter l'extension éventuelle, au-delà de ce siècle, des phénomènes de submersion, et ainsi minimiser les besoins de relocalisation interne future.

La figure 6.4 met en lumière, au-delà des temporalités des actions (lignes horizontales violettes), un autre élément important des trajectoires d'adaptation, à savoir les points (A) de bifurcation et/ou (B) d'engagement d'actions complémentaires (cercles violets).

A) Une bifurcation est nécessaire lorsqu'une action a atteint, ou est sur le point d'atteindre, son objectif initial, soutenant ainsi la mise en œuvre d'une ou de plusieurs actions suivantes. La mise au point d'un plan concret de relocalisation, par exemple, a vocation à être achevée en quelques années, et est un préalable à l'identification, par exemple, de zones inconstructibles sur les franges littorales à risque.

B) Dans d'autres cas, l'action initiale doit se poursuivre (ex. : les investissements financiers), mais commence à porter suffisamment ses fruits pour permettre le déploiement d'une autre action (ex. : le système de compensation aux personnes délocalisées). De la même manière, un travail de longue haleine est nécessaire pour sensibiliser la population et renforcer les capacités institutionnelles de pilotage pour qu'au moment où toutes les autres conditions auront été réunies, la relocalisation effective des habitants commence et se poursuive.

## Conclusion

Si le changement climatique pose des défis majeurs aux outre-mer français, et si des actions sont menées au quotidien aux échelons locaux, de nombreuses questions restent en suspens, parmi lesquelles celles des capacités institutionnelles de portage de politiques ambitieuses, des modalités d'implication des populations dans une transformation à long terme des territoires, et de l'enjeu du suivi scientifique des processus et de la matérialisation des risques climatiques. L'exemple de l'atoll de Rangiroa montre que ces éléments reposent en grande partie sur la capacité des sociétés outre-mer, avec



l'appui de politiques nationales volontaristes, à définir une vision collective, et donc un projet commun, de l'évolution des conditions de vie des populations dans un contexte de changement climatique. C'est la question du risque « acceptable », des réponses « envisageables » et de l'habitabilité future. Face à cela, l'approche par les trajectoires d'adaptation offre une réponse puisque, par essence, elle sert à instaurer un dialogue entre de multiples parties prenantes (institutions, populations, acteurs économiques) sur le « quoi faire maintenant », et dans le cadre de « quelle vision stratégique de long terme ». Cet exemple d'une trajectoire de relocalisation interne à Rangiroa illustre cela : il s'agit moins de déterminer exactement ce qu'il va falloir faire sur le siècle à venir que de commencer à engager un dialogue social sur ce que le changement climatique va imposer de faire à une échelle pluridécennale, tant en matière de réponses à envisager que de réflexion collective sur les points de bifurcation à anticiper dans un futur proche à plus lointain. L'adaptation commence donc par une clarification du « futur que nous voulons » et, sur cette base, de l'articulation des enjeux de court et de long terme, avec en trame de fond cette idée que l'outil « trajectoires d'adaptation » permet d'organiser cette réflexion.

## Bibliographie

- Becker M., Meyssignac B., Letetrel C., Llovel W., Cazenave A., Delcroix T., 2012. Sea level variations at tropical Pacific islands since 1950. *Global and Planetary Change*, 80-81, 58-98. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2011.09.004>
- Bennett N.J., Cisneros-Montemayor A.M., Blythe J., Silver J.J., Singh G., Andrews N. *et al.*, 2019. Towards a sustainable and equitable blue economy. *Nature Sustainability*, 2 (11), 991-993. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0404-1>
- Caussanel J., Chastanet C., Savignon M., Pecquet-Caumeil F., 2019. Rester au Prêcheur. L'horizon d'un nouveau paradigme (Martinique, 2016). *Paysages de l'eau*, 20, [en ligne]. <https://doi.org/10.4000/paysage.645>
- Duvat V.K.E., Magnan A.K., 2019. Rapid human-driven undermining of atoll island capacity to adjust to ocean climate-related pressures. *Scientific Reports*, 9, 15129. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51468-3>
- Duvat V.K.E., Salvat B., Salmon C., 2017. Drivers of shoreline change in atoll reef islands of the Tuamotu Archipelago, French Polynesia. *Global and Planetary Change*, 158, 134-154. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.09.016>
- Duvat V.K.E., Volto N., Costa S., Maquaire O., Pignon-Mussaud C., Davidson R., 2021c. Assessing atoll island physical robustness: Application to Rangiroa Atoll, French Polynesia. *Geomorphology*, 390, 107871. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.107871>
- Duvat V.K.E., Magnan A.K., Perry C.T., Spencer T., Bell J.D., Wabnitz C.C.C. *et al.*, 2021b. Risk to future atoll habitability from climate-driven environmental changes. *WIREs Climate Change*, e700. <https://doi.org/10.1002/wcc.700>
- Duvat V.K.E., Magnan A.K., Goeldner-Gianella L., Grancher D., Costa S., Maquaire O. *et al.*, 2022. Internal relocation as a relevant and feasible adaptation strategy in Rangiroa Atoll, French Polynesia. *Scientific Reports*, 12, 14183. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18109-8>
- Farbotko C., Campbell J., 2022. Who defines atoll 'uninhabitability'? *Environmental Science & Policy*, 138, 182-190.

- Fox-Kemper B., Hewitt H.T., Xiao C., 2021. Ocean, cryosphere and sea level change in climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds V. Masson-Delmotte *et al.*), World Meteorological Organization, Geneva, 1-257.
- GIEC, 2019. *Glossaire in Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* (H.-O Pörtner *et al.*, eds), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, 677-702.
- Haasnoot M., Lawrence J., Magnan A.K.M, 2021. Pathways to coastal retreat. *Science*, 372, 1287-1290. <https://doi.org/10.1126/science.abi6594>
- Horton R.M., De Sherbinin A., Wrathall D., Oppenheimer M., 2021. Assessing human habitability and migration. *Science*, 372, 1279-1283. <https://doi.org/10.1126/science.abi8603>
- Magnan A.K., Ranché M., Duvat V.K.E., Preneville A., Rubia D., 2018. L'exposition des populations des atolls de Rangiroa et de Tikehau (Polynésie française) au risque de submersion marine. *Vertigo*, 18 (31). <https://doi.org/10.4000/vertigo.23607>
- Onerc, 2012. Outre-Mer et changement climatique. Rapport au Premier ministre et au Parlement, Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique, La Documentation française.
- Ourbak T., Magnan A.K., 2017. The Paris Agreement and climate change negotiations: Small islands, big players. A commentary. *Regional Environmental Change*. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1247-9>
- Pillet V., 2020. Détection et attribution des changements morphologiques côtiers récents en milieu insulaire tropical : Polynésie française, Caraïbe. Thèse de géographie, La Rochelle Université, 504 p.
- Pillet V., Duvat V.K.E., Krien Y., Cécé R., Arnaud G., Pignon-Mussaïd C., 2019. Assessing the impacts of shoreline hardening on beach response to hurricanes: Saint-Barthélemy, Lesser Antilles. *Ocean and Coastal Management*, 174, 71-91. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.03.021>
- Salmon C., Duvat V.K.E., Laurent V., 2019. Human- and climate-driven shoreline changes on a remote mountainous tropical Pacific Island: Tubuai, French Polynesia. *Anthropocene*, 25, 100191. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2019.100191>
- Stahl L., 2018. Les défis présents et à venir des plans de prévention des risques naturels polynésiens. *Études caribéennes*, 41. <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.13106>

# 7. Trajectoires d'adaptation sectorielle de l'économie bleue : le tourisme en Corse

Élodie Briche<sup>1</sup>, Carmelo J. León

Les territoires insulaires sont particulièrement vulnérables face aux aléas climatiques et à la variabilité du climat, qui peuvent endommager ces territoires et perturber l'économie insulaire. Pour cette raison, les îles et les archipels sont considérés comme des laboratoires optimaux pour l'évolution du changement climatique afin de générer des études approfondies sur les secteurs de l'économie bleue<sup>2</sup>, avec un potentiel de répliquabilité relativement facile vers le continent. Le projet européen Horizon 2020 (H2020) SoClimPact (2018-2020) a pour objectif de modéliser et d'évaluer les impacts régionalisés du changement climatique ainsi que les trajectoires bas-carbone dans les îles et les archipels européens pour 2050-2100 (SoClimPact, 2021). Il a également pour ambition de compléter les projections climatiques disponibles en évaluant les impacts économiques du changement climatique et en développant des trajectoires d'adaptation sectorielles. Le projet SoClimPact est de grande ampleur, avec 24 partenaires européens, 12 îles, dont la Corse, et 8 groupes de travail. Il cible quatre secteurs de l'économie bleue : le tourisme côtier et maritime, l'aquaculture, le transport maritime et l'énergie marine.

Ce chapitre se focalise sur les travaux menés par le projet européen à l'échelle de la Corse, en insistant sur les étapes successives permettant de réaliser des trajectoires de politiques d'adaptation sur le secteur du tourisme. En effet, le tourisme côtier et maritime est la plus grande activité maritime en Europe et emploie près de 3,2 millions de personnes, générant un total de 183 milliards d'euros de valeur ajoutée brute. Cela représente plus d'un tiers de l'économie bleue européenne. Dans les îles, le tourisme est généralement la principale activité économique non seulement en Europe, mais également dans le monde entier (Arabadzhyan *et al.*, 2021). Selon les 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> rapports d'évaluation du GIEC (2014 et 2021), le changement climatique « remodèle » l'industrie du tourisme et aura un impact sur la répartition géographique et saisonnière des touristes dans toute l'Europe (Scott et Becken, 2010 ; Scott *et al.*, 2012 ; Gossling *et al.*, 2012).

Le parti pris du projet SoClimPact est d'affecter toute l'activité touristique des îles européennes au secteur du tourisme côtier et maritime (ci-après dénommé « tourisme »). Ceci se justifie au regard de la grande majorité des activités touristiques insulaires,

1. Élodie Briche a participé aux travaux SoClimPact en tant que chargée de recherche consultante senior en adaptation au changement climatique chez Ramboll.

2. L'économie bleue représente toutes les activités économiques liées aux mers, aux océans et aux littoraux.

basées sur les littoraux (sites naturels et infrastructures de tourisme répartis sur l'ensemble des zones côtières). Tous les touristes visitant les régions intérieures profitent de l'environnement côtier pendant la visite (aller sur les plages et faire des activités de plein air côtières, consommer des produits de la mer). Il est relativement facile de démontrer que dans presque tous les cas, l'iconographie et l'imaginaire collectif autour du tourisme dans les îles sont associés à la mer et aux ressources côtières (Arabadzhyan *et al.*, 2021). Dans une approche économique, le tourisme, du côté de la demande, fait référence aux activités des visiteurs et à leur rôle dans l'acquisition des biens et services, généralement liés aux ressources côtières. Du côté de l'offre, le tourisme sera alors compris comme l'ensemble des activités productives destinées principalement aux visiteurs pendant leur séjour.

Il ne s'agit pas, dans ce chapitre, de présenter une revue méthodologique exhaustive, mais bien de donner des clés de lecture méthodologiques pour réaliser des trajectoires à partir d'une coconstruction avec les acteurs locaux corses. Pour cela, les étapes préliminaires méthodologiques autour des chaînes d'impacts ont permis de déterminer pas à pas les options d'adaptation mobilisables au sein de quatre trajectoires possibles.

## Des chaînes d'impacts aux trajectoires de politiques d'adaptation

Pour chacune des îles étudiées, dont la Corse, un relais local au sein du projet a été désigné, et des groupes d'acteurs locaux ont été constitués afin d'accompagner les différentes étapes du projet. SoClimPact repose sur la méthode des chaînes d'impacts, développée ci-dessous, qui a permis de fonder le socle théorique du projet, mais également d'appréhender les risques dans le secteur du tourisme afin de définir des options d'adaptation pour les proposer aux acteurs locaux lors de la constitution de leurs trajectoires.

### Encadré 7.1. La Corse en chiffres clés (adapté de Léon *et al.*, 2021)

Les chiffres de cet encadré correspondent à une compilation réalisée pour toutes les îles étudiées au sein de ce projet afin de traiter un set européen le plus homogène possible.

#### Présentation

La Corse est une île méditerranéenne et une région territoriale française. D'une superficie de 8 680 km<sup>2</sup>, c'est la quatrième plus grande île de la Méditerranée, et sa population est de 325 000 habitants. L'île est principalement composée de forêts (46 % de l'île) et compte plusieurs spécificités, paysages locaux ou espèces endémiques. L'économie dépend fortement du tourisme, secteur le plus important en Corse, mais essaie de se diversifier (énergies renouvelables, éducation et sciences, numérique, *start-up*).

## Encadré 7.1. (suite)

## Le tourisme

En 2015, 10,6 % de l'emploi de l'île et 11 % du PIB ont été générés par les dépenses des touristes. De plus, la population augmente fortement en été : 430 000 non-résidents en haute saison (mi-août) pour une population de 320 000 habitants. Par exemple, en 2016, la Corse a accueilli plus de 8,9 millions de passagers dans les ports et les aéroports. Mais l'industrie du tourisme est également un problème majeur sur l'île, entraînant un coût de la vie élevé, des difficultés locatives de longue durée en raison des offres saisonnières, des prix immobiliers élevés et des emplois saisonniers très mal rémunérés.

## Risques actuels liés au climat (source : GFDRR)

Risque côtier : élevé

Feu de forêt : élevé

Chaleur extrême : moyenne

## Événements climatiques significatifs

Canicule (étés 2017, 2022)

Sécheresse (2018)

Précipitations (2008, 2017)

Inondations (2013)

Tempêtes (été 2022)

## Risque majeur (issu de l'analyse des modèles climatiques en Méditerranée)

L'un des conséquences de l'augmentation moyenne du niveau de la mer est l'inondation côtière : celle-ci inclut la submersion des plages, principaux atouts économiques pour le tourisme. Par conséquent, l'estimation du risque de perte de plage est primordiale\*. Une augmentation du niveau de la mer est attendue, plus importante à la fin du siècle selon le scénario RCP 8.5 (le plus pessimiste)\*\*. La valeur dans ce scénario est de +992,48 cm en Corse. Dans des conditions moyennes, on constate qu'en fin de siècle, selon les scénarios, la perte de surface totale de plage oscille entre -38 % dans le scénario RCP 2.6 à -54 % dans le scénario RCP 8.5.

## Analyse non marchande du tourisme

Le changement climatique et ses impacts en Corse, notamment la disparition de la faune terrestre, provoqueraient une diminution du tourisme sur l'île entraînant un impact sur l'économie. D'après Stock *et al.* (2020), «le tourisme a ceci de particulier que l'expérience du touriste peut être totalement non marchande – regarder un paysage, nager dans la mer, déambuler dans la ville, grimper sur une montagne, etc.». Le projet SoClimPact propose ainsi de quantifier la perte économique des variables non marchandes (faune, flore, etc.) du tourisme. En effet, 42,1% des touristes seraient disposés à rester chez eux, ce qui diminuerait leur budget et leurs dépenses sur l'île de -206,6 euros par personne (correspondant à la diminution moyenne par touriste pour un forfait de 5 nuits).

\* Le 95<sup>e</sup> centile du niveau moyen d'inondation est retenu comme indicateur d'intérêt. Les valeurs sont présentées comme des anomalies par rapport au niveau moyen actuel de la mer, compte tenu de l'emplacement de la plage.

\*\* Les scénarios RCP sont des scénarios de référence de l'évolution du forçage radiatif à l'horizon 2100 élaborés par le GIEC. Il existe 4 scénarios (8.5, 6.0, 4.5 et 2.6). Le scénario RCP 8.5 est le plus pessimiste. Le plus optimiste est le RCP 2.6.

## ■ Les chaînes d'impacts : une méthodologie simple, holistique au cœur du projet SoClimPact

Les chaînes d'impacts sont un excellent moyen de synthétiser dans un diagramme les relations complexes entre l'exposition (aux paramètres climatiques), la sensibilité (liée aux caractéristiques physiques et socio-économiques de l'île) et la capacité d'adaptation. Ainsi, nous proposons d'appliquer la méthodologie des chaînes d'impacts, une approche hautement participative et holistique, pour parvenir à une vision partagée et commune des aléas et des vulnérabilités, et pour réduire les risques climatiques en Corse.

Le concept de chaînes d'impacts a été publié pour la première fois par Schneiderbauer *et al.* (2013), puis repris par la coopération allemande dans le *Vulnerability Sourcebook* (Fritzsche *et al.*, 2014). Les chaînes d'impacts sont depuis de plus en plus utilisées comme une méthode d'évaluation des risques climatiques, en Europe et à l'étranger, au niveau local, régional ou européen, pour la recherche mais aussi pour la prise de décision et l'élaboration des stratégies d'adaptation.

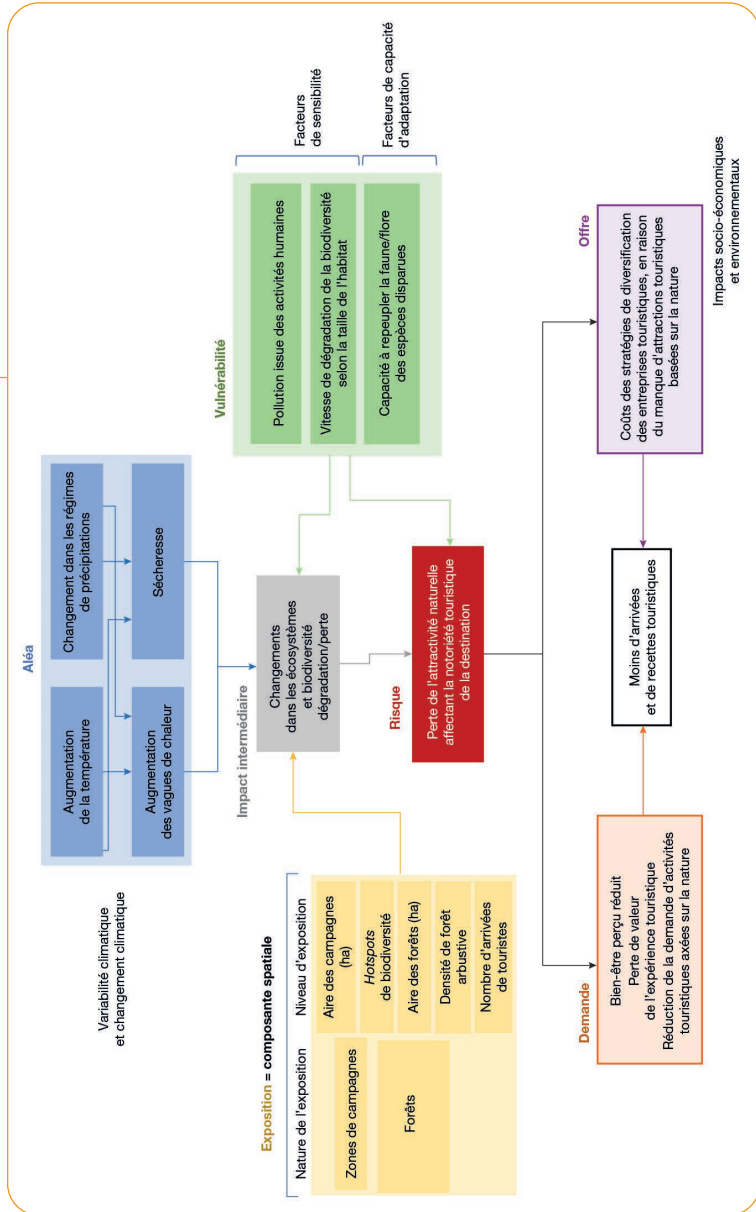
Au sein du projet SoClimPact, l'approche de la chaîne d'impacts est proposée pour comprendre les relations de cause à effet concernant différents domaines de risque (figure 7.1). La conceptualisation du risque du 5<sup>e</sup> rapport du GIEC (AR5) (GIEC, 2014) est utilisée avec les composantes de l'aléa, de l'exposition et de la vulnérabilité. Dans cette conceptualisation, les aléas climatiques conduisent à un risque, mais le risque réel est influencé par le niveau d'exposition et le niveau de vulnérabilité. Avoir un aperçu des différentes composantes nous permet de mieux identifier les options d'adaptation pour atténuer le risque climatique dans les trajectoires d'adaptation des politiques climatiques. Ces options d'adaptation prennent en compte les solutions d'ingénierie (remblais, systèmes d'irrigation, etc.), les solutions fondées sur la nature (développement des plaines inondables, etc.) et les solutions d'adaptation douces (sensibilisation par l'éducation et la formation, systèmes d'alerte, etc.).

L'utilisation des chaînes d'impacts comme cadre conceptuel au sein de ce projet interdisciplinaire permet d'intégrer autant les résultats quantitatifs que qualitatifs de différentes disciplines. L'approche participative en *bottom-up* facilite une meilleure compréhension et un meilleur dialogue. La mise en œuvre d'une chaîne d'impacts peut conduire à une modélisation sophistiquée, ou aboutir à un diagnostic rapide.

Ces chaînes d'impacts ont permis de repenser les indicateurs clés climatiques pour la modélisation, pour l'évaluation non marchande de l'impact du changement climatique sur le tourisme en Corse par exemple, et de mettre en exergue les mesures d'adaptation sectorielles.

La figure 7.1 illustre une chaîne d'impacts théorique des relations entre les différents aléas climatiques, les services écosystémiques et les activités économiques à l'étude. Certaines sont réalisées, comme celle sur les incendies de forêt (Bacciu *et al.*, 2021) qui a permis de réaliser un volet spécifique dédié au risque incendies dans les îles

**Figure 71. Chaîne d'impacts théorique et « générique » : perte de l'attractivité naturelle affectant la notoriété touristique de la destination pour les 12 îles du projet.**



méditerranéennes. D'autres chaînes d'impacts liées au tourisme ont été développées afin de bien couvrir les enjeux insulaires dans un contexte de changement climatique, telles que la perte de confort due à une réduction de la surface des plages ou la perte de confort thermique due à l'augmentation des canicules.

### Encadré 7.2. Définitions des composantes d'une chaîne d'impacts

Les définitions des composantes des chaînes d'impacts dans le projet SoClimPact sont les suivantes :

- le risque socio-économique climatique est le potentiel de conséquences liées au climat (impacts climatiques) pour une variable (actifs, personnes, écosystème, culture, etc.);
- l'aléa est la survenance potentielle d'un événement ou de tendances physiques liés au climat avec des impacts pouvant entraîner des pertes de vie, des blessures ou d'autres impacts sur la santé, ainsi que des dommages et des pertes de biens, d'infrastructures, sur les écosystèmes et les ressources environnementales, etc.;
- l'exposition est la présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions, de services et de ressources environnementaux, d'infrastructures ou d'actifs économiques, sociaux ou culturels dans des lieux et des environnements qui pourraient être affectés de manière négative. L'exposition est liée à des éléments exposés spécifiques (ou à des éléments à risque), par exemple les gens, les infrastructures, les écosystèmes. Le degré d'exposition peut être exprimé par des nombres absolus, des densités ou des proportions, etc., des éléments à risque (par exemple, la densité de population dans une zone touchée par la sécheresse);
- la vulnérabilité est la propension ou la prédisposition à être affecté négativement. La vulnérabilité englobe plusieurs concepts et éléments, y compris la sensibilité ou la susceptibilité aux dommages et le manque de capacité à y faire face et à s'adapter. La sensibilité peut inclure les attributs physiques d'un système (par exemple, les matériaux de construction des maisons, le type de sol sur les champs agricoles), les attributs sociaux, économiques et culturels (par exemple, la structure par âge, la structure des revenus). La capacité d'adaptation fait référence à la capacité des sociétés et des communautés à se préparer et à réagir aux impacts climatiques actuels et futurs;
- les impacts sont les effets sur les systèmes naturels et humains : les effets sur les vies, les moyens de subsistance, la santé, les écosystèmes, les économies, les sociétés, les cultures, les services et les infrastructures, en raison de l'interaction des changements climatiques ou des événements climatiques dangereux survenant au cours d'une période spécifique, et de la vulnérabilité d'une société ou d'un système exposé.



Les différents risques pris en compte dans les chaînes d'impacts exercent une influence sur différentes variables socio-économiques. Les impacts pourraient produire des externalités (positives ou négatives) qui affecteront à la baisse le nombre de touristes ainsi que la valeur économique générée. De plus, des effets en cascade sur d'autres secteurs, tel le transport maritime, pourraient également se produire.

À partir de ces chaînes d'impacts, les objectifs du projet ont pu être réalisés pas à pas : une identification des risques en climat actuel, la réalisation de projections macroéconomiques, les projections climatiques sur les secteurs de l'économie bleue, l'évaluation des risques, les impacts sur les secteurs, les impacts sur le système socio-économique de l'île, la proposition de trajectoires et des recommandations pour les politiques sectorielles, sur lesquelles nous insistons au sein de ce chapitre.

### ■ Les quatre trajectoires de politiques d'adaptation choisies

Les trajectoires des politiques d'adaptation sont des visions distinctes des choix futurs d'adaptation des politiques (Kebede *et al.*, 2018). Lors de l'évaluation de différentes options d'orientations pour la politique d'adaptation et sa mise en œuvre, deux variables limitantes clés ou motrices sont utilisées et influencent directement la prise de décision : le niveau d'investissement dans l'adaptation et la mesure de l'engagement à un changement politique significatif (Suckall *et al.*, 2018). Par conséquent, l'adaptation au changement climatique peut aller d'un coût minimal à un coût élevé, par des changements mineurs et progressifs ou des transformations plus significatives par rapport au *statu quo* (Suckall *et al.*, 2018).

Chaque combinaison représente une trajectoire de politique d'adaptation distincte (Kebede *et al.*, 2018) :

- trajectoire A. Intervention minimale : faible investissement/faible engagement ;
- trajectoire B. Expansion de la capacité économique : investissement élevé/engagement faible ;
- trajectoire C. Amélioration de l'efficacité du système : investissement moyen/engagement moyen ;
- trajectoire D. Restructuration du système : investissement élevé/engagement élevé.

Chaque trajectoire de politique d'adaptation est associée à un récit et à des éléments clés spécifiques (encadré 7.3).

L'utilisation des récits permet de fournir aux parties prenantes un cadre pour le développement de leurs trajectoires d'adaptation sectorielles, comme pour le tourisme en Corse, au cours des ateliers de co-construction afin d'encourager la réflexion sur différentes options d'adaptation. Pour SoClimPact, ces récits ont été adaptés de Kebede *et al.* (2018), Suckall *et al.* (2018) et Hall *et al.* (2016).

### Encadré 7.3. Récits et éléments clés pour les quatre trajectoires des politiques d'adaptation

#### Trajectoire A. Intervention minimale

##### Récit

Cette trajectoire politique suppose une stratégie sans regret, où sont menées les politiques d'adaptation les moins coûteuses pour protéger les citoyens de certains impacts climatiques. Cette trajectoire traite les domaines où l'impact maximal peut être atteint au moindre coût. Elle nécessite de faibles niveaux d'engagement envers le changement de politique et promeut une adaptation nécessitant peu d'investissement. Elle reflète soit une préférence fondamentale pour un gouvernement local non interventionniste, soit un gouvernement avec un manque d'ambition ou de capacité à agir localement. Cela pourrait refléter également la position d'un gouvernement qui estime qu'aucune autre action n'est requise localement. Il y a peu de planification pour les événements climatiques et le gouvernement fournit des services d'urgence de base en cas de catastrophe.

##### Éléments clés

###### • *Réduction de la vulnérabilité*

La vulnérabilité est réduite en investissant dans le capital humain (connaissances, expériences, compétences, aptitudes). Il y a peu ou pas d'investissement dans d'autres formes de capital. Par exemple, l'investissement dans le capital humain peut inclure une formation de base pour apprendre de nouvelles techniques agricoles ou de pêche, etc.

###### • *Réduction des risques de catastrophe*

La réduction des risques de catastrophe est assurée de trois manières : par des mesures simples pour faire face aux risques à long terme, comme former les populations à utiliser les futures zones inondées à des fins récréatives ; par des interventions en cas de catastrophe telles que des évacuations ; par des services de base fournis pendant la réhabilitation post-catastrophe, comme des stations mobiles de traitement de l'eau, etc.

###### • *Résilience socio-écologique*

La résilience des écosystèmes est assurée par certains éléments de base tels que les services d'approvisionnement en eau potable, qui sont partiellement pris en charge par la collectivité.

#### Trajectoire B. Expansion de la capacité économique

##### Récit

Cette trajectoire politique encourage une croissance économique à l'épreuve du climat, mais ne cherche pas à apporter de changements significatifs à la structure actuelle de l'économie. Des investissements importants sont nécessaires pour préparer l'économie au changement futur, mais la politique d'adaptation ne vise pas à réorienter l'économie ou à créer de changement significatif. L'accent est plutôt mis sur le climat, l'amélioration de la capacité d'adaptation. Dans cette

trajectoire politique, la capacité financière est utilisée pour protéger l'économie contre les dommages induits par le climat. Cette trajectoire se concentre sur une planification à long terme en augmentant l'investissement dans la capacité des infrastructures.

#### **Éléments clés**

##### **• Réduction de la vulnérabilité**

La vulnérabilité est réduite en se concentrant sur l'amélioration du capital financier. Cela se fait au niveau des ménages, par exemple avec des formations sur la production et le stockage post-récolte, des régimes d'assurance gouvernementaux et privés. La réduction de la vulnérabilité se fait également au niveau gouvernemental, par exemple en encourageant les investissements du secteur privé dans l'écotourisme. L'accent est par ailleurs mis sur le capital humain, alors que le gouvernement investit dans la formation qui, à son tour, permettra aux ménages de mieux faire face aux impacts des événements extrêmes, et sur le capital physique en veillant à ce que les infrastructures appropriées existent pour soutenir la croissance économique (par exemple, routes, stockage, électricité).

##### **• Réduction des risques de catastrophe**

La réduction des risques de catastrophe se concentre sur l'atténuation des risques à long terme. L'accent peut être mis sur la fourniture de ressources fluviales/côtières ou la construction d'infrastructures pour protéger les zones économiquement importantes. L'accent est aussi mis sur la préparation et l'atténuation des risques. Les efforts de reprise «post-catastrophe» se concentrent sur le redressement de l'économie afin de réduire l'impact des risques naturels sur les secteurs économiques en débloquant rapidement des fonds pour reconstruire les infrastructures économiques telles que les ports, les routes et les principaux magasins.

##### **• Résilience socio-écologique**

La résilience des écosystèmes est assurée par des investissements dans les services d'approvisionnement. L'accent est également mis sur la réglementation des services.

#### **Trajectoire C. Amélioration de l'efficacité**

##### **Récit**

Cette trajectoire politique repose sur une stratégie ambitieuse qui favorise une adaptation cohérente avec la gestion la plus efficace et l'exploitation du système actuel, en examinant les façons de répartir le travail, d'équilibrer les moyens de subsistance et d'utiliser au mieux les services écosystémiques pour améliorer les moyens de subsistance et le bien-être. Comme cette trajectoire repose sur une question d'efficacité, elle nécessite moins d'investissement que d'autres approches interventionnistes (c'est-à-dire amélioration et restructuration du système). Cependant, il existe un engagement raisonnable à un changement de politique important à mesure que le système évolue pour contribuer à un changement de long terme. L'amélioration de l'efficacité se concentre sur le déploiement de technologies et d'interventions politiques en ciblant à la fois l'offre et la demande.

**Encadré 7.3. (suite)****Éléments clés****• Réduction de la vulnérabilité**

La vulnérabilité est réduite en se concentrant sur le capital humain et social au niveau du ménage et au niveau communautaire. En matière de capital humain, la diversification des moyens de subsistance dans l'agriculture est promue, tout comme l'enseignement de l'agriculture résiliente au climat.

**• Réduction des risques de catastrophe**

La réduction des risques de catastrophe est garantie par des investissements dans les risques à long terme, avec des mesures peu coûteuses telles que les systèmes d'alerte précoce et les abris anti-tempêtes, le développement de normes de construction pour les bâtiments dans les zones à risque, l'établissement de zones non constructibles et de fonds pour réduire les risques. Les communautés sont formées pour se préparer aux événements par le biais d'initiatives peu coûteuses, telles que l'éducation aux risques à l'école ou la formation à l'évacuation.

**• Résilience socio-écologique**

La résilience des écosystèmes est une priorité, car elle soutient une gestion et une exploitation efficaces des grands systèmes naturels. Les services écosystémiques sont reconnus comme apportant de l'efficacité au sens large et font l'objet d'interventions gouvernementales. L'accent est mis sur l'intervention au moindre coût. En matière d'approvisionnement, l'utilisation mixte des terres et l'irrigation sont promues. En matière de réglementation, la plantation d'arbres est au centre des préoccupations. En matière d'habitat biologique, des corridors sont créés ainsi que des espaces verts (de renaturation) le long des cours d'eau.

**Trajectoire D. Restructuration du système****Récit**

Cette trajectoire politique englobe un changement fondamental préventif à chaque niveau afin de transformer complètement le paysage socio-écologique et les systèmes économiques, changeant ainsi le fonctionnement social et physique des secteurs des îles. Il y a une croyance directrice que des modifications importantes ou radicales du paysage et de la société sont justifiées pour créer une restructuration à long terme du système, malgré les coûts à court terme qui peuvent être accumulés pour certains groupes sociaux ou secteurs économiques. Cette orientation politique se concentre sur la restructuration fondamentale et la refonte du mode actuel de fourniture des services d'infrastructure. Ces politiques hautement transformatrices et de restructuration exigent un niveau d'investissement et un engagement élevés en faveur d'un changement politique important :

- protéger : suivre largement le modèle néerlandais avec l'utilisation de protections étendues des infrastructures et des modifications importantes du paysage pour protéger les terres agricoles. Les secteurs de l'économie sont protégés de tout nouveau changement afin que les communautés puissent continuer à maintenir leurs moyens de subsistance comme d'habitude ;

- **accommoder** : les moyens de subsistance peuvent changer pour « vivre avec la nature » et assumer l'aspiration à « travailler avec la nature » pour s'adapter aux changements du milieu naturel ;
- **se retirer** : cela signifie une relocalisation des infrastructures, par exemple l'abandon des zones côtières à risque par les populations et les services.

#### **Éléments clés**

##### **• Réduction de la vulnérabilité**

Cette orientation politique peut signifier un changement important du système naturel (c'est-à-dire protéger) ou un changement significatif des moyens de subsistance (c'est-à-dire accommoder et/ou se retirer) pour s'assurer que les populations soient protégées des impacts climatiques majeurs. La vulnérabilité est réduite en se concentrant sur le capital financier et humain (accueillir et/ou retirer), auquel s'ajoute le capital naturel (dans les cas de protection).

##### **• Réduction des risques de catastrophe**

Dans cette orientation politique, la réduction des risques de catastrophe peut se concentrer sur la gestion du risque à long terme (protéger et/ou accommoder). Des exemples de cette orientation politique comprennent la création de digues pour gérer les eaux de crue (protéger), les infrastructures qui permettent de rester dans des endroits potentiellement dangereux, etc.

##### **• Résilience socio-écologique**

Cette orientation politique peut cibler la résilience socio-écologique en maintenant les moyens de subsistance agricoles traditionnels ou en promouvant la gestion des cours d'eau. De plus, de nouveaux habitats peuvent être créés.

## **Construction des trajectoires d'adaptation du tourisme corse à trois horizons temporels**

Les trajectoires d'adaptation proposées pour le secteur du tourisme en Corse sont issues des contextes géographiques économiques et sociaux de l'île et le fruit d'ateliers réalisés avec les acteurs locaux.

### **I Méthode pour la construction des trajectoires du tourisme en Corse**

Un groupe d'acteurs locaux a été mobilisé durant toute la durée du projet. Une consultation des parties prenantes a été menée visant à proposer, analyser et hiérarchiser les mesures d'adaptation alternatives pour le secteur du tourisme en Corse. Ce groupe d'acteurs impliquait des responsables politiques, des décideurs, des praticiens, des organisations non gouvernementales, des membres de la société civile, des experts scientifiques, des membres du secteur privé, des entreprises du tourisme corse. Les objectifs principaux étaient :

- d'identifier et de présenter les mesures et les options d'adaptation et de gestion des risques pour l'île ;
- de réaliser des « trajectoires » d'adaptation à trois horizons temporels : court terme (jusqu'en 2030), moyen terme (jusqu'en 2050) et fin de siècle (jusqu'en 2100) ;
- d'évaluer et de classer les options d'adaptation pour le secteur du tourisme.

Les parties prenantes ont utilisé cinq critères d'évaluation pour hiérarchiser les mesures proposées :

- la rentabilité : capacité à répondre efficacement aux besoins actuels ou aux aléas/risques climatiques futurs de la manière la plus économique ;
- la protection de l'environnement : capacité à protéger l'environnement, aujourd'hui et à l'avenir ;
- l'atténuation « gagnant-gagnant » et le « compromis » : capacité actuelle à répondre (gagnant-gagnant) ou non (compromis) aux objectifs d'atténuation ;
- l'applicabilité technique : capacité actuelle à mettre en œuvre techniquement la mesure en Corse ;
- l'acceptabilité sociale : acceptabilité sociale actuelle de la mesure politique au sein de la Corse.

Les quatre trajectoires développées (encadré 7.3) permettent de proposer des visions différentes de l'avenir dans le choix d'adaptation des politiques.

## ■ Classement des options d'adaptation pour le tourisme en Corse

Les 24 options/mesures disponibles pour le tourisme ont été caractérisées par le relais local en Corse selon les cinq critères définis ci-dessus. En Corse, aucun « savoir local » n'a été ajouté lors de l'enquête.

La notation et le classement des options d'adaptation pour le secteur du tourisme en Corse sont présentés dans le tableau 7.1. Les mesures les mieux classées (4,00 étant la note la plus haute) pour le tourisme sont la réhabilitation et la restauration des rivières (T6) et la gestion adaptative des habitats naturels (T7), en raison de leur grande capacité à protéger l'environnement et à répondre aux objectifs d'atténuation ainsi que de leur forte acceptabilité sociale et leur rentabilité. La mesure la moins notée est celle des incitations financières à se retirer des zones à haut risque (T2), en raison de leur faible capacité à atteindre les objectifs d'atténuation et de leur faible applicabilité technique et acceptabilité sociale, suivies de la mesure des fonds de relèvement post-catastrophe (T23).

## ■ Trajectoires d'adaptation réalisées par les experts locaux

Ces quatre trajectoires des politiques d'adaptation ont été définies comme un ensemble de classes d'adaptation (tableau 7.2), chacune avec deux options/mesures parmi lesquelles choisir. Les choix de chaque partie prenante contribuent à créer un chemin politique avec les autres choix faits par les autres parties prenantes.

**Tableau 7.1. Classement des options d'adaptation pour le secteur du tourisme en Corse.**

ID	Nom	Rentabilité	Protection de l'environnement	Atténuation « gagnant-gagnant » et compromis	Applicabilité technique	Acceptabilité sociale	Moyenne
T1	Instruments économiques	3.00	3.00	4.00	2.00	3.00	3.00
T2	Incentations financières à se retirer des zones à haut risque	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.40
T3	Adaptation de la gestion des eaux souterraines	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
T4	Systèmes de modélisation, de surveillance et de prévision	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.40
T5	Restauration et réhabilitation des dunes	2.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00
T6	Réhabilitation et restauration des rivières	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.80
T7	Gestion adaptative des habitats naturels	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.80
T8	Piscines océaniques	3.00	3.00	2.00	4.00	4.00	3.20
T9	Diversification de l'activité et des produits	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.40
T10	Programmes de sensibilisation du public	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.20
T11	Économie circulaire	4.00	4.00	4.00	2.00	1.00	3.00
T12	Campagnes de sensibilisation touristique	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.80
T13	Pêche durable locale	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.60
T14	Restrictions d'eau, réduction de consommation et recyclage des eaux grises	4.00	4.00	4.00	3.00	1.00	3.20
T15	Apport sur les plages	2.00	1.00	2.00	4.00	4.00	2.60
T16	Désalinisation	2.00	4.00	1.00	4.00	4.00	3.00
T17	Aménagements de protection côtière	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.40
T18	Plan de conservation de l'eau et plan sécheresse	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.20
T19	Intégration de la gestion des risques de catastrophes	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.20
T20	Solutions bleues pour faire face aux vagues de chaleur	4.00	3.00	2.00	3.00	4.00	3.20
T21	Plan de gestion des incendies	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.60
T22	Systèmes de prestation de soins de santé	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	2.80
T23	Fonds post-catastrophes	2.00	1.00	2.00	3.00	4.00	2.40
T24	Planification pré-catastrophe	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.40

**Tableau 7.2. Trajectoires d'adaptation pour le tourisme en Corse**  
(source : SoClimPact, 2021).

ID	Nom	N° de la classe	Ratio (%)	A			B			C			D					
				C	M	L	C	M	L	C	M	L	C	M	L			
T1	Instruments économiques	1	70															
T2	Inciations financières à se retirer des zones à haut risque	1	30															
T10	Programmes de sensibilisation du public	2	50															
T9	Diversification des produits et de l'activité touristique	2	50															
T11	Économie circulaire locale	3	80															
T12	Campagne de sensibilisation des touristes	3	20															
T14	Restriction d'usages de l'eau et recyclage	4	87															
T13	Pêche locale durable	4	13															
T15	Rechargement des plages	5	60															
T16	Désalinisation	5	40															
T17	Ouvrage de protection des côtes	6	65															
T18	Plan de gestion des sécheresses	6	35															
T19	Gestion des risques naturels	7	60															



T20	Utilisation de l'eau pour le rafraîchissement urbain	7	40				
T22	Amélioration des systèmes de santé	8	73				
T21	Plan de gestion des feux de forêt	8	27				
T24	Plan d'anticipation des crises	9	63				
T23	Fonds de récupération post-crise	9	37				
T4	Systèmes de suivi, de modélisation et de prévision	10	70				
T3	Adaptation de la gestion des eaux souterraines	10	30				
T5	Restauration et réhabilitation des dunes	11	60				
T6	Restauration et réhabilitation des rivières	11	40				
T7	Gestion adaptative des habitats naturels	12	67				
T8	Piscines d'eau de mer	12	33				

Les options sont identifiées par un numéro d'identification, un nom complet et un numéro de classé d'adaptation. Les objectifs d'adaptation sont identifiés dans chaque option par couleur : réduction de la vulnérabilité (rouge), réduction des risques de catastrophe (bleu), résilience socio-écologique (vert), options d'adaptation des connaissances locales (gris). Les options surlignées indiquent que la mesure a été sélectionnée dans chaque trajectoire et horizon temporel : trajectoire A (bleu clair) ; trajectoire B (vert clair) ; trajectoire C (orange clair) et trajectoire D (violet clair). Les lettres C, M, L correspondent à court (C), moyen (M) et long (L) termes.

Si la majorité des acteurs choisissent une option au sein d'une trajectoire (de A à D), alors cette mesure est intégrée dans la trajectoire d'adaptation pour le tourisme en Corse. Le résultat des choix réalisés pour les trois horizons définit le « chemin ». Les options d'adaptation sont incluses dans la trajectoire lorsqu'elles sont sélectionnées à plus de 50 % sur chaque horizon pour chaque trajectoire (A à D).

## I Synthèse des recommandations pour le tourisme en Corse

Pour la trajectoire A, les actions moins « gourmandes » en ressources sont privilégiées par les parties prenantes à des actions plus fortes en investissement. Les répondants ont expliqué que la sensibilisation des touristes sur l'érosion préjudiciable de la plage causée par l'élimination des herbiers est une mesure peu coûteuse et à fort impact.

Pour la trajectoire B, les instruments économiques sont préférés aux incitations à la délocalisation des activités, ce qui est conforme à l'orientation économique de cette trajectoire.

Pour la trajectoire C, l'économie circulaire est de loin préférée à la sensibilisation des touristes. L'économie circulaire est un élément important et un défi à fort intérêt politique en Corse.

Des trajectoires A à D, et surtout pour la D, la diversification du tourisme est choisie plus tôt et plus souvent que la sensibilisation. Cela illustre la bonne compréhension des trajectoires par les répondants (tableau 7.3).

**Tableau 7.3. Synthèse des mesures au sein des quatre trajectoires des politiques d'adaptation au changement climatique dans le secteur du tourisme en Corse pour trois horizons temporels.**

	Court terme 2030	Moyen terme 2050	Fin de siècle
<b>Trajectoires des politiques d'adaptation A</b> <i>Intervention minimale</i> <i>Faible investissement, faible engagement politique</i> Cette trajectoire politique suppose une stratégie sans regret où les politiques d'adaptation les moins coûteuses visent à protéger les citoyens contre certains impacts climatiques	Programme de sensibilisation du public		
	Aménagements de protection côtière		
	Système de soins		
	Fonds de réparation post-catastrophe		
	Modélisation, suivi et systèmes de prévisions		

	Court terme 2030	Moyen terme 2050	Fin de siècle
<b>Trajectoires des politiques d'adaptation B</b> <b>Expansion de la capacité économique</b> <i>Investissement élevé, faible engagement politique</i> Cette trajectoire politique se concentre principalement sur la promotion d'une croissance économique à l'épreuve du climat, mais ne cherche pas à apporter des changements importants à la structure actuelle de l'économie	Instruments de politiques économiques		Incitations financières pour quitter les zones à haut risque
	Programme de sensibilisation du public		Diversification de l'activité et des produits
	Remblai des plages		
	Aménagements de protection côtière		
	Modélisation, suivi et systèmes de prévisions		
	Restauration et réhabilitation des dunes		
<b>Trajectoires des politiques d'adaptation C</b> <b>Amélioration de l'efficacité</b> <i>Investissement moyen, engagement politique moyen</i> Cette orientation politique est fondée sur une stratégie ambitieuse qui favorise une adaptation conforme à la gestion la plus efficace et une exploitation du système actuel	Programme de sensibilisation du public		Diversification de l'activité et des produits
	Campagnes de prévention pour les touristes	Économie circulaire locale	
	Restrictions sur l'usage de l'eau, sur sa consommation, et recyclage des eaux grises		
	Aménagements de protection côtière		
	Utilisation de l'eau dans la lutte contre les canicules		Intégration de la gestion des risques
	Modélisation, suivi et systèmes de prévisions		
	Restauration et réhabilitation des dunes		
	Gestion adaptative des habitats naturels		Piscines d'eau de mer
<b>Trajectoires des politiques d'adaptation D</b> <b>Restructuration du système</b> <i>Investissement élevé au changement de politique</i> Cette orientation politique englobe un changement fondamental préventif à chaque niveau afin de complètement transformer le paysage socio-écologique actuel et les systèmes économiques	Instruments de politiques économiques		Incitations financières pour quitter les zones à haut risque
	Programme de sensibilisation du public		Diversification des produits et des activités
	Restrictions sur l'usage de l'eau, sur sa consommation, et recyclage		
	Plan de conservation de l'eau	Aménagements de protection côtière	
	Plan d'anticipation des crises		
	Modélisation, suivi et systèmes de prévisions		

## Conclusion

Fruit d'un long travail de recherche appliquée, le projet SoClimPact a permis de mettre en exergue les difficultés à travailler sur des données insulaires, parfois peu disponibles avec des accès plus ou moins évidents selon les pays. Il a également permis de réaliser une analyse comparative des îles européennes sur différents volets tels que les risques climatiques ou les trajectoires choisies par les acteurs locaux, parfois confrontés à des problématiques similaires comme pour la Corse, la Sicile et la Sardaigne. Le parti pris de ce chapitre est d'exposer deux méthodologies pouvant s'imbriquer et facilement utilisables et répliquables pour tout type de territoire, échelle et contexte.

Les chaînes d'impacts permettent d'adopter une démarche *bottom-up* pour l'analyse des risques avec des acteurs interdisciplinaires. Dans ce cas précis, les chaînes d'impacts ont permis de consolider le dialogue entre des équipes interdisciplinaires, mais également de tisser les grands volets du projet et d'en atteindre les objectifs inédits en matière de modélisation, d'évaluation macroéconomique, etc., avec une analyse fine de ces chaînes d'impacts sur chaque secteur de chaque île en amont.

La démarche pour la réalisation de trajectoires sectorielles, comme celles du tourisme proposées au sein de ce chapitre, pourrait être affinée en Corse, avec un panel de répondants plus vaste et avec des options d'adaptations spécifiques à l'échelle des territoires français par exemple : en effet, l'inertie due aux traitements de données insulaires à l'échelle européenne donne des résultats génériques et sommaires pour les douze îles qui pourraient être davantage précisés sur une étude plus localisée. Néanmoins, il s'agit d'une méthodologie facilement répliquable permettant d'envisager un passage à l'action rapide suivant différents horizons temporels, avec la possibilité de proposer des récits pour les quatre trajectoires repensées à l'échelle de la France.

## Bibliographie

- Arabadzhyan A., Figini P., García C., González M.M., Lam-González Y.E., León C.J., 2021. Climate change, coastal tourism, and impact chains: A literature review. *Current Issues in Tourism*, 24 (16), 2233-2268. <https://doi.org/10.1080/136683500.2020.1825351>
- Bacciu V., Hatzaki M., Karali A., Cauchy A., Giannakopoulos C., Spano D., Briche E., 2021. Investigating the climate-related risk of forest fires for Mediterranean Islands' blue economy. *Sustainability*, 13, 10004. <https://doi.org/10.3390/su131810004>
- Fritzsche K., Schneiderbauer S., Bubeck P., Kienberger S., Buth M., Zebisch M., Kahlenborn W., 2014. *The Vulnerability Sourcebook: Concept and Guidelines for Standardized Vulnerability Assessments*, Bonn and Eschborn, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- GFDRR. *Think hazard! Corse*, Global Facility for Disaster Risk Reduction. <https://thinkhazard.org/fr/report/1256-france-corse>

- GIEC, 2014. Changement climatique 2014 : impacts, adaptation, et vulnérabilités. Partie A : Aspects globaux et sectoriels. Contribution du second groupe de travail du 5<sup>e</sup> rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (V.R. Barros *et al.*, eds), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA, 1132 p.
- Gössling S., Scott D., Hall C., 2012. *Tourism and Climate Change. Impacts, Mitigation and Adaptation*, Routledge, 442 p.
- Hall J.W., Tran M., Hickford A.J., Nicholls R.J., 2016. *The Future of National Infrastructure: A System-of-systems Approach*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Kebede A.S., Nicholls R.J., Allan A., Iñaki A., Cazcarro I., Fernandes J.A. *et al.*, 2018. Applying the global RCP-SSP-SPA scenario framework at sub-national scale: A multi-scale and participatory scenario approach. *Science of the Total Environment*, 635, 659-672. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.368>
- Schneiderbauer S., Zebisch M., Kass S., Pedoth L., 2013. Assessment of vulnerability to natural hazards and climate change in mountain environments: Examples from the Alps. In: Birkmann J. (ed.), *Measuring Vulnerability*, United University Press, 349-380.
- Scott D., Becken S., 2010. Adapting to climate change and climate policy: Progress, problems and potentials. *Journal of Sustainable Tourism*, 18 (3), 283-295. <https://doi.org/10.1080/09669581003668540>
- Scott D., Gössling S., Hall C.M., 2012. International tourism and climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 3 (3), 213-232. <https://doi.org/10.1002/wcc.165>
- SoClimPact, 2021. DownScaling CLimate ImPACTs and decarbonisation pathways in EU islands, and enhancing socioeconomic and non-market evaluation of Climate Change for Europe, for 2050 and beyond. <https://soclimpact.net/wp-content/uploads/2021/10/D7.3-Workshops-Reports-Resultsmethod.pdf>
- Stock M., Coëffé V., Violier, Duhamel P., 2020. Systèmes d'acteurs et mondes économiques du tourisme. In : P. Duhamel (ed.), *Les enjeux contemporains du tourisme : une approche géographique*, Presses universitaires de Rennes, Rennes. <https://doi.org/10.3917/pur.violi.2017.01.0157>
- Suckall N., Tompkins E.L., Nicholls R.J. *et al.*, 2018. A framework for identifying and selecting long-terms adaptation policy directions for deltas. *Sciences of the Total Environment*, 633, 946-957. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.234>



# 8. Définir et suivre des trajectoires bas-carbone de référence à l'échelle des collectivités territoriales

Gérald Lalevée, Nathalie Martinez

La France s'est fixé un objectif : atteindre la neutralité carbone d'ici 2050 (Code de l'énergie, article L100-4), ce qui correspond à l'équilibre entre les émissions issues de l'activité humaine et les séquestrations en dehors de l'atmosphère par les puits tels que les écosystèmes et les puits technologiques. Outre l'augmentation des puits permettant la séquestration du carbone, il s'agit de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) de 40% entre 1990 et 2030, et de les diviser par un facteur supérieur à six sur la période 1990-2050. Cet objectif est également inscrit dans la Stratégie nationale bas-carbone 2 (SNBC 2), adoptée en avril 2020, qui définit une trajectoire nationale de réduction des émissions de GES à l'horizon 2050, assortie de budgets carbone nationaux à moyen terme. Tous les secteurs de l'économie française sont couverts avec, pour chacun d'eux, un objectif de baisse des émissions à l'horizon 2030 et 2050.

La Stratégie française énergie-climat constituera la feuille de route actualisée de la France pour atteindre la neutralité carbone en 2050, avec la 3<sup>e</sup> édition de la SNBC et du Pnacc et la Programmation pluriannuelle de l'énergie 2024-2033.

« Les collectivités françaises (Régions<sup>1</sup>, intercommunalités, communes) sont, de manière directe, à l'origine de 15% des émissions de gaz à effet de serre, en raison de leur patrimoine (bâtiments, éclairage public, flotte de véhicules, etc.), ainsi que de leurs différents périmètres de compétences (logements, transports, gestion des déchets, etc.). Par ailleurs, si l'on intègre les impacts indirects des orientations décidées par les collectivités, elles ont des leviers d'action sur 50% des émissions de gaz à effet de serre » (Ademe, 2022).

Ces collectivités peuvent fixer des objectifs climatiques ambitieux sur leur territoire, notamment dans le cadre de leurs documents de planification urbaine et stratégique tels que les schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (Sradet) pour les Régions, les schémas de cohérence territoriale (SCoT), les plans de déplacements urbains (PDU), les plans climat air-énergie territoriaux (PCAET) et les plans locaux d'urbanisme intercommunal (PLUi) pour l'échelle infrarégionale.

1. Par convention dans l'ensemble du document, le terme « Région » avec un grand R qualifie la collectivité territoriale (c'est-à-dire le « conseil régional ») et « région » avec un petit r qualifie le territoire régional.

Cependant, au moment de l'élaboration de ces documents de planification, il n'existait pas de cadre méthodologique ni d'outils communs pour décliner la trajectoire de la SNBC à l'échelle des territoires. De même, les collectivités n'ont pas à disposition de cadre d'analyse leur permettant de juger de la pertinence et du niveau d'ambition des moyens et des actions mis en œuvre, cadre nécessaire pour élaborer une stratégie bas-carbone de long terme adaptée à un territoire donné, en cohérence avec les objectifs de la SNBC.

Ces constats sont confirmés par le rapport de mars 2022 du ministère de la Transition écologique, qui s'inscrit dans le cadre de l'article 68 de la loi Énergie-Climat du 8 novembre 2019 concernant la contribution des PCAET et des Srdet aux politiques de transition écologique et énergétique, notamment dans la conclusion suivante : « Il n'existe pas de cadrage commun à l'ensemble des Srdet et des PCAET permettant l'agrégation des objectifs de chacun des territoires. Une uniformisation de la définition et de la présentation des objectifs serait souhaitable pour permettre l'agrégation des objectifs. »

Dans ce contexte, l'Ademe a lancé des travaux d'abord au niveau régional. L'objectif était de construire une démarche robuste permettant aux Régions d'élaborer une stratégie bas-carbone de long terme à l'horizon 2050, avec point de passage en 2030, en fonction notamment de trajectoires de réduction cohérentes avec les objectifs de la SNBC.

Puis des travaux ont été lancés pour élaborer une méthode de construction de trajectoires bas-carbone de référence à l'échelle des territoires infrarégionaux, et le cadre d'analyse associé. Une trajectoire bas-carbone de référence du territoire (théorique) est la projection des émissions et des stockages de carbone inscrite dans le temps, en territorialisant un scénario *supra* (ex. : SNBC). C'est une approche *top-down* (descendante).

Les collectivités territoriales, cibles et utilisatrices des méthodologies et des outils développés dans ce cadre, sont placées au cœur de ces travaux afin de valider les besoins et l'opérationnalité des livrables proposés. Elles sont intégrées dans un esprit de coconstruction et d'expérimentation. Les Régions ayant participé à l'étude sont : Bretagne, Normandie, Hauts-de-France, Grand Est, Occitanie, Bourgogne-Franche-Comté, Auvergne-Rhône-Alpes et les trois Régions pilotes (Nouvelle-Aquitaine, Centre-Val de Loire et la Réunion). Au niveau infrarégional, ce sont 13 collectivités pilotes réparties sur 7 régions qui vont coconstruire et expérimenter en 2023 la méthodologie et l'outil pour élaborer des trajectoires bas-carbone cohérentes avec les objectifs de la SNBC et le cadre d'analyse associé.

Ces travaux, réalisés à l'échelle régionale puis infrarégionale, sont présentés dans ce chapitre.

### Démarche d'analyse des trajectoires régionales

Depuis la loi NOTRe, les Régions sont les cheffes de file de l'action climatique et de la transition énergétique. Elles ont un rôle clé à jouer pour faciliter la concrétisation des orientations de la SNBC 2, notamment par la coordination des actions sur



leur territoire. Des objectifs climat et énergie à l'échelle régionale sont fixés dans les Sraddet<sup>2</sup>. Ils donnent un cadre à l'action climatique régionale et à l'articulation des actions avec les autres collectivités territoriales. Reste à vérifier si ces objectifs sont cohérents avec ceux fixés dans la SNBC et, dans le cas contraire, à identifier les éléments objectifs permettant d'engager un processus d'amélioration continue des politiques climatiques régionales.

Dans ce contexte, l'Ademe a élaboré, en concertation avec les Régions, une démarche d'analyse de l'évolution des émissions de GES de leur territoire, la démarche « Trajectoires climat régionales », leur apportant un éclairage dans leur compréhension du chemin à parcourir pour s'engager vers une trajectoire de transition bas-carbone cohérente avec les objectifs de la SNBC 2. Le dispositif, coconstruit avec les Régions, notamment avec les trois Régions pilotes (Nouvelle-Aquitaine, Centre-Val de Loire et la Réunion), est composé de deux éléments distincts. Le premier porte sur l'élaboration de trajectoires d'évolution des émissions de GES du territoire permettant de positionner le niveau d'ambition climatique de la région selon les objectifs fixés dans son Sraddet ou selon la déclinaison des objectifs de la SNBC. Le second est le cadre d'analyse commun associé. Il s'articule autour de huit thématiques principales et d'une trentaine d'indicateurs (voir section « Un cadre d'analyse opérationnel à destination des Régions ») permettant d'évaluer les différentes composantes de l'action régionale au regard des enjeux définis dans la SNBC. En s'appuyant sur les trajectoires d'évolution des émissions de GES pour certains indicateurs quantitatifs, ce cadre d'analyse permet donc de piloter et de suivre la politique climatique de la région, tout en apportant des éléments de dialogue entre les différents partenaires.

Cette démarche a également été coconstruite avec plusieurs acteurs clés de la transition bas-carbone en France<sup>3</sup>, entre février et septembre 2020, avant d'être expérimentée avec les trois Régions pilotes fin 2020, puis déployée sur l'ensemble des Régions dans le courant du premier semestre 2021. Cette approche collaborative et itérative a permis de tester la démarche et de la faire évoluer afin d'aboutir à une version consolidée au plus proche des enjeux et des réalités opérationnelles des Régions. Les résultats agrégés (scores, recommandations) de ces analyses, les principaux enseignements de la démarche et le contenu méthodologique de l'analyse décrivant chacun des indicateurs, et notamment la méthodologie de construction des trajectoires régionales de références, sont disponibles (Ademe, 2021) et synthétisés ci-après.

---

2. Ainsi que dans le Schéma directeur de la Région Île-de-France (Sdrif) pour la Région Île-de-France, dans le Plan d'aménagement et de développement durable de la Corse (Padduc) pour la Corse et dans les schémas d'aménagement régional (SAR) pour les Régions d'outre-mer.

3. Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), Association pour la transition bas carbone (ABC), Institut de l'économie pour le climat (I4CE), Réseau Action Climat (RAC), réseau des Agences régionales de l'énergie et de l'environnement (RARE).

## Méthodologie d'élaboration de trajectoires climat de référence à l'échelle régionale

Pour chaque région, deux trajectoires ont été construites. La première est une projection de l'évolution des émissions de GES reposant sur les objectifs de réduction des émissions fixés dans les documents de planification (Sraddet par exemple). La seconde est la trajectoire climat dite « de référence » théorique. L'objectif est de comparer les deux trajectoires et de visualiser les éventuels écarts entre les deux, entre l'objectif fixé par la région et celui attendu pour être cohérent avec la SNBC.

### Évolution tendancielle des émissions de gaz à effet de serre dans l'ensemble des Régions

Au préalable, pour ces deux trajectoires et pour chaque région, il a été nécessaire de collecter les données d'évolution des émissions de GES entre 2000 et 2019 fournies par les observatoires régionaux (Orcae, Oreges, AREC, TEO, etc.). Ces données ont été utilisées sans homogénéisation, même si on observe les éléments suivants :

- une hétérogénéité des méthodes et des périmètres de comptabilisation des émissions de GES des différents observatoires : prise en compte ou non de l'ensemble des GES (y compris les gaz fluorés) ; « Scope » (périmètre) retenu. Concernant le Scope, certains observatoires retiennent le Scope 1, c'est-à-dire les émissions directes liées à l'énergie (combustion, fuites, procédés). D'autres utilisent le format Secten, composé des émissions directement produites sur le territoire régional (transports, bâtiments, industrie manufacturière, agriculture-forêt, production d'électricité et de chaleur, déchets). D'autres enfin s'appuient sur le format PCAET, qui considère les émissions directement produites sur le territoire régional, hors production d'électricité et de chaleur (transports, bâtiments, industrie manufacturière, agriculture-forêt, déchets), ainsi que les émissions liées à la production de l'électricité et de la chaleur consommées sur le territoire régional ;
- un manque de données, parfois significatif, pour certaines séries nécessitant des interpolations linéaires (projection de tendances) pour les reconstituer. Ainsi, pour reconstituer les trajectoires malgré le caractère partiel des données, les tendances ont été projetées sur les années pour lesquelles aucun chiffre n'était disponible. Si la première donnée indiquée par l'observatoire concerne une date postérieure à 2000, l'outil de rétopolation inverse d'Excel a été utilisé pour obtenir les émissions entre 2000 et la première année considérée. Si des données sont manquantes entre deux années, une interpolation est effectuée pour obtenir toutes les informations manquantes.

La somme des émissions de GES calculée pour l'ensemble des régions a ensuite été comparée au montant global des émissions reporté dans l'inventaire national du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (Citepa, 2021). Pour 2019, on observe un écart inférieur à 5 % entre le total reconstitué pour

l'ensemble des régions et celui reporté dans l'inventaire national (respectivement 437 et 436 MtCO<sub>2</sub>eq). Ce constat valide le travail de reconstitution des trajectoires historiques d'évolution des émissions de GES dans les différentes Régions.

Concernant les projections à l'horizon 2050, la construction des trajectoires d'évolution des émissions de GES entre 2020 et 2050 (avec points de passage en 2030) s'est appuyée, lorsqu'ils étaient disponibles, sur les objectifs fixés dans les Sraddet en matière de pourcentage de réduction des émissions de GES. Pour la Corse et l'Île-de-France, ce sont ceux du schéma régional climat-air-énergie (SRCAE) qui ont été retenus, et pour les territoires d'outre-mer, ceux des SAR.

Toutes les Régions n'ont pas fixé d'objectif de réduction des émissions de GES (Normandie, Guadeloupe, Guyane, la Réunion, Martinique, Mayotte), mais s'engagent à respecter le facteur 4 en 2050. De même, les années de référence (point de départ) diffèrent ou ne sont pas précisées. Un travail de reconstitution a donc été réalisé en prenant l'année 2015 pour référence. À partir de ces objectifs de réduction des émissions exprimés en pourcentage par rapport à une année donnée, des valeurs cibles constituant des points de passage en 2030 et 2050 (entre lesquels les émissions sont considérées comme linéaires) ont été calculées pour chaque région et ont permis, par interpolation linéaire, de construire les trajectoires d'évolution des émissions de GES entre 2020 et 2050. À noter que, pour certains territoires (Normandie, Guadeloupe, Martinique, la Réunion, Guyane), un seul point de passage a été considéré, faute d'objectif disponible en 2030. Mayotte n'ayant pas encore adopté de SAR, les émissions ont été considérées comme constantes entre la dernière année disponible et 2050.

Pour chaque Région, une trajectoire d'évolution entre 2000 et 2050 des émissions de GES a donc été reconstituée. La première partie est construite à partir des données issues des observatoires régionaux, et la seconde, à partir des objectifs fixés dans les Sraddet, les SRCAE ou les SAR. La somme des émissions de GES calculée pour l'ensemble des régions a été comparée au montant global des émissions de la SNBC 2. Il ressort de cette comparaison que cette somme est plus de deux fois supérieure à l'objectif national (80 MteqCO<sub>2</sub>) en 2050. Les exercices de construction des Sraddet ont été réalisés avant l'adoption de la SNBC 2. Cela explique en partie cet écart.

## **I Méthodologie de construction de trajectoires régionales de référence**

L'évolution tendancielle des émissions régionales de GES n'est donc pas cohérente avec l'objectif de la SNBC 2. Si l'effort collectif envisagé ne semble pas suffisant, encore faut-il connaître celui à consentir pour positionner le niveau d'ambition climatique à moyen et à long terme des territoires en cohérence avec les objectifs de la SNBC. C'est tout l'intérêt de disposer de trajectoires de référence théoriques construites par une approche *top-down* consistant à décliner/ramener à l'échelle régionale les objectifs de la SNBC.

On conserve la première partie de la trajectoire, qui est construite à partir des données issues des observatoires régionaux. Pour la partie prospective, on rapporte ensuite

les objectifs de la SNBC, exprimés en budget carbone, à la population cumulée entre 2015 et 2050. On obtient le budget carbone par habitant, que l'on répartit ensuite dans chaque région en fonction de sa population. Les données relatives aux évolutions de population régionale jusqu'à 2050 sont issues de l'Insee.

$$\text{Budget}_{\text{Région}} = \frac{\text{Budget}_{2015-2050, \text{France}}}{\sum_{i=2015}^{i=2050} \text{Population}_{\text{France}}} \sum_{i=2015}^{i=2050} \text{Population}_{\text{Région}}$$

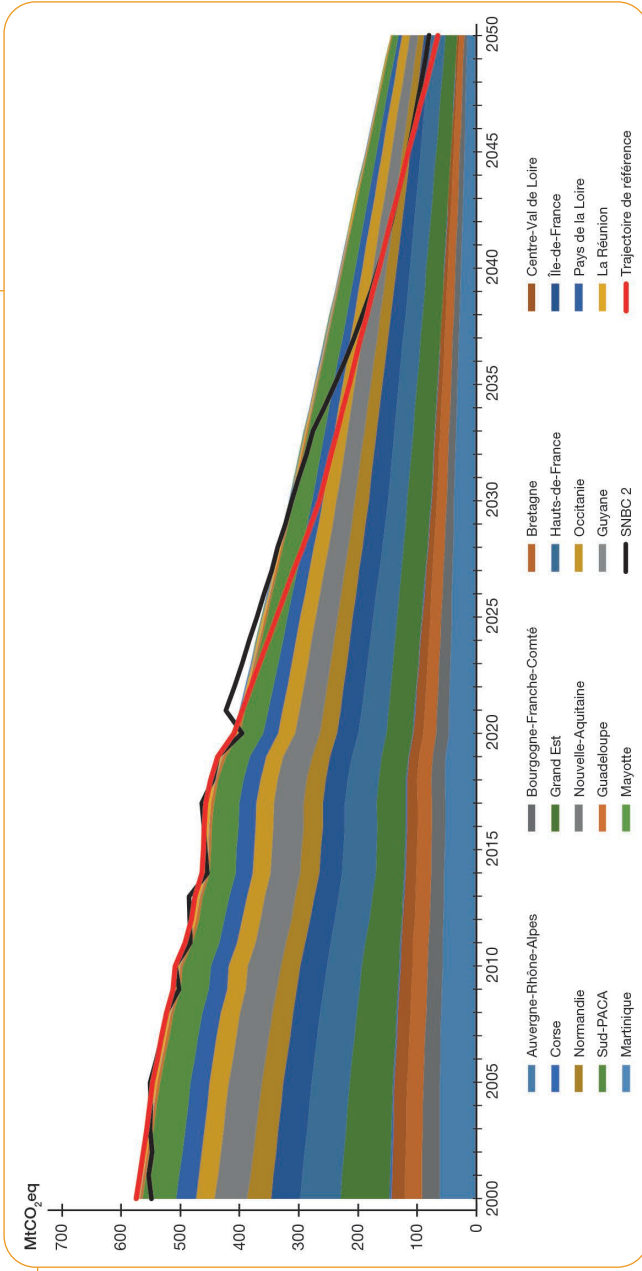
Cette déclinaison a été faite sur la base d'un unique critère, la population de chaque Région. C'était le seul paramètre disponible, harmonisé et comparable à l'ensemble des régions. Ceci ne permet pas de tenir compte des spécificités de chaque région (contexte géographique, sectoriel, potentiel de réduction et de séquestration de carbone du territoire, etc.). Des travaux d'actualisation de la démarche et de sa déclinaison à l'échelle infrarégionale sont en cours, avec notamment pour objectif d'identifier d'autres paramètres permettant de décliner les objectifs de la SNBC en tenant compte des spécificités de chaque territoire (voir section « Déclinaison de la démarche d'analyse des trajectoires bas-carbone à l'échelle infrarégionale »).

La trajectoire est ensuite construite à partir de deux points de passage, avec comme hypothèse que les émissions vont évoluer de manière linéaire. Un premier point de passage est reconstitué pour l'année 2030. Celui-ci repose sur un budget carbone de 4,4 tCO<sub>2</sub>eq par habitant, un montant calculé sur la base de l'objectif d'émissions de la SNBC 2 en 2030 et de la population française à cet horizon de temps. Ce chiffre ainsi que le nombre d'habitants en 2030 par région permettent de reconstruire le budget carbone alloué à chaque région. S'il s'avère que les émissions obtenues pour 2030 sont supérieures à celles fixées par la Région dans le Sraddet (ou document équivalent), l'objectif régional vient remplacer cette cible de 4,4 tCO<sub>2</sub>eq par habitant. Le deuxième point de passage, en 2050, s'appuie sur la valeur cible de la SNBC (1,1 tCO<sub>2</sub>eq/habitant). Cette valeur est ramenée à l'échelle régionale en fonction de l'évolution de la population de chaque territoire projetée par l'Insee.

On obtient ainsi pour chaque région une trajectoire de référence sur la période 2000-2050, en respectant l'objectif global de la SNBC d'une réduction des émissions de GES de 85 % entre 2015 et 2050, soit une réduction d'un facteur 6 sur la période. En sommant les émissions de l'ensemble des trajectoires régionales, on obtient une trajectoire de référence comparable à la trajectoire de la SNBC 2 à l'horizon 2050. Notons que cette trajectoire n'a pas été mise à jour suite à la crise sanitaire, et prévoit donc une augmentation des émissions entre 2020 et 2021, alors que les trajectoires régionales de référence montrent une baisse des émissions sur la même période. Il y a donc un écart entre les courbes à partir de 2021, écart qui finit par se résorber en 2040.

À l'issue de ce travail, les régions disposent de deux trajectoires : celle construite à partir des objectifs fixés dans les Sraddet, et celle dite « de référence », correspondant aux objectifs de la SNBC territorialisés. Il est donc possible de mesurer l'écart à une date donnée entre l'objectif de la Région et l'objectif attendu.

**Figure 8.1.** Trajectoires régionales reconstituées et trajectoires de référence (source : Ademe).



De manière globale, si l'on cumule les trajectoires régionales construites à partir des objectifs issus des Sraddet, Sdrif, SAR et Padduc, et qu'on les compare à la trajectoire de la SNBC 2, il ressort que la somme des émissions de GES des régions à l'horizon 2050 est presque 2 fois supérieure à l'objectif national (80 MteqCO<sub>2</sub>). Cela vient du fait qu'en grande partie les exercices de construction des Sraddet se sont déroulés avant l'adoption de la SNBC 2 (figure 8.1).

## Un cadre d'analyse opérationnel à destination des Régions

En parallèle du travail réalisé sur les trajectoires, un cadre d'analyse a été développé en concertation avec les Régions. L'objectif est de les outiller pour piloter et suivre leurs politiques et leurs stratégies climatiques afin d'entraîner leur territoire vers une trajectoire de transition bas-carbone cohérente avec les objectifs de la SNBC, mais aussi leurs stratégies de diminution des émissions liées à leur patrimoine et à leurs compétences.

### Un périmètre d'analyse basé sur les compétences et les leviers d'action à disposition des Régions

Le dispositif s'inspire de plusieurs cadres de référence, notamment l'initiative internationale ACT (Assessing Low Carbon Transition), développée par l'Ademe en collaboration avec le Carbon Disclosure Project (CDP)<sup>4</sup>, qui permet d'évaluer l'ambition de la stratégie de décarbonation d'une entreprise en prenant en compte ses spécificités sectorielles. Il s'inspire également du programme de labellisation porté par l'Ademe Territoire engagé Transition écologique, anciennement nommé Cit'ergie<sup>5</sup>, qui valorise les collectivités locales pour la mise en œuvre d'une politique climat-air-énergie ambitieuse.

Le périmètre d'analyse couvre aussi bien les compétences exclusives des Régions (transport régional, lycées, aménagement du territoire et environnement, etc.) que les compétences partagées avec d'autres acteurs tels que les départements. Ces compétences permettent en effet aux Régions d'agir de manière indirecte pour encourager les acteurs de leur territoire à réduire leurs émissions de GES, *via* des leviers comme la formation professionnelle, le développement économique ou encore le soutien aux entreprises. Les régions agissent également *via* les objectifs qu'elles fixent dans leurs documents de planification en tant qu'autorité prescriptrice d'une stratégie régionale qui s'impose aux entités infrarégionales (notamment certains EPCI porteurs de PCAET) et aussi à certains documents de planification infrarégionale (SCoT, PLU et PLUi, PDM, PCAET, chartes de parcs naturels régionaux, etc.).

4. CDP, « ACT Initiative » : <https://actinitiative.org>

5. Ademe, « Programme Territoire engagé Transition écologique », <https://territoireengagetransition-ecologique.ademe.fr/>

Le cœur de la démarche concerne la politique d'atténuation du changement climatique par la réduction des émissions de GES. Cependant, la politique d'adaptation du territoire au changement climatique reste particulièrement complémentaire de celle d'atténuation. Bien qu'elles ne soient pas analysées exhaustivement, les questions qui touchent à l'adaptation sont donc également abordées lorsque cela s'avère pertinent.

L'analyse part des engagements des Régions (objectifs) et évalue les moyens déjà mis en place (présent et héritage) qui vont être mis en œuvre (plan de transition) afin d'atteindre les objectifs, et ainsi évalue la cohérence de l'ensemble des politiques et des actions régionales (cohérence).

Cette analyse permet de répondre à la question générale suivante : dans quelle mesure la politique climatique d'une Région contribue-t-elle à entraîner son territoire vers une trajectoire de transition bas-carbone cohérente avec la SNBC 2 ?

### **I Modules, indicateurs et sources de données utilisées**

Le processus d'analyse s'articule autour de huit modules thématiques représentatifs des leviers directs d'action des Régions, mais aussi de l'influence qu'elles exercent sur les parties prenantes de leurs territoires (entreprises, territoires, société civile, enseignement supérieur et recherche, partenaires nationaux et internationaux). Pour chaque module, des indicateurs doivent être renseignés pour évaluer dans quelle mesure la politique climatique des Régions contribue à entraîner leur territoire vers une trajectoire de transition bas-carbone. Ces indicateurs permettent de traiter l'ensemble des aspects liés à la mise en œuvre d'une transition bas-carbone sur lesquels une Région peut agir.

Une pondération est affectée à chaque module et à chaque indicateur. Cette pondération reflète le poids des leviers destinés à entraîner le territoire régional vers une trajectoire de transition bas-carbone cohérente avec la SNBC. Ces poids sont différenciés selon que les compétences mobilisées sont exclusives ou partagées avec les Régions. Les poids attribués permettent ainsi de prioriser les thématiques : les modules et les indicateurs les plus significatifs et pertinents obtiennent un poids plus important dans l'analyse. Le poids d'un module est égal à la somme des poids de ses indicateurs (tableau 8.1 et méthodologie complète pour plus de détails).

### **I Un diagnostic fondé sur l'analyse de documents fournis par les Régions**

Les données, informations et éléments de preuves nécessaires pour évaluer le niveau de ces indicateurs sont fournies par les Régions, ou à défaut collectées par les analystes uniquement à partir d'informations relevant du domaine public :

- données de l'Observatoire régional Climat-Énergie pour les émissions passées de la Région ;
- bilan des émissions de GES (BeGES) patrimoine et compétences si celui-ci a été réalisé, ainsi que le niveau de performance du parc de bâtiments de la Région et de ses véhicules (flotte et compétence transport) ;

- Sraddet et autres documents de planification stratégiques à l'échelle régionale, notamment les schémas régionaux de développement économique, d'innovation et d'internationalisation (DEII), le contrat de plan régional de développement des formations et de l'orientation professionnelles (CPRDFOP) et le schéma régional de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation (SRESRI) ;
- schéma de promotion des achats socialement et écologiquement responsables (Spaser) pour les achats responsables ;
- dispositifs destinés à soutenir les entreprises, les territoires et la société civile ;
- rapports d'activités, notamment pour les délégations de service public et le volet budgétaire ;
- études prospectives sur les impacts du changement climatique de la Région ;
- éléments de réponse circonstanciés (rapports, délibérations, comptes rendus) transmis par la Région sur l'organisation de la gouvernance interne, la politique de suivi et d'évaluation des politiques régionales, les partenariats internationaux, etc.

**Tableau 8.1. Pondération des modules et indicateurs**  
(les indicateurs en italique sont des indicateurs qualitatifs).

Modules d'analyse	Indicateur	Poids des indicateurs (%)	Poids des modules (%)
1. Objectifs du territoire	1.1. <i>Atteinte des objectifs passés</i>	1,80	18
	1.2. <i>Tendance passée des émissions territoriales</i>	1,80	
	1.3. <i>Cohérence des objectifs avec la SNBC</i>	5,40	
	1.4. <i>Tendance future des émissions territoriales</i>	5,40	
	1.5. Déclinaison sectorielle des trajectoires et des budgets carbone	0,90	
	1.6. Prise en compte des émissions indirectes du territoire	2,70	
2. Planification stratégique	2.1. Déclinaison de la SNBC dans le Sraddet	11,00	20
	2.2. Intégration des enjeux climat au sein des plans et politiques sectorielles (hors Sraddet)	6,00	
	2.3. Prospective et modélisation	3,00	
3. Pilotage et suivi	3.1. Gouvernance climat	7,50	15
	3.2. Dispositifs de suivi-évaluation	5,25	
	3.3. Dispositifs de communication	2,25	



Tableau 8.1. (suite)

	Modules d'analyse	Indicateur	Poids des indicateurs (%)	Poids des modules (%)
Leviers directs mobilisés par les Régions	4. Budget	4.1. Prise en compte des enjeux climat dans le processus budgétaire	11,25	15
		4.2. Écoresponsabilité de la commande publique	3,75	
	5. Patrimoines et compétences	5.1. Tendance passée des émissions de la Région	0,70	7
		5.2. Stratégie de décarbonation de la Région sur son patrimoine et ses compétences	2,80	
		5.3. Cohérence de la trajectoire de réduction des émissions liées au parc de bâtiments de la Région	1,75	
	5.4. Cohérence de la trajectoire de réduction des émissions liées aux véhicules du CR (flotte et compétence transport)	1,75		
Influence sur les parties prenantes du territoire	6. Entreprises et territoires	6.1. Stratégies d'accompagnement des entreprises et territoires	3,60	12
		6.2. Dispositifs d'accompagnement des entreprises	3,00	
		6.3. Dispositifs d'accompagnement des territoires	3,00	
		6.4. Performance et engagement des entreprises et territoires	2,40	
	7. Société civile et enseignement supérieur et recherche (ESR)	7.1. Stratégies d'accompagnement des acteurs de la société civile	2,00	8
		7.2. Dispositifs d'accompagnement de l'enseignement supérieur et de la recherche	2,00	
		7.3. Dispositifs d'accompagnement des associations	2,00	
		7.4. Dispositifs d'accompagnement des habitants	2,00	
	8. Partenaires nationaux et internationaux	8.1. Coopération interrégionale et avec les acteurs nationaux et internationaux	3,50	5
		8.2. Coopération Région-États sur les enjeux climat	1,50	
	<b>Total pondération</b>		<b>100</b>	<b>100</b>

## I Une démarche à la fois quantitative et qualitative

La démarche repose tant sur des analyses quantitatives que qualitatives.

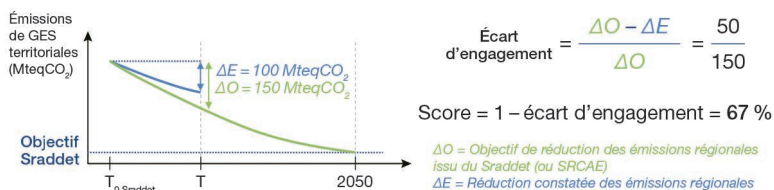
Les analyses quantitatives reposent sur :

- le degré d'atteinte des objectifs régionaux historiques relatifs aux émissions de GES et des tendances passées d'évolution des émissions territoriales dans chaque région. Cela montre la dynamique d'évolution des émissions en comparant l'évolution constatée des émissions à celle de la trajectoire de référence ;
- la cohérence entre les trajectoires de réduction des émissions de GES construites en fonction des objectifs fixés dans les Sraddet avec la trajectoire de référence ;
- la cohérence des trajectoires régionales de réduction des émissions liées aux véhicules et au parc de bâtiments de la Région avec la SNBC. La méthodologie s'appuie sur deux types d'analyses quantitatives : analyse d'écart (mesure de l'écart, à une date donnée, entre l'objectif de la région et l'objectif attendu) et analyse de tendance (comparaison de la vitesse de réduction des émissions, passées et présentes, avec la trajectoire de décarbonation).

C'est à ce stade et pour établir certains de ces indicateurs quantitatifs que les trajectoires de référence ont été utiles. En effet, ces trajectoires de référence peuvent être comparées aux trajectoires de réduction des émissions inscrites dans les Sraddet.

Les indicateurs qualitatifs ont un poids total de 82 % dans le score de performance. Les analyses qualitatives sont basées sur des matrices de maturité, permettant d'évaluer le niveau de maturité d'une Région vis-à-vis d'un indicateur ou d'une problématique donnée.

**Figure 8.2. Exemple d'analyse pour l'indicateur 1.1 « Atteindre des objectifs passés ».**



Description : le but de cet indicateur est d'identifier si la Région est sur la bonne trajectoire par rapport à l'objectif de réduction des émissions de GES fixé par le Sraddet (ou par d'autres documents de planification comme les SRCAE ou les SAR).

Calcul de score : les données d'émissions historiques utilisées pour calculer ce score sont issues des observatoires régionaux Énergie-Climat (OREC).

L'analyse est basée sur la comparaison entre la réduction constatée des émissions de GES de la région entre l'année la plus récente disponible et l'année de référence du Sraddet (ou du SRCAE) ( $\Delta E$ ) de la Région et l'objectif de réduction des émissions de GES de la Région pour cette même année ( $\Delta O$ ). Le résultat de la comparaison est l'écart d'engagement.

Chacune des matrices a été coconstruite avec les Régions pilotes, qui ont pu réagir et proposer d'ajuster les formulations de tous les niveaux de maturité, afin de refléter le mieux possible les bonnes pratiques à mettre en place et les leviers à disposition des Régions. Ces matrices, inspirées de la méthodologie ACT pour les entreprises, sont divisées en cinq niveaux permettant d'établir le score de performance en fonction de la réponse apportée à la question posée, afin d'identifier les caractéristiques devant être satisfaites pour un passage au niveau supérieur : basique (0 %), standard (25 %), avancé (50 %), bonnes pratiques (75 %), cohérent transition bas-carbone (100 %).

### **I Un résultat d'analyse sous forme d'un score en trois parties et d'un ensemble de recommandations**

Le résultat de l'analyse est un score en trois parties détaillées dans le tableau 8.2 : le score de performance, le score narratif et le score de tendance. Le score maximal que peut obtenir une Région est 20A+, ce qui indiquerait que sa politique climat et ses actions sont entièrement cohérentes avec les besoins d'une transition bas-carbone, et que cela va se poursuivre dans les années à venir. Ce score donne une photo de la situation de la politique climatique régionale, et situe le chemin à parcourir pour que la trajectoire de réduction des émissions soit cohérente avec les objectifs de la SNBC. C'est un repère dans le cadre d'une politique d'amélioration continue, et non un instrument de comparaison entre les Régions.

Des outils spécifiques ont été développés pour faciliter l'appropriation de la démarche par les Régions et son déploiement. Une grille d'analyse sous format Excel a ainsi permis aux régions de renseigner chacun des indicateurs, auquel est associée une réponse argumentée fondée sur l'analyse de documents et de données fournies par la Région. Chaque indicateur repose sur un ou des éléments de preuve fournis par les services de la Région. Ces réponses argumentées justifient le résultat du niveau de score pour les indicateurs quantitatifs ainsi que les niveaux de maturité pour les indicateurs et les sous-indicateurs qualitatifs. Chaque indicateur et chaque sous-indicateur est assorti de recommandations qui présentent des exemples concrets de mesures à mettre en œuvre par les Régions afin de leur permettre d'atteindre les niveaux de maturité supérieurs, et ce dans une logique d'amélioration continue.

### **I Les principaux résultats sur les territoires**

La phase de déploiement de la méthode au cours du 1<sup>er</sup> semestre 2021 a permis d'analyser les politiques climatiques de quinze Régions françaises supplémentaires, venant ainsi compléter l'analyse déjà réalisée auprès des trois Régions pilotes au cours de la phase d'expérimentation de fin 2020. Dix régions, dont les trois Régions pilotes, ont accepté de participer à l'analyse et ont été accompagnées par le groupement I Care-EcoAct (évaluateur externe) mandaté par l'Ademe. Elles ont participé activement à la collecte des données et des documents permettant aux évaluateurs externes de réaliser une analyse complète. Ces Régions volontaires sont : Bretagne,

**Tableau 8.2. Format de restitution des résultats.**

Score	Valeurs possibles	Questions étudiées	Méthode de calcul
Performance	Entre 0 et 20	Dans quelle mesure la politique climatique de votre Région contribue-t-elle à entraîner votre territoire vers une trajectoire bas-carbone cohérente avec la SNCB ?	Résultat de la pondération des scores obtenus pour chaque module, sachant que le score de chaque module (exprimé par un score entre 0 et 20) est lui-même le résultat de la pondération des scores obtenus pour chaque indicateur (exprimé par un score entre 0% et 100%). Ces scores sont directement calculés dans l'outil d'analyse pour les indicateurs quantitatifs. Pour chacun des indicateurs qualitatifs, l'analyste détermine le degré de maturité de la Région étudiée par rapport à l'indicateur grâce à la matrice de maturité associée à ce dernier. À chaque niveau de maturité (basique, standard, avancé, bonne pratique, compatible bas-carbone) est associé un score chiffré entre 0% et 100%. En l'absence d'élément de preuve, le score obtenu est celui correspondant au niveau de maturité « basique », c'est-à-dire un score nul.
Narratif	Entre E et A	D'un point de vue extérieur, comment la Région se positionne-t-elle ? Cohérence et crédibilité, transparence, réputation, risques, communication du récit	Analyse qualitative de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• la cohérence et la crédibilité de l'ensemble de la politique climatique de la Région ;</li> <li>• la transparence des informations fournies dans le cadre de l'analyse, et de manière générale des informations publiques disponibles ;</li> <li>• la réputation de la Région (au regard des controverses) ;</li> <li>• la bonne prise en compte de l'adaptation dans les politiques climatiques régionales ;</li> <li>• la manière dont la Région communique un « récit » au regard des enjeux bas-carbone et de l'adaptation au changement climatique.</li> </ul> Pour chacun des critères, le niveau de maturité attribué est associé à un score prédéfini qui, combiné aux 5 scores des 5 critères, permet d'obtenir un score entre 0 et 20 : <ul style="list-style-type: none"> <li>• E : entre 0 et 4 (exclu) ;</li> <li>• D : entre 4 et 8 (exclu) ;</li> <li>• C : entre 8 et 12 (exclu) ;</li> <li>• B : entre 12 et 16 (exclu) ;</li> <li>• A : entre 16 et 20 (inclus).</li> </ul>
Tendance	-- = +	Dans le futur, l'alignement de la Région avec les besoins d'une transition bas-carbone va-t-il augmenter, rester stable ou diminuer ?	Ce score témoigne de l'évolution future de la Région vers une région bas-carbone à la lumière de sa stratégie, des actions entreprises et à venir. Il reflète les efforts et les actions engagées par la Région et met en avant l'état d'esprit de la Région vis-à-vis de la démarche de progrès. Il permet de répondre à la question suivante : si l'analyse était répétée dans un avenir proche, comment évoluerait le score de performance ? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Score « + » : amélioration franche</li> <li>• Score « = » : globalement égale</li> <li>• Score « - » : détérioration franche</li> </ul>

Normandie, Hauts-de-France, Grand Est, Occitanie, Bourgogne-Franche-Comté, Auvergne-Rhône-Alpes et les trois Régions pilotes (Nouvelle-Aquitaine, Centre-Val de Loire et la Réunion). Pour les huit autres régions, l'analyse a été faite en utilisant les documents et les données publiquement disponibles.

Les résultats sont contrastés entre les Régions et dépendent pour beaucoup de la provenance des documents et des données analysées. L'absence d'éléments de preuve pour un indicateur entraîne automatiquement l'obtention d'un score nul pour celui-ci. De manière générale, la contribution des politiques climatiques régionales à la transition bas-carbone est insuffisante. Les Régions disposent d'une marge de progression réelle pour renforcer cette contribution et rattraper leur retard. Les scores sont contrastés selon les modules. Ce sont pour les modules 6 (en particulier l'accompagnement des entreprises et des territoires) et 7 (en particulier l'accompagnement de la société civile et de l'enseignement supérieur et de la recherche, ESR) qu'ils sont les plus élevés. Ils reflètent notamment le degré de maturité des Régions vis-à-vis de leur rôle de « cheffe de file » de l'action climatique et de la transition énergétique sur leur territoire. En ce qui concerne le score narratif, les résultats sont globalement bons, bien que contrastés d'une Région à l'autre et selon les différents critères (cohérence et crédibilité, transparence, réputation, prise en compte des risques climatiques et communication du récit). Les Régions affichent ainsi globalement une volonté affirmée d'apparaître comme résolument engagées dans la transition bas-carbone.

Une dynamique positive est enclenchée dans beaucoup de Régions. De nombreux chantiers sont en effet en cours de réalisation dans ces Régions – rédaction de Spaser, mise en place des indicateurs de suivi du Sraddet, réalisation d'un BeGES et plan de transition, budget climat, etc. –, témoignant ainsi d'une implication en faveur des politiques climatiques.

## ■ Recommandations générales adressées aux Régions

L'analyse détaillée des scores de performance montre que les Régions sont globalement confrontées aux mêmes défis pour renforcer leur contribution aux objectifs de la Stratégie nationale bas-carbone. Pour les relever, les auteurs recommandent les actions suivantes :

- profiter d'une révision du Sraddet ou équivalents<sup>6</sup> pour le rendre cohérent avec l'objectif national de neutralité carbone et les budgets carbone de la SNBC 2 et décliner des objectifs régionaux selon des espaces territoriaux pertinents (EPCI, bassins de vie, départements, etc.) ;
- renforcer et opérationnaliser les dispositifs de suivi et d'évaluation des objectifs climatiques du Sraddet. Il est important que les éventuels écarts aux trajectoires régionales soient mesurés, afin de mettre en œuvre des actions opérationnelles correctives si des décalages significatifs sont observés entre les objectifs et les indicateurs de suivi ;

---

6. Le Sdrif pour la Région Île-de-France, le Padduc pour la Corse et les SAR pour les Régions d'Outre-mer.

- intégrer pleinement les enjeux climatiques (atténuation et adaptation) au sein des plans et des politiques sectorielles relevant de la compétence de la Région, notamment en matière de développement économique (SRDEII), de formation professionnelle (CPRDFOP) et de recherche et innovation (SRESRI) ;
- favoriser une gouvernance climat partagée avec les acteurs du territoire : acteurs socio-économiques, de la recherche et de la formation, des associations (ONG et collectifs citoyens), des institutions financières et des collectivités territoriales, ainsi qu'un comité scientifique régional ;
- pérenniser les aides et les investissements inscrits notamment au sein des plans de relance qui contribuent aux changements structurels bas-carbone : rénovation des bâtiments, développement des transports en commun, développement des énergies décarbonées, soutien aux filières industrielles en reconversion bas-carbone ;
- mieux intégrer les enjeux climatiques dans le processus budgétaire, notamment *via* l'évaluation climat des budgets actuels de la Région (budgets d'investissement, de fonctionnement et subventions) ;
- accentuer l'exemplarité bas-carbone de la Région, qui est un gage de sa crédibilité auprès de tous les acteurs du territoire. Cette exemplarité passe en premier lieu par la réalisation du Bilan GES « patrimoine et compétences » sur les émissions des scopes 1, 2 et 3 (réglementaire pour les Régions, loi L.229-25, article 75 ; voir section « Déclinaison de la démarche d'analyse des trajectoires bas-carbone à l'échelle infrarégionale ») ;
- favoriser des programmes d'accompagnement ambitieux des acteurs du territoire dans la transition bas-carbone et pour l'adaptation aux effets du changement climatique (coalitions d'acteurs, engagements collectifs et citoyens, organisation d'une conférence climatique régionale, ou instance spécifique) ;
- développer et étendre le périmètre des dispositifs d'accompagnement existants des entreprises et des territoires dans la réduction de leurs émissions de GES et étendre les sources d'émissions visées (formations, appui technique, financement de plans d'action) ;
- promouvoir les coopérations entre Régions, en France et dans le monde, et avec les autres échelons territoriaux : participation à des études, des programmes de coopération européens ou de solidarité internationale en lien avec les sujets de l'atténuation et de l'adaptation.

Un travail d'actualisation de la démarche (guide méthodologique et grille d'analyse) est en cours. Il a notamment pour objectif de renforcer ou d'intégrer dans la grille d'analyse des thématiques qui ne sont pas encore ou très peu traitées, et sur lesquelles les Régions ont des leviers d'action importants étant donné leurs compétences et/ou influences sur les acteurs du territoire régional : séquestration du carbone, tourisme durable, agriculture et alimentation durable, adaptation au changement climatique, etc.

Ce travail d'actualisation conduira également à la révision de certaines matrices de maturité, critères et/ou pondérations, et au renforcement nécessaire du lien avec les collectivités infrarégionales.

## Déclinaison de la démarche d'analyse des trajectoires bas-carbone à l'échelle infrarégionale

À l'échelle infrarégionale, les collectivités disposent de plusieurs dispositifs pour fixer des objectifs ambitieux de long terme, comme les SCoT, les PCAET et autres documents de planification tels que les PLUi, dont le rôle intégrateur sur les politiques énergie-climat a été renforcé depuis la loi Grenelle II (12 juillet 2010), au point que depuis l'ordonnance de juin 2020 le SCoT peut valoir PCAET. Cependant, elles ne disposent pas *a priori* d'une méthode standard et de référence leur permettant d'élaborer une stratégie bas-carbone de long terme territorialisée (à l'horizon 2050, avec point de passage en 2030), en fonction notamment de trajectoires de réduction de référence cohérentes avec les objectifs de la SNBC et avec leurs spécificités. Elles ne disposent pas non plus d'un outil leur permettant de juger de la pertinence des moyens mis en œuvre pour se situer sur cette trajectoire. À cet égard, les trajectoires de référence ainsi que les modules 1 (Objectifs du territoire) et 2 (Planification stratégique) de la démarche Trajectoires climat régionales répondent à ce double besoin.

En 2020, l'Ademe a confié aux bureaux d'études de Solagro, de TRIBU, de l'Institut négaWatt et d'Indigo une étude en cours pour décliner à l'échelle infrarégionale la démarche Trajectoires climat régionales. Elle a pour principal objectif d'examiner la faisabilité de construire une méthodologie pour définir des trajectoires bas-carbone de référence adaptées à l'échelle infrarégionale (type EPCI) et cohérentes avec les objectifs de la SNBC et les trajectoires régionales de référence. Il s'agit également de développer un cadre d'analyse inspiré de la démarche Trajectoires climat régionales permettant aux collectivités de juger de la pertinence des moyens mis en œuvre. L'objectif est de compléter le volet climat-air-énergie du programme « Territoire engagé Transition écologique » afin que les EPCI soient en mesure d'élaborer, de suivre et d'évaluer une stratégie bas-carbone de long terme à partir d'une trajectoire de référence et d'un ensemble d'indicateurs spécifiques.

La première phase des travaux a été consacrée à l'analyse de la faisabilité technique et opérationnelle de la construction d'une méthodologie permettant d'élaborer une trajectoire de référence théorique à l'échelle infrarégionale. Deux principales actions ont été engagées pour cette étude de faisabilité :

- réalisation d'un état des lieux national et international des outils, des méthodes et des études consacrés à l'élaboration de trajectoires GES ;
- lancement d'un cycle de concertation des acteurs des territoires et de leurs représentants, des organismes privés et publics qui les accompagnent dans leurs stratégies GES, et des structures nationales et régionales concernées notamment par le sujet des trajectoires afin d'identifier les freins et les leviers inhérents à l'exercice.

Outre les échanges sur la faisabilité technique pour développer une méthodologie de construction de trajectoires à l'échelle infrarégionale, il a beaucoup été question dans

la phase de concertation du livrable final de l'étude. Celui-ci devrait être composé de trois éléments : la méthodologie d'élaboration d'une trajectoire de référence (outil de calcul), des éléments de compréhension (mode d'emploi), et un module d'analyse complémentaire permettant aux collectivités d'élaborer une stratégie bas-carbone de long terme, en fonction notamment de trajectoires de réduction des émissions de GES. Son utilité a fait l'objet d'une validation unanime, mais de nombreuses questions ont été soulevées, notamment sur les conditions de déploiement, d'usage ou encore de forme de la méthode et des éléments qui l'accompagneront (mode d'emploi, cadre d'analyse, etc.).

L'analyse a été conduite en deux temps :

- une étude d'opportunité, visant à mieux caractériser le livrable final en matière de périmètre, de cible et d'intégration dans les outils d'accompagnement des territoires. Cette étude visait à délimiter le cahier des charges de ce livrable ;
- une étude de faisabilité, dont l'objectif était d'évaluer les réponses techniques potentielles à ce cahier des charges, en particulier en ce qui concernait la méthodologie d'élaboration d'une trajectoire de référence théorique.

Chacune de ces études repose sur la synthèse des échanges réalisés dans les ateliers et sur les apports de l'état des lieux.

L'analyse a conduit à valider la faisabilité de développer une méthodologie de construction de trajectoires bas-carbone de référence pour des territoires infrarégionaux, en privilégiant un outil que les territoires pourraient utiliser de manière autonome. Outre l'outil de calcul destiné à présenter des éléments quantitatifs, il est nécessaire de proposer des éléments d'appropriation visant à expliquer les modalités d'utilisation et d'aide à l'analyse des résultats.

Les seuls scénarios de référence à intégrer dans l'outil de calcul sont issus de la SNBC (AME, ou tendanciel, et AMS). Une utilisation « experte » pourra potentiellement permettre d'intégrer un autre scénario de référence qui reprendrait le même jeu d'hypothèses, avec des valeurs différentes (le Sradet par exemple). La version prise en compte dans le développement de ces travaux est la SNBC 2. Une fois la SNBC 3 finalisée, il s'agira de prendre en compte les évolutions si la formulation des objectifs varie de l'exercice précédent.

L'outil de calcul doit permettre de quantifier les efforts à réaliser secteur par secteur, avec un module d'analyse pour commenter les résultats. Pour chaque secteur, on utilise des « pivots de territorialisation » pour déterminer la contribution du territoire à la stratégie nationale, autrement dit, pour ramener les objectifs de la SNBC à l'échelle infrarégionale. Ces pivots sont de natures diverses. Il s'agit par exemple du nombre de maisons ou d'appartements en résidence principale d'un territoire pour calculer les consommations d'énergie associées au chauffage dans le résidentiel, ou bien du nombre de ménages pour la production de déchets. L'étude va donc plus loin que ce qui avait été fait pour la démarche Trajectoires climat régionales, pour laquelle la territorialisation des objectifs de la SNBC ne reposait que sur le



seul paramètre démographique. Chacun de ces pivots pourra être présenté comme un repère pour le territoire pour identifier sa contribution à la Stratégie nationale de neutralité carbone. Il pourra être formulé ainsi, pour la cible 2050, mais également décliné sur des années intermédiaires.

À noter que le périmètre de l'étude intègre les puits de carbone avec le secteur UTCATF7, insuffisamment pris en compte par les collectivités, alors que c'est une source importante pour contribuer au maximum aux objectifs de la SNBC. En effet, ce secteur est actuellement le seul qui permet de réaliser des émissions négatives grâce aux puits de carbone naturels : la biomasse (forêts, haies, agroforesterie, etc.) et les sols (sols agricoles, etc.)

L'Ademe s'appuie sur 13 collectivités pour coconstruire et expérimenter la méthodologie et les outils qui seront développés. Ce panel de collectivités est représentatif de différentes caractéristiques (densité de population, géographie, secteurs, spécificités de type fortement industriel ou touristique, etc.).

Les livrables seront disponibles d'ici le début de l'année 2024 pour être intégrés au référentiel du programme « Territoire engagé Transition écologique ».

## Conclusion

Tous ces travaux initiés par l'Ademe visent à développer des méthodologies et des outils pour les collectivités afin qu'elles puissent définir et suivre des trajectoires bas-carbone à l'échelle de leur territoire, en cohérence avec les objectifs que s'est fixés la France pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. Ces travaux sont initiés dans l'esprit d'apporter des outils simples d'utilisation, qui intègrent une méthodologie transparente et commune à l'ensemble des collectivités pour faciliter leur articulation avec les outils et les dispositifs existants.

Il paraît en effet essentiel d'apporter des outils d'aide à la décision utiles, pour les techniciens mais aussi pour les élus, dans le but de conduire l'ensemble des collectivités dans une dynamique d'amélioration continue de leur politique publique de transition bas-carbone.

---

7. UTCATF (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) : émissions et séquestration de carbone liées aux variations de stock de carbone dans les écosystèmes en rapport avec les changements d'affectation de terres, les pratiques agricoles et la forêt.

## Bibliographie

- Ademe, 2021. Démarche d'analyse des trajectoires climat régionales, expertises, Angers, 40 p.
- Ademe, 2022. Le programme « Territoire engagé Transition écologique ». <https://territoireengage-transitionecologique.ademe.fr/>
- Citepa, 2021. *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France au titre de la convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance et de la directive européenne concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques*, Paris, 804 p.
- Ministère de la Transition écologique, 2022. Rapport concernant la contribution des PCAET et des Sraddet aux politiques de transition écologique et énergétique. Rapport, Paris, 135 p.

# 9. Décliner les trajectoires de décarbonation à l'échelle des territoires : le cas de Dunkerque

Matthew Wendeln, Camille Rossat, Jean Laterrasse, Virginie Lasserre, Valérie Potier, Jimmy Mary, Thomas Berthou, Olivier Bonin

Pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre (GES) au rythme prévu par la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC), les territoires doivent construire des stratégies de décarbonation ambitieuses et transverses. Le défi est de taille. Les collectivités en charge de la planification locale doivent articuler un grand nombre de politiques et d'acteurs locaux, en reliant les enjeux opérationnels du court terme aux ruptures indispensables aux horizons 2030 et 2050.

Le cas de la Communauté urbaine de Dunkerque (CUD) est emblématique de ce défi. Concentrant à elle seule 4 % des émissions de GES de la France du fait de ses activités portuaires et industrielles, l'agglomération dunkerquoise s'est engagée à atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050. Si l'effort de décarbonation porte en premier lieu sur la transformation en profondeur des grandes industries – source de 85 % des émissions de GES du territoire –, l'atteinte de la neutralité climatique impliquera aussi des changements radicaux pour l'ensemble des principaux secteurs émetteurs de la ville. La CUD a ainsi engagé des programmes volontaristes dans la rénovation énergétique des bâtiments, le développement des énergies renouvelables et de récupération (EnR-R), l'extension et la décarbonation des réseaux de chaleur, ou encore dans la promotion d'un urbanisme et de mobilités plus sobres.

Il s'agit de mener de front de nombreuses actions ambitieuses, en coordonnant une multiplicité d'acteurs (dont certains, dans le secteur industriel, répondent à des stratégies nationales, voire internationales), et en provoquant de véritables ruptures sociales et économiques sur une période courte par rapport aux temporalités habituelles de la planification territoriale. Face à ce défi, les collectivités territoriales expriment régulièrement deux besoins en matière d'outils d'aide à la décision.

Premièrement, elles réclament des outils facilitant l'élaboration de stratégies de décarbonation plus opérationnelles et mieux ancrées dans les réalités locales. Jusqu'ici, la plupart des plans climat des territoires reprenaient les objectifs nationaux en matière

de réduction des émissions aux horizons 2030 et 2050, globalement et par chaque secteur d'activités (industrie, bâtiment, etc.). Cette approche *top-down* aboutit le plus souvent à des objectifs jugés irréalistes par les acteurs locaux. Il faut désormais faciliter la construction *bottom-up* des objectifs et des plans d'action, en s'appuyant sur les spécificités de chaque territoire en tenant compte du potentiel de réduction d'émissions, des projets de territoire et des capacités réelles d'action des collectivités et de leurs partenaires.

Deuxièmement, les collectivités se sentent souvent perdues face au foisonnement d'outils, de méthodes et de données développés depuis une quinzaine d'années – aussi bien par les acteurs publics que par les acteurs privés, notamment par les bureaux d'études spécialisés dans la planification climat-air-énergie. Pour construire des stratégies de décarbonation transverses, les collectivités ont besoin d'une « boîte à outils » plus lisible et plus simple d'utilisation, reposant sur des méthodes harmonisées et facilitant l'actualisation régulière des plans.

Ces différents constats sont à l'origine du projet MAP 2050<sup>1</sup> lancé en 2022, qui a pour objectif de mettre au point une nouvelle méthode et une boîte à outils d'aide à l'élaboration des stratégies bas-carbone des villes et des agglomérations aux horizons 2030, 2040 et 2050. Cette méthode sera expérimentée en premier lieu avec la CUD, puis consolidée et diffusée dans un format appropriable par des collectivités et des bureaux d'études de toutes tailles.

Dans le présent chapitre, nous proposons d'approfondir brièvement le contexte et les constats à l'origine de notre projet, avant de présenter la stratégie de décarbonation de Dunkerque et la méthode prévue dans MAP 2050 pour construire une trajectoire de décarbonation plus robuste et opérationnelle.

## Les constats à l'origine du projet MAP 2050

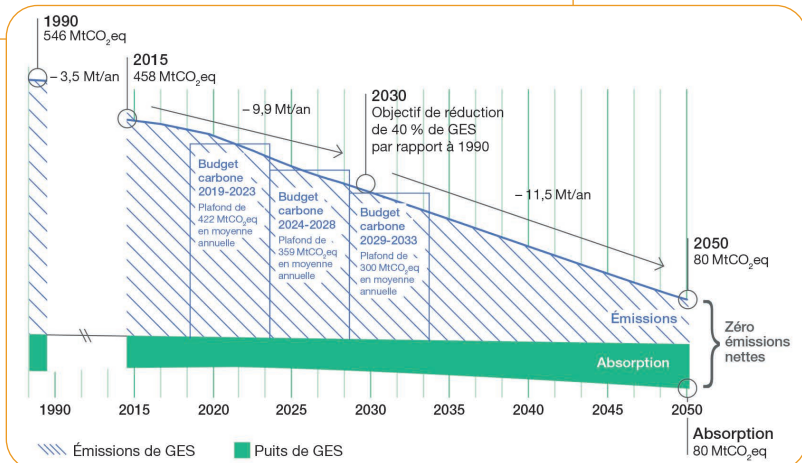
### ■ Un impératif : faciliter l'élaboration de trajectoires bas-carbone plus transverses et opérationnelles

La planification climat-air-énergie repose sur la notion de trajectoires qui fixent des objectifs de réduction d'émissions de GES dans le temps, globalement et par grands secteurs d'activités. Au niveau national, la SNBC définit une trajectoire visant d'une

1. Le projet MAP 2050 (Modélisations et analyses prospectives pour les trajectoires bas-carbone des territoires à horizon 2050) repose sur un partenariat entre la Communauté urbaine de Dunkerque et plusieurs acteurs de référence de la recherche opérationnelle en faveur de la transition bas-carbone des villes : l'ITE Efficacity, le Cerema, le CSTB, l'université Gustave-Eiffel et l'École des Ponts ParisTech (via le Laboratoire Ville Mobilité Transport), enfin l'École des Mines de Paris (via le Centre Efficacité énergétique des systèmes). Un comité de pilotage associant l'État, l'Ademe et une quinzaine d'autres acteurs nationaux permettra de construire une vision partagée des besoins des collectivités, de l'état des lieux actuel et des améliorations nécessaires des outils et des méthodes d'aide à la décision.

part à atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050, et d'autre part à respecter certaines limites en matière d'émissions cumulées sur la période, également appelées « budgets carbone » (figure 9.1)<sup>2</sup>.

**Figure 9.1. Évolution des émissions et des puits de GES sur le territoire français entre 1990 et 2050**  
(source : extrait de la SNBC résumée en 4 pages, 2020).



Les collectivités territoriales doivent prendre en compte cette trajectoire de référence en fixant leurs propres objectifs de décarbonation. Rappelons que depuis 2016, les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) de plus de 20 000 habitants sont dans l'obligation d'élaborer des plans climat-air-énergie territoriaux (PCAET), de les évaluer tous les trois ans et de les réviser tous les six ans. Le PCAET fixe, pour chaque territoire, une stratégie de transition aux horizons 2030 et 2050, adossée à des objectifs chiffrés en matière de réduction des émissions de GES et des consommations énergétiques du territoire, déclinés par secteurs d'activités. Des objectifs de production locale d'EnR-R et de séquestration carbone sont également définis. Ces objectifs sont le plus souvent représentés sous la forme de trajectoires.

Un nombre croissant d'intercommunalités ont adopté des PCAET présentant des objectifs particulièrement ambitieux aux horizons 2030 et 2050. Toutefois, la plupart de ces collectivités peinent à traduire ces objectifs en plans d'action opérationnels, et peu de stratégies reposent sur une évaluation chiffrée et réaliste des impacts énergie-climat de ces plans d'action (AdCF, 2020 ; 2021 ; Haut Conseil pour le climat, 2020 ; ministère de la Transition écologique, 2022). En effet, plusieurs verrous subsistent.

2. La SNBC est en cours de révision, et les objectifs nationaux fixés sont susceptibles d'évoluer selon les conclusions de cette révision.

Tout d'abord, la méthode actuelle de construction des trajectoires – par déclinaison directe des objectifs de la SNBC – aboutit le plus souvent à la définition d'objectifs locaux perçus comme étant « hors-sol », irréalistes, et ne constituant pas une véritable aide à la décision. Les disparités de potentiels et de ressources entre territoires ne sont pas vraiment prises en compte. Or, pour s'inscrire dans la trajectoire de la SNBC, il s'agit au contraire que tous les territoires mobilisent leurs potentiels spécifiques ; les orientations et les objectifs chiffrés nationaux n'ont pas vocation à s'appliquer uniformément sur chaque territoire (ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020).

Par ailleurs, les trajectoires sont, le plus souvent, déclinées par secteurs d'activités du territoire (traitement en silo), alors que l'identification de nouveaux gisements d'atténuation aux horizons 2030 et 2050 nécessite au contraire une meilleure prise en compte des synergies possibles entre les principaux secteurs d'émissions – bâtiments, systèmes énergétiques, mobilités et urbanisme notamment. Les collectivités se heurtent également à la difficulté d'estimer les impacts des actions prévues dans les plans de réduction d'émissions de GES. Cette estimation est pourtant indispensable à l'objectivation de la trajectoire empruntée par le territoire, et à l'identification des éventuels efforts supplémentaires à fournir pour atteindre les objectifs fixés dans le PCAET.

Enfin, la construction de trajectoires de décarbonation territoriales se heurte aussi tout simplement à la complexité du système de planification et de gouvernance locale. Le PCAET est censé jouer le rôle de feuille de route transverse de la transition énergétique et climatique pour l'ensemble de l'action publique territoriale<sup>3</sup>. Il peine cependant à jouer ce rôle. La faible valeur normative du PCAET et le principe d'exhaustivité que lui confère la loi<sup>4</sup> peuvent expliquer cette difficulté, le risque étant d'aboutir à une « liste à la Prévert » des politiques locales plutôt qu'à un véritable programme d'actions que la collectivité et ses partenaires peuvent piloter dans le temps. En outre, sa traduction réglementaire et opérationnelle dépend d'une diversité d'autres exercices de planification territoriale<sup>5</sup>, dotés de leurs propres objectifs, temporalités et gouvernances – et qui reposent sur une profusion de diagnostics, de données et de modélisations prospectives souvent peu articulés entre eux. La mise en cohérence des différents documents de planification du territoire – action indispensable à la concrétisation des ambitions des PCAET et permettant d'éviter d'opérer des choix sectoriels susceptibles de nuire aux objectifs énergie-climat retenus – constitue un véritable défi.

3. Ainsi que celui de cadre réglementaire de communication des données permettant aux régions et aux services de l'État de suivre l'avancement de la planification territoriale de la transition.

4. Réglementairement, les PCAET doivent couvrir au moins les huit secteurs d'activités suivants : le bâti résidentiel, le bâti tertiaire, le transport routier, les autres transports, l'agriculture, les déchets, l'industrie hors branche énergie et la branche énergie.

5. Il s'agit des documents de planification transverses : schémas de cohérence territoriale (SCoT), plans locaux d'urbanisme intercommunaux (PLUi), schémas directeurs des énergies (SDE), plans de mobilité (PDM), programmes locaux de l'habitat (PLH), plans de déplacement urbain (PDU), etc., mais aussi de nombreux schémas et programmes plus opérationnels, tels que les schémas directeurs de réseaux de chaleur et de froid urbain.

Enfin, rappelons qu'en règle générale les collectivités ne peuvent agir directement que sur environ 15% des émissions de GES de leur territoire, et de façon plus indirecte jusqu'à la moitié des émissions (Ademe, 2021). Elles sont donc confrontées à une double problématique, le plus souvent confondue dans les trajectoires et les plans d'action des PCAET : planifier leur propre politique publique d'une part, animer et entraîner l'ensemble des acteurs locaux pour faire baisser les émissions globales du territoire d'autre part.

## **I Vers une méthode tenant compte des besoins spécifiques des territoires**

À partir des constats formulés ci-avant apparaît le besoin de renouveler la méthode d'élaboration des trajectoires des PCAET afin qu'elles deviennent la clé d'articulation entre une vision stratégique de décarbonation des territoires aux horizons 2030 et 2050, et une approche opérationnelle de celle-ci. Il s'agit notamment de faciliter la construction *bottom-up* de ces trajectoires. Pour définir leur stratégie PCAET, les collectivités doivent certes pouvoir se référer au cadre méthodologique défini par les documents supra-territoriaux (SNBC, Sraddet), mais le grand défi est avant tout pour elles de définir un cap stratégique spécifique à leur territoire, s'appuyant sur les réalités locales (atouts et faiblesses) et tenant compte de l'ambition et de la capacité d'acceptation des acteurs locaux. Cette approche plus territorialisée doit reposer sur certains principes méthodologiques, qui sont bien établis et largement partagés par les principaux acteurs de la planification bas-carbone (Ademe, 2022).

En premier lieu, il s'agit d'améliorer la connaissance du territoire à partir de données locales précises, déclinées à des échelles plus fines qu'actuellement (maillages Iris<sup>6</sup>, îlots, voire bâtiments). Il y a également un enjeu à mutualiser et à capitaliser la matière existante, souvent répartie entre un grand nombre de diagnostics, études, bases de données et modèles informatiques. En ce sens, il semble souhaitable de généraliser le recours aux outils facilitant la centralisation et la gestion des données couramment utilisées dans les PCAET, voire de créer des observatoires locaux comme celui de la Métropole de Grenoble. Ces outils doivent, quand c'est possible, s'appuyer sur une base cartographique (système d'information géographique). Ces données territorialisées doivent en terme constituer un support non seulement pour le diagnostic technique du PCAET, mais aussi et surtout pour la définition de la stratégie. Bref, elles doivent devenir des outils d'aide à la décision à part entière, en contribuant notamment à l'identification et au partage des enjeux stratégiques, à la formulation et à la hiérarchisation des grands arbitrages, à la mise en exergue des synergies et des incohérences éventuelles entre les choix formulés, à l'identification des secteurs géographiques à forts enjeux, etc. Il s'agit ainsi de construire, dès la phase de diagnostic, un référentiel de connaissances partagé et territorialisé.

---

6. Iris fait référence à « îlots regroupés pour l'information statistique », et constitue la brique de base en matière de diffusion de données infra-communale d'après l'Insee.

Ce référentiel permettra, dans un second temps, de s'engager dans une démarche de prospective et de projection territoriale, prenant en compte les spécificités du territoire, et partagée par les différentes parties prenantes (projet Aspect 2050, rapport AETIC). Cette démarche de prospective sera transversale et veillera à harmoniser et à articuler les trajectoires prospectives inscrites dans les autres documents de planification du territoire. Elle devra s'appuyer par ailleurs sur un travail de quantification des leviers mobilisables en matière de consommation d'énergie et de réduction des émissions de GES – sans oublier les leviers « non quantifiables » tels que l'accompagnement au changement des comportements par des actions de formation, de sensibilisation, par l'organisation d'événements, etc.

Cet effort de quantification est d'ailleurs indispensable pour que les collectivités puissent alimenter de véritables dispositifs de suivi-évaluation de leur politique énergie-climat, en mesurant l'écart entre la trajectoire empruntée et les objectifs fixés dans leur PCAET et en identifiant les efforts qui leur restent à fournir – pour finalement pouvoir décider de renforcer ou de réorienter leurs actions.

Dans un souci de transversalité et de cohérence avec le cadre supra-territorial, la trajectoire sera en premier lieu constituée par les émissions de GES. Pour autant, d'autres critères devront être pris en compte, comme la consommation foncière, la qualité de l'air, la qualité de la vie ou la préservation de la biodiversité et des espaces naturels. Des indicateurs partagés, couvrant ces différentes dimensions, seront mis en place dans une logique de maîtrise des autres impacts environnementaux et sociaux des politiques menées sur le territoire.

Enfin, les collectivités ont également besoin, pour alimenter et objectiver le débat prospectif, de supports d'aide à la décision partagés et compréhensibles pour les décideurs et les partenaires non experts : chiffres clés, tableaux de bord, boussoles, cartographies clés territorialisant les enjeux stratégiques, etc. (à l'image du rendu du projet « Modeling Sustainability scenarios in the Baltimore-Washington DC Region »).

Les différentes étapes précitées, et tout particulièrement le travail de définition des objectifs territoriaux aux horizons 2030 et 2050 et celui d'estimation des impacts des actions du PCAET, doivent se reposer sur une méthode de référence publique et partagée. Aujourd'hui, il n'existe pas une telle méthode en France, et les pratiques des collectivités et des bureaux d'études manquent souvent de cohérence.

### **Dunkerque, cas emblématique du défi de la « neutralité climatique » des villes européennes**

La CUD est un cas emblématique pour la construction d'une stratégie de décarbonation systémique et opérationnelle aux horizons 2030 et 2050 – et pour tester la prochaine génération d'outils d'aide à la décision.



## ■ Un territoire qui se veut exemplaire en matière d'ambitions climatiques

Accueillant sur son territoire le grand port maritime de Dunkerque, première plateforme énergétique d'Europe, responsable de 21% des émissions de GES d'origine industrielle en France, la CUD a su se distinguer ces dernières années comme un territoire pionnier de la transition énergétique et bas-carbone.

Dès 2008-2009, la CUD a élaboré son premier plan climat volontaire qui visait la réduction des émissions de GES par un « facteur 4 » en 2050 par rapport à 1990. Son premier PCAET réglementaire, approuvé en 2015, a rehaussé les objectifs de réduction et identifié 237 leviers d'actions clés pour y arriver. La CUD s'est notamment appuyée sur la démarche Cit'ergie (désormais label Climat-air-énergie) pour la déclinaison opérationnelle et le pilotage de son action climatique. À ce titre, elle a été labellisée « Cit'ergie Gold » en 2014. Plus récemment, l'agglomération dunkerquoise a reçu le soutien de l'État, en tant que « territoire d'innovation », pour son grand projet « Dunkerque, l'énergie créative ». Ce projet multipartenarial vise notamment la décarbonation de la zone industrialo-portuaire à travers une multitude d'actions innovantes autour de la réduction des émissions, de la transition énergétique, de la mutation des métiers industriels et de l'économie circulaire.

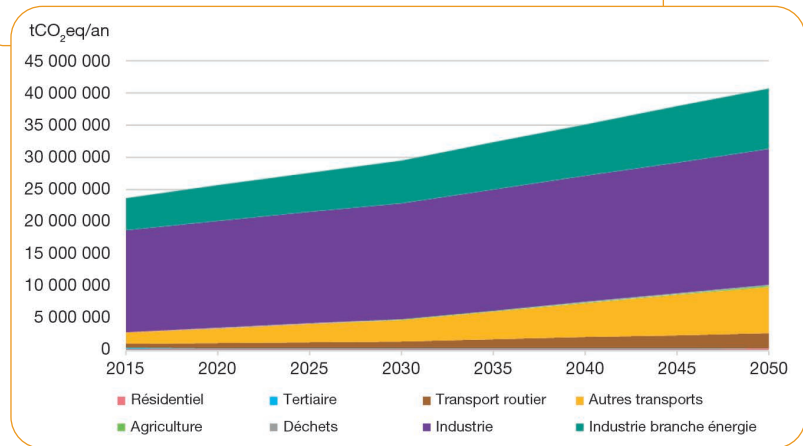
Depuis 2022, Dunkerque fait également partie de la mission de l'Union européenne « 100 villes climatiquement neutres et intelligentes d'ici 2030 ». À ce titre, la CUD élabore une feuille de route opérationnelle (« contrat de ville climatique ») qui doit lui permettre l'atteinte de la neutralité climatique dans tous les secteurs d'émissions urbains dans une période extrêmement courte.

Notons enfin que la CUD s'est efforcée d'inscrire son ambition de transition bas-carbone dans ses autres démarches de planification, notamment dans le SCoT Flandre-Dunkerque et son premier PLUi-HD (Habitat Déplacement ; plan local unique réunissant le PLU, le PLH et le PDU), tous les deux approuvés en 2022.

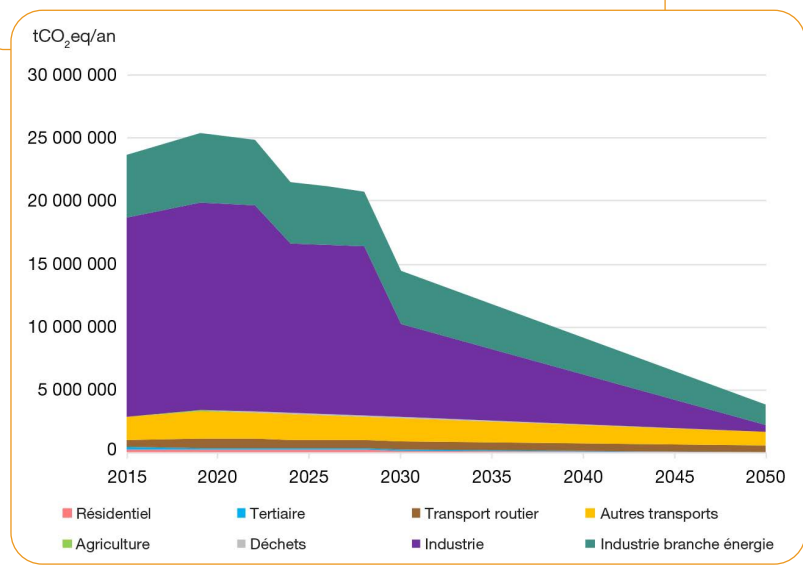
## ■ Une trajectoire 2030-2050 très ambitieuse

En 2021, la CUD a engagé la révision de son PCAET ; le projet de plan a été arrêté par le conseil communautaire fin 2022. Parmi les trajectoires de décarbonation proposées par les services techniques, les élus communautaires ont retenu la trajectoire dite « maximaliste », conformément à l'ambition « net zéro » de la collectivité. Cette trajectoire suppose d'activer tous les leviers de décarbonation à la disposition de la collectivité pour atteindre une baisse des émissions de GES de - 79 % en 2050 par rapport à 2012, année de référence (objectif du Sradet Hauts-de-France : - 75 %). Elle implique une nette rupture avec les tendances récentes mesurées (figure 9.2), avec une stabilisation puis une inflexion rapide des émissions de GES locales (figure 9.3).

**Figure 9.2.** Évolution des émissions de GES (en tCO<sub>2</sub>eq/an) à l'horizon 2050 de la CUD selon le scénario tendanciel (source : Rapport stratégique du PCAET de la CUD 2023-2028, traitement : Vizéa 2023).



**Figure 9.3.** Évolution des émissions de GES (en tCO<sub>2</sub>eq/an) à l'horizon 2050 de la CUD selon le scénario maximal (source : Rapport stratégique du PCAET de la CUD 2023-2028, traitement : Vizéa 2023).



La stratégie 2050 de la CUD est certes marquée par la forte spécificité économique du territoire dunkerquois. Le port maritime et les grandes industries (sidérurgie notamment), qui représentaient 85% des émissions de GES du territoire en 2022, doivent fournir la majeure partie de l'effort d'atténuation. Mais, même en faisant abstraction de la transition des activités industrielles, la trajectoire maximale de la CUD implique aussi une rupture de tendance des secteurs d'émissions urbains plus « classiques » des villes françaises (tableau 9.1).

**Tableau 9.1. Évolution des émissions de GES de la CUD par rapport à 2015 entre 2019 et 2050 selon le scénario maximal (hors secteur industriel) (source : Rapport stratégique du PCAET de la CUD 2023-2028, traitement : Vizéa 2023).**

Secteur	Objectifs d'évolution des émissions de GES 2019-2050 (%)	Objectifs d'évolution des émissions de GES 2015-2050 (%)
Résidentiel	- 79	- 78
Tertiaire	- 92	- 93
Agriculture	- 20	+ 307*
Transports routiers	- 18	- 21
Transports non routiers (marchandises)	- 54	- 39

\* Il y a une baisse des émissions par rapport aux données 2019 (voir colonne à gauche).

Atteindre ces objectifs de décarbonation sera d'autant plus un défi que l'agglomération anticipe un nouveau cycle de croissance, avec quelque 16 000 nouveaux emplois projetés d'ici à 2030.

### **I Dans le cadre de MAP 2050, expérimenter une approche de projection plus opérationnelle et itérative**

Décarbonation accélérée de l'économie et de la ville, massification sans précédent des énergies renouvelables et de récupération (EnR-R), nouveau cycle de croissance et démultiplication des programmes d'investissement, etc., sont autant de ruptures de tendance que la CUD doit anticiper en se projetant aux horizons 2030-2050. Dans ce contexte, comment décliner les objectifs énergie-GES inscrits dans le nouveau PCAET en une trajectoire et un programme d'actions opérationnels que la collectivité peut piloter, suivre et réactualiser dans le temps ? C'est à cette question que le projet MAP 2050 vise à répondre, en trois temps.

Tout d'abord, il est prévu que la trajectoire retenue dans le projet de PCAET soit questionnée au regard du plan d'action arrêté fin 2022 et des évolutions connues du territoire, afin d'identifier les verrous et les conditions de réussite à l'application de

cette trajectoire. La quantification des impacts des leviers considérés comme structurants pour la décarbonation du territoire sera affinée, et les efforts supplémentaires à mener seront identifiés.

Deuxièmement, un travail de projection plus opérationnelle sera mené, afin de déterminer les choix les plus performants dans les principaux secteurs d'émissions urbaines du territoire – urbanisme, bâtiments et systèmes énergétiques, et mobilités –, en s'appuyant notamment sur des outils de modélisation développés par les parties prenantes du projet MAP 2050.

Enfin, ces analyses doivent, dans la dernière étape du projet, alimenter une nouvelle trajectoire bas-carbone, plus robuste et opérationnelle, qui pourra notamment nourrir le bilan à mi-parcours du PCAET de la CUD en 2025.

### **I Mieux articuler le Plan climat et les approches sectorielles**

La deuxième étape du projet en particulier comprend un travail majeur sur les articulations entre la stratégie de décarbonation – incarnée par les objectifs 2030-2050 du PCAET – et la multiplicité des politiques publiques sectorielles qui doivent y concourir. Sans prétendre à l'exhaustivité, puisque le projet est en cours, les paragraphes suivants viennent illustrer la réflexion engagée sur les enjeux clés à approfondir et les nouvelles approches méthodologiques envisagées pour ce faire.

#### **Intégrer la dimension énergie-climat dans les documents d'urbanisme**

La CUD s'engage, par ses différents documents de planification (PCAET, SCoT, PLUi-HD), sur des objectifs énergie-climat, mais aussi fonciers et environnementaux ambitieux. Un objectif clé est de parvenir à tirer profit des synergies existantes entre ces différents documents de planification et les objectifs qu'ils fixent, pour promouvoir au long terme une organisation spatiale et des formes urbaines plus sobres et résilientes.

En effet, l'organisation spatiale du territoire, à différentes échelles (bassin de vie, agglomération urbaine, projets d'aménagement, etc.), influe directement sur la performance énergie-climat de celui-ci (voir projet SOFT, 2020, et thèse de M. Haffner, 2022). Par exemple, la tendance à l'étalement urbain vient alourdir l'empreinte carbone du secteur des mobilités (allongement des trajets) et du bâti (logements de taille plus importante), et consomme des sols favorables au stockage du carbone. À ce titre, l'objectif de « zéro artificialisation nette » (ZAN), objectif à 2050 fixé par la loi Climat et Résilience de 2021, introduit un nouvel enjeu, étroitement lié à l'objectif de « zéro émission nette » (ZEN).

D'autre part, l'atteinte de nombreux objectifs inscrits dans le PCAET est conditionnée à ce qui est inscrit dans les documents d'urbanisme et à la disponibilité du foncier sur le territoire. C'est notamment le cas pour le développement de nouvelles installations EnR-R, ou de projets en faveur des mobilités décarbonées, qui peuvent consommer du foncier et entrer en concurrence avec des espaces de nature indispensables à la résilience du territoire.

C'est pour aider les collectivités à mieux articuler leur PCAET et leurs documents d'urbanisme (SCoT et PLUi) que le Cerema a développé l'outil GES Urba (encadré 9.1). À terme, ce travail de planification territoriale bas-carbone prospective doit pouvoir s'appuyer sur des méthodes de simulation dites « probabilistes », qui permettent de mieux anticiper les changements majeurs dans l'usage du sol et la répartition de la population et des activités sur le territoire – indispensables à l'atteinte des objectifs ZEN et ZAN.

#### Encadré 9.1. L'outil GES Urba du Cerema

L'outil GES Urba, récemment transformé en une application internet, permet de quantifier et de comparer l'impact énergie-climat de plusieurs choix d'aménagement du territoire, et de mettre en exergue les éventuelles incohérences entre les différents documents de planification d'une collectivité. Offrant la possibilité de regrouper les communes en groupes cohérents, GES Urba permet de rendre compte de l'impact de grandes orientations stratégiques formulées dans les politiques d'aménagement : périurbanisation, densification, répartition de l'offre de transport en commun, etc.

Afin de mieux apprécier les performances énergétiques des formes urbaines, mais aussi les problématiques de mixité fonctionnelle et de disponibilité réelle du foncier pour la mise en œuvre des actions du PCAET, il faudrait pousser plus loin l'approche et détailler plus finement le territoire, à l'échelle des « îlots » ou des « adresses » par exemple. À ce titre, une approche cartographique – s'articulant avec les systèmes d'information géographique (SIG) des collectivités – pourrait faciliter ce travail.

### Évaluer des évolutions complexes malgré des données incomplètes : le cas des mobilités

Anticiper l'évolution récente des mobilités urbaines – et par là leur empreinte énergétique et carbone future – est particulièrement complexe (Laterrasse, 2019). Or l'actualisation régulière des données et des prévisions en matière de transports est coûteuse. Les collectivités se retrouvent souvent à construire une vision prospective à partir de données datées et parcellaires.

Le cas des mobilités des personnes dans l'agglomération dunkerquoise est parlant. La dernière Enquête Ménages Déplacements (EMD) menée sur le territoire date de 2015. Indépendamment de son ancienneté, le dispositif des EMD ne permet pas de capter de manière précise les nouveaux usages (essor du télétravail, des modes doux et des nouveaux engins de déplacements comme les trottinettes électriques ; nouvelles pratiques de localisation résidentielles, etc.), puisqu'il n'a pas été conçu dans ce but. Le diagnostic et les trajectoires du PCAET reposent ainsi sur des connaissances trop anciennes pour objectiver les évolutions majeures des pratiques de mobilités intervenues depuis.

Les données disponibles ne peuvent fournir qu'une estimation lacunaire des impacts des – nombreuses – politiques déjà mises en place par la CUD en faveur des mobilités

décarbonées : gratuité des transports publics, élargissement conséquent du réseau cyclable et promotion des modes doux, préférence inscrite dans le nouveau PLUi-HD à la densification autour des transports en commun, etc. Un décalage similaire entre données lacunaires et évolutions multiples est observé pour le transport de marchandises.

Dans ces cas de figure, l'objectif de la prochaine génération d'outils d'aide à la planification sera de faciliter l'intégration dans les trajectoires prospectives des données les plus fiables à disposition, au cas par cas : données publiques (base nationale EMD du Cerema), enquêtes locales, résultats des logiciels de modélisation des transports (modèles à quatre étapes), ou encore nouvelles plateformes permettant d'agréger des données mobilités issues d'un grand nombre de sources.

### Optimiser les politiques publiques de la rénovation énergétique des bâtiments

La rénovation thermique des bâtiments est l'un des leviers d'action les plus prometteurs pour réduire la demande énergétique du secteur, et donc son empreinte carbone. Sur le territoire dunkerquois, la rénovation énergétique aux normes du bâtiment bas-carbone (BBCA) du parc bâti permettrait une réduction de 30 % des consommations de l'ensemble du parc de logements<sup>7</sup>, et ce chiffre pourrait atteindre 60 % pour le secteur tertiaire.

Si la collectivité mène une politique ambitieuse en faveur de la rénovation énergétique de son parc de logements, les efforts engagés ne permettent pas d'atteindre les objectifs définis par la collectivité dans son PCAET. Le PCAET fait en effet état de 88 000 logements à rénover en trente ans, ce qui correspond à un rythme de rénovation de 3 150 logements par an. Par comparaison, la capacité actuelle d'accompagnement des rénovations résidentielles par la CUD se situe à environ 250-300 logements par an. Pour relever le défi inscrit dans son PCAET, la CUD a besoin d'un état des lieux précis du parc bâti de son territoire en matière d'usages énergétiques, ainsi que de trajectoires optimisées de rénovation urbaine et de valorisation énergétique. Pour réaliser cet état des lieux, les collectivités doivent pouvoir s'appuyer sur des outils de modélisation se référant à des données plus fines et à des moteurs de calcul fiables (encadré 9.2).

### Pour une gestion dynamique des réseaux : réussir la transformation des réseaux de chaleur dunkerquois

Levier clé de la transition énergétique de la CUD depuis sa création dans les années 1980, le système de réseaux de chaleur dunkerquois est appelé à connaître des transformations majeures dans les trente prochaines années.

Entre autres, la décarbonation des procédés industriels s'accompagnera d'une réduction de la production de chaleur résiduelle, nécessitant l'identification de nouvelles sources de chaleur renouvelables pour tenir les objectifs climatiques de la collectivité. À l'horizon 2030-2035, en particulier, l'arrêt des hauts-fourneaux d'ArcelorMittal privera

7. Rapport stratégique du PCAET de la CUD, 2022-2028, Vizéa.

### Encadré 9.2. Les outils de simulation dynamique énergétique

Des outils de simulation énergétique comme PowerDis (Efficacity) et Smart-E (Mines/CES) peuvent modéliser et simuler des centaines de bâtiments (ou logements), et sont capables de reproduire les spécificités locales des quartiers, mais aussi d'évaluer avec précision l'impact énergétique d'une rénovation.

Si ces outils n'ont pas vocation à remplacer les diagnostics *in situ* des bâtiments, ils peuvent permettre d'identifier les bâtiments à rénover en priorité et de sélectionner les stratégies les plus avantageuses en matière d'économie d'énergie, de réduction des émissions de GES, de précarité énergétique ou encore d'investissement.

le réseau de ses principales sources actuelles de chaleur. À ce changement structurel s'ajoute l'évolution des besoins en chaleur urbaine, avec de multiples projets de construction et de rénovation en cours, mais aussi des projets industriels, avec notamment l'ambition de créer un réseau industriel élargi baptisé « l'autoroute de la chaleur ». Cette transformation accélérée souligne à nouveau le besoin de nouvelles approches de trajectoires prospectives d'aide à la décision. Habituellement, les schémas directeurs de réseaux de chaleur (le dernier de la CUD date de 2022) portent une vision des projets d'évolution des réseaux pour un maximum de dix ans. À Dunkerque, cependant, la collectivité se projette dans des transformations majeures du réseau de chaleur devant s'étaler sur plusieurs décennies, dans un contexte qui évolue régulièrement à cause de l'évolution des productions et des besoins de chaleur des grandes entreprises industrielles d'une part, et de l'évolution des projets d'aménagement et de rénovation du parc bâti d'autre part.

Pour cette raison, la collectivité souhaite disposer d'outils numériques offrant une gestion plus dynamique des données associées au réseau – production et consommation de chaleur, mais aussi données plus prospectives sur les projets urbains et industriels appelés à impacter le réseau à l'avenir – et d'une actualisation plus régulière des trajectoires d'évolution du réseau à différents horizons temporels. C'est à ce type de besoin que répondent les nouveaux logiciels de simulation énergétique dynamique comme PowerDIS (encadré 9.3).

## Conclusion

En s'appuyant sur les nouvelles approches décrites ci-dessus, le projet MAP 2050 doit venir aider la Communauté urbaine de Dunkerque à enrichir la trajectoire de décarbonation retenue dans son PCAET d'ici à la prochaine évaluation du plan, prévue en 2025. L'enjeu n'est pas tant de rehausser les objectifs climatiques de la collectivité – qui s'est déjà engagée sur une trajectoire dite « maximaliste », en cohérence avec son ambition de devenir un territoire démonstrateur de la décarbonation en Europe – que

### Encadré 9.3. Présentation du logiciel PowerDIS

Le logiciel PowerDIS, codéveloppé par Efficacity et le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), permet de simuler les besoins des bâtiments et les consommations des systèmes énergétiques (en particulier les réseaux de chaleur et de froid) à l'échelle d'un, voire de plusieurs quartiers.

Il s'agit d'expérimenter l'adaptation de PowerDIS à l'échelle de plusieurs dizaines, voire centaines de milliers de bâtiments (avec leurs réseaux énergétiques) dans une logique d'aide à la planification des agglomérations. À terme, l'utilisation de ce type d'outil pourrait devenir la référence pour la gestion et le développement des réseaux de chaleur et de froid urbains.

Cette analyse reste vraie pour l'ensemble des systèmes énergétiques mutualisés au sein d'une commune ou d'un quartier. En effet, en plus des réseaux de chaleur et de froid, les outils d'aide à la décision sont particulièrement performants pour dimensionner et piloter des systèmes de stockage d'énergie partagés (ex. : batterie électrique), ou encore des moyens de production à petite échelle (ex. : cogénération, centrale photovoltaïque) qui alimentent quelques dizaines de bâtiments.

de faciliter leur mise en œuvre en mieux objectivant les leviers opérationnels aux court, moyen et long termes.

Au-delà du cas dunkerquois, le projet MAP 2050 vise à faciliter l'élaboration et la déclinaison opérationnelle des trajectoires bas-carbone de l'ensemble des villes et des agglomérations françaises. La méthode et la boîte à outils mises au point avec Dunkerque, en lien avec un cercle élargi de partenaires nationaux et de territoires pilotes, seront d'abord consolidées et validées, puis diffusées sous une forme directement appropriable par des collectivités et des bureaux d'études de différentes tailles, permettant aux territoires de mieux mobiliser les outils existants, et aux acteurs de la recherche opérationnelle de mieux caractériser les besoins de développement pour les outils de demain.

## Bibliographie

- AdCF, 2020. Mise en œuvre des PCAET : état des lieux. Rapport d'enquête, AdCF, Paris, 18 p.
- AdCF, 2021. La contribution des intercommunalités à la transition énergétique : analyse des PCAET approuvés. Rapport d'enquête, AdCF, Paris, 24 p.
- Ademe, 2021. Nouveau programme « Territoire engagé Transition écologique » : l'Ademe renforce son accompagnement auprès des collectivités ». *ADEME presse*, communiqué de presse. <https://presse.ademe.fr/2021/09/nouveau-programme-territoire-engage-transition-ecologique-lademe-renforce-son-accompagnement-aupres-des-collectivites.html>
- Ademe, 2022. *En chemin vers la planification bas-carbone. Recommandations et ressources pour agir via les SCoT et les PLUi*, cahier de recommandations, Ademe, Angers, 49 p.



- Ademe-TRIBU-Institut négaWatt-Solagro, 2020. Évaluation prospective des formes urbaines dans le cadre de la Transition énergétique et écologique. Rapport d'étude final, Ademe, France, 137 p.
- Citepa, 2021. *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France au titre de la convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance et de la directive européenne concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques*, Paris, 804 p.
- Communauté urbaine de Dunkerque-Vizéa, 2023. Rapport stratégique du Plan climat-air-énergie territorial 2023-2028. Communauté urbaine de Dunkerque, Dunkerque, 40 p.
- Haffner M., 2022. L'impact des formes d'urbanisation sur les trajectoires de la transition énergétique. Une approche par la modélisation. Thèse de doctorat dans le cadre de l'École doctorale Ville, Transports et Territoires, préparée au Laboratoire Ville Mobilité Transport (LVMT), en partie cofinancée par Efficacity, soutenue à l'École des Ponts ParisTech-LVMT, Champs-sur-Marne, 518 p.
- Haut Conseil pour le climat, 2020. Redresser le cap, relancer la transition. Rapport annuel Neutralité carbone 2020, Paris, 160 p.
- Laterrasse J., 2019. *Transport and Town Planning, The City in Search of Sustainable Development*, Londres, Wiley Ed., 328 p. (Science, society, and new technologies series).
- Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020. Stratégie nationale bas-carbone. La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone. Résumé du rapport du gouvernement, ministère de la Transition écologique et solidaire, Paris, 4 p.
- Ministère de la Transition écologique, 2022. Rapport concernant la contribution des plans climat-air-énergie territoriaux et des schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires aux politiques de transition écologique et énergétique. Rapport du gouvernement au Parlement, ministère de la Transition écologique, Paris, 135 p.



# 10. Chiffrer les coûts de la mise en œuvre de trajectoires de transition et d'adaptation

Morgane Nicol, Aurore Colin, Vivian Dépoues

La programmation des moyens financiers est une composante essentielle, et pourtant quasiment non abordée jusqu'à présent, de la planification écologique. Planifier devrait impliquer de se doter d'un projet, de plans, d'outils de pilotage, mais également d'un budget et d'un financement pour s'assurer de la faisabilité de la mise en œuvre de chacune des étapes de ces plans. Ce chapitre cherche à donner des pistes pour établir cette programmation qui fait jusqu'ici défaut, notamment à l'échelle des collectivités territoriales.

L'objectif d'une telle programmation est double : garantir, d'une part, que des moyens suffisants pourront être affectés aux bons moments (objectif d'effectivité) et, d'autre part, que les objectifs climatiques d'atténuation et d'adaptation dont on s'est collectivement doté seront atteints de la manière la plus économique possible (objectif d'efficience).

Les travaux existants montrent tous que les investissements en faveur de la transition vont devoir significativement augmenter dans les prochaines années pour respecter une trajectoire cohérente avec les objectifs de neutralité carbone et d'adaptation au changement climatique (France Stratégie, 2022 ; CESE, 2023). D'après le Panorama des financements climat (I4CE, 2022d), atteindre les objectifs de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC 2) nécessiterait, pour les seuls secteurs du bâtiment, de l'énergie et des transports, un besoin d'investissements climat additionnels de 24 milliards d'euros par an par rapport au niveau d'investissement observé en 2021<sup>1</sup>. Une part de cet investissement a vocation à être portée par le secteur privé (ménages et entreprises) et une part par le secteur public, selon des proportions qui peuvent varier d'un scénario de financement à l'autre. Mais dans tous les cas, la puissance publique a un rôle crucial à jouer pour coordonner et orienter l'effort collectif, en mobilisant selon les cas réglementation, fiscalité, commande publique ou subventions.

1. Les montants exacts des besoins peuvent varier d'une estimation à l'autre en fonction des périmètres considérés et des méthodologies de chiffrage. Dans son avis de 2023, le Conseil économique, social et environnemental (CESE), après avoir auditionné plusieurs organismes, estime que « dans l'ensemble, l'ordre de grandeur se situe autour de 2% à 4% du PIB d'investissements supplémentaires nets par an, avec une valeur basse [...] à 13 milliards d'euros et une valeur haute de 87 milliards ».

C'est cette intervention qu'il s'agit d'organiser de manière dynamique, c'est-à-dire en regardant loin, aux horizons des objectifs climatiques (2030, 2050), et en tenant compte des réalités économiques, sociales et politiques des territoires pour :

- sécuriser les moyens de l'État, de ses opérateurs et des collectivités sur le long terme. Les investissements publics vont en effet devoir être soutenus pendant plusieurs décennies, quels que soient les imprévus et les crises qui surviendront – par exemple une crise énergétique ou un changement de conjoncture économique. Programmer dans la durée ne signifie cependant pas verrouiller des décisions. « Le montant des investissements nécessaires dépendra de l'évolution des technologies, de leur coût, des prix de l'énergie, mais aussi de l'efficacité observée des aides publiques. Cela doit en revanche permettre de donner des orientations, des ordres de grandeur, qui ont vocation à être révisés régulièrement ;
  - donner de la visibilité et envoyer un signal fort à l'ensemble de l'économie, sans pour autant chercher à contrôler l'ensemble des décisions de chaque acteur. C'est une façon de renforcer la crédibilité de la transition, en lui assurant des moyens minimums. Cela permet de renforcer l'effet de levier que l'on peut attendre des investissements publics. L'imprévisibilité actuelle est source d'incertitudes qui limitent la capacité des acteurs privés à construire leur modèle économique de demain, et donc à déclencher de leur côté des investissements. Ces acteurs ont besoin d'un cap clair et de visibilité sur les moyens publics pour s'engager résolument dans la transition climatique. En outre, une transition plus crédible évite une mauvaise allocation de capital vers des actifs "échoués". »<sup>2</sup>
- Les acteurs territoriaux, au premier rang desquels les collectivités locales, joueront un rôle clé dans ces processus.

## Premiers tests de prospectives et moyens à déployer à l'échelle nationale

Des exercices de programmation budgétaire des moyens à déployer pour leurs actions d'atténuation et d'adaptation devront être réalisés par les acteurs concernés eux-mêmes, notamment l'État et les collectivités, de manière à avoir une valeur institutionnelle et de processus de pilotage de la mise en œuvre des planifications. Néanmoins, pour permettre à ces acteurs d'avancer en ce sens, l'Institut de l'économie pour le climat (I4CE) a cherché à définir des méthodologies et a réalisé de premiers exercices pilotes pour en démontrer la faisabilité. Pour parvenir à donner une première vision de ce que les collectivités devraient engager comme moyens sur les prochaines années pour atteindre les objectifs climat, deux étapes ont été suivies. D'abord une estimation des moyens à déployer par l'ensemble des acteurs publics et privés à l'échelle nationale, puis une étape d'analyse de ce qui, parmi ces actions et ces coûts, devra être porté par les collectivités françaises.

2. <https://www.i4ce.org/au-dela-du-budget-vert-des-travaux-a-lancer-pour-un-meilleur-pilotage-economique-et-budgetaire-de-la-transition-climatique/#:~:text=Pour>

Les méthodologies utilisées pour estimer les moyens à déployer par l'ensemble des acteurs publics et privés français sont différentes pour la programmation des actions d'atténuation et celles d'adaptation au changement climatique, du fait de la nature différente des objectifs poursuivis. Ces deux types de programmation devront cependant à terme être croisés de manière à en assurer la cohérence et à améliorer l'efficacité des politiques poursuivies et des dépenses effectuées.

### **I Côté atténuation : une approche technico-économique en *back-casting***

L'estimation des besoins d'investissements des collectivités territoriales pour contribuer à l'atteinte de la neutralité carbone s'appuie sur les travaux réalisés par I4CE au niveau national dans le cadre du Panorama des financements climat (I4CE, 2022d). Ces travaux consistent à évaluer les investissements<sup>3</sup>, secteur par secteur et tous acteurs confondus – pouvoirs publics, ménages, entreprises –, qui devront être réalisés d'ici 2050 pour atteindre les objectifs de décarbonation intermédiaires et sectoriels décrits dans un scénario donné. Cette approche *back-casting*<sup>4</sup> permet ainsi d'estimer les besoins d'investissements en se référant à un scénario qui détaille ces objectifs et les leviers pour leur mise en œuvre. L'estimation réalisée par I4CE se réfère au scénario « avec mesures supplémentaires » (AMS) de la SNBC 2 et à la Programmation pluriannuelle de l'énergie<sup>5</sup>. Les besoins sont ensuite issus d'un chiffrage technico-économique qui tient compte des volumes physiques d'infrastructures et d'équipements à déployer dans le scénario retenu, et d'une estimation de leurs coûts projetés à partir des coûts 2015-2022 et estimés en euros constants, toutes choses égales par ailleurs dans le reste de l'économie.

Ces travaux à l'échelle nationale proposent ainsi, pour chaque année couverte par la SNBC 2, le nombre et les caractéristiques des équipements à déployer pour atteindre les objectifs, par exemple : le nombre de logements rénovés par type de rénovation (BBC, isolations simples, etc.), les capacités éoliennes ou solaires installées ou les programmes de développement ou de régénération des infrastructures de transport. Ces coûts sont ensuite agrégés en un besoin additionnel d'investissement climat pour chaque année sur l'horizon traité par la SNBC 2.

Si l'estimation centrale se réfère à la SNBC 2, I4CE a également réalisé ce travail de quantification des besoins pour les quatre scénarios Transition(s) 2050 de l'Ademe

3. Les investissements sont définis comme la formation brute de capital fixe (FBCF), c'est-à-dire, en comptabilité nationale, les dépenses d'acquisition d'actifs matériels et immatériels (Eurostat, 2013) : bâtiments, infrastructures de transport et de réseau, chaufferies, centrales électriques, etc. ([https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Gross\\_fixed\\_capital\\_formation\\_\(GFCF\)/fr](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Gross_fixed_capital_formation_(GFCF)/fr)).

4. Méthode de planification consistant à d'abord définir le futur souhaitable, puis à construire les trajectoires économiques, techniques et politiques qui permettent de l'atteindre en définissant à rebours chaque étape qui relie ce point d'arrivée à la situation actuelle.

5. C'est le scénario « retenu par le gouvernement pour son action publique » (DGEC, 2020).

(Ademe, 2021). Ainsi, cinq trajectoires de besoins d'investissements ont été réalisées en tout : ces trajectoires montrent que les besoins, et leur niveau dans chaque secteur, peuvent varier plus ou moins fortement d'un scénario à l'autre.

### ■ Le cas de l'adaptation : comment faire sans *back-casting* ?

L'évaluation des besoins de moyens à mobiliser pour l'adaptation aux conséquences du changement climatique<sup>6</sup> ne peut pas reposer exactement sur la même approche. En effet, contrairement à l'atténuation, pour laquelle la cible et la trajectoire sont connues, l'adaptation est mieux décrite comme un processus itératif répondant à des évolutions continues du climat (Dépoues, 2022a).

Les travaux existants sur l'adaptation révèlent que les réponses peuvent être très hétérogènes d'un territoire à l'autre, sont toujours très fortement relatives à chaque contexte spécifique et ne se mesurent pas à l'aune d'un indicateur ou d'une métrique unique (Haut Conseil pour le climat, 2021 ; GIEC, 2022 ; Dantec et Roux, 2019 ; Hallegatte *et al.*, 2011). Compte tenu de ces caractéristiques, la logique de *back-casting*, qui suppose une cible nationale s'appliquant à tous les territoires associée à des indicateurs partagés, ne peut pas être utilisée pour construire des trajectoires prospectives déclinables en plans d'action finançables.

Jusqu'ici, c'est donc une logique itérative et réactive de l'adaptation qui domine, avec des réponses apportées au coup par coup une fois les impacts matérialisés. Pourtant, cette approche va se révéler de moins en moins satisfaisante, et le consensus scientifique converge très largement vers un intérêt à anticiper les transformations requises également en matière d'adaptation. L'anticipation minimiserait les coûts de l'adaptation, permettrait une répartition plus équitable de ces coûts et laisserait la place à des choix plus démocratiques et moins subis (Global Commission on Adaptation, 2019 ; COACCH, 2021).

### Adopter un cadre de « gestion adaptative »

Pour répondre au besoin d'anticipation sans ignorer l'étendue des futurs climatiques possibles (c'est-à-dire l'éventail de projections disponibles avec leurs incertitudes), les théoriciens de l'adaptation privilégient une approche dite « de gestion adaptative » (GIEC, 2022). Cette notion invite à agir dès maintenant, tout en gardant l'horizon des possibles ouvert et en anticipant au maximum les évolutions à venir. L'Ademe, s'inscrivant dans cette philosophie, promeut une « planification dynamique », c'est-à-dire un mode de gestion « souple et progressif, reposant sur une démarche d'évaluation et d'ajustement en continu des mesures d'adaptation à mesure que les connaissances se développent

6. La question posée ici est bien celle des coûts relatifs à la mise en œuvre de l'adaptation, c'est-à-dire à la réalisation d'actions par anticipation avant que les dommages induits par les changements climatiques ne soient constatés, pour mieux s'en prémunir ou s'y préparer. Ces coûts ne doivent pas être confondus avec les coûts associés aux dommages une fois matérialisés (pertes humaines ou matérielles, pertes d'exploitations, pertes socio-économiques).

et que les conditions climatiques et socio-économiques évoluent» (Ademe, 2019). C'est ce qui sous-tend l'outil Tacct<sup>7</sup>, développé pour accompagner les collectivités locales dans l'élaboration de trajectoires d'adaptation : « L'approche par trajectoires d'adaptation reconnaît qu'il y a souvent plusieurs façons de répondre aux enjeux du changement climatique, et qu'une combinaison d'actions, dont certaines sont à mettre en œuvre dès à présent et d'autres réservées pour l'avenir (en fonction de l'évolution du contexte climatique et socio-économique), constitue une manière efficace et robuste de s'adapter au changement climatique. Les trajectoires d'adaptation, qui combinent et séquentent les actions envisagées, peuvent être positionnées dans un diagramme, offrant la possibilité de visualiser les différents chemins possibles pour satisfaire aux objectifs d'adaptation aujourd'hui et sur le long terme» (Ademe, 2019) (chapitre 5).

Ces outils doivent permettre de décider aux meilleurs moments pour faire des choix d'adaptation qui ne soient ni trop tardifs – pour se permettre de mettre en œuvre des solutions qui se déploient sur des temps longs – ni précipités – pour ne pas sur-anticiper et verrouiller des trajectoires qui se révéleraient sous-efficaces (sous-investissement ou surinvestissement) aux moments où la réalité se précisera.

Il s'agit à la fois d'adopter une posture proactive en se donnant les moyens de développer un modèle choisi, et de saisir chaque opportunité d'intégrer l'adaptation à moindre coût dans tous les choix d'investissement réalisés par ailleurs.

Les diagrammes construits à l'aide d'outils comme Tacct ne se traduisent donc pas directement en chroniques d'investissement, mais plutôt en séquences de questions à se poser à des moments clés. Il n'est par conséquent pas possible de calculer *a priori* une vision intégrée du coût des actions d'adaptation qui seront mises en œuvre, puisque le total ne pourra qu'être la résultante des choix qui seront faits à chaque étape au cours des prochaines décennies. Il est en revanche possible, à chaque pas de temps tout au long de ces trajectoires, d'évaluer les besoins pour la mise en œuvre de l'étape suivante (de comparer les alternatives qui se proposent au prochain choix à faire ou les implications d'une décision prise).

Cela invite à être attentifs aux besoins de moyens pour mettre en place à court terme trois types d'actions d'adaptation complémentaires :

- les actions pour lesquelles il n'y a plus de questions à se poser, soit parce qu'elles sont de l'ordre de l'urgence devant le fait accompli ; soit parce qu'il s'agit d'actions sans regret, nécessaires ou utiles dans tous les cas ; soit parce qu'un choix structurant ou difficilement réversible a été fait et doit être assumé (par exemple, une fois le nouveau programme nucléaire français lancé, on peut considérer que les dépenses nécessaires pour assurer la robustesse des nouvelles centrales dans un contexte de changement climatique ne sont plus évitables et peuvent donc être anticipées) ;
- les « fondations » des réponses de plus long terme que l'on veut conserver ouvertes. Pour ne pas être condamnés à subir et à réagir avec une palette limitée d'options directement accessibles, il est nécessaire de se projeter dans des réponses structurelles

7. <https://tacct.ademe.fr/>

souhaitables et de se donner les moyens de leur faisabilité. Certaines transformations, même progressives, se préparent dès maintenant, par exemple parce qu'elles nécessitent d'investir dans la recherche-développement ou le développement de compétences. Il est par exemple parfois trop tôt pour acter dès maintenant la fin du ski en moyenne montagne, mais il est déjà temps de se demander quelles pourraient être les évolutions économiques de ces territoires avec le déclin du ski, et de les préparer en commençant à investir dans de nouveaux équipements, à privilégier de nouvelles filières de formation, etc. Maintenir des possibles ambitieux ouverts longtemps – dont certains ne seront jamais concrétisés – peut être coûteux, c'est la raison pour laquelle il est indispensable de régulièrement requestionner, en fonction de l'évolution des connaissances et du contexte, quelles options maintenir et lesquelles refermer ; à quels moments ancrer des décisions qui sont aussi des choix politiques ;

- les capacités de suivi et d'ajustement. Se donner les moyens d'ajuster en continu les réponses, en fonction de l'évolution des connaissances mais aussi du contexte, est une composante essentielle de la gestion adaptative. Cela passe par la définition et le suivi d'indicateurs, mais aussi par l'identification des signaux qui informent sur l'approche de certains seuils potentiellement critiques pour la prise de décision. Ces activités demandent des moyens – de l'expertise, des capacités de suivi, des modèles – essentiels à la mise en œuvre des autres actions d'adaptation. En forêt par exemple, les dispositifs de suivi de l'état de santé des forêts représentent une composante clé de la stratégie de la filière (I4CE, 2022a).

Ces besoins peuvent se matérialiser de deux manières : des coûts nouveaux inhérents à des actions dont l'objectif premier est l'adaptation, et des surcoûts pour des actions prévues par ailleurs, poursuivant d'abord d'autres objectifs mais qui doivent être modifiées pour tenir compte des enjeux d'adaptation. En d'autres termes, l'évaluation des besoins de moyens pour l'adaptation est donc non seulement une évaluation de plans d'action dédiés à l'adaptation, mais aussi une évaluation des implications économiques d'une prise en compte systématique de l'adaptation (*mainstreaming*) dans un certain nombre d'autres domaines d'action.

### Évaluer les besoins au niveau national : le projet Quanti-Adapt

C'est donc à cette typologie de besoins (actions sans regret, fondations des transformations futures et dispositifs de suivi et d'ajustement) et de dépenses (coûts de projets d'adaptation et surcoûts d'adaptation de projets existants) que nous nous sommes intéressés dans le cadre de notre évaluation des besoins de moyens pour l'adaptation au niveau national<sup>8</sup>.

#### Approche qualitative : d'abord le quoi, puis le combien

L'adaptation est un enjeu transversal qui concerne une diversité de politiques publiques et de secteurs économiques. Dans nos travaux, nous identifions onze « chantiers de

8. Projet Quanti-Adapt, soutenu par l'Ademe dans le cadre de l'APR Pact<sup>2</sup>e, 2020-2023.



l'adaptation». Ces chantiers se situent au croisement entre des phénomènes climatiques (vagues de chaleur, risques d'inondation, montée du niveau de la mer, sécheresse, etc.) et des enjeux socio-économiques (territoires exposés, activités ou projets vulnérables)<sup>9</sup> (I4CE-Ramboll, 2020).

La première étape de l'analyse a consisté à définir qualitativement, pour chacun de ces onze chantiers, les ressources à mobiliser pour l'adaptation : quels moyens, de quelle nature, nécessaires à la mise en œuvre de quelles actions ? Ce travail s'est appuyé sur une analyse des documents de référence identifiés pour chaque chantier (rapports parlementaires, feuilles de route, etc.).

La deuxième étape de l'analyse a été le passage d'une lecture qualitative à une estimation des besoins de moyens associés en euros. Pour y parvenir, nous avons fait le choix de consolider des éléments de différentes natures en fonction des sources disponibles :

- les résultats chiffrés d'évaluations thématiques antérieures ;
- des hypothèses d'extrapolation à partir de retours d'expérience locaux ;
- des éléments de comparaison avec d'autres contextes ;
- des avis d'experts.

### **Les coûts des mesures sans regret**

Cette approche s'est révélée efficace pour évaluer les besoins associés aux actions d'adaptation incontournables et/ou sans regret. La majorité des propositions de mesures documentées dans la littérature analysée porte en effet sur ces types de mesures et, quand il n'y a pas de chiffrage associé, il est relativement aisé de formuler des hypothèses compte tenu du niveau de certitude entourant les bénéfices de telles actions.

Nous avons ainsi pu retenir, à partir des recommandations formulées par différents acteurs, une sélection de décisions budgétaires nationales qui pourraient être prises dès maintenant en complément de ce qui existe déjà. Ces 18 mesures, évaluées à un total de 2,3 Mds€/an, ne représentent pas l'ensemble des actions d'adaptation qu'il faudrait mettre en œuvre, mais les budgets possibles à engager dès maintenant, compte tenu de la maturité des différents sujets pour avancer sur chacun des chantiers.

Ces mesures visent à répondre aux urgences d'adaptation déjà constatées, à s'assurer que les décisions d'investissement public prises à partir de maintenant tiennent bien compte du changement climatique et à préparer des transformations plus structurelles. Une part significative concerne la mobilisation de moyens humains et d'ingénierie à

---

9. Piloter et animer les politiques d'adaptation aux niveaux national, régional et local ; protéger durablement la ressource en eau ; anticiper et prévenir les effets du changement climatique sur la santé ; renforcer les politiques de sécurité civile pour suivre une extension des risques ; pérenniser le niveau de prévention des risques naturels malgré un climat qui change ; repenser les villes pour lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain ; tenir compte du climat futur lors de la construction et de la rénovation des bâtiments ; garantir la résilience des réseaux et des infrastructures d'importance vitale : transport, eau, énergie ; accompagner la recomposition des territoires littoraux face à la montée du niveau de la mer ; agir pour des forêts résilientes et un maintien des services qu'elles rendent ; accompagner la diversification et la transition des économies de montagne.

différents niveaux, depuis les administrations centrales et les opérateurs de l'État jusqu'aux intercommunalités (250 M€/an). Une autre part renvoie à la nécessité de revoir à la hausse certains budgets déjà existants (comme ceux des agences de l'eau, de la sécurité civile ou de la prévention des risques naturels) pour prendre en compte l'évolution des risques (540 M€/an). Il s'agit enfin de dédier de premières enveloppes au déploiement des bonnes pratiques et à la mise en œuvre des premières étapes des stratégies d'adaptation déjà élaborées, par exemple pour la végétalisation des villes ou la préparation de relocalisations d'actifs sur les littoraux (1,5 Md€/an).

### **Les coûts des transformations**

L'évaluation a en revanche été plus incomplète pour ce qui concerne les fondations de transformations futures. Si, pour un petit nombre de problématiques – comme la question littorale –, les différentes options et les besoins d'investissements associés sont relativement bien connus, les points de décision ne semblent néanmoins pas encore avoir été bien identifiés. Pour de nombreux autres chantiers, nous n'avons pu que constater l'absence de scénarios d'adaptation mobilisés dans les débats. Les différentes trajectoires d'évolution possibles (par exemple les différents modèles d'évolution du secteur agricole, du tourisme de montagne ou de priorisation des investissements dans les infrastructures de transport) ne sont que très rarement exprimées au prisme des enjeux d'adaptation. Il reste donc particulièrement difficile d'évaluer les besoins d'investissements, et plus largement les moyens à engager pour les premières étapes de transformations plus structurelles.

### **I Des analyses atténuation et adaptation qui devront être croisées**

Comme le décrit la première partie de ce chapitre, la transition vers une économie bas-carbone va nécessiter d'importants investissements. Une part significative de ces investissements concerne des actifs à longue durée de vie qui seront exposés aux effets du changement climatique (ex. : bâtiments, infrastructures de transport, boisement et végétalisation). Il est donc indispensable non seulement de s'assurer que ces efforts de transition ne nuiront pas à d'autres objectifs environnementaux, dont les objectifs d'adaptation (c'est-à-dire n'augmenteront pas la vulnérabilité de l'économie aux effets du réchauffement), mais également de garantir que ces investissements seront eux-mêmes bien adaptés au nouveau contexte climatique. Intégrer des considérations d'adaptation dès leur conception est la meilleure manière (et la moins coûteuse) de s'assurer que ces bâtiments, ces infrastructures, ces forêts seront en mesure de rendre les services que l'on attend d'eux. Or un bâtiment, une infrastructure, une forêt ou tout autre actif adapté contribue également à l'adaptation de l'économie et des territoires dans leur ensemble : un système de transport qui reste fonctionnel pendant une canicule, c'est un train qui roule, mais c'est plus largement des personnes qui restent mobiles, des marchandises qui peuvent être livrées dans les temps et donc des chaînes de valeur plus fiables.

Poser la question de l'adaptation des trajectoires d'atténuation amène le plus souvent à modifier à la marge les projets, par exemple en intégrant des coefficients de végétalisation plus forts lors du développement de pistes cyclables. Parfois, cela peut influencer la manière de conduire ou le rythme de la transition en amenant à privilégier par exemple les opérations de rénovation globales et performantes (plus à même d'intégrer des critères de confort d'été; I4CE, 2022c) dans les politiques d'aide à la rénovation. Dans quelques cas, cela peut modifier plus en profondeur les stratégies de transition viables (Dépoues, 2022b) : une forêt devant être en bonne santé et durablement sur pieds pour stocker du CO<sub>2</sub>, les hypothèses qui sont faites sur le rôle des peuplements forestiers comme puits de carbone dépendent très directement de leur résilience et donc des choix d'adaptation.

## Une première vision de la territorialisation de la programmation budgétaire climat

### ■ Un double travail de territorialisation à conduire

La transition vers une économie bas-carbone et l'adaptation au changement climatique seront synonymes de transformations importantes des manières d'aménager, d'habiter, de se déplacer ou encore de produire sur les territoires. La concrétisation de ces trajectoires de transformation passera par de multiples projets (d'aménagement, d'équipement, de construction, de rénovation), dont une part importante ne pourra émerger que sous l'impulsion d'acteurs locaux, et notamment des collectivités locales, qui portent à elles seules 70 % de l'investissement public civil (OFCE, 2020).

Cependant, la formulation actuelle des stratégies nationales ne définit ni comment vont se matérialiser ces transformations territoire par territoire, ni la responsabilité des collectivités dans l'atteinte des objectifs nationaux. Elles proposent plutôt des lectures par grands secteurs de l'économie. Vu le rôle clé des collectivités pour l'atteinte des objectifs d'atténuation et d'adaptation au changement climatique, il est crucial de programmer budgétairement les moyens qu'elles devront déployer pour être en mesure de jouer ce rôle, de manière à assurer l'effectivité et l'efficacité de leur action climat à la hauteur des objectifs nationaux, européens et internationaux. Pour cela, deux types d'exercices complémentaires peuvent être menés :

- déduire des cadres stratégiques nationaux ce qui est attendu des collectivités territoriales dans leur ensemble pour s'assurer qu'elles ont les moyens budgétaires et financiers de ces objectifs implicites. C'est un préalable indispensable pour garantir une cohérence entre les objectifs et les capacités à faire, tout particulièrement en matière de moyens et de marges de manœuvre financières. Ce premier travail, initié par I4CE dans le cadre des projets Quanti-Neutralité et Quanti-Adapt, est présenté dans cette section ;

- décliner l'exercice de programmation des moyens au niveau de chaque Région et de chaque EPCI pour qu'ils se dotent d'une vision et soient à même de piloter l'élaboration de leurs budgets en cohérence avec cette vision. En effet, pour être complète, une programmation des moyens publics pour la transition et l'adaptation devra concerner à la fois les budgets nationaux et les budgets locaux. La section suivante présente les grands principes que suivront ces cadres méthodologiques qui restent largement à construire.

## ■ Le cas de la neutralité carbone

Pour aboutir à une estimation des dépenses d'investissements et de moyens humains des collectivités territoriales qui seront nécessaires pour atteindre les objectifs de la SNBC, I4CE a conduit en 2021-2022 le projet Quanti-Neutralité, dont les grands principes et les principaux résultats sont résumés dans cette partie.

### Cartographier les actions des collectivités pour la réduction des gaz à effet de serre

L'étape préliminaire au chiffrage des besoins a été d'identifier les actions de décarbonation que les collectivités doivent mettre en œuvre pour contribuer à la SNBC. Cette cartographie résulte d'un croisement entre les objectifs, les leviers et les orientations de la SNBC et les compétences obligatoires des collectivités. Elle s'est également appuyée sur le référentiel Territoire engagé Transition écologique de l'Ademe et sur la revue de nombreux plans climat-air-énergie (PCAET). Pour chaque action cartographiée, une analyse qualitative, et quantitative lorsque les données existaient, des investissements historiquement réalisés et de l'ingénierie déployée par les collectivités a été conduite. Cette analyse a permis d'identifier les principaux postes d'investissements et d'ingénierie des collectivités pour contribuer à la SNBC.

### Déduire les besoins d'investissement des collectivités territoriales pour l'atteinte des objectifs de la SNBC

Pour déduire de cette cartographie d'actions les moyens d'investissement à déployer par les collectivités et leurs coûts associés, I4CE l'a croisée avec le travail d'estimation des besoins d'investissements climat tous acteurs confondus réalisée dans le Panorama des financements climat de l'I4CE. Les estimations du Panorama ont été complétées par des analyses additionnelles pour couvrir les secteurs d'investissements des collectivités non appréhendés au niveau national, comme l'efficacité énergétique de l'éclairage public. Des hypothèses ont été émises dans chaque secteur étudié pour estimer la part des besoins d'investissements nationaux, et donc des équipements et des infrastructures à déployer, devant être réalisée par les collectivités. Les hypothèses retenues correspondent au prolongement des niveaux historiques d'investissement et de financement des collectivités dans les différents secteurs.

D'après le travail réalisé, les besoins d'investissements des collectivités pour la neutralité carbone dans les secteurs de l'énergie, de la mobilité et du transport s'élèvent à

12 milliards d'euros constants par an entre 2021 et 2030. Ils concernent la mobilité (67% des besoins), en particulier les aménagements cyclables (3,3 Mds€/an) et le financement du ferroviaire et des transports en commun (3 Mds€/an), la rénovation énergétique des bâtiments (2,7 Mds€/an), l'efficacité énergétique de l'éclairage public et les réseaux de chaleur urbains (1,1 Md€/an).

### Estimer les besoins en moyens humains à partir de retours d'expérience et d'extrapolation de bonnes pratiques

L'approche utilisée pour estimer les besoins de moyens humains et d'ingénierie part également de la cartographie des actions réalisée en étape préliminaire pour les traduire en besoins de moyens humains. Elle est comparable à celle utilisée pour estimer les besoins d'investissements, dans la mesure où elle s'appuie également sur un recensement des besoins à une échelle très fine avant de les agréger à l'échelle nationale. Elle est cependant beaucoup plus limitée et expérimentale, puisqu'il n'existe pas de modélisation concernant les besoins d'ingénierie, et les études sectorielles sont encore rares. Pour réaliser cette estimation, des hypothèses quantitatives ont été prises sur les besoins en moyens humains à mobiliser pour chaque action identifiée dans la cartographie. Ces hypothèses, qui s'apparentent à des proxys de besoins en équivalent temps plein (ETP), découlent essentiellement de retours d'expérience et d'extrapolation de bonnes pratiques recensées à travers la littérature et surtout de nombreux entretiens. Même si des collectivités de différentes tailles et caractéristiques ont été interrogées, les proxys utilisés n'ont pas vocation à s'appliquer à l'ensemble des situations. Ils permettent de donner une valeur cible, un point de repère. Ce travail de quantification a été réalisé de la manière la plus participative possible, les résultats intermédiaires sur les hypothèses retenues ayant été largement partagés auprès des réseaux de collectivités.

D'après le travail réalisé, les besoins en moyens humains pour permettre aux collectivités de mettre en œuvre leurs actions d'atténuation s'élèvent au minimum à 25 000 ETP à l'horizon 2025 et à l'échelle nationale (en brut et non en additionnel par rapport à aujourd'hui). Cela correspond à près de 1,5 Md€ par an de dépenses en masse salariale. Ces besoins concernent uniquement le pilotage et le suivi de la stratégie climat des collectivités, la maîtrise d'ouvrage de leurs investissements et l'accompagnement des acteurs du territoire pour accélérer leur décarbonation.

### Le cas de l'adaptation : qualifier le rôle des collectivités

Une partie des choix d'adaptation au changement climatique sera à faire au niveau territorial, et les domaines d'actions immédiates identifiées renvoient souvent à des compétences locales. L'I4CE a donc croisé les enjeux d'adaptation auxquels les collectivités font face et les leviers que leur confèrent leurs compétences.

Cet exercice a d'abord permis de confirmer que les communes, leurs groupements, les départements et les régions jouent un rôle clé dans la planification et l'animation des politiques d'adaptation. En tant que maîtres d'ouvrage et en tant qu'autorités

organisatrices et financeurs de nombreux projets et activités sur leur territoire, les collectivités sont aussi un acteur important de la mise en œuvre de l'adaptation dans de nombreux domaines (même si certains autres restent des sujets régaliens). Jouer ce rôle va leur demander d'y dédier des ressources financières et humaines et va entraîner des conséquences budgétaires qu'elles doivent pouvoir anticiper.

Cet exercice a aussi mis en exergue que, même sur les sujets qui entrent dans leur périmètre de compétence, les collectivités n'ont pas toujours toutes les cartes en main pour déployer une action ambitieuse d'adaptation, ce qui rend difficile, à date, un chiffrage précis de ce qu'elles devraient investir dès maintenant.

D'une part, elles auront besoin de s'appuyer sur des moyens nationaux, notamment en ingénierie technique, ainsi que sur des règles et des cadres de référence pour, par exemple, justifier des arbitrages politiquement difficiles comme la relocalisation d'actifs.

D'autre part, certains choix d'adaptation dépassent les décisions qui peuvent être prises au niveau de chaque collectivité. La mise en œuvre de trajectoires d'adaptation ambitieuses peut réclamer une coordination entre différents niveaux de gouvernance, et nécessiter des moyens auxquels tous les territoires n'ont pas le même accès, posant ainsi des questions d'équité et de solidarités territoriales.

Ces travaux ont donc amené à conclure qu'il est à la fois nécessaire que toutes les collectivités mettent en œuvre sans attendre les actions d'adaptation qui relèvent de leur périmètre et y dédient les moyens nécessaires (I4CE, 2023a), et en même temps que l'adaptation devienne un sujet du dialogue État-collectivités (I4CE, 2023b).

Une estimation agrégée des moyens à déployer par les collectivités dans leur ensemble n'a cependant pas pu être réalisée : contrairement aux travaux portant sur l'atténuation, nombre de choix d'adaptation seront à faire au niveau local, et l'ampleur et la nature des actions à mener dépendront fortement de ces choix locaux. Seul un travail de chiffrage à l'échelle de chaque collectivité française permettra ainsi à terme d'avoir une vision d'ensemble du coût de l'adaptation au changement climatique pour les collectivités françaises.

### Pistes de travaux futurs

Les travaux décrits dans la partie précédente nourrissent les exercices nationaux de planification écologique et invitent à poser clairement la question des moyens et des marges de manœuvre des acteurs locaux en face de celle de la répartition des responsabilités. Ils donnent également une base d'éléments de coûts pour élaborer territoire par territoire des trajectoires de financement des stratégies de neutralité carbone et d'adaptation au changement climatique.

Néanmoins, ces trajectoires restent encore très largement à construire. Elles doivent reposer sur des exercices de prospective stratégiques reprenant pour chaque collectivité les mêmes principes que ceux décrits au niveau national.

## I Régions et EPCI : à chacun son exercice de programmation budgétaire pour les actions climat

Des cadres méthodologiques devront être développés pour accompagner les collectivités dans la réalisation de leurs propres exercices de programmation budgétaire, en particulier à l'échelle de chaque EPCI et de chaque Région, qui sont les collectivités qui disposent du plus de compétences et de leviers d'action. Cependant, de grands principes, issus des travaux réalisés à l'échelle nationale, peuvent être dessinés pour la réalisation de programmations budgétaires locales.

Côté atténuation, le schéma suivant pourrait être déployé :

- construction d'une trajectoire d'atteinte des objectifs de décarbonation que la collectivité s'est fixée (idéalement compatible avec les objectifs nationaux, dont la neutralité carbone en 2050) : la réalisation de cette trajectoire, qui s'apparente à un scénario de décarbonation du territoire, doit permettre de clarifier les objectifs intermédiaires et sectoriels, mais aussi d'identifier les actions à mettre en œuvre pour les atteindre. Cet exercice peut s'inscrire dans le cadre de l'élaboration ou de la mise à jour d'un PCAET, et s'appuyer sur des référentiels comme celui de l'Ademe (TETE) ;
- estimation des besoins en moyens financiers pour mettre en œuvre la trajectoire de décarbonation : cette estimation sera permise grâce à un travail fin de recensement des infrastructures, des équipements et de l'ingénierie à déployer, et de leurs coûts unitaires, secteur par secteur, action par action, année par année, pour atteindre les objectifs sectoriels et intermédiaires ;
- réalisation de la trajectoire des moyens à déployer par la collectivité pour mettre en œuvre sa trajectoire de décarbonation : cette étape découle naturellement de la seconde. Elle vise à identifier les actions et les moyens d'investissement et de fonctionnement associés qui seront portés par la collectivité du fait de ses compétences.

Côté adaptation, cela signifie commencer par conduire une démarche de type Tacct, associant une analyse des vulnérabilités du territoire, la construction de trajectoires d'actions et la mise en place d'un dispositif de suivi et d'évaluation. Sur la base d'un tel travail, il serait ensuite possible d'identifier les actions à mettre en place à chaque pas de temps et d'estimer les besoins de moyens associés, en étant particulièrement précis sur les prochaines échéances budgétaires.

Ces dépenses à programmer seront alors à la fois des projets dont l'adaptation est l'objectif premier, tel le programme de généralisation de désimperméabilisation des cours d'école, initié par des villes comme Toulouse (projet Paendora, Ademe, 2022) ou Paris (projet Oasis, Ville de Paris-UIA, 2020), et des surcoûts relatifs à la prise en compte de critères d'adaptation dans certains projets de la collectivité, telles les constructions de bâtiments publics, comme peut y réfléchir Nantes Métropole.

Ce travail a aussi vocation à participer au cadrage des grandes orientations d'investissements de la collectivité dans les projets dont elle assure la maîtrise d'ouvrage, mais également dans son action de financeur des dynamiques territoriales. La Région Bretagne a par exemple fait de l'adaptation l'un des axes structurants du volet climat de

sa programmation Feder 2021-2027<sup>10</sup>, et les Régions Grand Est et Bourgogne–Franche-Comté en ont fait, avec l’État, le fil directeur du Contrat de plan interrégional État-Région (CPIER) du massif des Vosges (I4CE-Ramboll, 2022).

## **I Vers la définition de plans de financement des collectivités pour leurs actions d’atténuation et d’adaptation**

La mise en œuvre effective de la trajectoire d’atténuation au niveau d’ambition requis pour l’atteinte de la neutralité carbone en 2050 et la mise en œuvre d’une réelle adaptation du territoire aux conséquences du changement climatique amèneront dans la plupart des territoires une accélération des dépenses climat des collectivités. Le projet Quanti-Neutralité conclut que les collectivités françaises dans leur ensemble devraient multiplier au moins par deux leurs investissements pour l’atténuation, et qu’une augmentation des moyens humains et de l’ingénierie sera nécessaire. Le projet Quanti-Adapt conclut, lui, que de nombreuses actions additionnelles devraient être menées par les collectivités pour préparer leur territoire à faire face aux impacts du changement climatique.

Réussir une telle accélération de leurs dépenses d’investissement et de fonctionnement pour le climat demandera aux collectivités de les inscrire dans leur budget et donc de trouver des sources de financement. Une partie des actions à conduire pourra potentiellement trouver un nouveau modèle de financement reposant plus sur la prise en charge par le privé, sans peser entièrement sur le budget des collectivités. Cependant, la plupart de ces actions auront à être inscrites au budget des collectivités, et viendront réinterroger l’équilibre budgétaire global des collectivités. Pour rendre une telle accélération des actions climat possible, il faudrait donc que les collectivités réalisent un travail de prospective budgétaire et financière pour interroger l’impact budgétaire de la programmation de ces actions, et les scénarios financiers envisageables pour les rendre possibles. C’est ce que nous appelons « plans de financement des actions climat des collectivités ».

Plusieurs leviers pourraient être activés pour le financement de l’accélération des actions climat des collectivités, certains déjà à leur main, d’autres qui pourraient requérir de négocier avec l’État de lever certains obstacles. Il s’agira d’abord pour les collectivités de s’interroger sur leurs marges de manœuvre pour réorienter certaines dépenses existantes vers des dépenses climat : y a-t-il des dépenses réalisées dans le passé qui n’auront plus lieu d’être ou auxquelles elles pourraient se permettre de renoncer pour prioriser les dépenses climat ? Si leur budget doit augmenter pour permettre l’accélération requise des dépenses climat, quelles nouvelles sources de financement peuvent-elles trouver ? Une augmentation de l’endettement pour le financement des investissements ? De nouvelles dotations et subventions ? Une augmentation de la fiscalité locale ? (I4CE, 2022b.)

10. <https://europe.bzh/actualites/un-nouveau-programme-europeen-pour-la-periode-2021-2027/>



## Conclusion

Pour aboutir à une véritable programmation des moyens à engager pour la transition et l'adaptation au niveau local, les collectivités ont donc désormais un travail à accomplir à leur propre échelle. Ce travail peut s'appuyer sur des principes méthodologiques qui commencent à être éprouvés et s'inscrit dans un cadre national de mieux en mieux appréhendé, y compris quantitativement en matière de besoins d'investissement.

Les collectivités devraient ainsi réaliser dans un premier temps leur trajectoire d'atténuation à la hauteur de l'objectif de neutralité carbone à horizon 2050, et un plan d'action d'adaptation de leur territoire aux conséquences du changement climatique. Puis réaliser une trajectoire de moyens financiers et humains à déployer pour être en mesure de tenir ces objectifs, c'est-à-dire traduire les objectifs climat qu'elles se fixent en moyens requis chaque année pour être en mesure de les mettre en œuvre. Et finalement s'interroger sur l'impact budgétaire de ces plans et sur leurs plans de financement. C'est ainsi que l'on réussira une mise en œuvre effective des actions climat à la hauteur des ambitions, et que l'on pourra piloter efficacement cette mise en œuvre.

## Bibliographie

- Ademe, 2019. *Construire des trajectoires d'adaptation au changement climatique du territoire : guide méthodologique*, guide, Angers, 50 p.
- Ademe, 2021. *Transition(s) 2050. Rapport final*, Angers, 650 p.
- Ademe, 2022. *Résultats PACT<sup>3</sup>e. Synthèse*, Valbonne, 10 p.
- CESE, 2023. *Financer notre Stratégie énergie-climat : donnons-nous les moyens de nos engagements*. Avis, Paris, 138 p.
- COACCH, 2021. *The economic cost of climate change in Europe. Synthesis report on state of knowledge and key research gaps*. Synthèse de rapport, Lecce, 22 p.
- Dantec R., Roux J.-Y., 2019. *Rapport d'information fait au nom de la délégation sénatoriale à la prospective, sur l'adaptation de la France aux dérèglements climatiques à l'horizon 2050*. Rapport, Sénat, Paris, 190 p.
- Dépoues V., 2022a. *Changement climatique : passer des coûts de l'inaction aux besoins pour l'action*. *Revue de l'OFCE*, 176, 275-296. <https://doi.org/10.3917/reof.176.0275>
- Dépoues V., 2022b. *Quatre usages de l'attitude prospective pour l'adaptation*. *In La prospective au service de l'adaptation au changement climatique*. Rapport annuel de l'Onerc au Premier ministre et au Parlement, Paris, 387 p.
- DGEC, 2020. *Synthèse du scénario de référence de la stratégie française pour l'énergie et le climat, Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) et Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)*. Synthèse, Paris, MTE, 47 p.
- France Stratégie, 2022. *L'action climatique : un enjeu macroéconomique*. Note d'analyse, Paris, 20 p.
- GIEC, 2022. *Changement climatique 2022 : impacts, adaptation et vulnérabilité*. Contribution du groupe de travail II au 6<sup>e</sup> rapport d'évaluation du GIEC.

- Global Commission on Adaptation, 2019. Adapt now: A global call for leadership on climate resilience. Rapport, Rotterdam, Washington, 90 p.
- Hallegatte S., Lecocq F., De Perthuis C., 2011. Designing climate change adaptation policies: An economic framework. *Policy Research Working Papers*, The World Bank. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-5568>
- Haut Conseil pour le climat, 2021. Rapport annuel 2021 : renforcer l'atténuation, engager l'adaptation. Rapport annuel, Paris, 184 p.
- I4CE, 2022a. Adapter la forêt métropolitaine au changement climatique : d'abord mieux investir. Étude, Paris, 20 p.
- I4CE, 2022b. Climat : comment les collectivités territoriales financent leurs investissements. Étude, Paris, 28 p.
- I4CE, 2022c. Les bâtiments face aux nouvelles vagues de chaleur : investir aujourd'hui pour limiter la facture demain. Étude, Paris, 20 p.
- I4CE, 2022d. Panorama des financements climat, édition 2022. Panorama, Paris, 36 p.
- I4CE, 2023a. Adaptation : ce que peuvent (et doivent) faire les collectivités. Note, Paris, 9 p.
- I4CE, 2023b. Mettre l'adaptation au menu des discussions entre les collectivités et l'État. Note, Paris, 12 p.
- I4CE-Ramboll, 2020. Territoires : les chantiers de l'adaptation. Projet Finadapter, présentation, Paris, 84 p.
- I4CE-Ramboll, 2021. Défis économiques pour généraliser l'adaptation au changement climatique dans les territoires. Étude, Paris, 37 p.
- I4CE-Ramboll, 2022. Défis rencontrés par 5 démarches territoriales qui cherchent à être à la hauteur des enjeux d'adaptation. Étude, Paris, 56 p.
- OFCE, 2020. Investissement et capital productif en France : état des lieux et perspectives. Étude, Paris, 16 p.
- Ville de Paris-UIA, 2020. Transformer 10 cours d'établissements scolaires parisiens en espaces de proximité adaptés au changement climatique. Paris, 4 p.

# **PARTIE 3**

## **Vers une planification dynamique, voire « adaptative » des territoires ?**

Cette dernière partie servira d'ouverture, d'inspiration, d'incitation à la réflexion sur la planification des territoires. Au regard des enjeux mouvants et évolutifs du changement climatique et de la crise écologique, la planification territoriale doit savoir faire preuve d'une capacité de réajustement des diverses stratégies et plans d'action au fur et à mesure que les conditions climatiques et les systèmes territoriaux évoluent. Les temporalités de la planification doivent et peuvent coïncider avec les horizons de l'urgence écologique. Cette partie esquisse des pistes de réflexion pour imaginer et façonner le devenir des villes, en lien avec les enjeux écologiques (déchets, artificialisation des sols, rafraîchissement urbain et adaptation des villes au changement climatique, agriculture, etc.) qui transforment les modes de « fabrication » de la ville et des territoires.



# 11. La Métropole européenne de Lille et son métabolisme : quels enjeux ?

Sabine Barles

Le métabolisme social désigne l'ensemble des flux d'énergie et de matières mis en jeu par le fonctionnement d'un territoire qui permettent la vie de ses habitants, comme le déploiement des activités et des services. Il révèle, à un moment donné, le régime socio-écologique (ou sociométabolique) caractéristique du territoire étudié, et son analyse dans le temps long révèle sa trajectoire socio-écologique, voire les transitions ou les ruptures qui ont donné naissance à un nouveau régime. À l'échelle de l'humanité, les recherches socio-écologiques identifient trois régimes : chasseurs-cueilleurs, agraire et industriel (De Vries et Goudsblom, 2002), qui se caractérisent par des systèmes énergétiques très différents – solaire non contrôlé pour le premier, solaire contrôlé pour le deuxième et fossile pour le troisième (Sieferle, 2001) –, par une intensification de l'usage et de la transformation des sols et par une mobilisation croissante de ressources renouvelables et, principalement pour le régime industriel, non renouvelables (Krausmann *et al.*, 2016). À l'usage, ce dernier se révèle de plus en plus incompatible avec tout objectif de soutenabilité forte.

Les régimes socio-écologiques ont des déclinaisons très variables à l'échelle des territoires : caractériser le métabolisme dans ses dimensions locales – le métabolisme territorial – peut permettre de mieux cerner sa contribution aux changements de l'environnement, toutes échelles confondues et sans prioriser l'un ou l'autre (par exemple le changement climatique par rapport à l'ouverture des cycles biogéochimiques), ainsi que les inégalités écologiques associées. Au-delà de cette dimension révélatrice de la pression exercée sur la biosphère, une analyse plus fine du métabolisme territorial contribue à identifier un certain nombre d'enjeux ou de leviers d'action, voire à mesurer les effets énergétiques et ou matériels de telle ou telle politique.

Les villes jouent un rôle important dans le métabolisme social, ne serait-ce que par la concentration et l'abondance de leur population, points d'attraction de flux énergétiques et matériels. Analyser le métabolisme urbain présente donc un intérêt particulier. Ce chapitre définit dans un premier temps le métabolisme urbain tout en rappelant l'origine de cette notion. Il mobilise ensuite cette notion pour analyser la matérialité urbaine, d'abord à travers l'analyse de trois flux déterminants : l'énergie, l'alimentation et les matériaux de construction, puis en examinant des enjeux métaboliques transversaux. Cette analyse utilise comme fil conducteur la Métropole européenne de Lille, qui a été étudiée dans le cadre du programme Popsu Métropoles

entre 2019 et 2021<sup>1</sup>. Il ne s'agit donc pas tant de proposer un diagnostic spécifiquement lillois que d'illustrer les tenants et aboutissants d'une démarche métabolique. La plupart des constats faits pour la Métropole européenne de Lille sont en effet valables, dans leurs grandes lignes, pour les autres métropoles françaises (et dans certains cas européennes), malgré l'existence de spécificités locales qui peuvent les faire varier çà et là.

## Le métabolisme urbain

La notion de métabolisme urbain, territorial, social, connaît aujourd'hui un regain d'intérêt<sup>2</sup>. Regain, car son émergence peut être située au XIX<sup>e</sup> siècle : alors que le terme « métabolisme » est utilisé pour la première fois en langue allemande dans les années 1830 et en français dans les années 1860, il est rapidement utilisé par Karl Marx qui évoque la rupture métabolique provoquée par le capitalisme (Foster, 1999). Sur le terrain, bien que le terme ne soit pas employé, on note au même moment une très forte préoccupation pour la circulation des matières et les échanges entre ville, industrie et agriculture. Cette chimie urbaine (Hamlin, 2007) recherche la circularité (terme non employé alors) à travers l'utilisation des sous-produits urbains destinés à l'agriculture (engrais)<sup>3</sup> et à la production industrielle (matières premières secondaires) ; elle produit des bilans de matières destinés à évaluer les gisements et les pertes. Cependant, la baisse d'intérêt pour les *excreta* urbains, due à la mobilisation de nouvelles matières premières et à la mise au point de nouveaux procédés industriels dans la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle<sup>4</sup>, a conduit à un désintérêt pour ces sous-produits, et finalement à un oubli de la ville par la chimie (Barles, 2005).

C'est dans les années 1960 que le métabolisme revient sur le devant de la scène au sein de deux arènes scientifiques bien distinctes, celle de l'écologie industrielle d'une part, celle de l'écologie urbaine d'autre part. La première est le fait de physiciens, chimistes, économistes qui dénoncent non seulement l'inefficacité des systèmes de production industriels lorsqu'ils sont comparés aux écosystèmes naturels, mais aussi l'insuffisance de la comptabilité monétaire pour évaluer la performance des sociétés

1. Le projet lillois dans son ensemble était dirigé par Marc Dumont et Bénédicte Grosjean. J'en ai plus particulièrement coordonné le volet « Métabolisme », qui a donné lieu à deux ateliers pédagogiques du M2 Urbanisme et Aménagement de l'université Paris-I Panthéon-Sorbonne (Atelier M2 Urbanisme Paris-I, 2019 ; 2021) et à la publication d'un ouvrage en collaboration avec Marc Dumont (Barles et Dumont, 2021).

2. Ce développement sur l'histoire du métabolisme du XIX<sup>e</sup> au XXI<sup>e</sup> siècle est largement issu de Barles (2021). On y trouvera plus de précisions et plus de références.

3. Par exemple, nombre de choix faits en matière d'assainissement urbain au XIX<sup>e</sup> siècle sont fondés sur le principe de la récupération des urines et des excréments à destination agricole, seul moyen pour les contemporains de concilier les intérêts de la salubrité et de l'agriculture.

4. Exploitation des phosphates fossiles et mines de potasse, procédé Haber-Bosch pour la synthèse de l'ammoniac, pétrochimie, pâtes à papier au bois, etc.

industrielles. Ils proposent donc de lui ajouter, voire de lui substituer, une comptabilité énergétique et matérielle mieux à même de rendre compte de la manière dont les sociétés usent de la matière à l'aide de l'énergie. L'écologie industrielle s'est en grande partie concentrée sur le secteur de la production, en défendant le développement de symbioses industrielles, c'est-à-dire d'échanges de matières entre établissements industriels, les déchets des uns devenant les matières premières des autres. La symbiose industrielle de Kalundborg est à ce titre régulièrement citée en exemple. Depuis les années 1960, l'écologie industrielle a connu un fort développement dans le milieu académique, moindre dans ses applications malgré le rôle de l'article de Froesch et Gallopoulos (1989). Elle propose notamment des méthodes de plus en plus robustes de comptabilité (qui se heurtent néanmoins à la pénurie statistique) et tend à sortir du secteur de la production, comme en témoignent les articles publiés dans le *Journal of Industrial Ecology*, créé en 1997.

L'écologie urbaine, en tant qu'écologie *de* la ville, par opposition à l'écologie *dans* la ville, naît en revanche de l'écologie elle-même, portée en particulier par des scientifiques tels qu'Eugene et Howard Odum aux États-Unis et Paul Duvignaud en Europe. Comparant, voire assimilant la ville à un écosystème, ils en quantifient le métabolisme à la suite d'Abel Wolman (lui-même ingénieur sanitaire), qui semble le premier à avoir utilisé l'expression (exactement : *the metabolism of cities*) (Wolman, 1965). Pour les écologues, la ville peut être considérée comme un écosystème parasite en ce qu'elle dépend entièrement (ou presque) d'autres écosystèmes pour son approvisionnement et le maintien de son fonctionnement. Ce courant de recherche porte ainsi une vision très négative du fait urbain, le terme de « cancer » allant jusqu'à lui être associé : en proliférant, la ville tue la biosphère qui la porte. Il a été vivement critiqué dès les années 1980 et a dans un premier temps peu produit d'applications ou de développements méthodologiques.

Le tournant du siècle a été marqué par le regain d'intérêt mentionné plus haut, que l'on peut expliquer par un faisceau convergent de causes. L'ampleur des changements environnementaux et leur dimension systémique en sont une. D'une part, les écologues industriels sont sortis des zones d'activités et ont, pour partie, étendu leur analyse à des espaces plus vastes, voire à des territoires urbains où finit une grande partie de la production. D'autre part, les chercheurs travaillant sur l'environnement urbain ont ressenti la nécessité de ne plus s'en tenir à la seule prise en compte des rejets (déchets solides, eaux usées, émissions atmosphériques, qui ont concentré une grande partie de l'attention, y compris en matière de politiques publiques) : ceux-ci ne sont en définitive que la conséquence des consommations et de l'utilisation des ressources qu'il convient d'interroger. La traduction dans les politiques publiques (en théorie, sinon dans les faits) des préoccupations relatives au changement climatique, l'émergence de l'économie circulaire comme horizon (réel ou supposé) de durabilité ont aussi contribué à donner une visibilité (toute relative) aux approches métaboliques.

Les travaux de recherche relatifs au métabolisme urbain se sont ainsi multipliés à l'échelle mondiale<sup>5</sup>. Bien qu'ils restent cantonnés à une communauté scientifique relativement modeste, ils ont permis de mieux connaître, comprendre et analyser ce qui fait le métabolisme urbain, ce aussi grâce à des apports méthodologiques qui avaient probablement manqué à l'écologie urbaine des années 1960-1980. Les méthodes de quantification reposent aujourd'hui toutes sur le principe de conservation de la masse et de l'énergie (rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme). Pour la France, un guide méthodologique, publié en 2014, permet d'appliquer la méthode de comptabilité matérielle du service européen de la statistique (dite « méthode Eurostat ») aux échelles infranationales (Repellin *et al.*, 2014), sans descendre malheureusement en dessous de la maille départementale faute de données adaptées.

La quantification du métabolisme urbain ou territorial s'est diffusée sur le terrain, avec quarante-quatre bilans réalisés en France (chiffre arrêté en décembre 2020), essentiellement à l'échelle régionale (dix-huit) ou dans des établissements publics de coopération intercommunale (onze) (Vialleix, 2021). Il a été (ou est) mobilisé par différents territoires, parmi lesquels on peut citer la République et canton de Genève qui, dès 2001, dans le cadre de son Agenda 21, fait réaliser un bilan de matières qui a conduit à identifier un certain nombre de pistes d'action. Plus près de nous, Plaine commune (intercommunalité située en Seine-Saint-Denis) a engagé une démarche similaire au début des années 2010 qui a été à l'origine d'une politique très volontariste tournée vers les déchets du bâtiment et visant à favoriser le réemploi et le recyclage local (Bastin, 2022). À une échelle infra-urbaine, on peut aussi citer la réhabilitation du quartier de La Part-Dieu à Lyon, qui fait explicitement référence au métabolisme urbain dans le cadre de sa programmation.

C'est dans ce contexte que prend place l'étude lilloise qui sert d'illustration à la suite de ce texte. Elle porte à la fois sur la Métropole européenne de Lille (95 communes, 1174 273 hab en 2018, 672 km<sup>2</sup>) et sur le département du Nord (2 598 000 hab en 2018, 5 743 km<sup>2</sup>) quand les données n'existent pas à l'échelle de la métropole. Le travail qui y a été conduit a porté sur un ensemble de flux identifiés en partenariat avec la métropole pour les enjeux dont ils sont porteurs : énergie, alimentation, matériaux de construction, déchets, eau (bien qu'essentiel, ce dernier flux ne sera pas abordé ici).

## Un métabolisme linéaire et mondialisé

Les villes présentent par définition un métabolisme particulier. Elles sont nées de la performance du métabolisme agricole qui a permis de dégager des excédents alimentaires, libérant une partie de la population de la nécessité de produire sa nourriture et permettant le développement des échanges et du ou des marchés. Elles sont ainsi le

5. Le site *Metabolism of cities* (<https://metabolismofcities.org/>) donne un très bon aperçu de ces travaux et de leurs applications.



résultat d'une spécialisation sociospatiale et sont caractérisées par un métabolisme au moins partiellement externalisé, puisqu'elles ne produisent pas leur nourriture. Cependant, le régime socio-écologique industriel est venu en quelque sorte amplifier cette situation consubstantielle à la ville, conduisant à l'externalisation totale du métabolisme, à sa linéarisation et à sa mondialisation. La métropole européenne de Lille illustre on ne peut mieux ce constat que l'on peut observer à travers les flux alimentaires, énergétiques et de matériaux de construction notamment. Ces trois flux constituent l'essentiel du métabolisme urbain (en masse) (encadré 11.1).

### Encadré 11.1. Sources de données

Les bilans de matières présentés dans ce chapitre respectent les grandes lignes de la méthode Eurostat (Repellin *et al.*, 2014), bien qu'ils ne concernent que des flux singuliers, et non un bilan de matières brutes qui comptabiliserait tous les flux mis en jeu par le territoire.

Ils reposent sur des sources statistiques publiques qui ont parfois été complétées par une collecte d'information réalisée auprès des acteurs concernés par tel ou tel flux, ou par différents documents produits par la collectivité (rapports d'activités, diagnostics, plans d'action, etc.). La spatialisation des origines et des destinations a été réalisée grâce à l'application Amstram, développée par Marie Silvestre (Fédération Île-de-France de recherche sur l'environnement).

Les principales données mobilisées sont les suivantes :

- base SitraM : importations et exportations ;
- base Agreste : productions agricoles ;
- base Eider : extraction de granulats ;
- enquête INCA 3 : ingestion alimentaire.

Ces données sont de qualité très variable et les résultats proposés ici constituent des ordres de grandeur. Les détails méthodologiques peuvent être trouvés dans Atelier M2 Urbanisme Paris-I (2019) et Barles et Dumont (2021).

## ■ L'énergie

La figure 11.1 présente le bilan énergétique de la Métropole européenne de Lille. La consommation d'énergie finale s'y élève à 100 000 TJ<sup>6</sup> en 2015, soit 88 GJ/hab/an. Cette consommation unitaire est identique à celle du Grand Lyon en 2013 (Grand Lyon, 2015), et moins élevée que celle de la métropole Aix-Marseille-Provence, où elle atteint 127 GJ/hab/an en 2015 (AirPACA, 2018). La consommation se répartit à parts quasi égales entre le secteur tertiaire, l'industrie, les transports et le secteur résidentiel (légèrement plus élevé que les trois précédents) ; l'agriculture a, quant à elle, par comparaison, une consommation négligeable. En matière d'énergie finale, le pétrole domine, mais

6. Gigajoule : 1GJ = 10<sup>9</sup>J ; térajoule : 1TJ = 10<sup>12</sup>J.

sa consommation reste du même ordre de grandeur que celle de l'électricité et du gaz naturel. Ce diagnostic montre avant tout la faible part des énergies renouvelables : à peine quelques pour cent de l'énergie primaire mise en œuvre.

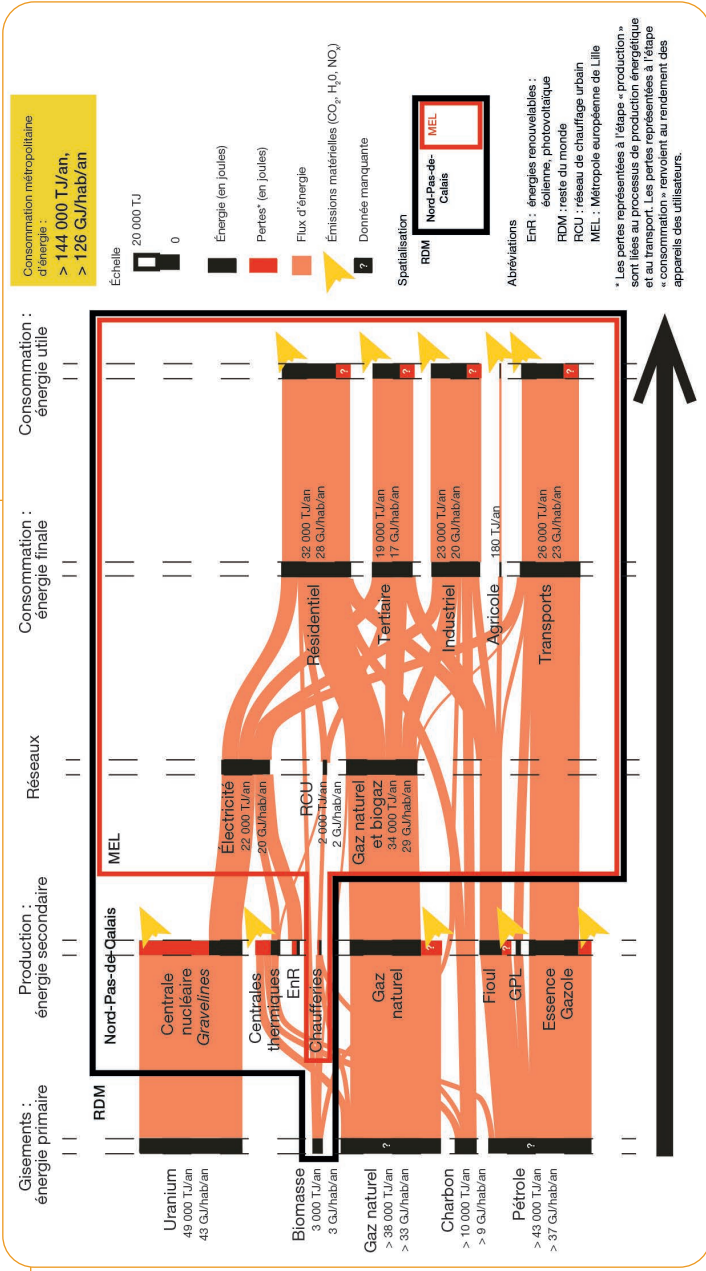
La quantification en énergie primaire est en effet essentielle, car elle permet de mesurer la pression exercée sur les ressources. Elle s'élève à 144 000 TJ/an, soit 126 GJ/hab/an. En d'autres termes, la conversion et le transport de l'énergie représentent une perte de 44 % (selon la méthode de calcul conventionnelle, qui minimise les pertes liées aux combustibles fossiles). Celle-ci sera amenée à augmenter avec la croissance tendancielle de la consommation électrique : le système énergétique est ainsi appelé à devenir de plus en plus inefficace au fur et à mesure que l'électrification progresse, un paradoxe quand l'efficacité est l'un des maîtres mots des politiques énergétiques. Ce bilan témoigne par ailleurs de la mondialisation du métabolisme, avec une distance moyenne d'approvisionnement qui approche les 4 000 km.

## ■ L'alimentation

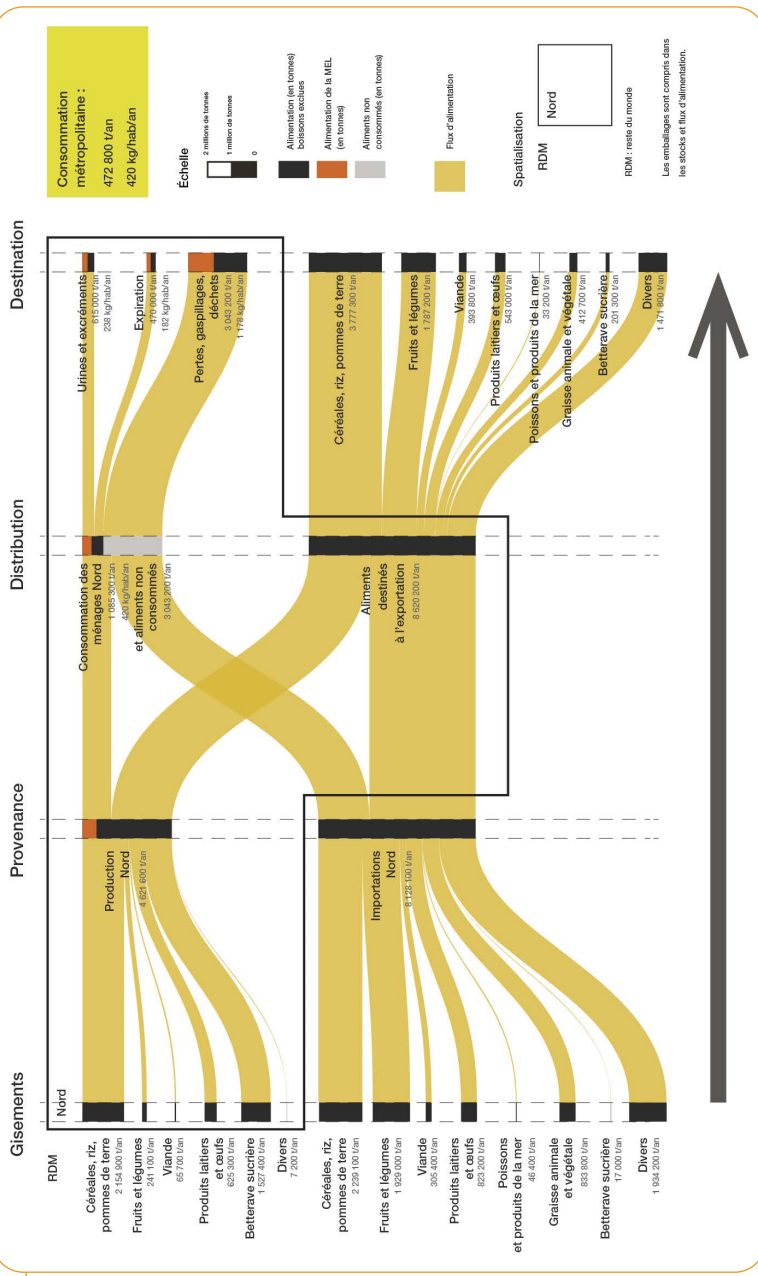
Avec 44 % de surface agricole en 2014 (soit 28 490 ha), la Métropole européenne de Lille pourrait être considérée comme un territoire presque aussi agricole qu'urbain. Cette surface est cependant très insuffisante pour nourrir ses habitants, et ses productions contribuent très peu à leur approvisionnement. À titre d'exemple, les céréales locales couvrent 0,64 % des besoins, les fruits et légumes 0,16 %. Seules les pommes de terre sont en surabondance : la production représente six fois la consommation dont rien ne dit qu'elle porte sur la production locale. De plus, la betterave sucrière, principale production de masse, s'inscrit dans des logiques de filière qui ont peu à voir avec la demande métropolitaine. La métropole se caractérise donc par une très forte déconnexion entre production agricole et consommation alimentaire.

La figure 11.2 permet de visualiser, à l'échelle du département du Nord, les flux alimentaires, qu'ils soient produits sur place, importés, exportés ou consommés localement ; elle révèle ce que l'on peut qualifier de grand chassé-croisé alimentaire. Si le département du Nord produit à peu près la quantité de nourriture nécessaire à la consommation de ses habitants (en consommation nette : production + importation – exportation), cette production ne correspond que très partiellement à la demande locale. Le département voit par ailleurs arriver chaque année à peu près deux fois plus de produits alimentaires venant de l'extérieur que ce qu'il produit, et en exporte aussi deux fois plus. Il constitue ainsi une sorte de plaque tournante en matière d'alimentation, selon les logiques parfois extra, voire a-territoriales qui structurent les filières et les marchés. Le métabolisme alimentaire s'étend par ailleurs dans toutes les directions et sur tous les continents : la distance moyenne couverte par les produits importés s'élève à près de 1 000 km (1 100 km pour les produits exportés), ce qui donne une distance moyenne d'approvisionnement (en prenant en compte les productions locales) d'un peu plus de 500 km. La prise en compte de l'alimentation des animaux consommés, partiellement issue d'Amérique du Sud (soja), donnerait de plus un chiffre beaucoup plus élevé.

**Figure 11.1. Bilan énergétique, Métropole européenne de Lille, années 2010 (Barles et Dumont, 2021 ; Atelier M2 Urbanisme Paris-I, 2019).**



**Figure 11.2.** Bilan des matières alimentaires (boissons exclues), département du Nord, années 2010 (source : Barles et Dumont, 2021; Atelier M2 Urbanisme Paris-I, 2019, corrigé par Lisa Speecher et Thomas Salaun et adapté par Arthur Beaubois-Jude).

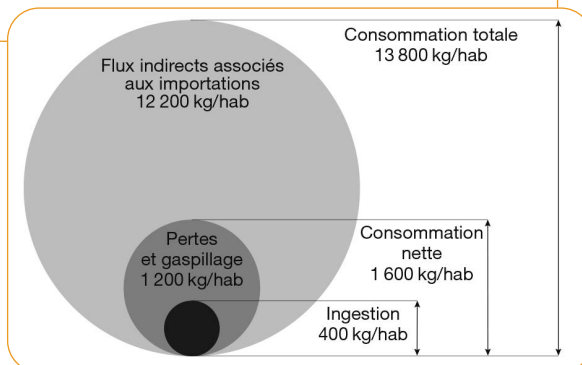


Dans le cas de l'Île-de-France, et pour les seules protéines, la distance moyenne d'approvisionnement est de l'ordre de 700 km ; l'introduction de l'alimentation animale la porte à 3 000 km (Barles, 2019). On est très loin de la proximité.

L'analyse du système alimentaire témoigne aussi de la linéarisation du métabolisme urbain et de ses effets différés dans l'espace. La linéarisation, c'est-à-dire le fait que les sociétés humaines prélèvent sans cesse des ressources neuves, les transforment, les consomment et les jettent, est notamment traduite dans la figure 11.2 par l'importance des pertes et des gaspillages (ici établies par différence entre ce qui est effectivement mangé et la consommation nette) et par la quasi-absence de recyclage des urines et des excréments (qui pèsent peu dans le bilan néanmoins). Mais on peut aller plus loin dans l'exploration de l'inefficacité du système alimentaire.

En effet, les aliments consommés localement étant majoritairement importés, ils sont à l'origine de ce que l'on qualifie de flux indirects : des consommations matérielles liées à la production, à la transformation et au transport des aliments jusqu'aux portes du département. À l'échelle nationale, le ratio de 6,9 est retenu pour quantifier ces effets différés dans l'espace pour la biomasse importée issue de l'agriculture et de la pêche (l'équivalent matières premières d'une unité importée est donc de 7,9 unités). La figure 11.3 rend ainsi compte des différences existantes entre aliments ingérés, consommation nette et consommation totale (prenant en compte ces flux indirects), et permet de mesurer leurs parts respectives ainsi que celle des pertes. On voit que celles-ci sont plus importantes à l'extérieur du département (ou de la métropole) qu'à l'intérieur de celui-ci. C'est l'une des caractéristiques fondamentales des territoires urbains aujourd'hui : compte tenu de leur dépendance à l'extérieur, leur impact environnemental est essentiellement différé dans l'espace. *In fine*, pour le département du Nord, la consommation alimentaire totale représente 3,5 fois l'ingestion (ce qui est mangé).

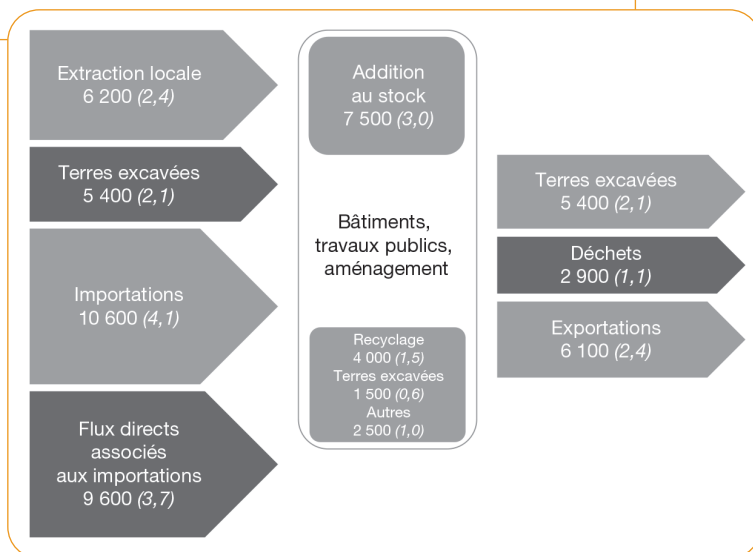
**Figure 11.3. Consommation alimentaire, flux indirects et pertes et gaspillages locaux, département du Nord et Métropole européenne de Lille, années 2010.**



## ■ Les matériaux de construction

Les matériaux de construction représentent la principale consommation matérielle, à l'échelle planétaire comme à l'échelle urbaine. La figure 11.4 illustre dans le cas du département du Nord. On y trouve des caractéristiques déjà évoquées précédemment : la forte dépendance à l'extérieur, avec des importations qui dépassent l'extraction locale ; le rôle de plaque tournante du département, avec des exportations qui représentent un gros tiers des entrées (extraction locale + importations) pour des matières pondéreuses que l'on imaginerait *a priori* moins mobiles compte tenu des coûts de transport ; la linéarité du métabolisme, avec un flux de déchets équivalent à la moitié des entrées ; l'importance des effets différés dans l'espace, avec des flux indirects quasiment identiques aux importations.

**Figure 11.4. Bilan des matériaux de construction, département du Nord, années 2010, en milliers de tonnes (tonnes/hab).**



Ce bilan, qui reprend les principes de la méthode Eurostat, révèle d'autres éléments tout aussi importants. Il distingue un flux très particulier, celui des terres excavées. Dans les approches classiques de la matérialité du secteur du bâtiment et des travaux publics, ce flux n'apparaît pas comme une entrée (donc comme une forme de consommation) et est uniquement intégré à la comptabilité des déchets, dont il constitue alors la part essentielle. D'un point de vue environnemental, il n'est pourtant pas possible d'ignorer ce prélèvement de matières qui se traduit par des transformations profondes des milieux, tant au lieu d'extraction qu'au lieu de dépôt. Il équivaut ici presque à l'extraction dite « utilisée »,

c'est-à-dire celle de granulats et autres matières minérales destinées à la construction. Pourtant, la question de la minimisation des excavations n'est pas à l'agenda : en effet, la recherche de l'équilibre déblais-remblais « disparaît à partir de l'entre-deux-guerres, et de façon certaine dans les années 1950-1960 » (Maghalães, 2022).

Par ailleurs, la comptabilisation, dans les déchets du bâtiment et des travaux publics, des terres excavées, au même titre que les déchets de démolition et de déconstruction, a tendance à fausser la vision que nous pouvons avoir du traitement de ces déchets. En effet, les terres excavées font partie de leur fraction dite « inerte », largement dominante, et y sont associées aux bétons de démolition. Les statistiques de recyclage portent indifféremment sur les unes ou sur les autres, qui renvoient pourtant à des opérations de préparation et à des usages souvent différents, et conduisent à mettre sur le même plan le merlon paysager, constitué de déblais de chantiers, et le recyclage du béton dans le béton. Il paraît donc important de maintenir la séparation entre terres excavées et déchets de démolition et de déconstruction dans la comptabilité matérielle, comme de faire apparaître les terres excavées à la fois comme un prélèvement et comme un flux sortant. L'autre élément notable concerne les stocks. Bien que le département du Nord soit un territoire déjà très urbanisé et équipé en infrastructures diverses, il voit son stock de matériaux de construction augmenter d'année en année. Il existe donc une pression que l'on pourrait qualifier d'inéluctable – inéluctable au sein du régime socio-écologique industriel – sur les ressources minérales tant que le stock est en croissance. Ceci permet de questionner le principe de l'écologie industrielle et de l'économie circulaire, dans leurs versions conventionnelles, selon lequel le recyclage serait la clé d'un métabolisme circulaire, puisque chaque année la demande de matériaux de construction excède largement le gisement de déchets. Par ailleurs, dans le domaine de la construction, le recyclage nécessite la mise à disposition de matières premières secondaires, donc de déchets, et repose sur l'activité de démolition-déconstruction. Ceci pousse au renouvellement urbain en lieu et place de la reconversion ou de la réhabilitation par exemple, et finalement ne va pas dans le sens de la sobriété matérielle ou de la décarbonation<sup>7</sup>.

## Au croisement des flux et des ressources

### I Les déchets, révélateurs de paradoxes métaboliques

Les déchets produits par les sociétés restent très largement méconnus, en particulier les déchets solides<sup>8</sup>. Compte tenu de la compétence publique en la matière, l'attention a longtemps été concentrée sur les seuls déchets municipaux (ensemble formé par les déchets ménagers et assimilés et par les déchets des collectivités elles-mêmes), qui

7. À titre d'exemple, un travail récemment publié a montré que l'allongement de la durée de vie des bâtiments permettrait la réduction de leurs émissions cumulées de CO<sub>2</sub> (Palacios-Munoz *et al.*, 2019).

8. La question des déchets dangereux et nucléaires ne sera pas abordée ici.

représentent le gisement le moins important, très loin derrière les déchets du bâtiment et des travaux publics et les autres déchets d'activités économiques<sup>9</sup>. Les déchets du bâtiment et des travaux publics ne font l'objet d'une certaine attention (avec les limites évoquées plus haut) que depuis 2000, avec l'introduction des schémas départementaux ou interdépartementaux des déchets, et ne sont que partiellement identifiés et quantifiés. Les autres déchets d'activités, dont la prise en charge est de la responsabilité des entreprises (sauf pour la fraction contenue dans les déchets ménagers ou assimilés), n'ont pendant longtemps fait l'objet que d'enquêtes partielles ou d'estimations peu précises. Leur quantification est néanmoins rendue obligatoire par la loi portant nouvelle organisation territoriale de la république (n° 2015-991 du 7 août 2015), mais l'opacité règne encore en la matière, malgré l'identification de certains gisements dans le cadre de l'application de la responsabilité élargie du producteur. Ce constat liminaire, qui vaut pour la Métropole européenne de Lille comme pour la plupart des territoires, peut déjà apparaître comme un paradoxe, près de cinquante ans après la loi relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux (n° 75-633 du 15 juillet 1975), texte fondateur et en théorie assez volontariste en ce qui concerne la valorisation.

La gestion des déchets et assimilés révèle d'autres paradoxes. Alors que la directive-cadre sur les déchets de 2008 (n° 2008/98/ce du 19 novembre 2008) a introduit une hiérarchie du traitement qui place la valorisation énergétique en bas de l'échelle, juste au-dessus de l'enfouissement, et en dessous de la valorisation matière (par recyclage ou compostage), force est de constater que sur le terrain la réalité est tout autre. La Métropole européenne de Lille affiche ainsi un taux de valorisation de 93,4 % pour 2019 (MEL, 2020)<sup>10</sup>, qui se répartit entre valorisation énergétique (52,7 % du gisement total, quasiment intégralement en incinération, dans une moindre mesure par méthanisation) et valorisation matière (40,7 % du gisement total, mais cela ne prend pas en compte les refus de tri, si bien que le recyclage effectif est inférieur). Outre que cette production énergétique ne représente en définitive qu'environ 1 % de la consommation finale de la métropole, elle la rend très dépendante de ce gisement pour la fourniture de chaleur à une partie de ses habitants. Une contradiction existe ainsi entre mesures de prévention de la production des déchets et respect de la hiérarchie d'une part, et développement du réseau de chaleur et plus généralement de la production énergétique d'autre part. Cette priorisation de l'énergie sur la matière n'est pas nouvelle (Dufour, 2023), et semble assez générale à la lecture des travaux de recherche récents (Mesnil, 2023 ; Rocher, 2023). Elle est aussi préoccupante, parce qu'elle conduit à sacrifier des matières (en particulier des nutriments) et contribue à l'ouverture des cycles biogéochimiques : d'un point de vue métabolique, elle semble contre-performante. Ceci traduit tout l'enjeu d'une réflexion conjointe sur l'énergie et la matière.

9. En 2017, ils représentent, à l'échelle nationale, 13,2 % de la production totale (hors agriculture et sylviculture) (Ademe, 2017).

10. L'année 2020 étant marquée par la crise sanitaire, ce sont les chiffres de 2019 qui ont été retenus ici.



Du côté des déchets d'activités, et sans revenir aux déchets inertes précédemment évoqués, le travail conduit sur la métropole lilloise a montré la multiplicité et la diversité des acteurs impliqués : publics et privés ; locaux, régionaux, nationaux, a-territoriaux ; mono ou multiflux, etc. Les installations de collecte, de tri, de regroupement, de transit, de valorisation sont nombreuses : trente-sept au sein de la métropole (ce chiffre ne prend pas en compte les installations dédiées aux seuls déchets du bâtiment et des travaux publics), d'autres plus éloignées, ce qui montre une forme d'émiettement de la gestion (Atelier M2 Urbanisme Paris-I, 2021). Celle-ci s'inscrit dans des logiques de filières qui échappent en grande partie à l'action publique et résistent très fortement au principe de proximité. La conséquence en est que certaines matières à forte valeur ajoutée (métaux notamment) s'inscrivent dans des marchés mondiaux. Si elles font l'objet d'un fort taux de recyclage, conforme au principe de l'économie circulaire, elles échappent aux politiques locales qui lui sont dédiées et révèlent ainsi une forme de hiatus métabolique. Dans un ordre d'idée voisin, et en revenant aux déchets ménagers et assimilés, on observe une non-traçabilité des matières recyclées dès qu'elles quittent les centres de tri et de traitement : là aussi, le principe de proximité peut être mis à mal. Enfin, la contiguïté avec la Belgique, dans le cas de la Métropole européenne de Lille plus qu'ailleurs, révèle les difficultés engendrées par la différenciation des politiques nationales.

### ■ La question des sols

Les régimes socio-écologiques reposent sur des formes particulières d'usages des sols. Les régimes chasseurs-cueilleurs et agraires sont ainsi fondés sur une dépendance quasi totale aux sols bioproductifs pour la fourniture alimentaire et énergétique (quasi pour le régime agricole, car on utilisait parfois le charbon de terre). La transition vers le régime industriel s'est traduite par une forme de libération surfacique pour ce qui concerne l'énergie, grâce à l'exploitation de la « forêt souterraine » (Sieferle, 2001), accompagnée d'une artificialisation croissante et d'une libération des contraintes de distance. Les réflexions actuelles relatives à une éventuelle transition mettent l'accent sur la nécessité d'un recours massif aux énergies dites « renouvelables », dont l'essentiel repose sur la captation, en temps réel et *via* la biomasse ou divers dispositifs techniques, de l'énergie solaire. En d'autres termes, les énergies renouvelables sont, pour une grande partie d'entre elles, surfaciques, ce qui signifie que la quantité mobilisable dépend de la surface qui leur est allouée. Cet enjeu devrait réactualiser une question ancienne : celle de l'arbitrage entre production énergétique et production alimentaire, fondamentale avant la dernière transition socio-écologique, et, partant, celle de l'affectation des sols.

À côté de cet usage des sols retrouvé et auquel il faudrait trouver une place, la question pourrait se poser de l'économie qu'il serait possible de faire pour d'autres utilisations. La maîtrise de l'artificialisation est une piste, surtout si le « zéro artificialisation nette » devient « zéro artificialisation brute » (ce qui ne semble pas à l'ordre du jour), mais

reste de portée limitée, quoique essentielle dans la perspective de la préservation de la ressource en sol. En revanche, les économies possibles du côté alimentaire sont très loin d'être négligeables. Actuellement, si tous les aliments consommés dans la Métropole européenne de Lille étaient produits soit en son sein, soit dans les espaces contigus, la surface nécessaire serait d'environ 5 000 km<sup>2</sup>, plus de sept fois la surface de la métropole (et environ dix-sept fois sa surface agricole utile), soit presque la surface du département du Nord (mais il faudrait 12 000 km<sup>2</sup> pour nourrir tous les habitants du département, soit plus de deux fois sa surface). Ceci montre non seulement l'impossible autonomie alimentaire, mais aussi l'absence de place pour l'énergie surfacique dans une perspective de relocalisation et de renouvelabilité. La réduction de la part des protéines animales dans l'alimentation humaine (une division par deux dans les chiffres qui suivent) et la conversion au système polyculture-élevage biologique avec utilisation agricole des *excreta* humains permettraient une réduction très significative de ces surfaces (Billen *et al.*, 2021) : il ne faudrait ainsi plus qu'environ 1 000 km<sup>2</sup> pour nourrir la métropole lilloise et 2 200 km<sup>2</sup> pour le département. La conversion de l'agriculture et la transformation des régimes alimentaires peuvent donc (et aussi) être considérées comme des enjeux énergétiques. Ceci montre à nouveau l'importance d'une pensée conjointe de l'énergie et de la matière.

Analyser les flux à partir des milieux et des surfaces qui en sont à l'origine paraît ainsi essentiel à une réflexion sur la transition. On le voit, même dans une perspective de sobriété alimentaire et agricole (sobriété en protéines animales, en intrants, en surface), l'autonomie alimentaire demeure illusoire, ce d'autant plus qu'il faudrait prendre en compte les surfaces énergétiques. La question serait donc plus celle des relations inter-territoriales – entre une métropole et les territoires qui l'approvisionnent – que de la recherche effrénée d'une vaine autonomie.

## Conclusion

L'analyse du métabolisme urbain permet de mieux prendre en compte la matérialité des villes et leur inscription dans un espace d'approvisionnement toujours plus vaste. Elle contribue à révéler certains paradoxes dans la gestion des flux de matières et d'énergie, de même que les leviers d'action dévolus aux collectivités, dont la marge de manœuvre est néanmoins limitée par les logiques de filières et les stratégies d'entreprises, qui pour beaucoup sont a-territoriales. Elle montre aussi l'ampleur de la tâche à accomplir pour qui voudrait transformer le métabolisme urbain dans la perspective d'une transition vers un régime soutenable : on peine à croire qu'il pourrait advenir sans changements radicaux dans le fonctionnement et l'organisation des sociétés en général, et des villes en particulier.

## Bibliographie

- Ademe, 2017. Chiffres clés 2017. Chiffres, Angers, Ademe, 2 p.
- AirPACA, 2018. Diagnostic air climat énergie du PCAEM de la métropole Aix Marseille Provence. Diagnostic, 27 p.
- Atelier M2 Urbanisme Paris-I (Baudoux C., Lê Minh C., Llorca A., Mariasine L., Salaun T., Seppecher L., sous la dir. de Barles S.), 2019. La métropole européenne de Lille et son métabolisme. Diagnostic des flux d'énergie et de matières. Rapport de projet Popsu-Lille, université Paris-I et UMR Géographie-Cités.
- Atelier M2 Urbanisme Paris-I (Ferrat-Soares A., Frantz M., Minisini E., Renault G., Thesiger L., sous la dir. de Barles S.), 2021. La métropole européenne de Lille et son métabolisme. Les nœuds métaboliques et leurs acteurs. Rapport de projet Popsu-Lille, université Paris-I et UMR Géographie-Cités.
- Barles S., 2005. *L'invention des déchets urbains, France, 1790-1970*, Seyssel, Champ Vallon, 300 p.
- Barles S., 2019. L'autonomie métabolique urbaine, un oxymore, une gageure ? In Lopez F., Pellegrino M., Coutard O. (éd.), *Les territoires de l'autonomie énergétique. Espaces, échelles et politiques*, ISTEE Éditions, 357-375.
- Barles S., 2021. De la chimie urbaine à l'écologie territoriale : deux siècles et demi d'analyse du métabolisme urbain. In Salomon Cavin J., Granjou C. (éd.), *Quand l'écologie s'urbanise*, Grenoble, UGA Éditions, 63-94.
- Barles S., Dumont M., 2021. *Métabolisme et métropole. La métropole lilloise, entre mondialisation et interterritorialité*, Paris, Autrement, 144 p.
- Bastin A., 2022. Des métabolismes territoriaux en transformation ? Gouvernance des matériaux de chantier et expérimentations de nouvelles valorisations en Île-de-France et dans la région de Bruxelles. Thèse de doctorat, spécialité études urbaines, Sciences Po Paris.
- Billen G., Aguilera E., Einarsson R., Garnier J., Gingrich S., Grizzetti B. *et al.*, 2021. Reshaping the European agro-food system and closing its nitrogen cycle: The potential of combining dietary change, agroecology, and circularity. *One Earth*, 4, 839-850. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.05.008>
- De Vries B., Goudsblom J. 2002. *Mappae Mundi. Humans and their Habitats in a Long-Term Socio-Ecological Perspective*, Amsterdam, Amsterdam University Press, 472 p.
- Dufour É., 2023. Entre le regain et l'incendie : l'étape oubliée du compostage industriel, voie médiane abandonnée du traitement des ordures ménagères (Île-de-France, 1940-1990). *Flux*, 1 (131), 32-50.
- Foster J.B., 1999. Marx's theory of metabolic rift: Classical foundations for environmental sociology. *American Journal of Sociology*, 105(2), 366-405. <https://doi.org/10.1086/210315>
- Frosch R.A., Gallopoulos N.E., 1989. Strategies for Manufacturing. *Scientific American*, 261 (3), 144-153. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0989-144>
- Grand Lyon, 2015. *L'essentiel de l'énergie*, livret, Lyon, 25 p.
- Hamlin C., 2007. The city as chemical System? The chemist as urban environmental professional in France and Britain, 1780-1880. *Journal of Urban History*, 33 (5), 702-728. <https://doi.org/10.1177/0096144207301416>
- Krausmann F., Weisz H., Eisenmenger N., 2016. Transitions in sociometabolic regimes throughout human history. In Haberl H., Fischer-Kowalski M., Krausmann F., Winiwarter V. (éd.), *Social Ecology. Society-Nature Relations Across Time and Space*, Springer, 63-92. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-33326-7\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-33326-7_3)

- Maghalães N., 2022. Matières à produire l'espace. Une histoire environnementale des grandes infrastructures depuis 1945. Thèse de doctorat, spécialité sciences économiques, université Paris-Cité, 468 p.
- MEL, 2020. Rapport sur le service public de prévention et de gestion des déchets 2019. Lille, MEL les éditions, 12 p.
- Mesnil C., 2023. Convertir la méthanisation en « solution de transition énergétique ». Le cas de la relance de la méthanisation en Île-de-France, 1990-2020. Thèse de doctorat, spécialité urbanisme et aménagement, université Paris-Est, 465 p.
- Palacios-Munoz B., Peuportier B., Gracia-Villa L., López-Mesad B., 2019. The importance of estimating lifespan in LCA of buildings: The case of refurbishment vs. new construction. *Building and Environment*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106203>
- Repellin P., Duret B., Barles S., 2014. *Comptabilité des flux de matières dans les régions et les départements. Guide méthodologique*, La Défense, ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie-CGDD, 114 p.
- Rocher L., 2023. Réseaux, flux et politiques de l'environnement urbain. Habilitation à diriger les recherches, études urbaines, Sciences Po Paris.
- Sieferle R.P., 2001. *The Subterranean Forest. Energy Systems and the Industrial Revolution*, Cambridge, Thee White Horse Press, 230 p.
- Vialleix M., 2021. *Les études de métabolisme territorial. État des lieux et perspectives*, Paris, Institut Paris Région, 44 p.
- Wolman A., 1965. The Metabolism of Cities. *Scientific American*, 213 (3), 179-190.

# 12. Expérimenter le Grenoble d'après : trajectoires et lignes d'aménagement d'une cité écologique

Charles Ambrosino

« Mythe urbain moderne », « ville test », « technopole », « métropole des sciences », « ville d'innovation », « écocité », « ville post-carbone », « ville en transition »... Les épithètes parlent d'eux-mêmes. En s'offrant comme l'espace privilégié du prototypage à l'échelle 1:1 (reproduction en taille réelle) d'un futur urbain résolument écologique, la Grenoble *fin de siècle* arbore – à grand renfort de *storytelling* et autres narrations héroïques (Ambrosino, 2016) – tous les atours d'une véritable « capitale » du XXI<sup>e</sup> siècle (pour reprendre les termes de W. Benjamin), une ville qui se veut actrice du monde d'après, et non pas simplement symptôme de l'impérieuse et nécessaire adaptation des sociétés urbaines aux changements globaux.

Il est vrai que lorsqu'on évoque Grenoble, une figure vient souvent à l'esprit : celle du laboratoire (Ambrosino et Novarina, 2015). L'histoire nous révèle sa double origine : elle témoigne, d'une part, du poids considérable du système technopolitain dans la société urbaine et renvoie, d'autre part, à certaines séquences politiques récentes marquées par une capacité singulière à renouveler la pratique d'une action municipale de gauche. L'une et l'autre de ces deux dynamiques trouvent leur origine dans l'urbanisation à la fois tardive, massive et subite de la cité dauphinoise au cours du XX<sup>e</sup> siècle. Ces mutations invitent à « réinventer la ville » (Joly, 1995), ce à quoi s'attache la municipalité Dubedout tout au long des années 1960-1970 à grand renfort de politiques urbaines jugées innovantes par les observateurs de l'époque (réhabilitation du centre ancien et maintien des populations sur place, utopie spatialiste de La Villeneuve, etc.). Une telle entreprise est vouée à positionner Grenoble comme une cité témoin de la « nouvelle société » qu'appellent de leurs vœux nombre de réformateurs (Bruneteau, 1998). Ainsi, dès son origine, le « mythe grenoblois » apparaît-il consubstantiel d'une expression singulière de la modernité (Boumaza, 1997), laquelle prête à la culture industrielle et scientifique de l'expérimentation les vertus nécessaires à l'émergence d'un véritable « régime territorial d'innovation » (Saez, 2018) appelé à éprouver localement ce qui, demain, pourrait advenir nationalement. Et ce régime de la « démonstration » ne cesse d'être convoqué par des personnalités locales, voire nationales, dès lors qu'il s'agit de faire un exemple de telle ou telle politique d'innovation, notamment dans le champ de la transition écologique.

Au tournant des années 2000, Grenoble ne manque pas de s'illustrer comme l'un des laboratoires hexagonaux de l'urbanisme durable, que ce soit dans le domaine des transports (avec les plans de déplacements urbains de 2000 et 2007 fondés sur l'intermodalité et les contrats d'axe) ou de la sobriété énergétique (avec notamment l'écoquartier de Bonne). Dix ans plus tard, c'est en pionnière de la mise en place des *smart grids* qu'elle obtient le label étatique ÉcoCités, et que le projet de transformation de la Presqu'île scientifique s'affirme comme l'un des démonstrateurs les plus efficaces, pour ne pas dire performatifs, de la « ville post-carbone » (Novarina et Seigneuret, 2015). Depuis quelques années, Grenoble figure parmi les quelques grandes villes à s'afficher dans le réseau des « villes en transition ». À ce titre, elle multiplie les initiatives (biennale éponyme, appel à projets innovants, budgets et chantiers participatifs, etc.) visant à fédérer l'ensemble des acteurs de la société civile, au-delà des seuls mondes de la recherche et du développement engagés dans les transitions (économique, sociale et solidaire, écologique ou énergétique). C'est plus particulièrement dans la mise en place d'une véritable stratégie d'urbanisme tactique – principalement axée sur la gestion des vides urbains et de la vacance immobilière, sur l'expérimentation d'usages et de gouvernance *ad hoc* des lieux, et sur le soutien aux activités solidaires – que les gouvernements locaux entendent concilier aménagement urbain et adaptation au changement climatique. L'obtention du label Capitale verte européenne (célébrée tout au long de l'année 2022) est venue finalement couronner une démarche au demeurant volontariste et désormais ancienne : tester *in vivo* et *in situ* la « cité écologique » (Audier, 2020) de demain.

Si, par-delà les époques et les couleurs politiques, l'expérimentation s'affirme à Grenoble comme l'une des modalités de l'action collective urbaine (Evans *et al.*, 2016 ; Laurent *et al.*, 2019), un infléchissement contemporain est néanmoins à l'œuvre. En effet, à l'échelle de la société locale, une tension de plus en plus palpable se fait jour entre deux trajectoires de développement relativement antagonistes (tableau 12.1) :

- d'un côté s'agrègent les tenants d'une approche « technique », pour ne pas dire « techniciste » (Lévy, 2009), du développement durable et de la transition énergétique, considérant que la question du changement climatique ne trouvera de solutions que dans la capacité des acteurs locaux de la recherche-développement à innover et à expérimenter grandeur nature la ville post-carbone (Theys et Vidalenc, 2013), prolongeant ainsi le logiciel technopolitain ;
- de l'autre, les promoteurs d'une ville en transition et d'une conception permaculturelle du développement urbain (Krauz, 2014 ; Ambrosino, 2023) ne cessent de pointer l'incapacité des politiques de durabilité à mobiliser la société civile, et plaident pour une approche plus participative et moins experte des questions écologiques et de leur résolution, multipliant ainsi les initiatives « micro » de descente énergétique se réclamant d'un urbanisme tactique, lequel serait susceptible de renouveler les modes d'implication des usagers et des habitants aux politiques urbaines et d'assurer une plus grande résilience sociale et territoriale face à l'inévitable épuisement des réserves pétrolières terrestres.

**Tableau 12.1. Ville post-carbone et ville en transition : deux modèles de cité écologique (source : Ambrosino, 2023).**

Ville post-carbone	Ville en transition
Limiter les émissions de GES en s'adaptant au changement climatique Réduire par trois ou quatre les GES = quête de performances technologiques Moindre dépendance aux énergies fossiles = réseaux intelligents et optimisation fonctionnelle S'adapter au changement climatique = la technologie au cœur de la conduite du changement	Anticiper le pic pétrolier en organisant la résilience locale Scénarios de descente énergétique = art de réhabiter la terre Autonomie de la production de biens et d'énergie = relocalisation des activités et circuits courts Résilience d'une société locale auto-organisée = le citoyen au cœur de la conduite du changement

Ambivalence féconde dont nous souhaiterions rendre compte dans ce chapitre<sup>1</sup>, tout en postulant qu'un seul et même territoire peut constituer tout à la fois un espace de « constitution », de « viabilité », de « diffusion » d'expérimentations de transition multiples, contradictoires et parfois même complémentaires (Villalba et Melin, 2022). Pour ce faire, nous explorerons ces deux trajectoires à travers l'analyse des « lignées d'aménagement » qu'elles produisent et justifient. D'un côté, la lignée de la « ville post-carbone », ponctuée d'une succession de projets opérationnels innovants visant à expérimenter diverses solutions technologiques vouées à réduire les émissions de GES. De l'autre, la lignée de la « ville en transition », positionnant le citoyen au cœur de la conduite du changement urbain et sociétal à l'heure des changements globaux.

## Faire la ville à l'heure des expérimentations urbaines

Plébiscitée par bon nombre d'élus, de praticiens et d'acteurs issus de la société civile, l'expérimentation, autrefois cantonnée aux seules activités laborantines et scientifiques, se présente aujourd'hui comme l'une des modalités incontournables de l'action collective urbaine. De fait, si « depuis près de cinquante ans, l'urbanisme et l'aménagement urbain ont jusque-là suivi les modalités de la planification et de l'urbanisme de projet » (Dumont, 2013), force est de constater qu'aujourd'hui, « sous l'effet d'un contexte croissant d'incertitudes économiques et organisationnelles, d'un contexte renforcé et renouvelé d'exigence de compétitivité urbaine, ainsi que d'irruption d'une technicisation des procédures, l'urbanisme puis l'aménagement urbain ont de plus

1. Une partie de ce chapitre est reprise du rapport à la suite d'un travail de terrain conduit pour partie avec Sylvie Laroche dans le cadre du projet Demextra « Démonstration, exploration, transformation. Trois régimes urbains d'innovation (2018-2022) », cofinancé par l'Ademe et le Plan Urbanisme Construction Architecture (PUCA). Pour plus d'informations sur ce programme de recherche, se reporter à la librairie de l'Ademe : <https://librairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/5835-demonstration-exploration-transformation.html>

en plus tendu à suivre les voies différenciées du recours à l'expérimentation, tout à la fois pratique, instrument, dispositif, référentiel et paradigme » (*ibid.*). Certains auteurs vont même jusqu'à affirmer que l'« urbanisme expérimental » (Evans *et al.*, 2016) qui émerge se traduirait par une refonte globale des manières de produire de la connaissance sur les villes et les sociétés locales, un changement en profondeur des modalités de conception, de fabrication et de transformation des espaces urbains et, *in fine*, un mode spécifique d'urbanisation.

## I Caractériser les expérimentations urbaines

Globalement, la littérature scientifique s'accorde sur le fait que les expérimentations urbaines permettent, d'une part, de créer les conditions d'un affranchissement temporaire des cadres qui d'ordinaire contraignent l'action (Karvonen et Heur, 2014), et, d'autre part, de favoriser des formes originales d'apprentissage collectif (Sengers, 2014 ; Ramirez-Cobo et Zepf, 2022), tout en provoquant l'agrégation « sur mesure » d'une très grande variété de parties prenantes (Laurent *et al.*, 2019). Sur ce dernier point, nombre de commentateurs soulignent que ce type d'expérimentation s'offre comme un prisme d'observation privilégié, voire une « catégorie analytique » (*ibid.*) à part entière des transformations en cours de l'action publique (Bureau *et al.*, 2013), et ce à plusieurs échelles. En effet, l'expérimentation urbaine occupe une place de choix parmi les « nouveaux instruments » (Halpern *et al.*, 2014 ; Beal *et al.*, 2015) mobilisés par l'État (aux côtés des labels, appels à projets, bonnes pratiques, prix et autres indicateurs de performance) pour asseoir son rôle au sein d'une « gouvernance multi-niveaux » lui permettant d'accompagner la territorialisation des politiques publiques, tout en gouvernant « à distance » les collectivités locales (Epstein, 2005). À ce titre, la multiplication des politiques d'initiation et d'accompagnement de démonstrateurs urbains, tout particulièrement sur les volets énergétiques et environnementaux, témoigne de cette recherche d'exemplarité et de production d'effets performatifs par la mise en compétition des territoires et la promotion de partenariats publics-privés (Leprêtre, 2019). À l'inverse, les tenants d'un « gouvernement par l'expérimentation » (*Governing by experiment*) (Bulkeley et Castan-Broto, 2012) pointent sans équivoque – à l'issue d'un tour d'horizon mondial focalisé sur la conduite des politiques d'adaptation au changement climatique – le caractère triplement déterminant : du niveau d'implication des autorités locales ; des spécificités du contexte territorial (formes d'urbanisation et d'urbanisme) dans lequel se déploie l'expérimentation ; et surtout des systèmes sociotechniques préexistants.

L'échelle municipale (si ce n'est métropolitaine) apparaît ici d'autant plus pertinente qu'elle est régulièrement le théâtre – et parfois même simultanément – de démarches expérimentales institutionnelles et/ou spontanées souvent antagonistes, parfois indifférentes et plus rarement complémentaires. Notons également que les gouvernements locaux ont su se faire l'écho de cette tendance issue des mondes techniques et industriels, mais également des sphères de l'activisme urbain à prototyper, à « montrer à



l'échelle 1 ce que pourrait être la ville de demain» (Chesnel et Devisme, 2020). On ne compte plus les projets urbains dits « démonstrateurs » (*ibid.*) ou les initiatives locales se réclamant d'un « urbanisme tactique » (Douay et Prévaut, 2016) assumant clairement la volonté de tester grandeur nature telles ou telles réponses (sous la forme d'aménagements, d'incitations ou de sollicitations) à une situation problématique donnée par-delà ce que permet la réglementation en vigueur. État de fait que la pandémie liée au Covid-19 n'a fait qu'amplifier, tout particulièrement sur le volet des mobilités – avec la multiplication des aménagements temporaires d'espaces publics rendus aux piétons ou la mise en place des fameuses « coronapistes » (Denis et Garnier, 2022).

### **I Trajectoires, continuum expérimental et lignées d'aménagement : quelques éléments de méthode**

Au demeurant, ainsi que le soulignent les observateurs de la « ville expérimentale » (Evans *et al.*, 2016), la principale question qui se pose aujourd'hui aux pouvoirs locaux est de savoir comment dépasser l'expérience isolée, comment distinguer les expérimentations les unes par rapport aux autres, suivant quels critères, quelles échelles, quels impacts et, plus largement, comment intégrer l'expérimentation dans une démarche à la fois attentive aux pratiques sociales et culturelles locales, et capable de nourrir des visions stratégiques s'inscrivant dans le temps long. Car, faut-il le préciser, non seulement l'expérimentation peut prendre plusieurs visages, mais plus encore, elle ne constitue qu'une étape, une « phase distincte et souvent cruciale du processus politique, lorsque les régulateurs essaient de produire des connaissances dans des conditions contrôlées, pour évaluer les conséquences probables de leurs actions avant qu'elles ne deviennent irréversibles » (Millo et Lezaun, 2006). Raison pour laquelle certains auteurs insistent sur la dimension à la fois trajectorielle et cumulative des expérimentations urbaines (Cauchard *et al.*, 2020). Suivant cette perspective, l'attention portée à l'enchaînement des phases est au moins aussi importante que l'identification des phases en elles-mêmes. Se dessinent alors des « lignées d'aménagement » (Arab, 2018) au sein desquelles différentes phases d'expérimentation se succèdent. Ce « continuum expérimental » fonctionne à la manière d'un agencement temporel dans lequel « chaque expérience emprunte quelque chose aux expériences antérieures et modifie la qualité des expériences ultérieures » (Dewey, 2011). Rappelons par ailleurs que les dispositifs expérimentaux ne sont pas univoques (Schön, 1994 ; Ansell et Bartenberger, 2016) ; l'on en distingue trois types, susceptibles, en fonction du problème à résoudre, d'être assemblés selon une grande variété de combinaisons :

- l'expérimentation démonstrative, visant à tester des hypothèses et à isoler des facteurs pertinents dans un environnement contrôlé, facteurs soigneusement conceptualisés avant l'expérience en vue d'en mesurer les effets ;
- l'expérimentation exploratoire, visant à créer les conditions d'une variété de situations expérimentales possibles et à tenter une ou des actions en vue de collecter des informations, de les comparer et d'évaluer les différents résultats ;

- l'expérimentation générative, visant à éprouver le changement – quitte à transformer l'environnement même de l'expérimentation –, tout en s'appuyant sur un processus de génération et d'affinage itératif de solutions (une idée, une innovation, une conception, une politique, un programme, etc.) sur la base d'un retour d'information continu, l'objectif étant de résoudre un problème particulier.

Dès lors, la sédimentation des connaissances et l'accroissement des apprentissages collectifs (Evans *et al.*, 2021) qui en découle organisent et orientent les lignées d'aménagement à mesure que s'enchaînent les phases expérimentales, qu'elles soient démonstratives, exploratoires ou génératives. Cette manière d'observer les trajectoires de développement urbain constitue une sorte de boussole, une grille de lecture des motifs, des intentions et des modes de faire propres à des collectifs (composés d'individus, de représentants d'institutions, de praticiens et d'élus) disposés à concevoir et à éprouver des méthodes nouvelles ou, du moins, alternatives à leur cadre d'exercice quotidien. En somme, l'analyse des lignées d'aménagement permet d'embrasser d'un même mouvement la combinaison de phases expérimentales conduisant un cercle d'acteurs à capitaliser des savoirs et des savoir-faire allant croissants et, parallèlement, l'évolution des modalités de leur gouvernance.

C'est à l'aune de ces outils d'observation que nous souhaitons explorer, à Grenoble, les déclinaisons opérationnelles et urbanistiques du développement durable et des transitions. Sur ce territoire, le recours à l'expérimentation dans le champ des politiques et de l'aménagement urbain tire ses racines d'une culture locale de l'innovation forgée par le triple encastrement des milieux de l'ingénierie et de l'industrie, du politique et de la recherche universitaire (Grossetti, 1995). Au cours des années 2010, le choix d'orienter les politiques urbaines vers une dimension plus intégrative socialement des transitions initie une bifurcation notable des pratiques urbanistiques, depuis ce que les acteurs nomment eux-mêmes un « urbanisme climatique » (mobilisant la maîtrise des technologies et les savoirs issus de la recherche-développement) vers un « urbanisme tactique » (mobilisant la maîtrise d'usage et les savoirs citoyens). Cela témoigne ainsi de la coexistence de deux lignées d'aménagement relativement orthogonales (ville post-carbone et ville en transition) dans leurs objets et leurs formes de « laboratorisation » de la ville, mais relevant pourtant d'une même culture expérimentale de la démonstration.

### Grenoble, laboratoire de la ville post-carbone et en transition

Un rapide examen des documents de communication produits par les professionnels du territoire, et plus particulièrement des supports de présentation de la ville et de ses grands projets, montre que l'intervenant inaugure invariablement son propos en consacrant trois singularités locales « intangibles » :

- l'expansion urbaine, particulièrement dynamique au cours du xx<sup>e</sup> siècle, s'est essentiellement déployée au sein d'une plaine alluviale enclavée et relativement réduite, une « cuvette » encadrée par trois massifs montagneux ;

- les territoires urbanisés y « subissent » plus qu'ailleurs de fortes « contraintes naturelles » se traduisant par une amplitude thermique élevée (d'été en hiver), renforcée par l'encorbellement montagneux qui freine les vents et diminue leurs effets régulateurs, l'intensification du phénomène d'îlot de chaleur urbain, un nombre d'entrées de ville limité générant un trafic dense et contribuant à multiplier les épisodes de pollution atmosphérique, un sol fragile nécessitant des fondations spéciales, une nappe phréatique affleurante limitant les ouvrages enterrés et une rareté du foncier pesant lourdement sur l'économie de l'aménagement;
- un tel régime de « contraintes » s'impose aux ingénieurs, urbanistes et architectes, conduisant ces corps de métier à déployer – suivant des modalités d'action de plus en plus convergentes – un arsenal d'innovations permettant à la ville de se développer tout en se renouvelant.

Généralement agrémentée de clichés de la plaine urbanisée pris depuis les pentes du Vercors, la présentation poursuit sur l'impérieuse nécessité de prendre en compte les effets du changement climatique dans les politiques urbaines et, plus généralement, dans la planification territoriale (habitat, énergie, transport, gestion des déchets, urbanisme, etc.), et de les traduire en initiatives, stratégies ou projets conduits au nom de la ville « post-carbone » ou, désormais, « en transition ». Un tel récit, tout fondé qu'il soit, s'appuie sur une représentation collective puissante – car partagée –, structurant à bien des égards l'action collective locale : réguler en plaine « l'effet cuvette » et dépasser les impacts négatifs d'une configuration géomorphologique « naturellement » défavorable à l'établissement humain. Ce préalable à l'exercice de présentation du territoire tire son histoire d'une longue tradition grenobloise du planisme qui, depuis les années 1960, cultive l'idée selon laquelle « inventer la ville de demain », c'est affranchir les hommes de leur sujétion à la condition géographique (Ambrosino, 2022).

Cet héritage est particulièrement prégnant au tournant des années 2000, alors même que l'écriture des documents d'urbanisme (à la suite de l'adoption de la loi SRU, Solidarité et renouvellement urbain) et, plus généralement, la (re)formulation de la question urbaine sont désormais envisagées à la lumière du développement durable. C'est tout d'abord le processus d'urbanisation accélérée de la cuvette qui est pointé du doigt. En effet, le manque d'espace lié à l'étroitesse de la plaine empêche une urbanisation en tache d'huile et explique une densité urbaine plutôt élevée en cœur d'agglomération (8 500 habitants par km<sup>2</sup>). Il en résulte un paysage urbain hétéroclite où se juxtaposent dans une immédiate proximité des tissus urbains d'une très grande variété (centre historique, ceinture d'immeubles collectifs hauts en copropriété, maisons individuelles, grands ensembles, zones d'activités, espaces de nature aménagés). En ce début de XXI<sup>e</sup> siècle, l'heure n'est donc plus à l'urbanisme de conquête, mais plutôt au renouvellement de la ville existante, à la préservation des enclaves naturelles et agricoles (comme la plaine de Reymure, le plateau de Champagnier ou encore les combes cultivées de Chartreuse) et à la réduction des vulnérabilités territoriales. Et cela d'autant plus que les effets du changement climatique se

font localement ressentir avec acuité (hausse des températures moyennes, canicules plus nombreuses et plus intenses, sécheresses estivales plus longues, pluies moins fréquentes et plus fortes, risques d'inondations, etc.). Aussi, à Grenoble, la nécessité de limiter les émissions de gaz à effet de serre et la quête d'une plus grande performance énergétique dans la construction s'imposent-elles rapidement comme l'axe cardinal à partir duquel vont se réinventer localement l'ADN des pratiques planificatrices et urbanistiques. Seulement, faute d'un véritable cadre global susceptible d'articuler initiatives intercommunales et communales – ce que l'écriture du plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi) viendra partiellement corriger –, les politiques territoriales se déclinent suivant une dynamique plus incrémentale qu'anticipée autour d'actions sectorielles (environnement, transport et urbanisme) et de projets ponctuels (Novarina et Seigneuret, 2015). Si les plans climat successifs (Plan climat de 2005, puis Plan climat-air-énergie de 2020) focalisent l'intervention publique sur la réduction de l'empreinte carbone, l'amélioration de la qualité de l'air et l'adaptation du territoire aux changements globaux, c'est probablement sur le volet des déplacements que la stratégie locale s'avère la plus aboutie – avec les plans de déplacements urbains de 2000 et 2007 fondés sur l'intermodalité et les contrats d'axe (*ibid.*), et celui de 2019 particulièrement volontaire dans l'accompagnement et l'accélération de l'évolution technologique des véhicules (voitures et poids lourds) vers des motorisations alternatives aux carburants fossiles, le développement de la voiture partagée et l'intégration de la logistique dans l'aménagement de la ville.

### ■ Lignée de la ville post-carbone : urbanisme climatique et projets urbains innovants

Concernant le volet des politiques urbaines, sous l'influence conjointe de l'Union européenne et du gouvernement français, un double mouvement, articulant stratégies de transition énergétique et mise en place de démonstrateurs localisés, dessine à partir de la fin des années 1990 une lignée d'aménagements donnant la part belle aux projets opérationnels innovants. L'objectif est alors d'apporter des solutions technologiques (bâtiments à énergie positive, compteurs électriques intelligents, *smart grids*, recours aux matériaux biosourcés) à des problématiques proprement urbaines (Novarina et Seigneuret, 2018). Trois projets constituent les principaux jalons expérimentaux de cette lignée :

- c'est tout d'abord « l'expérience inaugurale » de la ZAC de Vigny-Musset, véritable « laboratoire d'idées » (isolation par l'extérieur du solaire thermique et mise en œuvre de chantiers propres) et « d'expérimentation de méthodes » (Bobroff, 2011), au sein de laquelle les acteurs déclarent « tâtonner », réaliser des « tests » en vue de « mettre à l'épreuve » des dispositifs inédits (recours aux cahiers des charges, mise en place de chartes d'objectifs, etc.) ;
- vient ensuite la séquence du projet d'écoquartier de la Caserne de Bonne, phase durant laquelle l'on cherche à amplifier les résultats de l'expérience précédente – en

créant les conditions d'un prototypage systématique de bâtiments performants –, tout en déployant une approche intégrée des politiques urbaines. Il s'agit alors de capitaliser sur les apprentissages collectifs et de les diffuser en combinant outils « opérationnels » et « stratégiques ». Dans cette optique, les outils opérationnels tels que la zone d'aménagement concerté (ZAC) permettent de conduire des expérimentations *in situ* évaluées et mesurées *in vivo* (dans le cadre du Programme européen Concerto), là où les « outils stratégiques » (documents d'urbanisme et, notamment, PLU) assurent la traduction, dans les règlements de zonage s'appliquant aux tissus urbains « diffus » (hors ZAC), des acquis obtenus au fil des expériences conduites. En parallèle, forts d'une volonté conjointe de mutualisation et de partage, les milieux techniques, opérationnels et politiques se dotent d'une culture constructive commune en faisant circuler localement modèles et bonnes pratiques de la construction durable au moyen de voyages d'études réguliers (regroupant bailleurs, techniciens et élus) et d'un événementiel professionnel soutenu (organisation des Biennales de l'habitat durable de 2006 à 2015), voués à valoriser à l'échelle régionale les opérations immobilières et urbaines remarquables. Initiatives saluées nationalement en 2009, lorsque les acteurs impliqués dans le projet de Bonne se voient auréolés du premier et prestigieux « Grand Prix national Écoquartier » ;

- c'est enfin le projet de la Presqu'île scientifique, cette fois-ci officiellement identifié comme un véritable « démonstrateur urbain » que d'aucuns qualifieront d'« hubris technologique ». Prenant acte des limites de la ZAC de Bonne, le projet, s'appuyant sur le programme national ÉcoCités, est pensé comme un site de démonstration du savoir-faire industriel grenoblois. Agrégeant trois pôles d'acteurs distincts (les autorités politiques locales, les fournisseurs d'énergie et les *start-up* d'un cluster spécialisé dans les énergies renouvelables), l'objectif assumé du projet Presqu'île est de positionner les opérateurs impliqués sur les marchés nationaux et internationaux. Aussi un effet vitrine est-il recherché – suivant des modalités proches de celles que l'on retrouve au sein des expositions internationales d'architecture (du type International Bauausstellung) ou des expositions universelles – à destination d'une audience constituée essentiellement de collectivités locales, de services de l'État, d'opérateurs industriels et/ou issus de la recherche-développement et d'organismes européens. Dans ce contexte, la mise au point de dispositifs innovants convoque des compétences relevant de l'ingénierie, de l'architecture, de la construction et, dans une moindre mesure, de l'urbanisme ; confinement technique des sphères décisionnelles et opérationnelles réduisant le plus souvent l'habitant au statut de futur occupant invité à s'approprier les technologies installées dans son logement (Novarina et Seigneuret, 2015).

En définitive, la mise en place de cet « urbanisme climatique » permet aux architectes, aménageurs et autres opérateurs spécialisés (dans les champs de l'énergie, de la mobilité ou de l'habitat) d'expérimenter à un certain nombre d'échelles (le logement, le bâtiment, l'îlot, voire le quartier) la sobriété ainsi que l'efficacité énergétiques dans le cadre de solutions constructives originales (Novarina et Seigneuret, 2015). S'érige alors le paysage d'une ville post-carbone essentiellement constituée d'objets (architecturaux,

techniques ou urbains) d'autant plus exemplaires qu'ils sont spatialement circonscrits (Ambrosino et Novarina, 2015). La figure la plus emblématique de cette quête d'intensité programmatique demeure très certainement celle de « l'îlot urbain intégré » – développé sur la Presqu'île scientifique – cherchant à combiner, à l'échelle de macrolots denses et ouverts, production de logements passifs, mise en place de réseaux d'énergies (électrique et thermique) coopératifs et mutualisation du parc automobile.

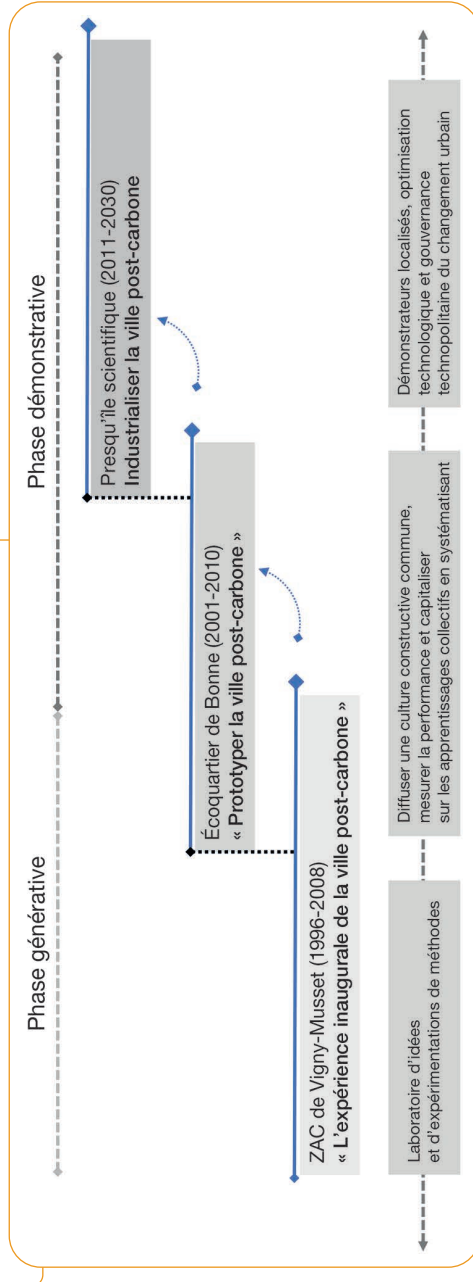
Un tel repli sur cette seule dimension opérationnelle n'est pas sans poser question, et témoigne non seulement d'une orientation techniciste de l'aménagement urbain grenoblois, mais également du poids du milieu scientifique local (Novarina et Seigneuret, 2018), prompt à tester à l'échelle 1:1 dispositifs spatiaux et services urbains susceptibles d'être commercialisés dans d'autres contextes territoriaux. Plus encore, cette démarche performancielle territorialement bornée oblitère quelque part l'émergence d'une réflexion stratégique à une échelle supérieure (ville, voire métropole) plus soucieuse de valoriser le contexte géographique, son substrat ou ses singularités, et ce, par-delà les contraintes qu'il génère et impose. Toutefois, « les innovations proposées constituent des briques qui permettent de construire un système. Pour tester toutes ces briques, les mettre en œuvre et voir comment elles se complètent, les démonstrateurs urbains sont nécessaires. Ils permettent une validation grandeur nature et ils permettent d'écourter les temps entre projet et production. La recherche-développement est donc réalisée à une échelle urbaine réduite, comme par exemple la Presqu'île scientifique, pour passer ensuite du stade de quartier laboratoire à une taille de ville laboratoire puis d'agglomération laboratoire » (*ibid.*).

À l'échelle du continuum que constitue la lignée de la ville post-carbone, deux phases expérimentales se suivent (figure 12.1) :

- une première phase « générative », à cheval sur les séquences Vigny-Musset et de Bonne, fonctionnant à la manière de boucles rétroactives marquées par le « bricolage » et la volonté de faire émerger des modes de faire nouveaux et ajustés aux besoins du territoire ;
- une deuxième phase, toujours en cours, clairement démonstrative, s'avérant largement héritière de la philosophie du programme européen Concerto – programme qui, en associant politiques de soutien aux innovations technologiques et recherche d'une plus grande performance énergétique dans le secteur du bâtiment, diffusera et alimentera une culture bien « ancrée » sur la place grenobloise de la démonstration et du résultat.

Un tel mode de faire, s'il témoigne de la capacité des acteurs locaux à saisir l'innovation technologique comme « un moyen pour les porteurs de projets, et en particulier les collectivités territoriales, de recevoir des subventions finançant leur projet ainsi que de communiquer sur leur dynamisme pour en augmenter l'attractivité » (Marquet, 2018), tend également à transformer les démonstrateurs urbains en espaces d'exception destinés « à expérimenter grandeur nature de nouveaux assemblages technologiques afin d'en retirer des apprentissages en un temps bref » (Labussière, 2015). Preuve, s'il en fallait, de la dimension technopolitaine du changement urbain grenoblois.

**Figure 12.1.** Lignée de la ville post-carbone (source : Ambrosino, 2023).



## I Lignée de la « ville en transition » : urbanisme tactique, usages et espaces publics

Depuis le milieu des années 2010, l'on assiste à une évolution des formes, objets et acteurs de l'expérimentation urbaine grenobloise. Sous l'impulsion de la nouvelle municipalité écologiste puis de la métropole, un certain nombre de signaux faibles indiquent qu'un infléchissement est à l'œuvre, et qu'il s'opère au profit d'une plus grande prise en compte des usages et des usagers dans la définition des besoins, mais également des objectifs des politiques urbaines. L'un des principaux marqueurs de ce changement reste très certainement le passage de la Biennale de l'habitat durable (2006-2015) à la Biennale des villes en transition (depuis 2017). Outre le titre, c'est plus globalement l'orientation politique qui se renouvelle. Positionnant non plus la performance technologique mais bien la société (à travers la figure du citoyen engagé) au cœur de la conduite du changement, cette vision s'avère (à ce stade) moins installée et cadrée que la précédente. Là où un véritable système s'était mis en place sur la base d'une production de connaissances nouvelles, leur infusion et la réplication de solutions techniques, la séquence actuelle est marquée par un foisonnement d'initiatives (budgets et chantiers participatifs, conseils citoyens indépendants, convention citoyenne, appel à projets innovant « Gren' », etc.) de plus ou moins grande ampleur, finalement peu visibles, mais néanmoins ouvertes à des pans entiers de la société civile jusque-là mis à l'écart des projets d'urbanisme, notamment du côté de l'économie sociale et solidaire. C'est finalement sur le volet de « l'urbanisme tactique » que le projet de la ville en transition grenobloise se dessine le plus distinctement. Au demeurant, si l'audience évolue (les projets sont de plus en plus tournés vers ceux qui ont un usage de l'espace, et non plus seulement ceux qui ont la charge de le concevoir), la culture ingénieriale du « test » et de sa mesure demeure la norme. Il s'agit bien de « tester » de nouveaux modes de vie, de nouveaux usages, d'envisager les « possibles » avec ceux qui habitent plutôt qu'avec ceux qui produisent l'habitat avant de se livrer à l'écriture des programmes. Dans ce contexte, le bâti et ses performances sont mis de côté au profit de l'espace public, désormais « laboratorisé » à la faveur d'un mode de fabrique urbaine qui se cherche des méthodes. Trois temporalités révèlent la manière dont une forme de systématisation de l'urbanisme tactique se met en place suivant des logiques convergentes au sein de la Ville de Grenoble et de Grenoble Alpes Métropole.

- Dès les années 2010, les services techniques des villes d'Échirolles, de Grenoble et de Saint-Martin-d'Hères expérimentent de nouveaux modes de conception et de programmation d'espaces accessibles aux publics (c'est-à-dire à l'interface d'espaces privé, collectif et public : interstices, friches, délaissés, etc.) à travers des projets qualifiés par les acteurs eux-mêmes d'« éphémères » ou de « tests » (compostage collectif, dispositif « Jardinons nos rues », etc.). Ceux-ci nécessitent peu de budget, sont situés à la marge des grandes opérations de renouvellement urbain, mais également des cadres réglementaires. En effet, ces aménagements sont favorisés par une simplification des modalités de leur mise en œuvre, notamment au moyen d'arrêtés



d'occupation temporaire du domaine public, instruments nécessaires à leur préfiguration. Ces différents projets ne s'appuient pas sur des associations, mais mobilisent plutôt des collectifs d'individus (groupes de voisins ou communautés de pratiques). Ces aménagements, le plus souvent ponctuels, produisent des espaces où les actions de déminéralisation, de végétalisation, de mise en culture des sols avec des engrais organiques, de consommation, voire de redécouverte de légumes anciens refont l'expérience habitante et participent à la diversification de la perception de la nature en ville. Une autre manière d'envisager la fabrique urbaine se dessine progressivement au sein des services techniques municipaux : recours à un outillage léger, souple et frugal en vue d'expérimenter la réversibilité de propositions d'aménagement, mise à l'épreuve de nouvelles formes de participation des citoyens et des usagers à la définition programmatique des espaces publics, etc.

● À partir du milieu des années 2010, on observe une évolution significative : outre la multiplication d'initiatives éparées d'urbanisme de plus en plus souvent qualifiées de « tactiques » (en référence directe aux travaux de M. Lydon, 2011), de grands projets d'aménagement repositionnent la conception des espaces publics au centre des débats sur la ville durable, tout en cherchant à innover dans le design et la prise en compte des temporalités d'usages des espaces publics et des bâtis. Par ailleurs, le processus de métropolisation<sup>2</sup>, qui s'opère à partir de l'année 2015 (suite à la mise en œuvre de la loi Maptam), se traduit par un transfert des compétences en matière d'aménagement des espaces publics à l'échelle intercommunale, induisant ainsi une triple quête de la part des services métropolitains visant à légitimer leur action, définir des méthodes de travail (entre services et entre communes) et mobiliser de nouveaux instruments de gouvernance et de pilotage. Dans cette perspective, Grenoble Alpes Métropole mandate Sonia Lavandinho, consultante et experte en aménagement des espaces publics, afin d'accompagner élus et techniciens dans la définition d'un *Livre blanc* (publié en 2016) destiné à « harmoniser et à améliorer l'aménagement des espaces publics ». Le document se présente comme une méthodologie d'actions et un guide opérationnel suivant trois étapes clés : diagnostic (saisir les usages *in situ*), conception (concevoir des schémas programmatiques, des cahiers d'actions et des arguments ciblés) et *monitoring* (mesurer le changement dans les pratiques et bâtir des argumentaires permettant de mieux disséminer). Rapidement, l'ouvrage s'impose comme un document de référence pour les services internes de la métropole, mais également municipaux. Tel qu'il l'énonce, son objectif est de provoquer un « changement » de référentiels de l'action publique, tout en favorisant une pratique de l'urbanisme à la fois plus expérimentale, plus collaborative (entre services et avec les usagers) et plus inclusive. Une lignée d'aménagements se met alors en place articulant grands projets urbains (esplanade, abbaye) grenoblois d'une part, et projets ponctuels de requalification des espaces publics centraux et périurbains (Cœurs de Ville, cœurs de Métropole) d'autre part. Cette lignée est marquée par la diversité des échelles d'action (micro-espace public, projet de quartier, aménagement

2. Le 1<sup>er</sup> janvier 2015, la Communauté d'agglomération de Grenoble Alpes Métropole est devenue Grenoble Alpes Métropole en regroupant 49 communes et 450 000 habitants.

métropolitain), des acteurs impliqués (habitants, usagers, associations, communes, ville-centre, métropole) et des programmes proposés (végétalisation, animation culturelle, économie sociale et solidaire). Malgré ce caractère bicéphale (ville/métropole), l'analyse de la conduite de ces différents projets montre que se sédimentent progressivement différents apprentissages collectifs croisés (entre élus et entre services techniques) de savoirs (réglementaires, programmatiques, budgétaires) et de savoir-faire (aménagement temporaires et préfigurations d'usages, coconception d'espaces publics, gestion d'hébergements d'urgence, implication des usagers dans le suivi des chantiers ouverts aux publics, donner à voir de nouvelles manières d'aménager les espaces publics, etc.) se sophistiquant au gré des expériences conduites.

● À bien des égards, l'actuel projet GrandAlpe<sup>3</sup> apparaît comme un catalyseur des différentes expérimentations menées depuis 2010 au titre de l'urbanisme tactique. Il constitue l'occasion d'institutionnaliser, à l'échelle d'un grand projet urbain métropolitain, une vision de la fabrique de la ville en transition, une stratégie d'action publique et sa déclinaison opérationnelle et réglementaire. Ainsi que l'indique la documentation technique, « GrandAlpe est l'expression d'une envie de faire différemment, par l'expérimentation de nouvelles manières de fabriquer la ville [...] l'urbanisme tactique devient un outil au service d'une fabrique de la ville en transition »<sup>4</sup>. Catalyseur, le projet l'est également au regard des allers-retours récurrents entre ville-centre et métropole quant à la stabilisation sémantique de ce que recouvre (ou non) la notion d'urbanisme tactique dont il est désormais l'incarnation spatiale. C'est tout particulièrement l'objet de l'accord-cadre émis lors de la délibération 25648 du 11 mai 2021 par la Ville de Grenoble, laquelle pose les fondements d'un urbanisme tactique « à la grenobloise ». Outre sa singularité, ce document propose non seulement une définition, mais précise également l'investissement financier engagé par la Ville de Grenoble, les sites d'implantation envisagés, les principes-cadres pour mettre en œuvre cette démarche à l'aide de la création d'un opérateur local d'urbanisme tactique. En intégrant la démarche d'urbanisme tactique dans le processus de la fabrique urbaine, GrandAlpe est localement considéré comme « un démonstrateur de l'urbanisme transitoire : la métropole souhaite systématiser des démarches de préfiguration participative pour accompagner ces grandes opérations sur l'espace public. Cet urbanisme transitoire visera à améliorer la qualité des projets d'espaces publics réalisés, à accompagner la

3. Fin 2018, les élus de Grenoble Alpes Métropole, en coordination avec les communes de Grenoble, d'Échirolles et d'Eybens, décident de lancer le projet GrandAlpe. Situé au sud de la métropole, ce projet reprend pour partie le périmètre des Villeneuves de Grenoble et d'Echirolles et s'étend sur 400 hectares. Il comprend environ 30 000 habitants, 40 000 emplois et 31 hectares de gisements fonciers en cours d'étude programmatique. Ce projet se compose de plusieurs polarités autour d'un centre commercial, d'une gare et d'un centre de congrès. L'objectif d'ici 2040 est de créer un vaste pôle de développement économique de rang régional, de conforter les pôles culturel et universitaire existants, et de valoriser sa vocation résidentielle.

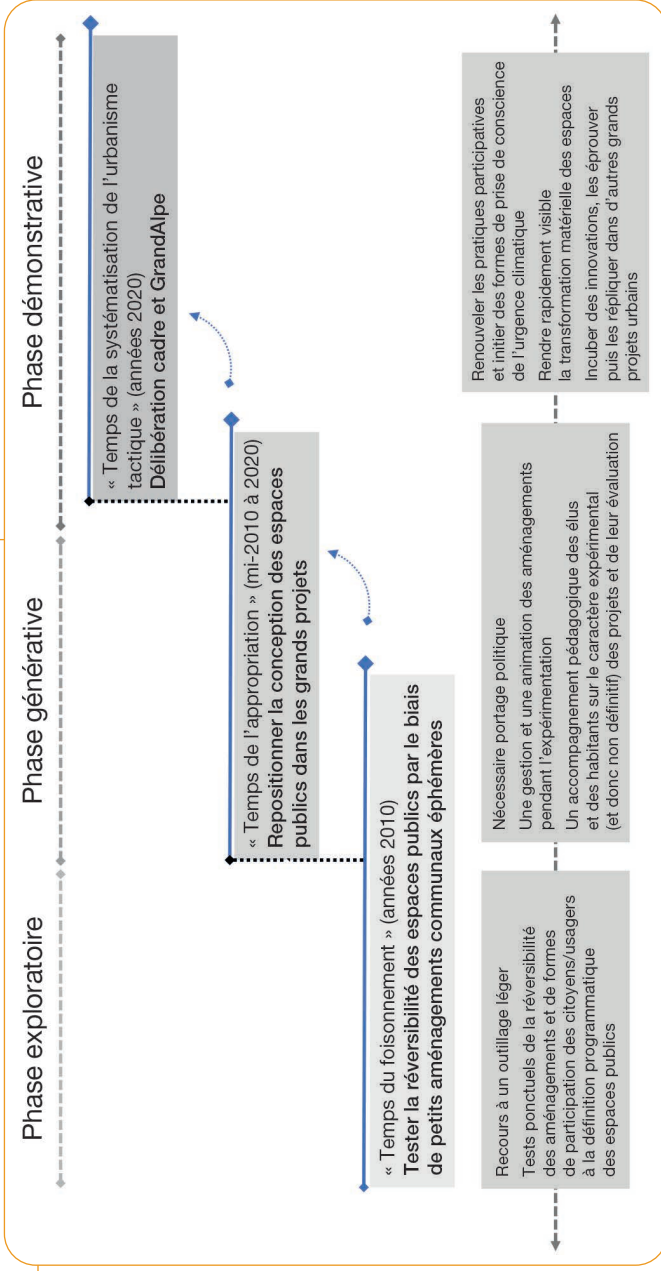
4. Extrait du *Cahier des clauses techniques particulières* dans l'accord-cadre de prestations intellectuelles dont l'objet est la définition, l'organisation, l'animation et la mise en œuvre d'une démarche d'urbanisme tactique pour le projet urbain GrandAlpe, édité par Grenoble Alpes Métropole en 2021.

création de nouveaux usages, et à préfigurer les enjeux de ville-parc avec des opérations de pré-verdissement»<sup>5</sup>. Aujourd'hui en cours de sélection, le prestataire chargé de sa mise en œuvre devra construire une stratégie d'urbanisme tactique, apporter une ingénierie (juridique, réglementaire, financière), porter des études de faisabilité et gérer les installations des projets et leurs désinstallations. Ces différentes expérimentations seront à destination des habitants et des partenaires du quartier (activité économique, culturelle, logement, etc.). Enfin, cet urbanisme tactique s'attaquera autant à la reconfiguration d'une partie du patrimoine bâti vacant (le plus souvent en friche) qu'à celle d'espaces ouverts aujourd'hui en attente d'aménagements. Cette phase d'urbanisme tactique, supposée durer quatre ans, devrait à terme permettre d'identifier lieux et enjeux, méthodes et protocoles du projet d'urbanisme de la ville en transition. Bien qu'à l'origine l'idée d'urbanisme tactique soit le fait de militants issus de la société civile, son caractère souple, agile et frugal (échelle circonscrite, coût réduit et court terme) ne manquera pas de séduire bon nombre de villes (Douay et Prévot, 2016), et plus particulièrement leurs services techniques soucieux tout à la fois de renouveler leurs pratiques participatives, de rendre visible rapidement la transformation de certains de leurs espaces (souvent situés au sein de territoires hors marché, hors ZAC, hors périmètres d'action en général) et d'initier des formes de prises de conscience de l'urgence climatique, le tout dans un contexte d'austérité budgétaire et d'inflation des normes juridiques. Ainsi la philosophie de la transition s'entiche-t-elle assez bien de « l'urbanisme tactique », tant il est vrai qu'il propose un mode d'agir adapté à ces territoires sans projet défini et stabilisé, qu'il s'attache à l'existant et qu'il s'appuie sur les forces vives à disposition, parmi lesquelles figurent bien évidemment ceux qui habitent, principaux concernés par l'évolution de leur cadre de vie. De la même manière, le caractère transversal et léger de la démarche (dont les objectifs sont souvent raisonnables et ponctuels : débitumer, déminéraliser, végétaliser, s'amuser, etc.) permet de se concentrer sur les espaces du quotidien (espaces verts, cours d'école, carrefours, pistes cyclables, etc.), et non exclusivement sur les espaces d'exception (à l'image de la lignée post-carbone). Dès lors, l'on comprend mieux pourquoi la culture du test imprime tant cette modalité nouvelle de la fabrique urbaine. Investie d'une véritable capacité de réversibilité, de préfiguration (éventuelle) et de mise en visibilité du changement, ce qui souvent s'apparente à une simple incantation produit malgré tout nombre d'apprentissages collectifs dont nous avons pu montrer qu'ils pouvaient contribuer à asseoir une véritable lignée (figure 12.2), laquelle s'édifie depuis un peu plus d'une dizaine d'années. La question qui se pose aujourd'hui quant aux perspectives d'avenir est triple : comment soutenir économiquement une frugalité somme toute coûteuse pour les collectivités (l'urbanisme tactique prend énormément de temps, d'énergie, et nécessite en réalité une ingénierie lourde et une grande capacité de coordination de la part des multiples services qu'il convoque) ? Comment éviter l'écueil d'une trop grande normalisation telle qu'elle semble se systématiser à GrandAlpe ? Comment réarticuler le projet de l'urbanisme tactique avec l'écriture des documents de planification ?

---

5. *Ibid.*

Figure 12.2. Lignée de la ville en transition (source : Ambrosino, 2023).



À l'échelle du continuum que constitue cette seconde lignée, trois phases expérimentales se succèdent. Une première phase « exploratoire » où, de manière non coordonnée, nombre de services municipaux foisonnent d'initiatives éphémères vouées à tester la réversibilité des espaces publics et collectifs. Une deuxième phase « générative » voit se répliquer, selon des modalités diverses, méthodes et dispositifs tant à l'échelle de la ville-centre qu'à celle de petites communes périurbaines. Une troisième phase « démonstrative » semble aujourd'hui se stabiliser autour du projet GrandAlpe, désormais identifié comme « démonstrateur » consacré de l'urbanisme tactique grenoblois et fer-de-lance des politiques (urbaines) de la ville en transition.

## Conclusion

Enfin, que retenir de ces deux lignées ? Tout d'abord, qu'elles n'épuisent pas l'analyse des politiques urbaines grenobloises conduites au nom de la durabilité et des transitions, loin de là. D'autres trajectoires, d'autres continuums expérimentaux coexistent et mériteraient la même attention. Simplement, ces deux lignées illustrent assez bien la diversité des modes d'appropriation et de (re)définition par les acteurs d'un même territoire d'un panel assez varié de politiques publiques. On le voit bien, la nature des expérimentateurs (opérateurs, collectivités ou habitants), celle des entités expérimentales (services urbains, dispositifs techniques, usages) mises à l'épreuve et les manières de « laboratoriser » la ville (bâtiment performant, écoquartier, espace public) influent largement sur la poursuite d'un continuum expérimental, et sur les formes d'apprentissages et de savoirs accumulés et mobilisables qu'il génère (Laurent, 2019). Par ailleurs, si l'on peut constater que les méthodes de l'expérimentation sont bel et bien sorties des laboratoires, plane néanmoins le risque permanent du confinement des publics pour lesquels elles sont conduites (autour de deux idéaux types à Grenoble : le « monde de l'ingénierie et du marché » d'un côté et celui « militantisme citoyen » de l'autre). Hybrider les audiences de nos deux lignées d'aménagement constituerait probablement le meilleur moyen d'éviter leur antagonisation, au demeurant problématique, et permettrait peut-être de dépasser cette opposition trop stérile – quoique croissante – entre démocratie et choix techniques à l'heure de l'urgence écologique.

## Bibliographie

- Ambrosino C., 2016. Metropolis follows fiction : trois villes créatives à l'épreuve de leur récit. In Le Bras, D., Seigneuret, N., Talandier, M., *Métropoles en chantiers*, Paris, Berger-Levrault.
- Ambrosino C., 2022. *La métropole géographique et ses urbanismes. Grenoble ou l'art (oublié) d'habiter la plaine*, Paris, Éditions Autrement, 128 p.
- Ambrosino C., 2023. *Villes en transitions ? Les fondements permaculturels de l'urbanisme du futur*, Grenoble, PUG, 10 p.

- Ambrosino C., Novarina G., 2015. L'indépassable « laboratoire grenoblois » ? *Métropolitiques*, [en ligne].
- Ansell C.-K., Bartenberger M., 2016. Varieties of experimentalism. *Ecological Economics*, 130 (C), 64-73. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.05.016>
- Arab N., 2018. Pour une théorie du projet en urbanisme. *Revue européenne des sciences sociales*, [en ligne], 56-1. <https://doi.org/10.4000/ress.4050>
- Audier S., 2020. *La cité écologique : pour un éco-républicanisme*, Paris, La Découverte, 752 p. (coll. Sciences humaines).
- Beal V., Epstein R., Pinson G., 2015. La circulation croisée. Modèles, labels et bonnes pratiques dans les rapports centre-périphérie. *Gouvernement et action publique*, 3 (3), 103-127. <https://doi.org/10.3917/gap.153.0103>
- Boumazza N., 1997. Grenoble, un mythe urbain moderne. *Revue de géographie alpine*, 85 (4), 175-185.
- Bruneteau B., 1998. Le mythe de Grenoble des années 1960 et 1970, un usage politique de la modernité. *Vingtième Siècle*, 58, 111-126.
- Bulkeley H., Castan-Broto V., 2012. Government by experiment? Global cities and the governing of climate change. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 38 (3), 361-375. <https://doi.org/10.1111/j.1475-5661.2012.00535.x>
- Bureau M.-C., Sarfati F., Simha J., Tuchsirer C., 2013. L'expérimentation dans l'action publique. *Travail et emploi*, 135, 41-55. <https://doi.org/10.4000/travailemloi.6070>
- Bobroff J., 2011. *La Caserne de Bonne à Grenoble : projet emblématique d'un développement durable à la française*, PUCA, Paris, 81 p.
- Cauchard L., Sole-Pomies R., Bonin O., 2020. Expérimentations urbaines et formes de répliquabilité des projets innovants. *K@iros*, [en ligne], 4. <http://revues-msh.uca.fr/kairos/index.php?id=447>
- Chesnel K., Devisme L., 2020. La ville en mode « démonstrateur urbain » : learning from Nantes City Lab. *Riurba*, [en ligne], 9.
- Denis J., Garnier N., 2022. Une expérimentation urbaine en temps de pandémie : les coronapistes à Paris. In H. Dumez, B. Loveluck, A. Mallard (eds), *Innover en temps de crise. Réactions et adaptations face à la crise du Covid-19*, Presses des Mines, 165-174.
- Dewey J., 2011. *Démocratie et éducation*, suivi de *Expérience et éducation*, Paris, Armand Colin, 516 p.
- Douay N., Prévot M., 2016. Circulation d'un modèle urbain « alternatif » ? *EchoGéo*, [en ligne], 36. <https://doi.org/10.4000/echogeo.14617>
- Dumont M., 2013. L'expérimentation en aménagement : action publique, dynamiques sociales. Habilitation à diriger des recherches en aménagement et urbanisme, vol. 2, université de Lille.
- Epstein R., 2005. Gouverner à distance. Quand l'État se retire des territoires. *Esprit*, 11, 96-111.
- Evans J., Karvonen A., Raven R., 2016. *The Experimental City*, Routledge, 280 p.
- Evans J., Vácha T., Kok H., Watson K., 2021. How cities learn: From experimentation to transformation. *Urban Planning*, 6 (1), 171-182.
- Grossetti M., 1995. *Science, industrie et territoire*, Toulouse, Presses universitaires du Mirail, 312 p.
- Halpern C., Lascoumes P., Le Galès P., 2014. *L'instrumentation de l'action publique : controverses, résistances, effets*, Paris, Presses de Sciences Po (coll. Gouvernances).
- Joly J., 1995. *Formes urbaines et pouvoir local. Le cas de Grenoble des années 60 et 70*, Toulouse, Presses universitaires du Mirail.
- Karvonen A., Heur B. van, 2014. Urban laboratories: Experiments in reworking cities. *International Journal of Urban and Regional Research*, 38 (2), 379-392. <https://doi.org/10.1111/1468-2427.12075>

- Krauz A., 2014. Les villes en transition, l'ambition d'une alternative urbaine. *Métropolitiques*, [en ligne].
- Labussière O., 2015. La performance énergétique des bâtiments à l'ère des politiques européennes de démonstration. Le cas du programme CONCERTO et du projet de la ZAC De Bonne (Grenoble, France). *Vertigo*, 14 (3). <https://doi.org/10.4000/vertigo.15671>
- Laurent B., 2019. Innovation for whom? City experiments and the redefinition of urban democracy. In Lechevalier S. (éd.), *Innovation beyond Technology*, Londres, Springer, 265-283.
- Laurent B., Pontille D., Talvard F., 2019. La politique des expérimentations urbaines. Innovation technologique et transformations des villes à Singapour et San Francisco. In Courmont A., Le Galès P. (éd.), *Gouverner la ville numérique*, Paris, PUF, 47-67.
- Lavandinho S., 2016. *Livre blanc : harmoniser et améliorer l'aménagement des espaces publics*, Grenoble Alpes Métropole.
- Leprêtre N., 2019. Innover dans la ville par l'expérimentation. Les démonstrateurs urbains comme instrument de gouvernement à distance de politiques énergétiques territorialisées. *Gouvernement et action publique*, 8 (3), 9-33. <https://doi.org/10.3917/gap.193.0009>
- Lévy A., 2009. La « ville durable ». Paradoxes et limites d'une doctrine d'urbanisme émergente. Le cas Seine-Arche. *Espri*, 12, 136-153. <https://doi.org/10.3917/espri.912.0136>
- Lydon M., 2011. *Tactical Urbanism, Short-Term Action, Long-Term Change*, vol. 1, New York, The Street Plans Collaborative, 54 p.
- Marquet M., 2018. Les modèles d'îlots/quartiers à système énergétique local bas-carbone : fondamentaux techniques et économiques, conditions institutionnelles de mises en œuvre et conséquences pour les modes de vie. Thèse en économies et finances, université Grenoble-Alpes, 353 p.
- Millo Y., Lezaun J., 2006. Regulatory experiments: Genetically modified crops and financial derivatives on trial. *Science and Public Policy*, 33 (3), 179-190.
- Novarina G., Seigneuret N., 2015. Fabriquer l'Écocité. In Novarina G., Seigneuret N. (éd.), *De la technopole à la métropole ? L'exemple de Grenoble*, Paris, Le Moniteur, 232 p.
- Novarina G., Seigneuret N., 2018. Stratégies territoriales de transition énergétique : vers de nouveaux systèmes de coordination des acteurs et de valorisation des ressources locales? *Riurba*, 5.
- Ramirez-Cobo I., Zepf M., 2022. Expérimenter et valoriser les incertitudes dans le projet urbain : des instruments pour le changement en urbanisme? Le cas du projet de l'Esplanade à Grenoble. In Arab N. (éd.), *Urbanisme et changement. Injonctions, rhétorique ou nouvelles pratiques?*, PUM.
- Saez G., 2018. Grenoble, capital of the Alps, innovative city. An innovation-led territorial regime. In Van Damme I., De Munck B., Miles A. (eds), *Cities and Creativity from the Renaissance to the Present*, New York, Routledge.
- Schön D.A., 1994. *Le praticien réflexif. À la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*, Québec, Les éditions Logiques, 418 p.
- Sengers F.-H., 2014. The role of experiments in sustainability transitions: A systematic literature review. In *Experimental Developments*, presented at the AAG Annual Meeting, 27-29 août 2014, Chicago, États-Unis.
- Theys J., Vidalenc E., 2013. *Repenser les villes dans la société post-carbone*, Ademe/Medde, 302 p.
- Villalba B., Melin H., 2022. Expérimentations de transition écologique. *Développement durable et territoires*, [en ligne], 13 (1). <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.20007>





# 13. Les trajectoires ZAN au cœur des politiques territoriales

Anne Lefranc, Marie Racine

ZAN : zéro artificialisation nette. Ces trois mots font désormais partie intégrante du quotidien des acteurs des politiques publiques urbaines et des professionnels de l'aménagement territorial. Prôné comme un nouveau paradigme d'aménagement, le ZAN prolonge une réflexion entamée dès la loi Solidarité et renouvellement urbain (SRU) en 2000 sur la réduction de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers (ENAF). Pourtant, malgré deux décennies visant à limiter l'étalement urbain, l'artificialisation des sols poursuit sa progression, ainsi que le déclin de la biodiversité de manière irréversible. C'est dans ce contexte que l'objectif ZAN a été inscrit en 2018 dans le Plan biodiversité, issu de l'objectif européen visant à enrayer la dégradation des sols. En moyenne, plus de 20 000 hectares d'ENAF sont consommés chaque année. Les conséquences sont préjudiciables sur plusieurs plans : social, économique, et évidemment écologique. Les conséquences de l'étalement urbain sont connues et documentées (Grisot, 2020 ; Marchal et Stébé, 2018), et engendrent déséquilibres territoriaux et fractures socio-spatiales, consommation de ressources et émissions de gaz à effet de serre (GES) et polluants associés, perte de biodiversité et de résilience face au changement climatique (perte de fonction du stockage de carbone des sols, dégradation de la gestion des eaux pluviales et ruissellement, inondations, etc.), ainsi que réduction des terres fertiles, naturelles, forestières et des surfaces agricoles.

La loi Climat et Résilience promulguée en août 2021, faisant écho aux travaux de la Convention citoyenne pour le climat, donne un cadre solide et partagé avec une définition de l'artificialisation et des objectifs temporels. Elle fixe deux objectifs à des horizons différents : réduction de 50 % du rythme de consommation des espaces d'ici 2031 et absence d'artificialisation nette avec l'objectif ZAN à l'horizon 2050. L'artificialisation y est définie comme « l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage » (article 192, loi Climat et Résilience). Elle se différencie de l'artificialisation nette des sols, qui est définie comme le « solde de l'artificialisation et de la renaturation des sols constatées sur un périmètre et une période donnés ».

Les trajectoires ZAN doivent permettre aux territoires d'atteindre ces deux objectifs à 2031 et 2050, le « nette » du ZAN étant le point d'arrivée : la « trajectoire permet d'aboutir à l'absence de toute artificialisation nette des sols, ainsi que, par tranches

de 10 années, un objectif de réduction du rythme d’artificialisation» (article 194, loi Climat et Résilience). Cette trajectoire devra être déclinée entre les différentes parties du territoire régional.

Les territoires sont désormais en première ligne pour intégrer cette trajectoire de ZAN dans leur planification régionale (schéma régional d’aménagement, de développement durable et d’égalité des territoires, Sraddet) et locale aux différentes échelles (schéma de cohérence territoriale, SCoT, plan local d’urbanisme intercommunal, PLUi, notamment). À l’heure actuelle, les modalités permettant de tracer ces trajectoires territorialisées questionnent encore beaucoup. Si certains y voient une tentative de logique comptable centralisée, le ZAN représente une opportunité de fonder un nouveau paradigme d’aménagement plus durable et respectueux du vivant. En effet, le ZAN invite à repenser les fonctions écologiques des sols et leurs services écosystémiques et à les mettre au cœur des politiques et de la planification territoriale. Il se situe à la croisée des enjeux d’atténuation et d’adaptation au changement climatique, et de préservation de la biodiversité. Il charrie également des implications sociales et économiques pour les territoires qui sont contraints de repenser leurs modèles de développement territorial et économique à l’aune de la sobriété foncière. Le ZAN implique par ailleurs la réflexion et la mise en place de nouvelles solidarités et coopérations territoriales, et invite ainsi au débat démocratique entre acteurs des territoires (élus, professionnels de l’aménagement, entreprises, citoyens). C’est tout le défi du ZAN que de réussir à impulser des dynamiques pour permettre à tous les territoires, qu’ils soient ruraux, périurbains ou urbains, d’être moteurs de sobriété et désirables.

Traduire et adopter des trajectoires ZAN à l’échelle territoriale représente une réelle opportunité d’engager ou d’accélérer la transition écologique à travers des leviers tels que la sobriété foncière et la renaturation. Toutefois, la mise en œuvre du ZAN est sensible et suscite des questionnements et des difficultés (politiques, techniques et financières) dans les territoires qui craignent une dégradation de leur attractivité économique et de leurs ressources financières, après des décennies d’une fiscalité favorable à l’étalement urbain. Les initiatives visant à tracer ces trajectoires ZAN restent encore balbutiantes et nécessitent d’être expérimentées.

Ce chapitre aborde l’échelle de la planification du ZAN. Il vise notamment à donner quelques grands prérequis aux territoires pour tracer des trajectoires ZAN adaptées à leurs spécificités, à leurs ressources et à leurs besoins.

### **Penser le ZAN au service d’un projet de territoire durable**

Pour répondre aux enjeux du siècle sur le climat et la préservation de la biodiversité, le ZAN est un défi de taille pour les territoires. Pour l’atteindre, il sera nécessaire de décentrer la réflexion d’une logique purement arithmétique à une approche englobant

l'ensemble des enjeux territoriaux (logement, mobilité, etc.) et promouvant les services écosystémiques apportés par une politique ambitieuse de préservation des sols et de lutte contre leur artificialisation.

## **I De l'objectif national ZAN vers des trajectoires différenciées et territorialisées**

### **Loi Climat et Résilience et territorialisation des trajectoires ZAN**

La planification territoriale porte de longue date les enjeux de la protection des espaces et des continuités écologiques. Depuis 2010, la loi Grenelle de l'environnement II est venue renforcer le rôle des SCoT et des PLU dans la gestion économe des espaces naturels, agricoles et forestiers.

Si le principe de la gestion économe de l'espace était inscrit dans la loi depuis plus de vingt ans, la loi Climat et Résilience accélère la lutte contre l'artificialisation des sols en introduisant les définitions de l'artificialisation et du ZAN et en fixant une trajectoire de ZAN nationale, qui doit être territorialisée. Selon la loi, « afin d'atteindre, en 2050, l'objectif d'absence de toute artificialisation nette des sols, le rythme de l'artificialisation des sols dans les dix années suivant la date de promulgation de la loi doit être tel que, sur cette période, la consommation totale d'espace observée soit inférieure à la moitié de la consommation d'espace observée sur les dix années précédant cette date » (article 191). La loi fait donc entrer la notion de trajectoires ZAN dans les politiques publiques en inscrivant la réduction du rythme de consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers de 50 % entre 2021 et 2031, puis l'atteinte du zéro artificialisation nette en 2050 à l'échelle nationale. Les trajectoires ZAN seront territorialisées et déclinées progressivement dans les documents de planification urbaine (Srdet, SCoT, PLUi). D'après la loi Climat et Résilience, la renaturation d'un sol (ou désartificialisation) consiste en toute action ou opération visant à restaurer ou à améliorer la fonctionnalité d'un sol ayant pour effet de transformer un sol artificialisé en sol non artificialisé (article 192, 2021). La définition législative de l'artificialisation, et en miroir celle de la désartificialisation, amorce un véritable changement de vision de la ressource « sol » avec la notion de multifonctionnalité des sols.

### **Le ZAN : d'une vision foncière monolithique à une vision multifonctionnelle**

La loi Climat et Résilience permet de passer d'une vision surfacique en 2D à une vision en 3D des sols : le sol et le sous-sol sont reconnus comme un milieu vivant rendant des services aux écosystèmes. Si la vision en 2D est nécessaire au développement des territoires et représente le foncier en tant que support pour la construction de bâtiments et d'infrastructures au travers d'un changement d'affectation des sols, la vision en 3D introduit une dimension supplémentaire avec la notion de sols vivants et leurs potentiels écologiques, hydriques et agricoles. « Les sols sont vivants, ils se forment lentement, sous l'action des milliards d'organismes vivants, de l'eau et du climat, à partir de la décomposition des résidus végétaux et de l'altération des roches » (Ademe, 2022b).

Cette définition des sols, plus holistique, remet au cœur de l'aménagement territorial la notion de sol vivant. Les services écosystémiques représentent les services dont bénéficient les sociétés humaines grâce aux écosystèmes, afin de répondre à leurs besoins et d'assurer leur bien-être. Ces services dépendent directement des fonctions écologiques des sols (encadré 13.1), au sens de leurs interactions entre les composantes physiques, chimiques et biologiques, et dépendent étroitement de l'usage des sols (Ademe, 2022b). Les sols rendent quatre grands types de services : régulation (régulation de la qualité de l'air, régulation du climat local, stockage de carbone, régulation des flux d'eau, régulation de l'érosion), approvisionnement (fourniture de biomasse alimentaire et non alimentaire), soutien (support de biodiversité) et récréatifs ou culturels (patrimoine, loisirs, paysages) (FAO ; Ademe, 2022b). La capacité des sols à rendre des services écosystémiques est largement conditionnée par leur qualité et leur santé (figure 13.1).

**Figure 13.1. Identification des services écosystémiques rendus par les sols** (source : La Fresque du sol, Calvaruso, 2023).



### Encadré 13.1. Le projet MUSE : intégrer la multifonctionnalité des sols dans les documents d'urbanisme

Le projet MUSE a permis de développer une méthodologie visant à intégrer la multifonctionnalité des sols à toutes les étapes d'élaboration et de révision d'un PLUi, et notamment pour le diagnostic territorial. L'étude de quatre fonctions (régulation du cycle de l'eau, production de biomasse, réservoir de carbone et réservoir de biodiversité) donne lieu à des cartes de monofonctionnalité, croisées ensuite en une unique carte de multifonctionnalité potentielle. Dans l'espace urbain, en raison d'un manque de données, l'analyse se base sur le concept de « pleine terre », définie comme la « capacité d'un sol à exercer tout ou partie des fonctions associées à un sol naturel ».

Source : <https://bibrairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/5415-muse-integrer-la-multifonctionnalite-des-sols-dans-lesdocuments-d-urbanisme.html>

La loi Climat et Résilience introduit juridiquement la notion de multifonctionnalité des sols à travers sa définition de l'artificialisation comme « toute altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol ».

Conformément à la loi Climat et Résilience, un changement de sémantique et de comptabilisation adviendra à partir de 2031, avec l'introduction de la notion d'artificialisation qui remplacera celle de la consommation d'ENAF (article 191). On note également l'apparition du bilan ZAN, qui représente le solde entre les flux d'artificialisation et de renaturation. Plus qu'un changement purement comptable, l'esprit de l'artificialisation est différent de la consommation d'espaces et introduit la notion de multifonctionnalité des sols.

En pratique, ce changement d'approche soulève de nombreuses questions, comme l'illustre le difficile consensus autour de la définition de l'artificialisation et de sa mise en œuvre opérationnelle<sup>1</sup>. L'artificialisation des sols reste encore trop souvent réduite au sujet de la préservation des terres agricoles, bien que le sujet soit incontestablement crucial pour nourrir la population (sachant que deux tiers des terres artificialisées entre 2006 et 2014 étaient agricoles). Toutefois, cette conception tend à occulter le fait que les surfaces « à usage de culture » peuvent abriter des pratiques agricoles intensives en partie responsables de la perte de biodiversité, du tassement des sols et de la perte de matière organique (qui favorise le stockage de carbone dans les sols), limitant donc la multifonctionnalité des sols.

1. Par exemple, la nomenclature issue du décret paru le 29 avril 2022 qui classe certaines carrières en espaces non artificialisés a été controversée sur ce point, en raison de l'exploitation des ressources qui implique un décapage des terres avec un impact sur les sols.

## ■ Le ZAN, au-delà d'une approche comptable : vers une approche globale de la santé des écosystèmes

L'objectif pour les territoires d'élaborer des trajectoires ZAN questionne les pratiques et les modèles d'aménagement et génère une dynamique favorable à la transition vers un modèle durable, désirable et préservant le vivant.

Le ZAN a encore tendance à être abordé selon une approche comptable, avec une construction théorique autour du « nette » impliquant une compensation entraînant un risque d'être dévoyée et de minorer les changements structurels dans les manières d'aménager. Le ZAN peut aussi être envisagé comme une opportunité de renouveler et de changer le modèle unique d'aménagement basé sur l'étalement urbain et d'approcher de manière systémique le développement territorial. Le ZAN fait notamment écho à d'autres enjeux tels que l'atténuation et l'adaptation au changement climatique, en favorisant la protection de la biodiversité et les services écosystémiques rendus par les sols *via* des politiques de sobriété foncière et de renaturation.

En promouvant la sobriété foncière, le ZAN appelle à une déconstruction d'un modèle dépendant des énergies fossiles, grâce notamment à la réduction des distances entre habitats, emplois et services publics. En effet, les formes urbaines actuelles, qui privilégient l'étalement urbain et le mitage des espaces, sont fortement émettrices en carbone. Les changements d'affectation des sols influencent également les capacités d'atténuation. En France, on estime le niveau de carbone stocké dans les 30 cm supérieurs des sols à 3 à 4 milliards de tonnes<sup>2</sup> (Ademe, 2018). À l'échelle planétaire, ils constituent un puits de carbone<sup>3</sup> majeur (après l'océan et les roches sédimentaires) et contiennent trois à quatre fois plus de carbone que celui présent dans l'atmosphère. Le potentiel de séquestration de carbone varie fortement selon l'occupation du sol (encadré 13.2) : les sols artificialisés captent naturellement moins de carbone, alors que les forêts, suivies des prairies, ont une forte fonction de stockage de carbone, de l'ordre d'environ 80 tC/ha (Ademe, 2018). La préservation des sols contribue donc directement à l'atténuation du changement climatique par leur fonction de puits de carbone naturel et leur rôle de support de végétation, elle-même captant du carbone (Deshayes, 2022).

À l'échelle urbaine, la renaturation contribue également aux objectifs climatiques. Pour rappel, la végétalisation et les sols en bonne santé (« non scellés » ou non imperméabilisés) permettent d'agir sur la séquestration des GES, bien que cela ne suffise pas à compenser les émissions anthropiques. De surcroît, les sols urbains non artificialisés participent à l'adaptation des villes au changement climatique grâce aux services de régulation rendus, tels que les impacts positifs sur le rafraîchissement urbain et la gestion des eaux pluviales. La renaturation en ville a un impact sur la réduction du phénomène d'îlot de chaleur urbain. Les espaces végétalisés contribuent à rafraîchir l'air ambiant grâce à trois phénomènes : l'ombrage, l'évapotranspiration

2. Selon les données de la plateforme Global Carbon Atlas, les émissions de carbone de la France en 2022 s'élevaient à environ 306 millions de CO<sub>2</sub> eq.

3. Un puits de carbone naturel est un réservoir qui capte davantage de carbone qu'il n'en émet.

### Encadré 13.2. ALDO, évaluer le carbone des sols et des forêts

L'Ademe a développé un outil, ALDO, pour permettre aux collectivités d'estimer la quantité de carbone séquestrée en termes à la fois de stock et de flux au sein des sols, en se basant sur les données disponibles relatives au changement d'affectation des sols, à la dynamique forestière et aux modes de gestion des milieux.

L'outil fournit des estimations pour :

- l'état des stocks de carbone organique des sols, de la biomasse et des produits bois en fonction de l'aménagement de son territoire (occupation du sol);
- la dynamique actuelle de stockage ou de déstockage liée aux changements d'affectation des sols, aux forêts et aux produits bois en tenant compte du niveau actuel des prélèvements de biomasse;
- les potentiels de séquestration nette de CO<sub>2</sub> liés à diverses pratiques agricoles pouvant être mises en place sur le territoire.

Source : <https://aldo-carbone.ademe.fr/>

et la réflexion des rayons du soleil (Ademe, 2018). À titre d'exemple, l'ombrage peut apporter une baisse de température allant de 3 à 5 °C pour un piéton. La présence d'eau dans les sols est indispensable pour garantir l'évapotranspiration qui contribue à rafraîchir l'air ambiant.

Par ailleurs, l'urbanisation croissante et l'artificialisation des sols sont des déterminants majeurs de l'érosion de la biodiversité (Branchu *et al.*, 2022). Les sols artificialisés ne permettent plus d'abriter les organismes du sol et d'assurer la conservation de la biodiversité et des écosystèmes terrestres. Le ZAN représente une opportunité de taille pour (re)penser des modèles d'aménagement du territoire, respectueux de la biodiversité et des sols, en recréant des continuités et des corridors écologiques, en s'appuyant notamment sur les trames vertes et bleues.

Le ZAN peut également être perçu comme une opportunité de contribuer à rendre la ville dense, durable et désirable (Ademe, 2022a). D'après un sondage de l'ObSoCo réalisé en 2022, les villes compactes et denses ne correspondent pas aux aspirations majoritaires des Français, qui plébiscitent un modèle de « ville-nature ». Végétalisation et renaturation des villes répondent à une forte attente des citoyens qui, pour beaucoup, aspirent à vivre en contact étroit avec des espaces de nature à même de rendre la densité acceptable. Les bienfaits de la nature en ville sur le plan de la santé et du bien-être sont désormais prouvés (Ademe, 2021) : amélioration des performances cognitives, réduction du stress et des risques de maladies respiratoires et musculosquelettiques.

Dès lors, le ZAN doit sortir de l'impasse et des débats cantonnés à une simple logique comptable autour de la consommation d'espaces pour embrasser l'ensemble des enjeux climatiques, écologiques, sociaux, économiques posés par l'aménagement du territoire. Il offre également une opportunité pour travailler de manière qualitative en se fondant sur les fonctions écologiques des sols et sur les impacts sociétaux du ZAN sur les modes de vie, d'habiter, de se nourrir, de se déplacer, etc.

## Vers une planification territoriale porteuse de changement du modèle d'aménagement

Une autre manière de lire et de traduire l'objectif ZAN est d'appliquer la séquence éviter-réduire-compenser (ERC) à l'échelle territoriale. Si elle est aujourd'hui davantage utilisée à l'échelle du projet, elle peut également s'appliquer à la planification (Bigard et Leroy, 2020) dans une perspective de stratégie écologique territoriale. L'évitement prend tout son sens au niveau de la planification, puisqu'il s'agit d'anticiper les choix d'aménagement pour éviter les zones où les enjeux écologiques sont les plus forts et réfléchir aux besoins d'un territoire. L'évitement passe par un « renoncement » et se traduit essentiellement par des efforts de renouvellement urbain, de réutilisation et de reconversion des friches et des bâtiments, de réaménagement des espaces déjà artificialisés, de densification et d'intensification des usages. La réduction, quant à elle, vise à adapter le tissu urbain de manière à réduire les impacts négatifs sur les sols (Berté, 2020). La compensation doit intervenir en dernier recours. La compensation, bien que le terme puisse sembler réducteur dans le cadre de la planification, peut s'apparenter aux efforts de renaturation, dans l'objectif de « refonctionnaliser » ou de rendre une ou des fonctions aux sols. La mobilisation de la séquence ERC apparaît comme l'un des leviers majeurs pour bâtir des trajectoires ZAN dès lors qu'on sort d'une logique purement comptable et qu'on adopte une approche qualitative sur la multifonctionnalité des sols. Cette partie se concentrera essentiellement sur les deux piliers de la stratégie d'élaboration des trajectoires ZAN pour les territoires, à savoir la sobriété foncière et la renaturation dans l'esprit d'une séquence ERC.

### ■ Fédérer autour de l'urbanisme circulaire et de la sobriété foncière

L'urgence climatique et les enjeux de la transition écologique induisent un changement d'approche dans la manière de concevoir les territoires et les villes en consacrant la notion de sobriété. Ainsi, la sobriété foncière est la clé de voûte du ZAN en raison de la nature non renouvelable des sols. Dans une démarche d'urbanisme circulaire (Grisot, 2020), « refaire la ville sur la ville », plutôt que l'étendre, doit passer par l'intensification des usages, la transformation des bâtiments existants, la densification et le recyclage des espaces déjà urbanisés (encadré 13.3).

Tout d'abord, la sobriété foncière doit s'appuyer en priorité sur l'intensification des usages et une optimisation des espaces déjà existants. Elle peut à son tour s'appuyer sur la mutualisation des espaces et sur un travail de chronotopie basé sur l'aménagement du temps des villes et ses usages. Par exemple, l'utilisation d'un espace en dehors de ses heures de fonctionnement habituel, comme les cours d'école Oasis à Paris, participe à l'intensification des usages et permet d'offrir un accès à des aménités environnementales en ville, alors qu'une partie de la population vit dans des logements exigus et sans espace vert à proximité. L'intensification ou la diversification des usages,



en créant des espaces d'activités mixtes, permettent également de limiter la vacance et ainsi le besoin de nouvelles constructions. La remise sur le marché de logements vacants contribue directement à l'objectif ZAN en proposant une nouvelle offre de logements sans artificialisation, tout en apportant des bénéfices en matière de revitalisation des centralités dans les zones détendues, de production d'une offre de logement abordable en zone tendue, et de rénovation énergétique. En outre, les politiques de revitalisation urbaine – qui passent par la réhabilitation du bâti existant, des logements et des commerces vacants – apparaissent comme l'un des éléments de réponse aux problématiques socio-économiques qui touchent les centres-villes et les bourgs des moyennes et petites villes en déprise. Les dispositifs nationaux tels qu'Action cœur de ville (ACV) ou Petites villes de demain (PVD), pilotés par l'Agence nationale de la cohésion des territoires, permettent de mener conjointement une politique de sobriété foncière et de revitalisation des territoires. En effet, à l'aide d'outils juridiques et fiscaux (par exemple Opération de revitalisation de territoire, ORT, et dispositif Denormandie dans l'ancien) et d'un appui technique et financier, les collectivités peuvent s'engager dans des actions de lutte contre la vacance des logements et des locaux commerciaux, la réhabilitation de l'habitat dégradé, la mobilisation des friches, etc.

La transformation et la réhabilitation du bâti existant, tout comme la densification des espaces déjà artificialisés, sont essentielles dans une démarche de sobriété foncière. En effet, aménager de manière sobre conduit à limiter le recours à la construction neuve en extension<sup>4</sup>. Le travail sur l'existant et la réhabilitation doit devenir le nouveau paradigme d'aménagement en permettant de concevoir des modèles à la fois plus durables et plus respectueux des sols, tout en réalisant des gains énergétiques. La sobriété se traduit alors par plusieurs leviers, comme le renouvellement urbain, le recyclage de friches urbaines et industrielles ou la reconversion des bâtiments, tous ces gisements fonciers devant être mobilisés en priorité.

La densification horizontale et verticale est aussi un facteur clé de la sobriété foncière. La surélévation des bâtiments est l'une des réponses à la nécessité de concilier limitation de l'artificialisation, rareté du foncier et production de nouveaux logements. La densification horizontale, à travers la densification pavillonnaire ou la mobilisation des interstices, contribue également à l'objectif ZAN. Le *Build in my backyard* (Bimby) en est une illustration. Le Bimby s'apparente à une division parcellaire qui vise à construire de nouveaux logements chez des habitants n'utilisant pas entièrement leur terrain. Elle permet une densification plus « douce » issue d'une démarche volontaire qui joint les intérêts des particuliers aux intérêts de la collectivité (Aucame, 2013). Par exemple, le SCoT des Vosges centrales a produit 205 logements à l'échelle de son territoire en mettant en place une action Bimby, avec un accompagnement de la population pour garantir une urbanisation de qualité. Au niveau de la planification, il est recommandé de s'appuyer sur les documents d'urbanisme pour accélérer la densification et la

4. À l'échelle nationale, l'artificialisation des sols est essentiellement portée par l'habitat individuel et pavillonnaire (67% de la consommation d'ENAF liée à l'habitat et 42% à l'habitat individuel).

sobriété foncière. Par exemple, Rennes Métropole a effectué une modification de son PLUi en jouant sur le zonage réglementaire pour limiter l'ouverture de certaines zones à l'urbanisation et en dépassant le coefficient de densité minimale visé par le SCoT.

### Encadré 13.3. Expérimentation « objectif ZAN » : l'exemple du Creusot Montceau-les-Mines

L'Ademe accompagne depuis 2022, au travers de l'expérimentation « Objectif ZAN », 22 territoires en marche vers l'objectif ZAN dans leur stratégie territoriale et d'aménagement opérationnel.

La Communauté urbaine (CU) Le Creusot Montceau-les-Mines, un des territoires de cette expérimentation, est confrontée à une artificialisation de son territoire de 11,2 %, supérieure à la moyenne nationale, avec paradoxalement une perte d'habitants et des besoins en logements non satisfaits.

Ce contexte, associé à une place encore très importante des espaces naturels, agricoles et forestiers, sous-tend l'anticipation des objectifs ZAN à l'échelle du territoire. Témoins de cet engagement, trois politiques de sobriété foncière ambitieuses opérées depuis plusieurs décennies : une politique de recyclage des friches à vocation industrielle, une politique de renouvellement du parc social et de mobilisation des logements vacants, une politique d'optimisation foncière. Dans ce contexte, la communauté urbaine souhaite faire du ZAN une opportunité pour travailler sur la remobilisation du foncier à enjeux et accompagner le projet d'attractivité du territoire qui repose sur la composition de scénarios prospectifs et opérationnels. La CU œuvre à réduire la consommation foncière d'ici 2030 en agissant sur le PLUi (passer de 245 ha à 123 ha), avant d'atteindre le ZAN en 2050.

Pour plus d'information sur l'expérimentation « Objectif ZAN » : <https://experimentationsurbaines.ademe.fr/territoires-zero-artificialisation-nette/>

## ■ Préserver et renaturer des zones à fort potentiel biologique et climatique

Pour atteindre l'objectif ZAN, il faut agir sur la limitation de l'artificialisation d'une part et donc sur la sobriété foncière et la renaturation d'autre part. L'échelle territoriale est essentielle : si le bilan du ZAN doit se mesurer à l'échelle régionale ou infrarégionale, les flux d'artificialisation et de renaturation devront être évalués à cette échelle et dépasser l'échelle du projet d'aménagement. Comme pour l'objectif de sobriété foncière, une grande partie se joue à l'échelle de la planification territoriale et de l'identification des zones à fort enjeu de préservation et de renaturation. Cette approche répond à la politique de reconquête de la biodiversité et doit se conjuguer aux actions en faveur des trames vertes et bleues pour assurer les continuités écologiques, et des trames brunes pour maintenir ou restaurer la continuité des sols et la désimperméabilisation, qui participent activement à la sauvegarde de la biodiversité en favorisant des corridors écologiques.

Parallèlement à la sobriété foncière, la préservation des espaces naturels en périphérie et la renaturation des zones artificialisées sont identifiées comme le second pilier du ZAN. Même si *a priori* les surfaces renaturées en ville ne devraient pas entrer en compte dans le bilan du ZAN à cause d'une surface minimale à comptabiliser (décret d'application de la loi Climat et Résilience non publié à ce jour), celles-ci favorisent l'acceptabilité de la densité, la préservation de la biodiversité grâce aux corridors écologiques et la santé et le bien-être en ville, et participent donc indirectement à une politique de ZAN. La renaturation gagnerait à s'organiser autour d'une stratégie territoriale pour garantir une cohérence et une diffusion au-delà de l'échelle du projet. Ainsi, il est nécessaire de s'interroger sur plusieurs points lors de l'élaboration et de la révision des documents d'urbanisme.

Tout d'abord, l'identification des zones à fort potentiel multifonctionnel à protéger et à pérenniser est indispensable lors des exercices de planification, dans une logique d'évitement. Si l'échelle stratégique du SCoT est intéressante pour les grandes orientations, c'est au niveau du PLUi/PLU, qui encadre directement le droit des sols, que les possibilités de préservation des sols sont plus les importantes et efficaces (Branchu *et al.*, 2022). Le PLU offre plusieurs outils juridiques pour protéger les espaces à fort potentiel multifonctionnel à travers le zonage et le règlement : espaces boisés classés, zone naturelle ou agricole. Le périmètre de protection des espaces agricoles, naturels et périurbains (Penap) ou les zones agricoles protégées contribuent également à la préservation de ces espaces.

La planification urbaine permet d'identifier des zones à fort potentiel de restauration écologique dans les SCoT et les PLUi/PLU, qui devront concentrer l'essentiel des mesures dites « de compensation » (Agape, 2022). Un décret paru le 27 décembre 2022 invite les SCoT et les PLUi à identifier des zones préférentielles pour la renaturation et à préciser les modalités de mise en œuvre des projets de désartificialisation et de renaturation dans ces secteurs. Ces zones préférentielles peuvent être identifiées dans le document d'orientation et d'objectifs (DOO) du SCoT ou dans les orientations d'aménagement et de programmation (OAP) sectorielles et/ou la partie graphique du règlement du PLUi. Le décret rappelle aussi que les mesures de compensation devront se focaliser majoritairement sur les sites endommagés, conformément au principe de proximité, et, en cas d'impossibilité, sur les zones de renaturation préférentielle identifiées dans les documents d'urbanisme.

Il faut rappeler qu'en aucun cas la renaturation ne peut justifier la destruction d'espaces de nature existants. La sobriété foncière, la lutte contre l'étalement urbain et la préservation des ENAF restent les mesures les plus efficaces pour préserver les habitats naturels et les écosystèmes. C'est pourquoi la compensation doit rester l'exception et intervenir à la fin d'une séquence ERC. La renaturation des terres artificialisées peut relever d'un long processus, le stock de terres « renaturables » étant limité et difficile à évaluer (France Stratégie, 2019). Qu'elles concernent les gisements de zones à renaturer, la faisabilité technique et financière ou un réel gain en biodiversité, la compensation

et la renaturation soulèvent encore de nombreuses questions en matière de périmètre, d'équivalence et d'opérationnalité (voir questionnements autour de la compensation, état de l'art, Ademe, 2021). Il faut rappeler que la renaturation ne pourra compenser toute l'artificialisation d'un territoire (ex. : Île-de-France), et que les fonctions du sol ne sont que partiellement retrouvées, un évitement qui reste le plus grand défi du ZAN. Ces questions soulevées à l'échelle de l'aménagement opérationnel demandent un encadrement exigeant pour réellement compenser les impacts de l'artificialisation de manière efficace et pérenne.

Au-delà des questionnements sur l'encadrement d'une compensation à l'échelle des projets, la renaturation des sols reste un enjeu de biodiversité à plus large échelle. Dans sa publication « Renaturer les sols », l'Office français de la biodiversité (OFB-CDC Biodiversité, 2022) estime que c'est bien à l'échelle de la planification territoriale que sont mesurées les trajectoires de réduction de l'artificialisation des sols, et qu'à partir de 2031, pour le calcul du bilan du ZAN, la mesure du solde entre surfaces artificialisées et surfaces désartificialisées ne pourra se substituer à celle de la consommation d'ENAF, mais devra nécessairement se cumuler.

### **Définir des trajectoires ZAN avec les acteurs du territoire**

L'enjeu de la territorialisation des trajectoires ZAN doit tout à la fois être en accord avec les spécificités des territoires et garantir la cohérence et l'assurance d'une contribution significative du territoire à l'effort national. Si cet enjeu pose directement la question des méthodes et des outils, ainsi que de la disponibilité des données sols au niveau local et national, c'est également l'occasion d'intégrer dans cette réflexion tous les acteurs du territoire autour d'un futur possible et désirable *via* la création d'imaginaires collectifs partagés.

### **Se doter des démarches de prospective et de prévision pour évaluer les besoins à l'horizon 2050**

Il faut désormais concilier les exigences de préservation de la biodiversité et des espaces agricoles, naturels et forestiers, ainsi que la lutte contre le changement climatique sous-tendu par le ZAN, avec les besoins des territoires en logements, en services, en infrastructures et en énergies, etc. L'équation est loin d'être aisée pour les territoires qui cherchent à décorrélérer la croissance urbaine, représentant un optimum en ressources fiscales et financières notamment, et la consommation d'espaces (ANCT, 2021).

Avant chaque révision des documents d'urbanisme et de planification stratégique, il est important d'acquérir une connaissance fine des ressources de son territoire. Cela peut passer par la production de scénarios prospectifs (chapitre 3) sur ses évolutions et ses besoins futurs. L'approche temporelle est au cœur de la démarche des

trajectoires et replace la question des besoins au cœur des territoires. Des méthodes consistent à prolonger les dynamiques et les tendances actuelles pour estimer les besoins du territoire à l'horizon 2030 et 2050. Elles permettent d'évaluer les besoins de consommation foncière en fonction du nombre de ménages accueillis : logements, emplois, espaces publics, équipements, parkings, etc. La sobriété foncière implique une limitation de la construction neuve, un travail sur l'existant qui appelle à limiter la production de nouveaux logements à ceux répondant aux besoins avérés. C'est par exemple l'approche de la métropole de Rennes, qui connaît un regain d'attractivité se manifestant à travers des tensions sur le marché immobilier et locatif, avec notamment des difficultés à accéder au logement abordable et social. Rennes Métropole a un solde naturel et migratoire positif qui va nécessiter la production de nouveaux logements jusqu'en 2050 pour répondre aux besoins du territoire. Il ne s'agit pas de chercher à capter de nouveaux arrivants, mais bien de répondre aux difficultés d'une partie de la population à se loger. Pour évaluer ses besoins, la métropole collabore avec l'agence d'urbanisme, qui évalue les besoins en logements à l'aide de projections démographiques (Insee et fichiers fonciers) et d'indicateurs.

Si les collectivités sont rompues aux exercices d'anticipation des dynamiques territoriales et des évolutions, elles doivent désormais davantage prendre en compte les enjeux environnementaux et les articuler avec les autres politiques publiques. Le ZAN bouscule les manières de procéder, car il implique pour la première fois une territorialisation avec des enveloppes de droit à construire et des compromis territoriaux associés. Une question reste en suspens : comment territorialiser à différentes échelles temporelles et spatiales ? Les débats autour de la loi visant à faciliter la mise en œuvre des objectifs de lutte contre l'artificialisation des sols et à renforcer l'accompagnement des élus (20 juillet 2023) témoignent de ces craintes associées à un blocage du développement des territoires ruraux et de la répartition des responsabilités, notamment des grands projets d'ampleur nationale ou européenne. À l'issue des négociations, la loi prévoit une enveloppe de droit à artificialiser minimale de 1 hectare par commune, ainsi qu'un forfait national de 12500 hectares dédiés aux grands projets d'envergure pour partiellement les écarter du décompte d'artificialisation au niveau régional. Si cette loi répond à certaines inquiétudes locales, elle ne règle pas le problème de l'inadéquation des modèles économiques et fiscaux au renouvellement urbain, qui représente un frein majeur à l'atteinte du ZAN.

### **Intégrer une approche graduée de l'artificialisation : l'exemple de Rennes Métropole**

Le développement de connaissances précises sur les sols et leurs fonctions est crucial pour l'identification de zones à forte fonctionnalité à protéger, et de zones à renaturer en priorité. Rennes Métropole, engagée dans l'expérimentation « Objectif ZAN » de l'Ademe, a initié une large réflexion sur la nature de l'artificialisation des sols sur son territoire et leur connaissance. Elle cherche à développer une vision

du ZAN qualitative autour d'une stratégie de renaturation. L'expérimentation donne la possibilité de travailler sur divers enjeux : mieux définir l'artificialisation dans un premier temps, puis renaturer la ville, limiter les extensions en accord avec la stratégie biodiversité, améliorer la qualité des espaces agricoles, objectiver les interventions dans la trame verte et bleue et prendre en compte les enjeux de stockage de carbone dans les sols.

Par ailleurs, les débats autour de la nomenclature initialement proposée par le gouvernement en août 2022, considérant les surfaces herbacées non ligneuses à usage résidentiel comme des surfaces artificialisées, et les terrains agricoles comme des zones non artificialisées, incitent à sortir d'une dichotomie entre artificialisation et non-artificialisation pour envisager un spectre différencié. En effet, s'intéresser à la multifonctionnalité des sols invite à établir un impact nuancé entre artificialisé et non artificialisé qui dépend du contexte local et de la qualité des sols. Certains acteurs comme l'Ademe et l'OFB poussent à déterminer un coefficient d'artificialisation qui tienne compte d'un niveau d'artificialisation nuancé selon la qualité des sols et l'impact de leurs usages. Rennes Métropole a d'ailleurs engagé un travail exploratoire qui vise à noter de manière graduée la qualité des sols. Elle cherche à définir des indicateurs permettant de mesurer l'artificialisation, en établissant une notation sur les types d'usage des sols, leurs fonctionnalités et leur localisation (ex. : type de végétation, niveau d'infiltration des eaux, degré d'artificialisation, intérêts écologiques). Des réflexions sur la pondération du coefficient d'artificialisation en fonction des politiques publiques sont encore en cours. Ces indicateurs permettront de mieux objectiver les impacts de la stratégie ZAN et les choix politiques guidant l'élaboration des documents de planification.

Dans le cadre de l'expérimentation Objectif ZAN, la métropole mobilise des compétences de partenaires externes afin d'avoir une meilleure connaissance des sols de son territoire. Elle s'engage avec le Bureau des recherches géologiques et minières (BRGM), l'Institut Agronomie Rennes-Angers et le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) pour approfondir les connaissances agropédologiques sur la couverture et la multifonctionnalité des sols. Le partenariat avec le BRGM vise à développer des connaissances sur la multifonctionnalité des sols sur le territoire (typologie des sols, cartographie de fonctionnalité, notation), la contamination des sols (aléas, pollution et impact sur la notation) et le stockage de carbone.

Les défis du ZAN reposent aussi sur la mesure de cette artificialisation. Si l'artificialisation doit être envisagée de manière qualitative, le débat sur la méthodologie de calcul ne peut être éludé. En attendant la nomenclature ministérielle sur l'artificialisation, qui s'applique à partir de 2031, mesurer la consommation d'espaces est également un enjeu de taille (les données OCSGE<sup>5</sup> harmonisant la mesure de l'occupation des sols ne seront disponibles pour toute la France qu'à partir de 2024). L'agence d'urbanisme de Rennes (Audiar) a réalisé un travail sur le mode d'occupation des sols

---

5. Occupation des sols à grande échelle.

(MOS) qui est un référentiel à la parcelle permettant de suivre et d'analyser l'évolution de l'occupation des sols en Bretagne. Le MOS intègre la nature de la couverture des sols et permet une approche moins binaire de l'artificialisation (Institut Paris Région, 2022). Les résultats des analyses d'artificialisation réalisées à Rennes Métropole à l'aide du MOS foncier, de la nomenclature du décret d'application ou des données d'occupation des sols varient considérablement selon les méthodes<sup>6</sup>. Il convient de s'interroger sur les atouts et les biais de différentes méthodes de comptabilisation qui ne sont pas encore harmonisées, même si des travaux sont en cours. En effet, la convergence entre les données locales sur les sols, plus précises, et nationales devra s'adapter au calcul de la consommation d'ENAF avec en ligne de mire l'objectif à 2031. L'application Sparte (Service du portail de l'artificialisation des territoires) en cours de développement, qui vise à faciliter la compréhension et à fournir un bilan de l'artificialisation des sols à l'ensemble des acteurs du territoire, apportera une contribution en ce sens. Ce service s'appuiera sur les données de l'OCSGE, sur les fichiers fonciers et aussi sur les documents issus du Géoportail de l'urbanisme (GPU). Avec cet outil, un aménageur pourra par exemple simuler l'artificialisation d'un projet et bâtir une trajectoire sur la base des données existantes provenant de l'Observatoire national de l'artificialisation des sols (MTE, 2022).

La question de l'interopérabilité entre outils et bases de données est cruciale. Par ailleurs, la Fédération des agences d'urbanisme (FNAU) a produit un avis sur le ZAN détaillant ses recommandations sur les modalités de mise en œuvre des décrets et des outils d'observation. Cette interopérabilité est « une des conditions *sine qua non* pour la réussite de la mise en œuvre de l'objectif ZAN. Cela passe par la transparence des outils, par l'alimentation conjointe de sources, mais aussi par la mise en complémentarité des outils » (FNAU, 2022).

## ■ Conjuguer les échelles spatiales et temporelles pour élaborer des trajectoires ZAN coconstruites

S'interroger sur les manières de conjuguer les échelles spatiales et temporelles représente un préalable afin d'élaborer et d'opérationnaliser des trajectoires de ZAN. Ce croisement entre les besoins et les évolutions des dynamiques territoriales d'un côté, et les cartographies sur l'occupation, les usages et les fonctions des sols à différents horizons temporels de l'autre, est indispensable pour aboutir à des arbitrages et des compromis autour du ZAN.

Une telle démarche peut s'apparenter à un croisement de la prospective (chapitre 3) avec la géoprospective, qui a pour but d'explorer les « devenirs possibles d'un espace, les impacts spatiaux de processus globaux ou locaux, les conséquences

6. L'approche *via* le MOS considère que 15 % des terres de la métropole sont artificialisées, contre 19 % pour l'occupation des sols et 26,5 % selon le décret. L'appréhension de l'artificialisation est ici différente selon les méthodes, qui prennent plus ou moins en compte la nature de la couverture des sols en allant au-delà de l'usage et de l'occupation des sols.

spatiales d'options d'aménagement, et de produire des outils d'aide à la décision qui soient spatialisés» (Voiron, 2012). La géoprospective se distingue d'une approche où le territoire est seulement considéré comme un support « institutionnel » ou de « localisation » (Ensellem *et al.*, 2012). L'espace est aussi un « agent » qui agit sur le « devenir des territoires ». La géoprospective est une démarche collective, souvent systémique, qui associe différents acteurs et favorise l'élaboration et l'appropriation du projet. Dans ce cadre, la modélisation est mobilisée afin d'explorer les devenirs des territoires et de favoriser la compréhension grâce à la spatialisation et à la visualisation des résultats.

Si les acteurs de la planification sont aujourd'hui encore peu nombreux à recourir à la géoprospective, l'objectif ZAN amène les territoires à réfléchir à l'imbrication des échelles spatiales et temporelles pour explorer les futurs possibles et bâtir des trajectoires (encadré 13.4). Il s'agit de concrétiser les besoins des territoires et l'objectif ZAN à l'aide de trajectoires territoriales, qui dépassent la vision 2D des sols et renouent avec une dimension du territoire ancrée dans un contexte spatial et dans son environnement. Bâtir des scénarios prospectifs vers des futurs désirables dépasse le cadre théorique du modèle de prospective et des données à recueillir pour l'alimenter. L'enjeu réside dans la mobilisation du plus grand nombre d'acteurs. Plus la trajectoire sera discutée, comprise, partagée, plus les acteurs agiront de concert et dans la durée. Susciter l'adhésion des différentes parties prenantes demande du temps et des outils de concer-

#### Encadré 13.4. Projet Maltose : la recherche-développement au service de l'élaboration de trajectoires ZAN

Le projet Maltose est un projet innovant et pluridisciplinaire porté par un consortium (Altereo, Cerema, ThéMA, SCoT Grand Rovaltain) qui vise à apporter une solution opérationnelle aux collectivités pour diagnostiquer et modéliser des trajectoires de planification territoriale adaptatives et respectueuses des enjeux de réduction de l'artificialisation et de prise en compte des services écosystémiques rendus par les sols. Le projet s'articule autour de l'élaboration de deux outils complémentaires : un modèle d'autodiagnostic de l'artificialisation et de la multifonctionnalité des sols, et une chaîne de modélisation, constituée d'un modèle d'intelligence artificielle distribuée (automate cellulaire) et d'un algorithme d'optimisation multi-objectif. Les outils ont vocation à être appliqués sur un territoire démonstrateur, le territoire du SCoT du Grand Rovaltain, afin d'évaluer les impacts socio-environnementaux de différentes trajectoires de planification territoriale dans un contexte de changement climatique. En outre, le projet vise à intégrer des méthodologies issues des sciences comportementales pour questionner la perception des principes et des enjeux de l'artificialisation auprès d'un groupe d'élus et évaluer l'acceptabilité des trajectoires de planification territoriale simulées. À terme, le projet ambitionne de faciliter la traduction de trajectoires de planification territoriale optimisées en orientations dans les stratégies locales et les documents d'urbanisme.



tation dédiés. La Fresque des sols, *serious game* développé par l'Association française pour l'étude des sols et l'Ademe, sur l'exemple de la Fresque du climat déclinée aux enjeux des sols, est un des outils qui permet d'engager ce dialogue. Des ateliers participatifs et de sensibilisation et des outils comme celui-ci permettent d'impliquer tous les acteurs, citoyens compris. Cependant, le chantier reste encore ouvert pour mettre à disposition des méthodes de concertation, de sensibilisation et de partage autour de trajectoires et de scénarios désirables.

## Conclusion

Le ZAN accélère la prise de conscience sur les sols en tant que ressource indispensable et non renouvelable, essentielle à protéger. En ce sens, il remet les sols au cœur des politiques territoriales grâce aux deux piliers de la balance : la sobriété foncière et la renaturation. Si la mise en œuvre du ZAN est un défi, il y a fort à parier qu'il participera à la transformation des manières d'aménager pour tendre vers des territoires plus durables et attractifs. Le ZAN appelle à créer de nouveaux imaginaires sur les manières d'habiter en 2050 (MTE, 2021).

Envisager des futurs possibles désirables, partager de nouveaux récits pour nos territoires et nos villes répondant aux enjeux de l'urgence climatique et conjuguant solidarité et justice sociale, permet à tous les acteurs de se projeter dans un avenir souhaitable et positif. Le ZAN oblige aujourd'hui les acteurs des territoires à s'interroger et à s'engager dans une stratégie globale pour rendre les territoires plus durables en conjuguant de nombreux co-bénéfices qui feront demain l'attractivité de nos territoires.

## Bibliographie

- Ademe, 2018. Aménager avec la Nature. Guide, Angers, 98 p.
- Ademe, 2021. Dépasser les idées préconçues entre santé et aménagement urbain : les clefs de l'urbanisme durable, expertises, Angers, 92 p.
- Ademe, 2022a. Faire la ville dense durable et désirable. Guide, Angers, 80 p.
- Ademe, 2022b. Transition(s) 2050 : feuilleton sols. Rapport, Angers, 54 p.
- Ademe, Expérimentations urbaines. <https://experimentationsurbaines.ademe.fr/territoires-zero-artificialisation-nette/>
- Agape, 2022. La renaturation et la désartificialisation des sols. Mémo, Longlaville, 10 p.
- ANCT, 2021. Territoires pilotes de sobriété foncière. Guide, Paris, 44 p.
- Aucame, 2013. Le projet Bimby, remède contre l'étalement urbain. *Qu'en savons-nous?*, (52), Caen, 4 p.
- Berté C., 2020. La séquence ERC et l'objectif de ZAN. Atelier 4, Institut Paris Région, Paris, 16 p.
- Bigard C., Leroy M., 2020. Appréhender la séquence éviter-réduire-compenser dès la planification de l'aménagement : du changement d'échelle à sa mise en œuvre dans les territoires. *Sciences Eaux & Territoires*, 31 (1), 12-17. <https://doi.org/10.3917/set.031.0012>

- Branchu P., Marseille, F., Béchet B., Bessièrre J.-P., Boithias L., Duvigneau C. *et al.*, 2022. *MUSE. Intégrer la multifonctionnalité dans les documents d'urbanisme*, Angers, 184 p.
- Décret n°2022-1673 du 27 décembre 2022 portant diverses dispositions relatives à l'évaluation environnementales des actions ou opérations d'aménagement et aux mesures de compensation des incidences sur les projets sur l'environnement (*J.O.*, 28 décembre 2022).
- Deshayes E., 2022. L'élaboration d'une politique zéro artificialisation nette des sols au service de la SNBC. Note, La Fabrique de la cité, Paris, 19 p.
- Emsellem K., Liziard S., Scarella F., 2012. La géoprospective : l'émergence d'un nouveau champ de recherche ? *L'Espace géographique*, 41 (2), 154-168. <https://doi.org/10.3917/eg.412.0154>
- FAO. Services écosystémiques et biodiversité. <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/fr/>
- FNAU, 2022. ZAN : les outils de mesure : enjeux, limites et perspectives. Avis, Paris, 16 p.
- France Stratégie, 2019. Objectif ZAN. Quel levier pour protéger les sols ? Rapport, Paris, 54 p.
- Grisot S., 2020. *Manifeste pour un urbanisme circulaire. Pour des alternatives concrètes à l'étalement urbain*, Rennes, Éditions Apogée, 240 p.
- Institut Paris Région, 2022. Le Mode d'occupation des sols (MOS) et ses dérivés : outil de référence pour le suivi de l'occupation des sols et l'élaboration de stratégies de sobriété foncière. [https://www.club-plui.logement.gouv.fr/IMG/pdf/20220414\\_club\\_plui\\_mos.pdf](https://www.club-plui.logement.gouv.fr/IMG/pdf/20220414_club_plui_mos.pdf)
- Loi n° 2021-1102 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets (*J.O.*, 24 août 2021).
- Loi n° 2023-630 du 20 juillet 2023 visant à faciliter la mise en œuvre des objectifs de lutte contre l'artificialisation des sols et à renforcer l'accompagnement des élus locaux (*J.O.*, 21 juillet 2023).
- Marchal H., Stébé J.-M., 2018. La ville étalée. In *La France périurbaine*, Presses universitaires de France, 47-65.
- MTE, 2021. *Habiter la France de demain*, Paris, 24 p.
- MTE, 2022. FAQ « Dispositif de mesure de l'artificialisation des sols », Paris, 12 p.
- OFB-CDC Biodiversité, 2022. Renaturer les sols, des solutions pour des territoires durables. *Dossier de la MEB*, 42, 60 p. <https://www.ofb.gouv.fr/sites/default/files/Fichiers/Plaquettes%20et%20rapports%20institut/renaturer-les-sols.pdf>
- Voiron C., 2012. L'anticipation du changement en prospective et des changements spatiaux en géoprospective. *L'Espace géographique*, 41, 99-110. <https://doi.org/10.3917/eg.412.0099>

# 14. Trajectoires de rafraîchissement urbain et planification urbaine

Bruno Barroca, Anne Ruas

Durant les mois de juillet et août 2021, de très nombreux dérèglements climatiques ont fait l'actualité. Le cas du dôme de chaleur au Canada a marqué les esprits, où un record de température de l'air de 49,6°C a été enregistré à Lytton le 29 juin 2021, localité située à plus de 50° de latitude nord. Ce phénomène totalement hors-norme a interrogé de nombreux scientifiques (Philip *et al.*, 2022), qui concluent à la nécessité de considérer la probabilité d'occurrence de ce type d'événements et de s'y préparer. Dans le cadre de sa stratégie de résilience, le Conseil de Paris a voté à l'unanimité, le 5 juillet 2022, la création d'une mission d'information et d'évaluation intitulée « Paris à 50°C », la première organisée sur le climat. Une simulation est d'ailleurs prévue en octobre 2023 pour analyser les conséquences possibles d'un tel événement et s'y préparer : une idée d'autant plus pertinente à l'approche des Jeux olympiques de 2024. L'inertie climatique et la complexité d'un changement de modèle énergétique au niveau mondial font qu'il est nécessaire d'aménager les territoires pour limiter les impacts des changements qui sont en cours. En 1972, le rapport Meadows, ou rapport du Club de Rome, introduit déjà une incompatibilité entre la croissance économique et la protection de l'environnement. Cinquante ans plus tard, l'adaptation des territoires, associée aux efforts impératifs sur l'atténuation, semble être la stratégie essentielle pour maintenir la qualité de vie du vivant (les humains, la faune et la flore) et limiter les coûts liés aux désordres engendrés par ces événements. Cela passe par exemple par une amélioration des systèmes d'alerte et de gestion de crise (incendies, canicules, inondations, ouragans, crises sanitaires), mais également par des aménagements urbains, péri-urbains, ruraux, qui devraient permettre d'amoindrir les effets de ces crises répétitives et d'adapter les territoires aux climats du futur.

Bien conscient de ces enjeux, l'État définit des lois, règlements, normes et documents pour guider la transition (Sraddet, SRCAE, PCAET, SCoT et PLUi). Dans sa thèse de doctorat, Elsa Richard (2013) cherche à comprendre les modalités de déclinaison territoriale de l'adaptation aux changements climatiques dans l'action publique locale. Si l'échelon régional est régulièrement présenté comme « un échelon stratégique optimal » pour répondre aux enjeux environnementaux, mais aussi car il est l'échelon le plus pertinent pour articuler les réflexions avec les services de l'État (Bertrand et Richard, 2013), la thèse montre cependant la nécessaire formulation différenciée des réponses appréhendées à l'échelle locale.

Les règlements évoluent au cours du temps, et l'action est concrétisée finalement au niveau local, dans les collectivités territoriales et par un ensemble d'acteurs, dont les acteurs du privé par la réalisation de projets d'aménagement (alliance public-privé pour la mise en œuvre) et de projets immobiliers.

En matière de rafraîchissement urbain, si de nombreuses questions scientifiques restent ouvertes sur l'efficacité des solutions vertes ou grises (Bernard *et al.*, 2020), certaines collectivités comme Paris se sont déjà engagées dans la mise en œuvre de solutions, alors que d'autres semblent rester observatrices. La question de la taille de la ville ou de l'établissement public de coopération intercommunale (EPCI) et de ses services techniques est essentielle mais pas suffisante. Si les métropoles communiquent abondamment sur leurs plans de transition, et en font même parfois un argument électoral, qu'en est-il des autres villes également concernées ? Au-delà de l'affichage, où en sont-elles réellement dans la planification, l'opérationnalisation des plans, l'organisation quotidienne de leurs services, l'élaboration et la passation de leurs marchés publics ? Comment sont élaborés et/ou utilisés les documents de planification (Sraddet, PCAET, SCoT, PLUi) pour la mise en œuvre de ces solutions ? Sont-ils considérés comme des freins ou des leviers pour les acteurs concernés ? Les documents de planification facilitent-ils la mise en œuvre de solutions d'adaptation au changement climatique ou sont-ils uniquement utilisés à leur limite capacitaire ? Quelles sont les réalisations effectives, leur pertinence et leur suivi ? Quels sont les indicateurs utilisés pour suivre les réalisations ?

En regardant au niveau mondial, le *Cahier de l'adaptation* souligne que « sur le plan de l'action, les villes ont encore du mal à dépasser la phase de diagnostic et à entrer en planification et en mise en œuvre opérationnelle » (Climate Chance-Comité 21, 2019). Notre objectif est donc de porter un regard sur la situation sur le terrain. Il ne s'agit donc pas de s'intéresser uniquement aux décisions prises à l'échelle nationale, mais de prendre en compte l'ensemble des dynamiques présentes à différentes échelles territoriales et qui participent à la construction et à la mise en œuvre de trajectoires de rafraîchissement.

## Surchauffe urbaine et besoin de rafraîchissement

### I Des solutions rafraîchissantes connues et étudiées

Selon l'Agence européenne de l'environnement (AEE), la grande variété de solutions d'adaptation existantes peut être classée de la façon suivante (EEA, 2013) :

- les solutions vertes, composées des services écosystémiques. Dans le cas du rafraîchissement, il s'agit de l'usage de la nature et de l'eau en ville ;
- les solutions grises, basées sur des solutions techniques et d'ingénierie. Pour le rafraîchissement urbain, il s'agit d'infrastructures urbaines telles que les revêtements clairs, les mobiliers urbains de type ombrage, les bâtiments bien ventilés ou les réseaux de froids ;

- les solutions douces, qui désignent les solutions organisationnelles, politiques, réglementaires telles que le plan canicule, les changements de modes de vie tels que le télétravail ou les changements d'horaires de travail lors des périodes les plus chaudes.

Dans son rapport, l'Ademe classe les solutions de rafraîchissement des villes en trois catégories : vertes, bleues et grises ; l'architecture bioclimatique, considérée comme un type de solution transversale au sein de ce recueil international, permet de mettre en valeur les solutions bioclimatiques qui consistent à « traiter le confort d'été grâce à l'action conjointe de solutions vertes, bleues et grises à l'échelle du bâtiment et des espaces urbains proches » (Leroy-Thomas *et al.*, 2021).

L'AEE définit également les solutions « sans regret » qui sont justifiables pour tout scénario envisageable de changement climatique, et distingue les adaptations planifiées des adaptations autonomes ou spontanées. Elle définit également la mal-adaptation, qui soit n'améliore pas la résilience, soit ne réduit pas la vulnérabilité, soit n'est pas compatible avec des objectifs environnementaux, économiques ou sociaux, comme le recours systématique et intensif à la climatisation (EEA, 2013).

On peut aussi classer les solutions en deux catégories :

- les solutions de gestion de crise qui permettent de trouver des solutions pendant les canicules ;
- les solutions d'adaptation, vertes, bleues, grises, mixtes, qui visent à réduire la température urbaine et/ou le rayonnement en période de canicule. Parmi les solutions standards et en cours d'étude, on peut citer la végétalisation, qui rafraîchit par l'évapotranspiration et l'ombrage, telle que la création de parcs ou la mise en place d'arbres d'alignements, les plans d'eau, qui rafraîchissent par évaporation, mais aussi les surfaces claires, qui réfléchissent le rayonnement au lieu de le stocker, ou encore les ombrages, tels que les ombrières, les casques solaires, les pergolas, et les stratégies d'arrosage (Hendel, 2015 ; Parison, 2020 ; Ademe, 2021). De nombreux aménagements sont des solutions mixtes qui combinent par exemple des ombrages et de la végétation telles que les cours Oasis (ex. : projet Recre, Renaturation des espaces des cours vers la résilience écologique).

Nous considérons que le choix des solutions mises en œuvre n'est pas « neutre », mais qu'il est révélateur de la manière dont un problème peut être défini et du contexte dans lequel il se construit. Ainsi, après la canicule de 2003 qui a fait 15 000 morts en France (Hémon et Jeglou, 2003) et 70 000 en Europe, un plan canicule a été établi. Le plan est géré par Météo France et Santé publique France, en lien avec la Direction générale de la santé (Plan national canicule 2017<sup>1</sup>). Le plan est composé de quatre niveaux d'alerte déclenchant différentes actions selon les niveaux. Par exemple pour le niveau 3, les collectivités contactent les personnes les plus âgées ou handicapées et isolées. Pour le niveau 4, la mobilisation est maximale, et l'action est coordonnée par l'État avec l'activation de la Cellule interministérielle de crise (CIC), qui regroupe l'ensemble des ministères concernés. Certaines solutions d'adaptation sont aussi des solutions de gestion de crise, car elles permettent de proposer des lieux frais extérieurs.

1. <https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-climatiques/article/le-plan-national-canicule>

En plus du Plan national canicule, les métropoles assurent un numéro d'urgence et la mise à disposition de cartes décrivant les lieux frais. Par exemple, la métropole de Montpellier met à disposition sur son site<sup>2</sup> quatre cartes décrivant :

- les équipements publics climatisés avec leurs horaires d'ouverture ;
- les piscines avec les horaires d'ouverture ;
- les fontaines et les points d'eau ;
- les parcs et les jardins avec leurs coordonnées et la distance aux moyens de transport collectif.

La mairie de Paris a également conçu un site des îlots de fraîcheur dans la capitale, comprenant des salles rafraîchies accessibles pour tous, dont une partie du réseau des bibliothèques de la ville<sup>3</sup>.

### I Décrire les trajectoires : questionnements et méthodes d'analyse

Le projet FreshWay, financé par l'Ademe, tente d'analyser dans quelle mesure et à quel rythme les collectivités sont engagées dans l'adaptation au changement climatique, en se centrant sur les solutions de rafraîchissement et en analysant particulièrement le rôle de la planification dans ces trajectoires (encadré 14.1). Au-delà des discours politiques et des structures mises en place depuis une dizaine d'années telles que l'Agence parisienne du climat<sup>4</sup>, il semble en effet nécessaire d'examiner ce qui se passe concrètement dans les territoires au niveau des réalisations et des planifications. Considérer des trajectoires, c'est se donner les moyens « de ressaisir les problèmes pour les rendre gouvernables en montrant que des choix sont possibles » (Rumpala, 2010). Cependant, les différents travaux scientifiques insistent sur le fait que la « manière d'y parvenir dépend fortement des acteurs qui s'en saisissent et de la place qu'ils accordent aux dimensions techniques, économiques et sociales dans les orientations » (Muller, 2023). Smith *et al.* (2005) considèrent que le changement de régime est fonction de deux processus :

- l'évolution des pressions, qui regroupent les aspects économiques (concurrence, impôts, taxes, réglementations), politiques, sociaux et économiques généraux (par exemple, les changements démographiques, l'essor de la culture de consommation, le modèle néolibéral de mondialisation). Smith *et al.* (2005) affirment que « sans au moins une certaine forme de pression interne ou externe » de type *bottom-up* et *top-down*, il est « peu probable qu'un changement substantiel de la trajectoire de développement du régime se produise » ;
- la disponibilité et la coordination des ressources disponibles à l'intérieur et à l'extérieur du système, qui permettront de s'adapter à ces pressions. Il en va alors du degré de coordination du déploiement des ressources.

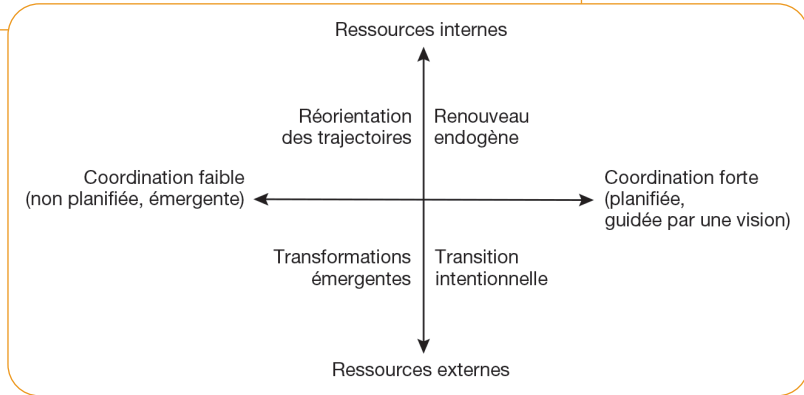
2. <https://www.montpellier3m.fr/actualite/zoom-sur-les-lieux-pour-se-rafraichir>

3. <https://www.paris.fr/pages/la-canicule-5469/>

4. Votée à l'unanimité par le Conseil de Paris, l'Agence parisienne du climat a été fondée pour accompagner la mise en œuvre du Plan climat-énergie de Paris.

Partant du principe que les pressions de sélection sont toujours présentes, Berkhout et Smith (2004) combinent les deux dimensions de l'adaptation pour construire une typologie de quatre transitions (figure 14.1).

**Figure 14.1. Typologie des processus de transformation (d'après Berkhout et Smith, 2004).**



Il en résulte que différentes visions peuvent être associées à la notion de transition, et que chaque modèle ou « chemin de transition » (Geels et Schot, 2007) renvoie à des principes et des valeurs divergentes. Selon Geels et Schot (2007), aucune transition n'est planifiée et coordonnée dès le départ, mais toute transition est l'objet d'un ensemble de coordinations et de pilotage : « Cette convergence est une réalisation qui émerge au cours des transitions. En tant que telle, elle doit être étudiée plutôt que supposée pour une typologie. »

Ainsi, nous nous interrogeons pour savoir si les villes ont ou non amorcé leur transition pour lutter contre les vagues de chaleur, et si d'autres dynamiques (comme des pressions externes) ne viennent pas entraver leurs efforts de mobilisation des ressources :

- qu'est-ce qui est mis en œuvre pour rafraîchir les villes ou limiter localement les vagues de chaleur (adaptation) ?
- qu'est-ce qui est planifié ?
- qu'est-ce qui budgété ?
- qu'est-ce qui est réalisé ?
- compte tenu des autres dynamiques urbaines, comment la situation évolue-t-elle ?
- quels sont les acteurs engagés ?
- quels sont les freins ? Les leviers ?
- quels ont été les renoncements ?
- qu'est-ce qui fonctionne bien ?

**Encadré 14.1. La démarche FreshWay**

Dans le cadre du projet FreshWay\*, nous étudions des collectivités en détail en Occitanie (climat méditerranéen : Csa ou Csb selon la classification climatique Köppen-Geiger\*\*) et dans l'Est parisien (climat tempéré océanique : Cfb selon Köppen-Geiger) pour comprendre les dynamiques de différents territoires et avec différents climats. Nous regardons aussi des collectivités de tailles différentes : Paris et Montpellier pour la dynamique des métropoles, et Castelnau-le-Lez, près de Montpellier, et Pontault-Combault, à l'est de Paris pour de plus petites villes.

Les solutions prises en compte dans ce projet sont les solutions vertes et grises classiques (Leroy *et al.*, 2021) : végétalisation de différents types, plans d'eau, points d'eau, ombrières, choix des revêtements (à albédo élevé ou drainants), approche bioclimatique de la conception des bâtiments (matériaux clairs ou naturels, appartements traversants, casques solaires), adaptation de la morphologie urbaine (orientation, ombrage, ventilation), à laquelle les bancs et les réseaux rafraîchissants sont ajoutés.

**Moyens d'action, acteurs, foncier**

Il est important d'identifier l'ensemble des acteurs concernés, non seulement les collectivités, mais aussi les grands propriétaires fonciers, tels que le foncier d'enseigne ou d'investissement, et les promoteurs immobiliers, qui participent également aux dynamiques et aux choix urbains. Par exemple, les propriétaires fonciers d'enseignes disposent de surfaces importantes, souvent historiquement en périphérie des villes, mais parfois aujourd'hui dans le tissu urbain. Ces zones peuvent participer au rafraîchissement urbain ou au contraire à l'aggravation du phénomène d'îlot de chaleur urbain. Quels sont les aménagements ou les planifications

**Tableau 14.1. Moyens d'actions et acteurs agissant sur le foncier**  
(© Ruas et Delorme, 2023).

Actions	Types d'actions	Conception du projet urbain	% du territoire urbain	Orientations, règlements PCAET, SCoT, PLUI
	Actions portées par	Aménageur promoteur		Région, EPCI, communes
Propriétaires fonciers	Particuliers	Aménageur, promoteur	x 1 %	X
	EPCI, communes		x 2 %	X
	Département, région, État		x 3 %	X
	Enseignes		x 4 %	X
	Investisseurs		x 5 %	X



**Encadré 14.1. (suite)**

opérationnels? Quels seraient les moyens pour entraîner ces acteurs dans une stratégie de rafraîchissement et d'adaptation au changement climatique ?

Le tableau 14.1 illustre les moyens et les acteurs concernés pour mettre en œuvre des solutions de rafraîchissement. Un point important est d'estimer le pourcentage du territoire urbain en fonction du type de propriétaire foncier, ce qui va permettre d'estimer les capacités d'adaptation et les stratégies à déployer pour accélérer l'adaptation. La question « À qui appartient le terrain ? » est une question centrale pour passer à l'échelle et rendre une stratégie d'adaptation efficace. Nous ajoutons à notre analyse les aménageurs et les promoteurs qui, s'ils ne détiennent pas le foncier, le transforment en intégrant, lorsqu'elles existent, des demandes d'adaptation au changement climatique, sachant que règlements et planifications laissent des marges de manœuvre aboutissant à des solutions contrastées, les promoteurs et aménageurs essayant de maximiser leurs marges.

**Construire des trajectoires d'adaptation**

Sur les collectivités identifiées, nous construisons des trajectoires d'adaptation aux vagues de chaleur urbaine. Ces trajectoires sont multiples, parce que nous devons identifier les planifications (ce qui est prévu) et les réalisations (les projets réalisés) pour lutter contre la chaleur urbaine, mais aussi les transformations de l'espace (prévues ou non prévues), qui n'est pas le même en 2005 qu'en 2021. En particulier, il est important d'étudier l'évolution du capital de la collectivité pour lutter contre la chaleur urbaine, dont l'évolution de sa végétation et de sa couverture hydrique, puisque les végétaux et les surfaces hydrographiques font partie des solutions phares pour lutter contre la chaleur. Si l'évolution des couvertures végétales et hydrographiques n'est pas forcément due à une planification d'adaptation, il est important de les analyser dans la mesure où la végétation et les surfaces hydrographiques sont les principales capacités du territoire pour faire face aux vagues de chaleur.

Autres règlements (ex. : construction RE 2020)	Opérations d'aménagement particulières, requalification	Incitations, guides, labels	Pression locale
Gouvernement : MTE-DHUP, etc.	EPCI, CT	Agences, associations (ex. : Ademe, Amorce)	Ex. : citoyens, associations
X		X	
X	X	X	X
X	X	X	X
X		X	X
X		X	X

x : indique que cela agit sur.  
X : indique que les acteurs sont concernés par.

**Encadré 14.1. (fin)**

La construction des trajectoires demande donc d'identifier les terrains analysés, les acteurs du changement et les indicateurs calculables au cours du temps. Un exemple est donné dans la section suivante pour le suivi de la couverture végétale dans la commune de Castelnau-le-Lez, étudiée dans le cadre du projet FreshWay et pour laquelle la collectivité est actuellement engagée dans une politique affichée de végétalisation.

\* <https://www.laburba.com/recherches/freshway>

\*\* Classification des climats fondée sur les précipitations et les températures. Il y aurait cinq grands types de climats selon cette classification : climat tropical (A), climat sec (B), climat tempéré (C), climat continental (D) et climat polaire (E). La seconde lettre correspond au régime pluviométrique (s, W, w s, f, m, T, F, M).

## Mise en situation : zoom sur la commune de Castelnau-le-Lez

### I Présentation de la commune et de son évolution

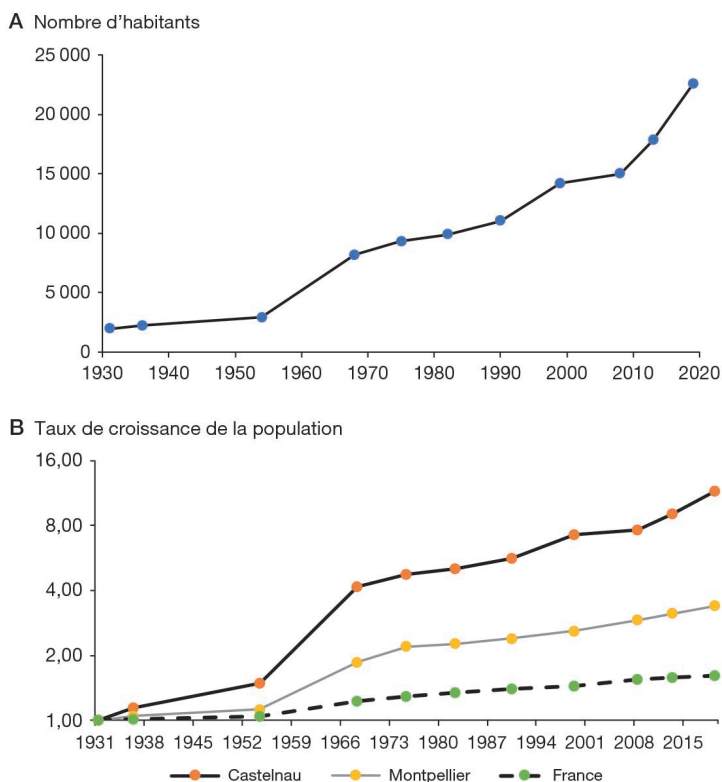
Castelnau-le-Lez est une commune touchant Montpellier et incluse dans Montpellier Méditerranée Métropole. Autrefois commune agricole, son artificialisation est intense, puisque c'est une réserve foncière toute proche de Montpellier. Le Lez est une des limites entre Montpellier et Castelnau. Une zone Natura 2000 protège les bords du fleuve. Castelnau est la 2<sup>e</sup> ville en nombre d'habitants de la métropole et la 7<sup>e</sup> de l'Hérault en 2019. Elle a connu une forte croissance démographique d'abord en 1962, où elle a accueilli de nombreux Pieds-Noirs d'Algérie, puis après 2010, avec les programmes immobiliers qui ont suivi l'ouverture d'une ligne de tram reliant la ville au centre de Montpellier (figure 14.4). De nombreux logements ont été construits depuis 2008 de part et d'autre du tram. Le sud de la ville, vers la mer, est également en pleine expansion, et accueille de nombreuses entreprises (quartier Castelnau Sud/Eureka). La forte dynamique démographique de la ville (figure 14.2) rend l'analyse de la trajectoire de la ville particulièrement intéressante.

Pour illustrer les transformations urbaines, nous prenons deux exemples : le développement d'une zone commerciale de 1962 à 2021 et l'impact de la construction de logements en bordure du tram dans les années 2008-2022. Pour ces deux exemples, nous regardons la transformation de la végétation et les acteurs de ces transformations.

### I Construction d'une zone commerciale

La première analyse, non quantitative, porte sur la transformation d'une zone de Castelnau aujourd'hui appelée « Aube Rouge » (figure 14.3). La figure 14.3A, de 1963, montre le domaine viticole de l'Aube Rouge, avec en son centre un mas composé de bâtiments et de quelques arbres. La zone s'est urbanisée en 1986 avec la transformation

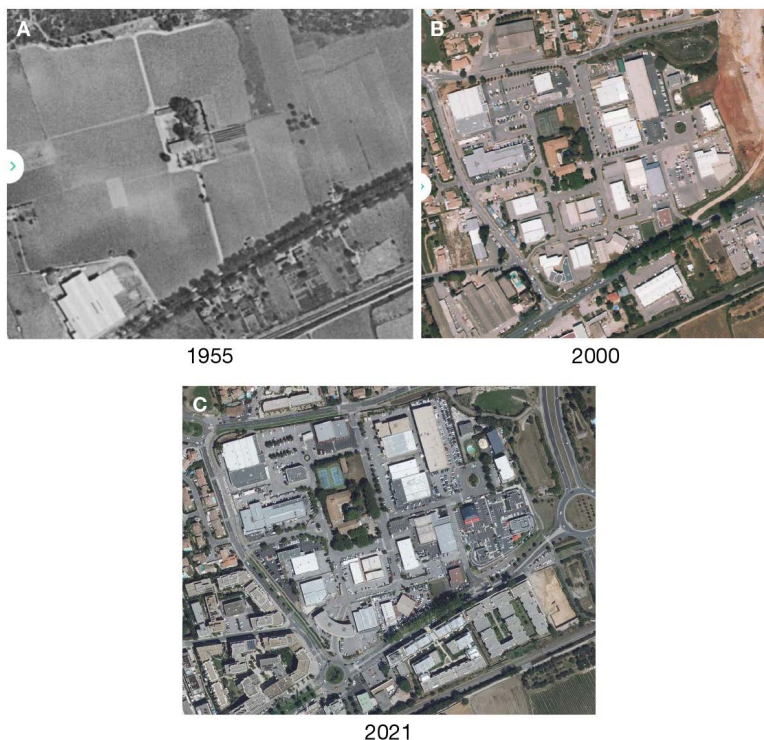
**Figure 14.2.** Évolution de la démographie à Castelnau (source : données Insee, obtenues à partir du site Observatoire des territoires).



du mas en un complexe hôtelier, *Le Clos de l'Aube Rouge*, et l'installation d'enseignes commerciales. La figure 14.3B, prise entre 2000 et 2005 et avant la construction du tram, montre l'emprise des bâtiments commerciaux. La zone commerciale est totalement imperméabilisée. Quelques rangées d'arbres ont été plantées le long des routes. L'hôtel central a entouré ses bâtiments d'arbres. À droite, on voit la construction d'une voie rapide et, au nord-est, la création d'un bassin de rétention d'eau pour gérer le surplus d'eau lors d'épisodes d'inondation.

Sur la figure 14.3C, on peut voir la finalisation de la route à droite, avec un rond-point, la ligne de tram qui longe la zone de l'Aube Rouge à l'ouest et au nord, ainsi que l'apparition de logements collectifs, au sud et à l'ouest de la zone, qui ont suivi la construction de la ligne de tram et la transformation du PLU de la ville.

**Figure 14.3. Transformation de la zone Aube Rouge**  
(images issues du Géoportail © IGN).



La figure 14,3B provient du site Remonter le temps de l'IGN.  
La date de l'image est décrite « entre 2000 et 2005 ».

Au niveau de la végétation, la perte la plus importante est l'imperméabilisation de la zone agricole en zone commerciale qui a eu lieu en 1986. On peut noter aussi que l'axe routier (appelé autrefois « route de Nîmes » et aujourd'hui « avenue de l'Europe ») a perdu de nombreux arbres entre 1963 et 2000-2005. Les arbres plantés dans la zone commerciale, le long des routes et dans le parking n'ont pas tous survécu ; ceux qui ont survécu se sont développés. Dans cette zone et sur cette période, les priorités environnementales se sont portées sur l'écoulement des eaux, Castelnau ayant connu d'importantes inondations pendant les crues automnales. La végétation est une végétation minimaliste et d'ornement, à l'exception de l'hôtel central, qui y a certainement vu un moyen de s'isoler de son environnement et d'augmenter les ombrages. Au niveau des acteurs et des règlements d'urbanisme, le plan d'occupation

des sols (POS) a été modifié par la mairie pour transformer l'usage des sols. Le terrain a été vendu soit à la mairie, soit directement à un aménageur, qui a remodelé la zone en découpant en lots, en installant les réseaux et en bordant les rues d'arbres. Le cadastre a été modifié. Les rues ont été rétrocédées à la mairie pour leur gestion, et les lots ont été vendus soit directement à des propriétaires du foncier, soit à des promoteurs pour la construction des enseignes. La mairie, l'aménageur et les propriétaires de cette époque sont les acteurs de l'imperméabilisation et de la faible végétalisation de cet espace.

### I Construction d'une ligne de tram et densification du bâti

Pour le deuxième exemple, nous examinons une zone de part et d'autre de l'avenue de l'Europe, la principale route traversante de Castelnaud. Avant la construction du tram, le tissu était composé de pavillons au nord de la route et d'un mix de pavillons et de hangars au sud. Cette route va accueillir le tram ouvert en 2006, le PLU autour du tram va être modifié pour faciliter la transformation du bâti et autoriser la construction de collectifs R+2 (rez-de-chaussée + 2 étages) qui vont progressivement remplir l'espace

**Figure 14.4. Transformation du tissu aux abords du tram entre 2000-2005 (A) et 2021 (B) (© IGN).**



depuis 2008. Nous disposons d'orthophotographies de l'IGN avant la construction du tram (entre 2000 et 2005) et en 2021. Nous avons utilisé ces orthophotographies, complétées par les données de la BDTopo, pour analyser quantitativement la couverture du sol dans une perspective de rafraîchissement urbain.

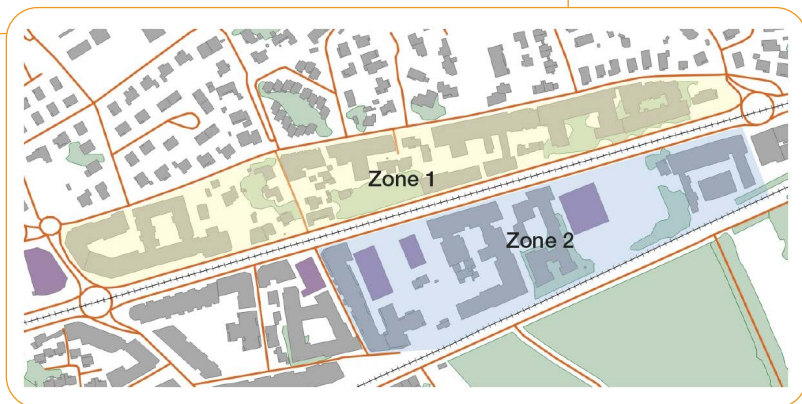
On note en figure 14.4B la végétalisation du terre-plein du tram et les deux alignements d'arbres entourant les rails.

Afin d'étudier la transformation de l'espace par rapport au climat urbain, nous nous inspirons des grandeurs intégrées dans le modèle de calcul de climat urbain Town Energy Balance (Lemonsu *et al.*, 2012; Stavropoulos-Laffaille *et al.*, 2021), qui intègre deux niveaux d'information :

- les pourcentages d'occupation des sols en quatre catégories : bâti, sol végétal, sol imperméable et surface hydrographique ;
- la surface des canopées des arbres.

Nous choisissons deux zones de Castelnau et saisissons ces informations sur les deux orthophotographies pour calculer l'évolution entre 2000-2005 et 2021, sachant que le programme immobilier n'est pas fini en 2021 (figure 14.5).

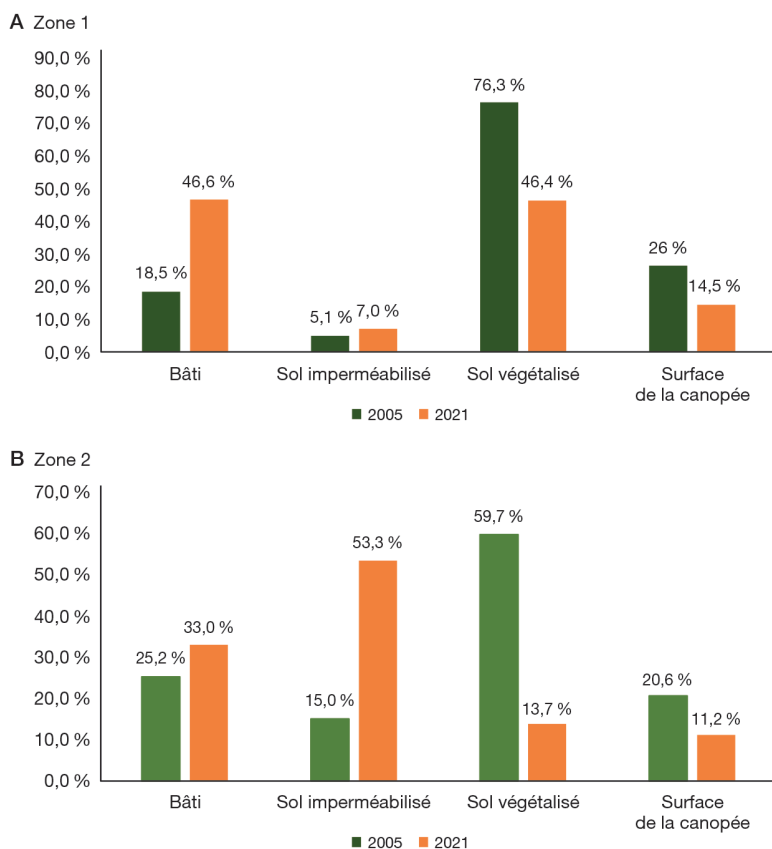
**Figure 14.5. Délimitation des zones 1 et 2 sur la BDTopo (actualité du bâti de juillet 2018) (@ IGN).**



Les résultats présentés en figure 14.6 soulignent les transformations de ces deux espaces. Sur la zone 1, au nord du tram, le sol végétalisé a chuté de 76 % à 46 %, et la surface canopée de 26 % à 14,5 %.

Sur la zone 2, plus mixte, le sol végétalisé a chuté de 60 % à 13,7 %, et la canopée de 20,6 à 11,2 %. Ces chiffres illustrent le rôle des maisons individuelles dans l'existence d'arbres. On constate que les rares arbres plantés dans les nouveaux bâtiments collectifs sont loin de compenser la perte du végétal, que ce soit au sol ou en canopée.

**Figure 14.6. Transformation de l'occupation du sol et de la canopée (A) de la zone 1 et (B) de la zone 2 entre 2000-2005 et 2021.**



Dans ces deux zones, le programme immobilier n'est pas fini en 2021, certaines zones imperméables (figures 14.4 et 14.5) sont en cours de construction. En février 2023 (figure 14.7), les zones sont plus construites que ce que l'on voit sur l'orthophotographie de 2021 ou sur la BDTopo, dont le bâti date de juillet 2018. Si certains propriétaires de maisons individuelles ont résisté à la vente et sont dorénavant entourés de bâtiments collectifs R+2, la plupart des propriétaires de 2005 ont vendu leur maison.

**Figure 14.7. Constructions en février 2023 sur les zones 1 et 2**  
(© Ruas, 2023).



## Le PLU et le temps de la planification

### I Examen du PLU de Castelnau sur les zones 1 et 2

Le PLU en cours de Castelnau-le-Lez est celui approuvé le 29 juin 2007. Il porte de nouveaux projets, dont l'aménagement de l'avenue de l'Europe pour accueillir de nouveaux logements collectifs. Les deux zones étudiées sont des zones classées UB, qui correspondent aux « extensions denses du centre-ville au corridor de l'Avenue de l'Europe desservi par la deuxième ligne de tramway » (PLU Castelnau-Le-Lez, 2020). L'article UB 12 (PLU Castelnau-Le-Lez, 2020) précise que « toute nouvelle construction doit posséder au minimum 20 % d'espace libre, dont la moitié en pleine terre ». Il est également noté que « dans l'hypothèse où un projet ne présente pas le minimum requis d'espaces libres, des mesures compensatoires sont autorisées avec les coefficients pondérateurs suivants : coefficient 1 pour les espaces laissés en pleine terre, coefficient 0,5 pour les surfaces végétalisées possédant une épaisseur de terre d'au moins 1 mètre, y compris la couche drainante, coefficient 0,3 pour les toitures et terrasses végétalisées présentant une épaisseur de terre d'au moins 0,50 m, y compris la couche drainante, coefficient 0,2 pour les murs végétalisés et autres toitures et terrasses végétalisées ».

L'exemple suivant illustre le type de transformation en zone UB. Un propriétaire a vendu son terrain à Nexity qui a fait construire un bâtiment R+2, plus un troisième étage en attique et un toit végétalisé. La construction date des années 2010-2011. La superficie cadastrale est de 1012 m<sup>2</sup>, et la surface de l'immeuble est de 850 m<sup>2</sup> sur la BDtopo, et



estimée à  $830 \text{ m}^2$  au sol. Le règlement du PLU demande 20% d'espace libre, ce qui ferait  $0,2 \times 1012 = 202 \text{ m}^2$ , dont la moitié en pleine terre, soit au moins  $101 \text{ m}^2$  en pleine terre. Ici, à partir des surfaces calculées, on obtient au maximum  $1012 - 830 = 182 \text{ m}^2$  d'espace libre, auquel on peut ajouter  $70 \text{ m}^2$  de toit végétalisé. Un toit végétalisé comptant 0,3 dans le calcul des espaces libres, on obtient ici :  $21 \text{ m}^2$  à ajouter, soit  $204 \text{ m}^2$  comptant en espace libre sur les  $202 \text{ m}^2$  requis. Il est difficile d'avoir un chiffre exact, mais on peut considérer que le pourcentage demandé par la loi est respecté, même si on voit bien que le promoteur a maximisé la surface du bâtiment. Il est en limite capacitaire pour maximiser les profits de la vente tout en respectant la loi. Une visite sur site au printemps 2023 montre que le toit végétalisé est complètement sec et ne semble pas du tout entretenu.

On peut donc considérer que les pourcentages d'espace libre exigés dans le PLU de 2007 sont bien trop bas et n'ont pas permis de sauvegarder le capital végétal de la zone, et donc son capital rafraîchissant. Ce fait est connu par la collectivité, qui s'engage à rectifier la situation (Éditorial du maire, extrait de *Castelnau le Mag*, n° 198, février-mars 2023). Le changement prochain du PLUi permettra-t-il de changer la tendance actuelle ?

### I Temps de la planification à différents niveaux décisionnels

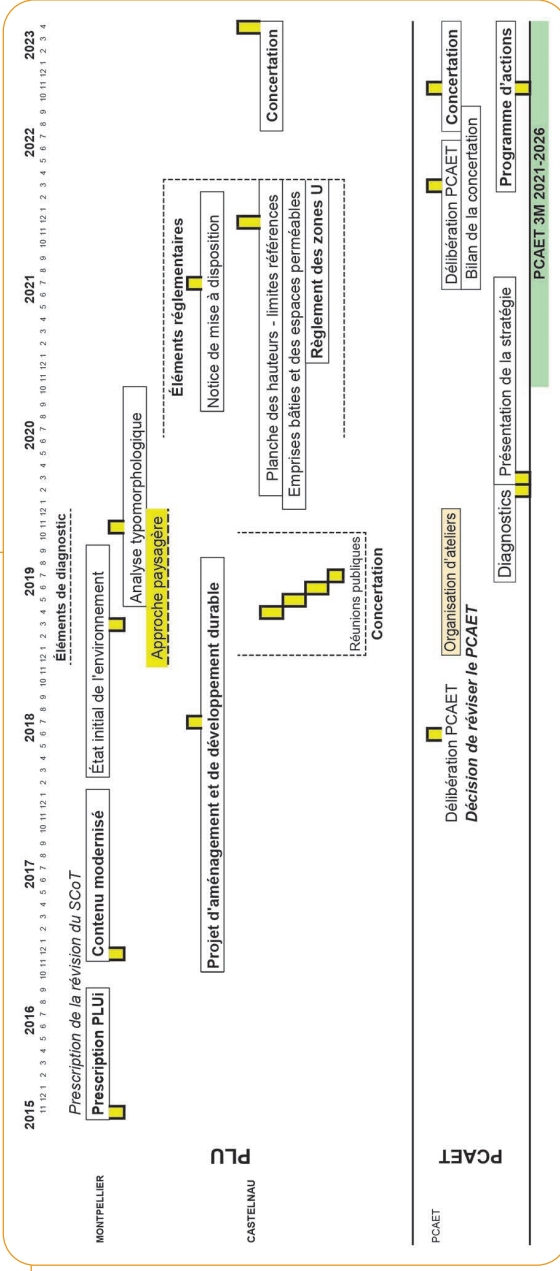
Les transformations de Castelnau-le-Lez décrites précédemment et encore en cours sont en cohérence avec son PLU, approuvé le 29 juin 2007 et révisé pour certaines orientations d'aménagement et de programmation (OAP). Si le PLU en cours a été élaboré par Castelnau, celui en cours est un PLUi, élaboré par Montpellier Méditerranée Métropole en collaboration avec les communes, dont Castelnau-le-Lez<sup>5</sup>. La figure 14.8 illustre le temps de consultation pour la fabrication du PLUi de Montpellier et Castelnau. La prescription du PLUi date de 2015 et n'est pas encore en application début 2023. Des réunions publiques de consultation sont prévues de février à avril 2023 sur la métropole, et le 3 avril 2023 en particulier pour Castelnau. Au niveau de la métropole, l'approbation est prévue pour fin 2023-début 2024.

Les PCET (plans climat-énergie territoriaux) puis les PCAET (plans climat-air-énergie territoriaux) sont également des documents primordiaux de planification et de mise en œuvre. Deux domaines d'actions sont ajoutés ou renforcés lors du passage des PCET aux PCAET en 2017 : la qualité de l'air et l'adaptation au changement climatique. Un PCAET va jusqu'à la définition des actions et de leur budget en matière d'énergie, d'air et de climat. Il inclut, entre autres, un diagnostic, des actions et des budgets pour l'adaptation au changement climatique, dont le rafraîchissement des villes.

Castelnau avait initié un PCET dès 2010, avant que la compétence ne devienne métropolitaine en 2014. Le PCET 2013-2018 de l'Agglomération de Montpellier a été approuvé par délibération du Conseil en date du 6 février 2014. Mi-2018, il a été décidé de réviser le PCAET. Le PCAET actuel est celui de Montpellier Métropole. Il est décrit comme celui de

5. Montpellier Agglomération est créée en 2001, la Métropole est créée en 2014.

**Figure 14.8. Temps d'écriture et d'approbation des PLU et des PCAET**  
(source : Montpelliér Métropole).



2021-2026, mais de nombreux points sont encore en concertation, dont le programme d'action a été publié en novembre 2022 (figure 14.8). Le PCAET en cours (PCAET, 2022, Programme d'action) prévoit notamment les actions suivantes :

- fiche action 6.2 : Rafraîchir la ville en végétalisant (budget : 9,2 millions €) ;
- fiche action 3.3 : Développer les réseaux de chaleur et froid renouvelables (budget : 23,8 millions €) ;
- fiche action 5.1 : Protéger la population et les activités des risques climatiques (budget : 40,4 millions € d'investissement, 17,1 millions € de fonctionnement).

En particulier, la fiche action 6.2 préconise de « préserver le végétal et lutter contre l'effet "îlot de chaleur urbain" dans le PLUi climat ».

La figure 14.8 illustre l'intervalle de temps entre la décision de révision et l'approbation. Dans le cas du PLUi de la Métropole de Montpellier, on est sur un délai de plus de huit ans, et pour le PCAET, environ cinq ans. Il en découle un décalage d'une dizaine d'années ou plus entre l'idée du changement et sa mise en œuvre. À Castelnau, dans les zones 1 et 2 présentées dans ce chapitre, des immeubles en construction en 2023 suivent une planification envisagée avant 2006, soit il y a dix-sept ans.

## Conclusion

L'exemple de la commune de Castelnau est révélateur de la complexité de la mise en œuvre de solutions d'adaptation au changement climatique de façon générale, et du rafraîchissement urbain en particulier. La construction d'une ligne de tram permet d'atténuer le changement climatique, puisqu'elle promeut des déplacements moins énergivores et moins polluants que la voiture. Il est de même pertinent de développer des programmes immobiliers pour maximiser le nombre de personnes à proximité de la ligne de tram qui bénéficieront de ce mode de déplacement. Pourtant, si on examine le territoire tel qu'il est et sa transformation depuis quinze-vingt ans, la trajectoire de l'état de la ville est négative en matière de rafraîchissement urbain : moins végétale, plus minérale, plus imperméable, la ville est aujourd'hui moins résiliente à la chaleur qu'il y a quinze-vingt ans. À première vue, la densification du bâti détériore l'adaptation de la ville à la surchauffe urbaine. Si on contextualise les transformations de l'espace (dont les constructions d'immeubles le long du tram), les décisions de transformation du PLU prises en 2005 n'avaient certainement pas intégré les préoccupations actuelles de rafraîchissement des villes. Ainsi, pour avoir une trajectoire positive en matière de rafraîchissement, la collectivité doit non seulement porter des projets de rafraîchissement (végétalisation, ombrages, réseaux de fraîcheur), mais aussi analyser les conséquences des aménagements publics ou privés portés par d'autres dynamiques telles que la construction de logements ou de zones d'activités. La trajectoire de rafraîchissement est le fruit d'une construction urbaine. L'espace urbain, à une échelle locale, est révélateur des actions et des stratégies qui en découlent. Les trajectoires dans lesquelles le rafraîchissement

s'inscrit ne sont pas uniques et dépendent de multiples variables. La maîtrise du foncier, la pression économique, les facteurs sociaux et politiques sont quelques-unes de ces variables.

Concernant la planification, la coconstruction du PLUi et du PCAET a l'avantage d'apporter une démarche transversale impliquant de nombreux acteurs. Les PCAET participent à l'institutionnalisation de l'action climatique locale, notamment par le portage politique de ces plans et par les liens tissés avec les services des collectivités (Arnaud de Sartre *et al.*, 2021). L'existence de labels (par exemple EcoRéseau ou Climat air énergie) et d'indicateurs dans les PCAET permet d'inciter et de quantifier des mises en œuvre, mais ne garantit pas que la trajectoire soit effectivement positive, parce que d'autres aménagements, par ailleurs fort utiles, projettent peut-être les territoires dans des trajectoires non désirables. La question est de savoir si le projet est assez compris et partagé pour faire converger les territoires dans la bonne direction. La coordination (figure 14.1) est-elle ou sera-t-elle efficace? Le recours à la notion de « capacité territoriale » permettrait de « concevoir collectivement un projet commun [...] [et] de tenir compte du potentiel écologique du territoire, les capacités étant liées à des ressources qu'il convient d'activer au sein du territoire » (Buclet et Donsimoni, 2021).

Si la planification évolue fortement pour intégrer des objectifs en lien avec la situation climatique, le temps de mise en œuvre de cette planification, tel qu'illustré dans le cas de Montpellier Méditerranée Métropole interroge sur sa capacité à répondre efficacement à l'urgence climatique. Des moyens et des processus complémentaires à la planification, plus rapides dans leur mise en œuvre, doivent certainement être envisagés par les acteurs locaux.

## Bibliographie

- Arnaud de Sartre X., Baggioni V., Bouisset C., 2021. Potentialité et réalisations des politiques climatiques locales : vers l'institutionnalisation des plans climat territoriaux dans les villes moyennes françaises. *Natures Sciences Sociétés*, 29 (1), 23-35. <https://doi.org/10.1051/nss/2021028>
- Berkhout F., Smith A., 2004. Stirling socio-technological regimes and transition contexts. In B. Elzen, F.W. Geels, K. Green (eds), *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*, Edward Elgar, 48-75. <https://doi.org/10.4337/9781845423421.00013>
- Bernard J., Musy M., Héloïse M., 2020. Rafrâichissement des villes : solutions existantes et pistes de recherches. In Marry S. (éd.), *Adaptation au changement climatique et projet urbain*, Marseille, Parenthèses.
- Bertrand F., Richard E., 2013. Analyse de la construction des politiques régionales face aux changements climatique. In Bertrand F., Rocher L. (coord.), *Les territoires face aux changements climatiques. Une première génération d'initiatives locales*, Éditions Peter Lang, coll. EcoPolis, 71-100.
- Buclet N., Donsimoni M., 2021. Métabolisme territorial et capacités : une articulation entre enjeux économiques et écologiques. *Natures Sciences Sociétés*, 28 (2), 118-130. <https://doi.org/10.1051/nss/2020035>

- Castelnaud-le-Lez, 2020. Plan local d'urbanisme (PLU). <https://www.castelnaud-le-lez.fr/Urbanisme/10026/1077>
- Climate Chance-Comité 21, 2019. *Cahier adaptation. Bilan 2019 des actions d'adaptation*, Observatoire mondial de l'action climatique non étatique, bilan, 136 p.
- EEA, 2013. European Environment Agency adaptation in Europe addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments. Rapport, Bruxelles, 136 p.
- Geels F.W., Schot J., 2007. Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36 (3), 399-417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Hémon D., Jouglu E., 2003. Surmortalité liée à la canicule d'août 2003 : estimation de la surmortalité et principales caractéristiques épidémiologiques. Rapport Inserm, 76 p.
- Hendel M., 2015. L'arrosage urbain comme moyen de limitation des îlots de chaleur urbains et d'adaptation au changement climatique. Étude de ses effets rafraîchissants et de sa consommation d'eau à Paris. Thèse de doctorat, 210 p.
- Lemonsu A., Masson V., Shashua-Bar L., Erell E., Pearlmutter D., 2012. Inclusion of vegetation in the Town Energy Balance model for modelling urban green areas. *Geoscientific Model Development*, 5, 1377-1393. <https://doi.org/10.5194/gmd-5-1377-2012>
- Leroy M., Marie H., Lapray K., Musy M., Rodier A., Guernouti S., 2021. *Rafraîchir les villes, des solutions variées*, guide, Ademe, 80 p.
- Leroy-thomas M., Marie H., Bernard A., Briche E. et al., 2021. *Des solutions pour rafraîchir les villes*, Ademe, 57 p.
- Muller E., 2023. Pleins gaz sur l'hydrogène : trajectoire sociotechnique du déploiement territorial de l'hydrogène en France entre 2010 et 2020. Thèse de doctorat de l'École des Ponts ParisTech, 358 p.
- Parison E., 2020. Matériaux urbains et nouveaux usages de l'eau pour le rafraîchissement des villes : stratégies d'arrosage de différents revêtements parisiens. Thèse de doctorat, Paris-Diderot.
- Montpellier Méditerranée Métropole, 2022. PCAETs – 3M, Programme d'actions. <https://www.montpellier3m.fr/pcaets>
- Philip S.Y. et al., 2022. Attribution analysis of the extraordinary heat wave on the Pacific coast of the US and Canada. *Earth System Dynamics*, 13, 1689-1713. <https://doi.org/10.5194/esd-13-1689-2022>
- Richard E., 2013. L'action publique territoriale à l'épreuve de l'adaptation aux changements climatiques : un nouveau référentiel pour penser l'aménagement du territoire? Thèse de doctorat en Aménagement, Tours.
- Rumpala Y., 2010. Recherche de voies de passage au « développement durable » et réflexivité institutionnelle. Retour sur les prétentions à la gestion d'une transition générale. *Revue française de socio-économie*, 2 (6), p 47-63.
- Smith A., Stirling A., Berkhout F., 2005. The governance of sustainable socio-technical transitions. *Research Policy*, 34, 1491-1510. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.07.005>
- Stavropoulos-Laffaille X., Chancibault K., Andrieu H., Lemonsu A., Calmet I., Keravec P., Masson V., 2021. Coupling detailed urban energy and water budgets with TEB-Hydro model: Towards an assessment tool for nature based solution performances. *Urban Climate*, 39, 100925. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100925>



# 15. Planification écologique et trajectoires de transition : hypothèses pour un âge 2 des SCoT

Benoît Dugua

La récente période électorale a remis à l'agenda politique en France l'idée d'une « planification écologique » en réponse aux enjeux environnementaux et climatiques, sans pour autant que soient clarifiés son sens et ses implications pratiques. En 2022, le président Emmanuel Macron se réapproprie l'idée pour affronter le « combat du siècle » et aboutir à une « politique des politiques ». Cette prise de position gouvernementale s'explique notamment par une actualité marquée par les catastrophes environnementales, mais aussi par une difficulté à atteindre les objectifs climatiques et de transition énergétique.

Ce regain d'intérêt du gouvernement pour la planification exige que l'on revienne sur cette notion, sur son évolution récente, notamment dans le champ de l'urbanisme et de l'aménagement, mais aussi sur ses enseignements en réponse aux enjeux écologiques et climatiques. La planification permet de se placer en contrepoint du sentiment d'urgence, qui a tendance à favoriser une pensée court-termiste. Ainsi, si l'efficacité de la planification dite « traditionnelle » (ou d'usage des sols) a largement été remise en question à partir du milieu des années 1970 en France et en Europe, un nouveau type de planification a vu le jour à l'échelle de grands territoires dès les années 1990. Cette dernière accorde plus d'importance au suivi de la mise en œuvre des plans à la suite de leur élaboration, à la coordination entre les acteurs institutionnels et non institutionnels, mais aussi à la matérialité du territoire. Les schémas de cohérence territoriale (SCoT), instaurés en France par la loi Solidarité et renouvellement urbain (SRU) de 2000, s'inscrivent dans cette période de renouvellement des instruments de planification territoriale. Vingt ans plus tard, avec la loi Évolution du logement, de l'aménagement et du numérique (ELAN) de 2018 et la loi Climat et Résilience de 2021, le législateur confirme le caractère « intégrateur » et « stratégique » du SCoT au cœur du système de planification territoriale, à l'interface entre le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (Sradet) et le plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi). Localement, la planification territoriale et les instruments associés (projets, programmes, scénarios, règles) sont largement mobilisés en réponse aux enjeux climatiques et en faveur de la mise en œuvre de politiques d'atténuation et d'adaptation au changement climatique, à l'image des plans climat-air-énergie territoriaux (PCAET), obligatoires pour les intercommunalités de plus de 20 000 habitants.

Parallèlement, la notion de trajectoire de transition écologique s'est répandue dans les sphères politiques, professionnelles et scientifiques. La Stratégie nationale bas-carbone (SNBC), introduite par la loi de Transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) en 2014, définit une « trajectoire de réduction des émissions de gaz à effet de serre jusqu'à 2050 », qui a été relayée par les nombreux travaux et publications de l'Ademe (2019) en résonance avec l'évolution du cadre législatif. Les théories de la transition, et notamment l'approche multi-niveaux (Geels et Schot, 2007), insistent également sur cette idée de trajectoire de transition. Il semble néanmoins exister un certain flou sémantique, conceptuel, et donc des incertitudes opérationnelles autour de l'articulation entre planification et trajectoires de transition. Les notions de projet, de stratégie, de scénarios ou encore de programme rajoutent à la complexité et au flou autour des instruments mobilisés par les urbanistes et les professionnels de l'aménagement du territoire. Quelles différences, points communs et articulations entre ces différentes notions et les instruments d'action associés ? Quelles peuvent être leurs fonctions face à l'urgence climatique et environnementale, dans une perspective de transition écologique et en faveur de la mise en œuvre de politiques d'atténuation et d'adaptation au changement climatique ? En quoi l'introduction récente de la notion de trajectoire interpelle-t-elle *a fortiori* la planification territoriale, et notamment les SCoT ?

À partir d'une relecture de l'évolution du rôle inféodé à la planification dans l'histoire récente de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire, ce chapitre se base sur le postulat suivant<sup>1</sup> : la planification territoriale constitue un instrument d'action publique qui peut se révéler stratégique au regard des enjeux environnementaux et climatiques, à condition de repenser ses modalités d'élaboration et de mise en œuvre. Dans une visée prospective, vingt ans après la loi SRU, seront esquissés les premiers traits d'un « âge 2 des SCoT », fondé sur le principe d'une planification collaborative, gestionnaire de ressources territorialisées et de leur partage en tant que biens communs. La notion de trajectoire sera alors mobilisée en tant que cheminement (ou navigation stratégique) entre des acteurs, des échelles spatiales et des temporalités dans une perspective de transition écologique.

Ce chapitre réinterroge l'évolution de la planification territoriale en France, dans un contexte d'urgence climatique et environnementale, par le prisme spécifique de l'agroécologie, des relations ville-agriculture et des approches paysagères, et au regard de deux terrains d'étude : le SCoT du Grand Reims et le SCoT de l'agglomération lyonnaise<sup>2</sup>. Il est structuré en trois volets : le premier aborde l'articulation

1. L'hypothèse est investie dans le cadre du projet de recherche-action en cours Âge2SCoT (2022-2025), soutenu par l'Ademe dans le cadre de l'APR PACT<sup>3</sup>e. Leïla Chakroun a été recrutée en postdoctorat au sein du laboratoire Habiter de l'URCA pour mener ce projet. Nous la remercions pour sa relecture du chapitre.

2. Sans prétendre aboutir à ce stade à des conclusions définitives, ce texte n'a pas vocation à restituer des résultats de recherche stabilisés, mais plutôt à présenter le cadre méthodologique d'Âge2SCoT. Les SCoT de l'agglomération lyonnaise et du Grand Reims en sont les deux terrains d'étude, et les deux structures porteuses respectives (le Sepal et le Grand Reims) sont partenaires du projet.



entre les notions de planification et de trajectoire ; le second esquisse les contours d'un âge 2 des SCoT ; le troisième contextualise les propos à partir des cas du SCoT de l'agglomération lyonnaise et du Grand Reims.

## Transition écologique et trajectoires de la planification territoriale

Il est possible de distinguer trois périodes dans l'histoire récente de l'évolution de la planification spatiale en France, et plus largement en Europe depuis les années 1950. À partir des années 1990, une nouvelle forme de planification dite « stratégique et spatialisée » (Motte, 2005), « collaborative » (Healey, 1997) ou encore « territoriale » (Novarina et Zepf, 2009) émerge après une période de remise en cause du plan au profit du projet urbain localisé et du développement de démarches stratégiques. Cette nouvelle forme de planification s'inscrit dans le cadre d'un processus itératif. La mise en œuvre de ce processus complexe nécessite des partenariats entre différents niveaux de plans et de projets et une coordination entre acteurs, lieux, échelles et temporalités (Dugua, 2015). Hillier (2011) décrit ces nouvelles exigences en tant que « navigation stratégique », se rendant capable de suivre une trajectoire donnée dans des contextes d'action incertains et imprévisibles. L'évolution de la planification a déjà été analysée en détail dans des travaux précédents (Motte, 2005). Nous nous contentons ici de mentionner les éléments saillants afin de retracer la trajectoire de la planification territoriale dans le tableau 15.1.

Vingt ans après leur création, et malgré l'apparent succès des SCoT, en termes numériques du moins (370 SCoT approuvés en France, soit 86 % des communes et 97 % de la population), ils demeurent un instrument contesté (Dugua, 2017). Leur succès tient davantage aux contraintes imposées par le Code de l'urbanisme en l'absence de SCoT (urbanisation limitée) qu'à un enthousiasme généralisé pour les démarches de prospectives. Déléaz (2015) fait notamment le constat d'une « perte de lisibilité » des SCoT, dont le contenu et les obligations réglementaires s'alourdissent au gré des réformes législatives successives, en lien notamment avec l'intégration des enjeux environnementaux et climatiques. L'ordonnance relative à la modernisation des SCoT de 2020 cherche à ce titre à donner davantage de visibilité au projet et à simplifier le contenu autour de trois grands piliers : activités économiques, lieux de vie, transition écologique et énergétique (Fédération des SCoT, 2020).

Parallèlement, de nouveaux régimes de production urbaine émergent qui sont fondés sur l'expérimentation (Dumont, 2014), l'improvisation (Lévy *et al.*, 2019) ou encore d'autres rapports au temps : urbanisme temporaire, transitoire, tactique, etc. (Mallet et Mège, 2021). Cette évolution des modalités de fabrication de la ville signe-t-elle pour autant la fin de la planification ou du projet en urbanisme ? Nous soutenons qu'au contraire, elle témoigne plutôt de la nécessité d'un renouvellement des modalités, de leur élaboration et de leur pilotage. Alors que la pratique de l'urbanisme est en prise à des processus d'accélération généralisée (Rosa, 2010) soumis au dictat de l'urgence et du court terme,

**Tableau 15.1. Les trois temps d'évolution de la planification en Europe**  
(source : Dugua, 2015).

Type	Temps 1 Planification traditionnelle	Temps 2 Démarche stratégique	Temps 3 Planification territoriale
Période	1955-1975	Début des années 1980	Fin des années 1990
Contexte socio-économique	Trente Glorieuses État providence Keynésianisme spatial	Crise économique et tournant néolibéral Décentralisation Remise en cause de la planification traditionnelle	Diffusion de l'urbanisation Retour de l'intervention publique Développement durable
Objectifs recherchés	Maîtriser la croissance urbaine Réguler l'usage des sols par le zonage	Stimuler le développement par des projets urbains Consolider des partenariats publics-privés Favoriser l'attractivité urbaine	Protéger et développer Fixer des principes d'organisation du grand territoire
Organisation du processus	Processus linéaire Planification englobante Modèle hiérarchique	Focalisation de l'action sur des sites stratégiques et des problématiques majeures Modèle négocié	Processus en boucle et aléatoire Le projet comme démarche continue Modèle négocié Co-planification
Rapport au territoire	Support lisse Quantification des besoins par le découpage rationnel de l'espace	Considération pour la ville existante Analyse des tissus urbains constitués	Ensemble de contraintes et de ressources Éléments de structures (invariants territoriaux)

la planification territoriale interpelle les conditions d'articulation entre trois dimensions incontournables : les temporalités, les spatialités et la diversité des parties prenantes. C'est de la relation entre « stratégies » et « tactiques » qu'il est question, pour reprendre la distinction opérée par De Certeau entre « les strates de l'ordre et les stratagèmes de l'agir » (cité par Chaouki Zine, 2010). Au-delà de la multiplication des textes législatifs et des impératifs réglementaires rappelant le rôle incontournable des SCoT, il manque avant tout en France un débat de fond sur le nouveau rôle alloué à la planification territoriale. À la différence des périodes précédentes, et malgré la profusion du nombre de SCoT et autres exercices de planification, peu ou pas de programmes de recherche sont financés sur le sujet. En 2021, l'APR Pact<sup>2</sup>e de l'Ademe constitue à ce titre une exception. Depuis une dizaine d'années, l'apparition et le développement de la notion de trajectoire, à l'initiative du gouvernement mais aussi de l'Ademe, témoignent de ce besoin d'anticipation et de programmation des actions à mener, afin d'impulser les efforts nécessaires à la transition écologique tout en évitant la dictature de l'urgence, ou au contraire les efforts de planification à long terme sans effet immédiat. La notion de trajectoire rejoint ainsi le panel du vocabulaire et la boîte à outils des aménageurs et des planificateurs, aux côtés de celles de stratégie ou encore de scénario<sup>3</sup>, et n'est pas sans rappeler que le domaine de l'urbanisme demeure encore et toujours une activité de mise en récit (ou *storytelling*). Néanmoins, la diffusion de la notion de trajectoire ne relève pas uniquement de l'effet de communication. En effet, les travaux en écologie territoriale et autour des théories de la transition insistent également sur l'idée de trajectoires permettant le passage d'un régime industriel à un régime socio-écologique (Barles, 2018). Tout l'enjeu réside alors dans la recherche des conditions permettant le passage d'un régime à l'autre, ce que traite notamment l'approche multi-niveaux (Geels et Schot, 2007). Les auteurs insistent sur le rôle du management dans le pilotage du processus de transition, ce qui rejoint très directement les enjeux de planification territoriale en tant que processus spatialisé de coordination d'acteurs.

Les récentes évolutions législatives visent « une modernisation du SCoT » suite à une démarche de concertation menée à l'échelle nationale en 2019 intitulée « Planifions nos territoires ensemble ». Plus récemment, la Fédération des SCoT (2022) appelle à « réenchanter l'exercice d'aménagement du territoire » en s'engageant dans de « nouveaux modèles ». En revanche, la planification écologique telle que promulguée par le gouvernement Borne en 2022 n'a pas suscité davantage de débats, pourtant nécessaires, sur le sens et le contenu à donner à la démarche. En partant du postulat qu'au-delà d'un simple toilettage, une profonde refonte de la planification, de ses fondements et des outils associés est nécessaire en réponse aux enjeux de transition écologique – à l'image du changement opéré à l'initiative de la Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale (Datar) au milieu du xx<sup>e</sup> siècle –, la section suivante dresse les contours d'un âge 2 des SCoT, vingt ans après leur création.

3. Dans les démarches de planification et de projet, les scénarios visent à formuler une série d'hypothèses concernant le devenir possible d'un territoire et à formaliser les conséquences des choix opérés. La méthode peut à ce titre constituer un outil d'aide à la formalisation de trajectoires de transition.

## Hypothèses pour un âge 2 des SCoT

L'idée d'un âge 2 des SCoT découle initialement des résultats d'un projet de recherche-action commandité par la Fédération nationale des SCoT (Faure et Vanier, 2016). Depuis, au-delà des publications issues du rapport et des travaux engagés par le législateur en faveur de la modernisation des SCoT, la perspective possible d'un deuxième âge des SCoT n'a pas été davantage investie par la Fédération des SCoT ou l'équipe de chercheurs alors mobilisée. Le projet de recherche-action Âge2SCoT, sélectionné et financé par l'Ademe dans le cadre de l'APR Pact<sup>2e</sup> sur la période 2022-2025, propose à ce titre de poursuivre les investigations scientifiques et les pratiques sur la refonte de la planification territoriale en France – et notamment des SCoT – au regard des enjeux climatiques et écologiques par le prisme spécifique de l'agroécologie, du paysage et de l'évolution des relations ville-campagne. La proposition d'un âge 2 des SCoT est fondée sur deux problématiques principales :

- que nous enseignent l'agroécologie et les approches paysagères sur le futur des relations villes-agricultures et l'évolution nécessaire de la planification territoriale ?
- quelles sont les adaptations des instruments de planification territoriale – notamment des SCoT – en réponse à l'urgence climatique et environnementale ?

Cinq hypothèses de recherche esquissent alors les contours d'un âge 2 des SCoT, et plus largement d'une refonte du système de planification en France. Celles-ci concernent tout à la fois une transformation du paradigme initial de la planification territoriale – au sens de sa raison d'être – et une transformation des modalités de sa mise en œuvre – au sens de son mode de faire.

### I Hypothèse 1. Une planification collaborative et gestionnaire de ressources territorialisées

La planification territoriale et notamment les SCoT ont souvent été cantonnés à leur dimension réglementaire et restrictive, plus particulièrement dans leur rôle de limitation de la consommation foncière. L'urgence climatique et environnementale nécessite une planification plus collaborative, assembleuse et gestionnaire de ressources territorialisées, permettant une transformation des métabolismes territoriaux (chapitre 11). Les travaux en écologie territoriale insistent sur l'enjeu de spatialisation, et donc de planification des flux et du cycle des ressources externalisées, souvent à l'échelle mondiale : « C'est d'autres lieux que les villes tirent leur nourriture et leur énergie et une bonne partie de leurs moyens de subsistance » (Barles, 2017). La transformation de ces métabolismes implique des mécanismes de coordination interterritoriale pour relier les lieux de production et de consommation. L'entrée par l'agriculture et par l'évolution des relations villes-campagne est propice à l'analyse de ces mécanismes. C'est de l'avènement d'un « urbanisme circulaire » (Grisot, 2020) qu'il est question ici.

## I Hypothèse 2. L'agroécologie est porteuse d'un renouvellement des méthodes d'urbanisme

Dans la continuité des travaux de Tornaghi et Dehaene (2021), nous faisons l'hypothèse que l'agroécologie<sup>4</sup> est porteuse d'un renouvellement des méthodes d'urbanisme et de la planification en appréhendant les territoires en tant que socio-agroécosystèmes, à travers l'organisation de leur métabolisme et selon une approche systémique. La proposition rejoint l'idée avancée par Ambrosino (2023) lorsqu'il revient sur « les fondements permaculturels de l'urbanisme du futur ». À contre-courant des postures anti-planification écologique, qui y voient un instrument autoritaire inscrit dans une politique de croissance<sup>5</sup>, cette proposition vise au contraire à réinventer la planification à partir de l'écologie, et donc à montrer en quoi l'écologie scientifique et plus spécifiquement l'agroécologie sont porteuses d'un renouvellement des instruments de planification, et plus largement des fondements de l'urbanisme. Cette perspective sous-entend quelques bouleversements non négligeables, et notamment le passage d'un régime compétitif fondé sur la croissance, l'attractivité et la propriété, à un régime collaboratif fondé sur la sobriété, la résilience et la mise en commun.

## I Hypothèse 3. L'approche paysagère au fondement de la planification collaborative

Les transitions, notamment agroécologiques, impliquent également une transition paysagère où les approches fondées sur le paysage deviennent déterminantes (Folléa, 2019). L'approche paysagère est d'ailleurs présentée comme « accélératrice de la transition agroécologique » dans un rapport gouvernemental (Michel *et al.*, 2020). Nous faisons l'hypothèse que les approches paysagères ou relevant d'un « urbanisme paysager » (Bonneau, 2016), sans les réduire à l'écologie du paysage, constituent effectivement un levier d'action essentiel en faveur d'une planification collaborative, gestionnaire de ressources territorialisées. Leur dimension relationnelle et holistique du territoire, et donc leur capacité à saisir la question du sol et du vivant, devient fondamentale dans une perspective de transition écologique (Dugua *et al.*, 2022). Le projet de paysage, la relation entre urbanisme et paysage, doit alors occuper une place prépondérante dans la perspective d'un âge 2 des SCoT, notamment au sein du projet d'aménagement stratégique (PAS), ou en faveur de l'articulation avec les enjeux climatiques et énergétiques<sup>6</sup>.

4. L'agroécologie propose de concevoir et de gérer les systèmes agricoles en tant qu'écosystèmes, et constitue ainsi une alternative à l'agriculture industrielle. Son potentiel en faveur de la résilience des systèmes agricoles et alimentaires, et plus largement des moyens de subsistance face au changement climatique, est maintenant reconnu internationalement (Leippert *et al.*, 2020).

5. <https://greenwashingeconomy.com/8-arguments-contre-la-planification-ecologique/>

6. Suite à l'ordonnance n° 2020-744 du 17 juin 2020 relative à la modernisation des SCoT, ces derniers peuvent tenir lieu de PCAET.

## I Hypothèse 4. Un processus de navigation entre de nouveaux lieux stratégiques

La quatrième hypothèse concerne les conditions d’articulation entre planification territoriale et trajectoire de transition, en tant qu’instruments et processus de coordination entre acteurs, échelles et temporalités<sup>7</sup>. La planification collaborative doit être en mesure de favoriser la mise en relation, et donc la navigation stratégique (Hillier, 2011), entre différents lieux structurants et échelles d’approche du territoire (de la parcelle au grand paysage), mais aussi entre les strates inférieures (le sol) et supérieures (l’atmosphère). Alors que la planification s’est longtemps focalisée sur des sites stratégiques ayant vocation à accueillir de grandes opérations d’urbanisme plutôt localisées au cœur des grandes agglomérations, de nombreux travaux insistent sur l’importance des espaces ouverts (non bâtis), qui apparaissent comme autant de nouveaux sites stratégiques dans un contexte d’urgence climatique et environnementale. Cette posture implique une « inversion du regard » (Cogato-Lanza, 2005) *via* notamment la structuration et la gestion de trames vertes, bleues et brunes, mais aussi *via* un intérêt accru pour les lisières, interfaces, « lieux transactionnels » entre ville et campagne (Dugua et Chakroun, 2019) ou encore « phares agroécologiques » (Nicholls et Altieri, 2018). Les instruments favorables à l’établissement de ce processus de co-planification et à la stabilisation de partenariats entre lieux et niveaux territoriaux demeurent largement à inventer (contrat de réciprocité, pacte agri-urbain, contrat de corridors agroécologiques, pacte de solidarité amont-aval, etc.). Alors qu’il existe souvent un fossé entre initiatives de transitions et actes de planification, transitionneurs et planificateurs doivent pouvoir se retrouver au sein d’une trajectoire territoriale commune.

## I Hypothèse 5. Un récit mobilisateur en faveur d’un régime collaboratif

La planification en général et notamment les SCoT sont souvent considérés comme caducs ou relevant de démarches à caractère essentiellement réglementaire et juridique. Les documents de planification sont alors présentés et élaborés en réponse à des contraintes imposées par le législateur. L’âge 2 des SCoT nécessite au contraire une planification moins subie mais voulue, promue et plébiscitée par les acteurs du territoire, soit l’ensemble des relais opérateurs territoriaux qui pourront ensuite assurer sa mise en œuvre quotidienne au-delà de la structure porteuse du document. Planifier devient alors une opportunité pour une meilleure gestion des ressources et non pas un acte laborieux, contraignant et une simple condition au développement. Le processus d’élaboration et

7. La formalisation de trajectoires bas-carbone ou d’adaptations au changement climatique semble quelque peu négliger la dimension territoriale au sens du contexte socio-géo-morphologique, à l’image de la démarche Tacct éditée par l’Ademe en 2019. Fondée sur une démarche de planification dite « dynamique », cette dernière consiste pour l’essentiel à identifier une panoplie d’actions à mener, à les séquencer et à les évaluer périodiquement sur la base d’une grille d’indicateurs. Les hypothèses 4 et 5 proposent au contraire une articulation renforcée entre planification et trajectoire de transition.

de mise en œuvre de la planification territoriale est alors l'occasion de formaliser un récit mobilisateur permettant d'identifier collectivement les problèmes et les limites du mode de développement ou de gestion actuel, et de mettre en place le régime collaboratif en faveur d'une gestion partagée et commune des ressources en présence. Cette planification collaborative résulte d'un processus itératif fondé sur des allers-retours entre grand territoire et échelle de la parcelle, mais son contenu émergera prioritairement des initiatives, des lieux et des acteurs en charge localement de la gestion, de la mise en réseaux et de la préservation des ressources stratégiques (gestionnaires de réseaux, agences de l'eau, coopératives agricoles, collectifs citoyens, groupements d'usagers, etc.).

Les processus de planification territoriale prennent une coloration singulière en fonction du contexte territorial considéré. Certains territoires ont déjà engagé cette transformation des outils de planification ou alors expérimentent des actions et démarches dans ce sens, à l'image du SCoT de l'agglomération lyonnaise. Le projet Âge2SCoT porte sur deux cas d'étude très différents, mais où convergent des enjeux agricoles et urbains et où sont testées ces différentes hypothèses de recherche-action : le SCoT du Grand Reims et le SCoT de l'agglomération lyonnaise.

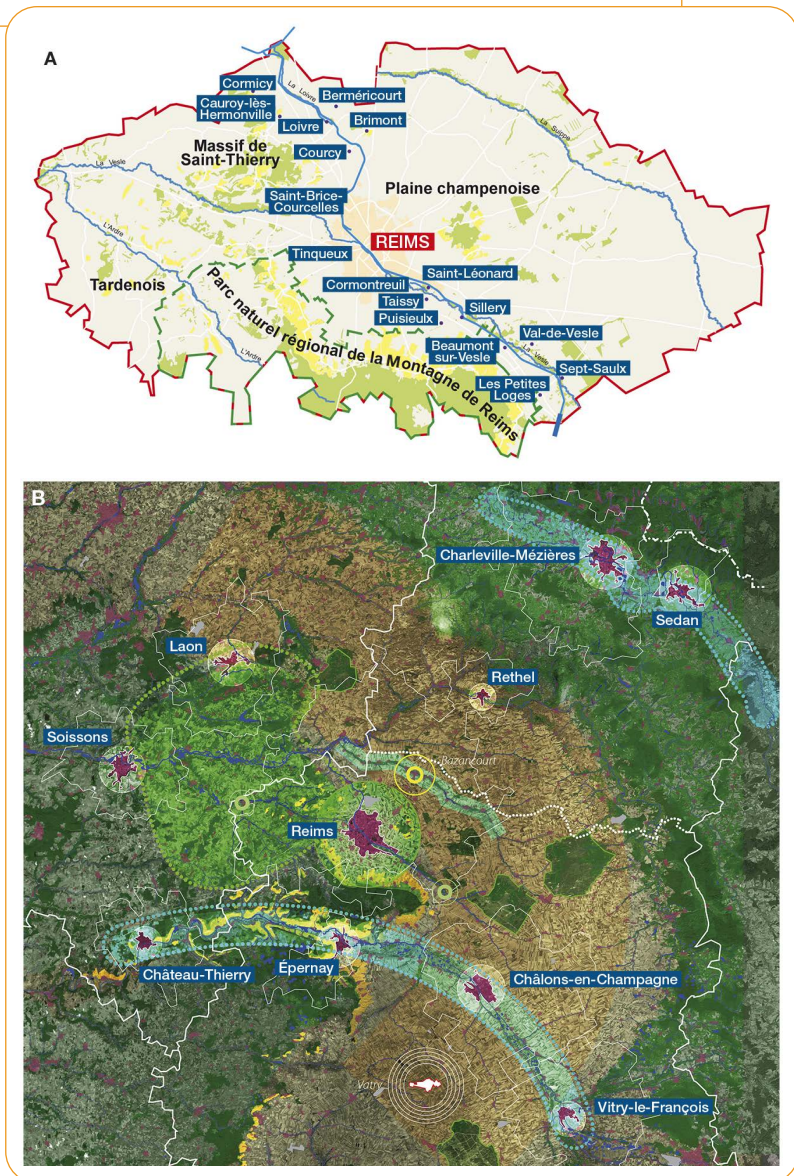
## Deux cas d'étude du projet Âge2SCoT

### I Le SCoT du Grand Reims : un « territoire apprenant » ?

Au sein de la Région Grand Est, le SCoT du Grand Reims est approuvé en 2016 sur un grand territoire d'un peu moins de 130 communes et 300 000 habitants. La ville-centre concentre plus de 60 % de la population et les couronnes sont à prédominance agricole et viticole. Le reste du territoire est majoritairement constitué de petites polarités villageoises. Le Grand Reims est une communauté urbaine relativement récente, créée en 2017 suite à la fusion de 9 intercommunalités, dont la Communauté d'agglomération de Reims, constituée alors de 16 communes. Le territoire est localisé au sein de la Champagne crayeuse, couronne agricole et unité paysagère dont la nature de son sol crayeux était initialement peu propice à l'agriculture (figure 15.1). À la sortie de la seconde guerre mondiale, le système agraire champenois est transformé par la politique nationale puis européenne d'intensification de l'agriculture, basée sur le recours aux intrants chimiques et à la mécanisation en faveur de la maximisation des rendements (grandes cultures en circuit long, dont céréales, oléagineux et protéagineux) en réponse à la demande alimentaire mondiale (Garnotel, 1981). Le système agro-industriel s'est ainsi accompagné d'une profonde mutation paysagère (défrichement, remembrement, etc.).

Depuis 2010, le Grand Reims porte une politique volontariste de promotion de la bioéconomie industrielle appuyée par les crédits ministériels, le pôle Agrosociétés, environnement, biotechnologies et bioéconomie (AEBB) de l'université de Reims Champagne-Ardenne (URCA) et la Région Grand Est. La filière est principalement fondée sur des logiques d'économie circulaire et de valorisation du potentiel agronomique

**Figure 15.1.** Les principales unités paysagères du SCoT de la Région de Reims (A) au sein de la Champagne crayeuse (B) (source : Grand Reims, 2016).





(alimentaires et non alimentaires) de plantes produites sur le territoire. La plateforme agro-industrielle, ou plateforme d'innovation dénommée « Bioraffinerie recherche et innovation », en constitue le principal fleuron au sein du territoire. Le paysage est également fortement marqué par la viticulture. Les vignes sont principalement localisées sur les coteaux de la Montagne de Reims qui bordent la frange sud du territoire, mais l'activité viticole et la filière de production du champagne sont également fortement présentes au sein de la centralité rémoise, *via* notamment les Maisons de champagnes, les Clos (parcelles fermées) ou encore les réseaux souterrains de caves et de crayères. Les « Coteaux, Maisons et Caves de Champagne » sont inscrits au patrimoine mondial de l'Unesco depuis 2015, et font à ce titre l'objet de mesures de valorisation et de préservation à l'interface entre ville et campagne. L'agriculture et la viticulture champenoise sont majoritairement tournées vers l'exportation. Localement, il existe des ruptures paysagères entre ville et agriculture, du fait d'un développement urbain encore relativement contraint par la valeur foncière des terres agricoles et viticoles et la rentabilité des productions. Les professions agricoles et viticoles se sont historiquement organisées sans lien direct avec les acteurs de la planification territoriale, si bien que cette dernière ne dispose aujourd'hui que de peu de marge de manœuvre sur l'évolution des pratiques agricoles, à l'exception de l'affectation de zones en espaces agricoles et naturels.

L'agriculture et la viticulture champenoise sont néanmoins particulièrement sensibles et vulnérables à l'érosion de la biodiversité et aux évolutions climatiques. Des initiatives sont menées afin de favoriser le développement de la biodiversité, à l'image des activités de l'association Symbiose, pour des paysages de biodiversité (implantations de haies, de buissons, de bandes tampons, de jachères mellifères) ou d'initiatives de transition (fermes en reconversion, agroforesterie, circuit court, maraîchage, vente directe, etc.). Un Projet alimentaire territorialisé (PAT) est par ailleurs en cours d'élaboration par le Parc naturel régional de la Montagne de Reims au sein du Triangle marnais (Reims, Épernay et Châlons-en-Champagne). Ces démarches demeurent néanmoins encore largement ponctuelles et balbutiantes. Les conditions d'articulation entre bioéconomie, paysage, agri-viticulture et stratégie d'aménagement restent à définir, notamment dans une logique d'atténuation et d'adaptation au changement climatique. Alors que, depuis une dizaine d'années, les politiques d'aménagement de la Ville de Reims et du Grand Reims portent pour l'essentiel sur la réalisation de grands projets urbains au cœur de l'agglomération (tel le projet Reims Grand Centre), la stratégie d'aménagement et les politiques de transition à mettre en œuvre à l'échelle du grand territoire demeurent relativement discrètes, malgré l'élaboration récente du PCAET. Plus spécifiquement, les enjeux agroécologiques, climatiques et paysagers ne sont pas (ou encore peu) abordés à l'échelle du Grand Reims. L'agglomération rémoise a pourtant été historiquement un « laboratoire de la planification urbaine » à l'interface entre ville et campagne, à l'image du développement des cités jardins au *xix<sup>e</sup>* siècle ou encore de la Zone d'appui nord-champenoise (ZANC) portée par l'État dans les années 1970. Depuis, urbanisme et agriculture semblent avoir emprunté des trajectoires bien différentes dont tout l'enjeu est de parvenir à favoriser leur convergence à l'échelle du Grand Reims dans une perspective de transition écologique.

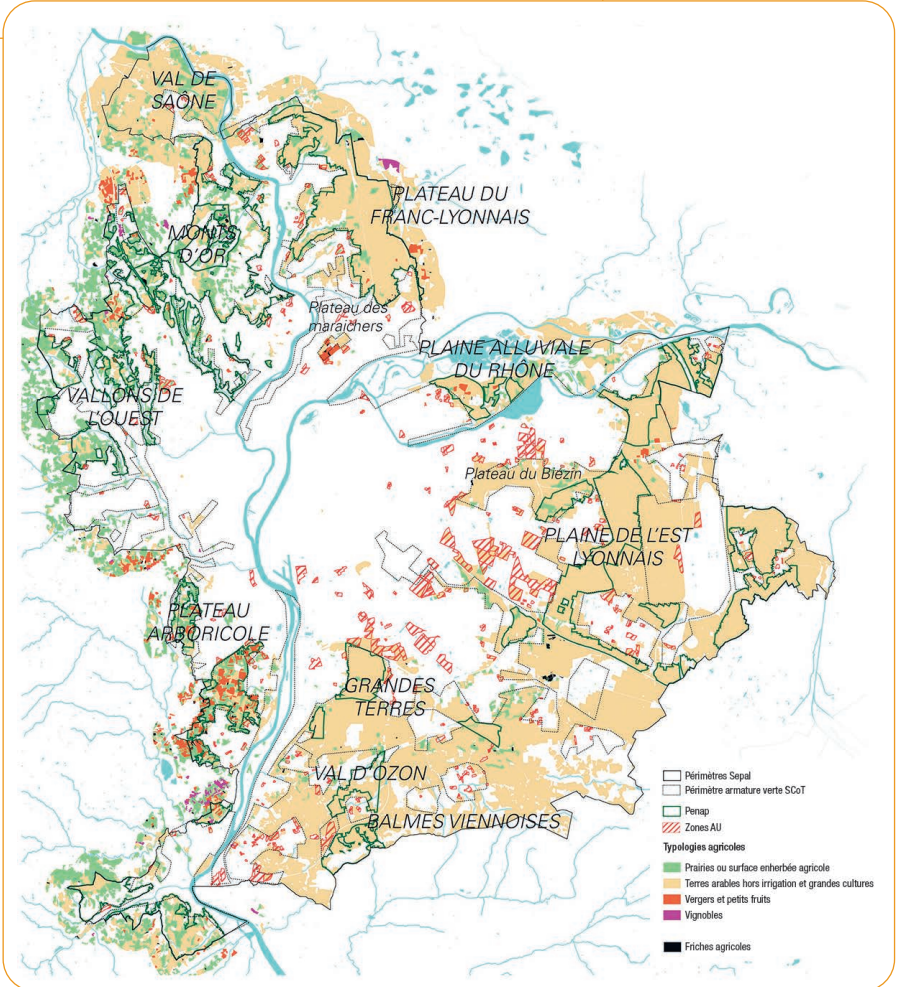
Le SCoT du Grand Reims est en cours de révision sur la période 2022-2025 par l'Agence d'urbanisme du Pays de Châlons-en-Champagne (AUDC), en résonance avec les objectifs de la loi Climat et Résilience de 2021 et de l'ordonnance de 2020 relative à la modernisation des SCoT. Le PLUi sera également élaboré parallèlement à partir de mars 2023. Qualifié de « territoire apprenant » dans le cadre du projet Âge2SCoT, le dispositif de recherche-action accompagne la réalisation du SCoT et du PLUi avec pour objectif de favoriser l'innovation dans le champ de la planification territoriale à partir des hypothèses énoncées plus haut. Le Grand Reims, *via* sa Direction de l'urbanisme, de la planification, de l'aménagement et de l'archéologie, qui pilote la révision du SCoT, est partenaire du projet. Le bureau d'études en paysage Omnibus, quant à lui, est missionné dans le cadre du projet pour élaborer un plan de paysage agroécologique et climatique (PPAC)<sup>8</sup>. L'objectif est de retracer les trajectoires de la planification et des politiques agricoles, mais aussi de favoriser l'ancrage des résultats au sein des documents de planification à l'interface entre aménagement, agriculture, paysage et climat.

### **I Le SCoT de l'agglomération lyonnaise : un « territoire innovant » ?**

Au sein de la Région Auvergne-Rhône-Alpes, le SCoT de l'agglomération lyonnaise réunit 74 communes pour un peu moins de 1,5 million d'habitants, incluant la Métropole de Lyon et deux petites intercommunalités à l'est : la Communauté de communes de l'Est lyonnais (CCEL) et la Communauté de communes du Pays de l'Ozon (CCPO). L'aire métropolitaine lyonnaise constitue un territoire plus vaste de plus de 3 millions d'habitants, structuré par deux polarités principales, Lyon et Saint-Étienne, et composé d'un peu moins de 90 % d'espaces naturels et agricoles (dont 60 % d'espaces agricoles). L'agglomération lyonnaise concentre une grande partie de la population et des emplois (733 000 emplois) de l'aire métropolitaine Lyon-Saint-Étienne. Même si le territoire se caractérise par une part importante d'espaces artificialisés, il comprend néanmoins un important réseau d'espaces naturels et agricoles qui couvre près de 50 % du territoire. Approuvé en 2010, le SCoT accorde une place importante à l'armature des espaces naturels et agricoles. Du fait de sa topographie singulière à la confluence de la vallée du Rhône et de la Saône, la ceinture verte périurbaine de l'agglomération lyonnaise se caractérise par une importante diversité agricole entre les territoires de grandes cultures de l'est lyonnais, les territoires de gestion agropastorale des Balmes viennoises ou du massif des Monts d'or, et les espaces d'activités diverses (polyculture, élevage, cultures fruitières et maraîchères) du plateau de Dardilly (figure 15.2).

8. Les plans de paysage de transition énergétique et climatique tendent à se développer en France sous l'impulsion du ministère de la Transition écologique. La réalisation d'un « plan de paysage agroécologique et climatique » dans le cadre d'un dispositif de recherche-action est en revanche totalement exploratoire et inédite.

**Figure 15.2.** Des espaces agricoles sous pression foncière au sein du SCoT de l'agglomération lyonnaise (source : Agence Base, 2022).



Le SCoT de l'agglomération lyonnaise, et plus largement l'aire métropolitaine lyonnaise, capitalise une culture ancienne de la planification et de la coordination interterritoriale (Dugua, 2015). Le territoire fait ainsi figure de référence en France dans le champ de la planification territoriale et de la gouvernance métropolitaine. Dans les années 1980, l'agglomération fait notamment l'objet d'une démarche stratégique (Lyon 2010) qui

connaîtra un écho important en France et en Europe, à l'origine du renouvellement des méthodes de planification engendré ensuite par la loi SRU en 2000. Composée de treize périmètres de SCoT, l'aire métropolitaine lyonnaise est l'un des premiers territoires en France au début des années 2000 à mettre en place une démarche de coopération entre les SCoT appelée « inter-SCoT », pilotée par les élus locaux et accompagnée par les agences d'urbanisme de Lyon et de Saint-Étienne<sup>9</sup>. Plus récemment, le territoire accueille également plusieurs initiatives répondant aux enjeux alimentaires et de transition agroécologique : Observatoire partenarial des espaces naturels et agricoles de l'aire métropolitaine lyonnaise (2007) ; Périmètres de protection des espaces naturels et agricoles périurbains (Penap), Programme Urbact « Sustainable food in urban communities » (2013-2015), Projet agroenvironnemental et climatique (PAEC, 2020), Projet alimentaire du territoire lyonnais (Patly, 2019). Il demeure néanmoins des enjeux importants d'articulation entre politiques agricoles, alimentaires et d'aménagement (Brand, 2015).

La révision du SCoT de l'agglomération lyonnaise est en cours sur la période 2021-2025 afin de répondre aux défis auxquels est confronté le territoire :

- une progression démographique rapide (150 000 habitants supplémentaires entre 2010 et 2020) ;
- une forte concentration économique et un accroissement des échanges ;
- une demande de transport qui peine à trouver des alternatives à la voiture ;
- un essoufflement du modèle d'urbanisme commercial ;
- un développement fondé sur l'attractivité internationale ayant pour corollaire un renchérissement des prix du foncier et de l'immobilier ;
- une réduction des émissions de gaz à effet de serre insuffisante (-9 % entre 1990 et 2018) ;
- une consommation encore importante d'espaces naturels et agricoles (1150 ha consommés pour l'urbanisation entre 2010 et 2020) ;
- des pressions de plus en plus fortes sur la biodiversité et les ressources (eau, matériaux, etc.) ;
- et enfin un accroissement des interdépendances avec les territoires voisins.

La révision du SCoT est réalisée par l'Agence d'urbanisme de l'aire métropolitaine lyonnaise, sous pilotage du Syndicat mixte d'études et de programmation de l'agglomération lyonnaise (Sepal). Dans le cadre de la phase de diagnostic, un mandat est confié à l'agence de paysage Base, accompagnée de l'Atelier d'écologie urbaine, du Centre de ressources de botanique appliquée (CRBA) et de Géraldine Pin, urbaniste, pour la réalisation d'une « Étude Paysages, sols et résilience ». Dans le cadre du projet Âge2SCoT financé par l'Ademe, l'objectif visé pour ce SCoT qualifié de « territoire innovant » est de formaliser la double trajectoire de la planification territoriale et des politiques agricoles, de capitaliser les acquis d'expériences, mais

9. Ces SCoT ont élaboré un chapitre commun dès 2006 et travaillent actuellement à sa deuxième réactualisation, notamment pour renforcer les orientations relatives aux transitions.

aussi d'identifier les marges d'innovation sur la base des hypothèses de recherche mentionnées plus haut dans une perspective de transition écologique. La Ville et la Métropole de Lyon sont dirigées depuis 2020 par Europe-Écologie-Les Verts. Dans quelle mesure ce nouveau contexte politique est-il propice à la transformation des modes de faire dans le champ de la planification territoriale et des relations ville-campagne entre la Métropole de Lyon et les territoires limitrophes au sein de l'aire métropolitaine lyonnaise ?

## Conclusion

Les deux territoires d'étude du projet de recherche-action Âge2SCoT affichent des configurations socio-spatiales très différentes. Territoire apprenant, le SCoT du Grand Reims constitue un très grand territoire peu peuplé où, parallèlement à la viticulture et à l'économie du champagne, domine un système agro-industriel leader mondial de la bioéconomie. Territoire innovant, le SCoT de l'agglomération lyonnaise est de plus petite superficie mais très fortement peuplé et attractif, au cœur d'un système métropolitain bipolaire (Lyon–Saint-Étienne). Les activités agricoles sont plus diversifiées, même si les grandes cultures demeurent prépondérantes, notamment au sein de la plaine de l'est lyonnais. Le territoire accueille déjà plusieurs initiatives de planification territoriale répondant à des enjeux alimentaires et de transition agroécologique, à la différence du Grand Reims – intercommunalité très récente dans son format actuel – où les enjeux agroécologiques, climatiques et paysagers ne sont pas ou encore peu traités à l'échelle du grand territoire. L'objectif du projet Âge2SCoT vise tout à la fois à accompagner et à alimenter la révision des SCoT par un dispositif de recherche-action, et à contribuer au débat national sur l'évolution nécessaire de la planification territoriale, et sur le contenu à donner à cette nouvelle planification dite « écologique » par le prisme spécifique de l'agroécologie, du paysage et du climat. En partenariat avec les deux SCoT concernés, le projet Âge2SCoT est l'occasion d'engager un dialogue et des temps de partage entre les deux territoires d'étude, mais aussi à l'échelle nationale entre chercheurs et praticiens, ce qui semble faire défaut aux travaux menés sur la modernisation des SCoT. La présente contribution témoigne des nombreux enjeux liés au renouvellement des instruments de planification territoriale, et notamment du SCoT, que ce soit du point de vue de sa raison d'être (son paradigme) ou de son mode de faire (sa mise en œuvre). Dans cette perspective, le rapprochement entre les notions de trajectoire et de planification trouve tout son sens en tant que processus de coordination entre acteurs, lieux, échelles et temporalités, au profit d'une planification collaborative et gestionnaire de ressources territorialisées. Les cinq hypothèses de recherche introduites ici esquissent les contours d'un âge 2 des SCoT, et plus largement d'une refonte du système de planification territoriale en France, ouvrant alors sur un quatrième temps d'évolution de la planification en Europe vers une perspective de transition écologique.


**Bibliographie**

- Ambrósino C., 2023. *Villes en transition ? Les fondements permaculturels de l'urbanisme du futur*, PUG, 10 p.
- Agence Base, Atelier d'écologie urbaine, CRBA, Géraldine Pin, 2022. *Mission d'étude Paysages, sols et résilience*. Syndicat mixte d'études et de programmation de l'agglomération lyonnaise, Sepal.
- Barles S., 2017. Écologie territoriale et métabolisme urbain : quelques enjeux de la transition socioécologique. *Revue d'économie régionale et urbaine*, 5, 819-836.
- Barles S., 2018. Métabolisme urbain, transitions socio-écologiques et relation ville-campagne. *Pour*, 4, 236, 49-54. <https://doi.org/10.3917/pour.236.0049>
- Bonneau E., 2016. L'urbanisme paysager : une pédagogie de projet territorial. Thèse de doctorat, université Bordeaux-Montaigne, università degli Studi di Firenze, 365 p.
- Brand C., 2015. Alimentation et métropolisation : repenser le territoire à l'aune d'une problématique vitale oubliée. Thèse de doctorat, université de Grenoble-Alpes, 372 p.
- Chaouki Zine M., 2010. La pensée et l'action dans la perspective sociologique de Michel de Certeau. *Laval théologique et philosophique*, 66 (2), 407-423. <https://doi.org/10.7202/044848ar>
- Cogato-Lanza E., 2005. Le territoire inversé. In Versteegh P., *Méandres. Penser le paysage urbain*, Lausanne, PPUR, 117-141.
- Déléaz D., 2015. Améliorer la lisibilité du projet des SCoT. Analyse de 10 SCoT Grenelle, Cerema, 8 p.
- Dugua B., 2015. Entre mise en œuvre et mise à l'épreuve de la planification territoriale : dynamique des lieux de projets dans l'inter-SCoT de l'aire métropolitaine lyonnaise. Thèse de doctorat, université Grenoble-Alpes, 852 p.
- Dugua B., 2017. Comment réenchanter la planification territoriale en France ? *Métropolitiques*.
- Dugua B., Chakroun L., 2019. Planifier avec le territoire : la dynamique des lieux de projets à l'épreuve des approches participatives et paysagères. *VertigO*. <https://doi.org/10.4000/vertigo.24559>
- Dugua B., Doreau A., Millet Lacombe M., 2022. Transition et paysage. Analyse des projets de fin d'études de la promotion 2019 de l'École nationale supérieure de paysage. Projets de paysage. <http://journals.openedition.org/paysage/28042>
- Dumont M., 2014. L'expérimentation en aménagement urbain. Mémoire d'HDR, université Rennes-2.
- Faure A., Vanier M., 2016. SCoT et territoires : Quels acquis ? Quelles perspectives ? Fédération nationale des SCoT, rapport final, Pacte-Acadie, 114 p.
- Fédération des SCoT, 2020. Les ordonnances de la loi ELAN. *InfoFlash numéro spécial*, 38 p.
- Fédération des SCoT, 2022. *S'engager dans de nouveaux modèles d'aménagement*, 130 p.
- Folléa B., 2019. *L'archipel des métamorphoses. La transition par le paysage*, Marseille, Parenthèses, La nécessité du paysage, 123 p.
- Garnotel J., 1981. Le développement de l'agriculture en Champagne crayeuse de 1945 à nos jours. *Économie rurale*, 36 p.
- Geels F.W., Schot J., 2007. Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36, 399-417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Grand Reims, 2016. SCoT de la Région de Reims, État initial de l'environnement, 86 p.
- Grisot S., 2020. *Manifeste pour un urbanisme circulaire. Pour des alternatives concrètes à l'étalement urbain*, Éditions Apogée, 240 p.

- Healey P., 1997. *Collaborative Planning: Shaping Places in Fragmented Societies*, Mac Millan, 338 p.
- Hillier J., 2011. Strategic navigation across multiple planes. Towards a Deleuzian-inspired methodology for strategic spatial planning. *Town and Planning Review*, 82, 5, 503-527. DOI:10.2307/41300331
- Leippert F., Darmaun M., Bernoux M., Mpheshea M., 2020. The potential of agroecology to build climate-resilient livelihoods and food systems. Rome, FAO and Biovision. <https://doi.org/10.4060/cb0438en>
- Lévy L., De Pertat S., Soubeyran O., 2019. De l'aménageur chef d'orchestre à l'improvisateur. Ce que les savoirs de l'improvisation font à l'aménagement. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 13 (3), 871-895.
- Mallet S., Mège A., 2021. Le temps en urbanisme ? Récits d'expériences. *Revue Sur-Mesure*, 6.
- Michel D., Rocq S., Ruiz J., Thibault J.-P., 2020. *L'approche paysagère accélératrice de la transition agro-écologique*, CGEDD-CGAAER, 108 p.
- Motte A., 2005. *La notion de planification stratégique spatialisée (Strategic Spatial Planning) en Europe (1995-2005)*, Paris, PUCA, 90 p.
- Nicholls C.I., Altieri M.A., 2018. Pathways for the amplification of agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42, 10. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1499578>
- Novarina G., Zepf M., 2009. Territorial Planning in Europe: News concepts, new experiences. *DisP, The Planning Review*, 179 (4), 18-27. <https://doi.org/10.1080/02513625.2009.10557048>
- Rosa H., 2010. *Accélération. Une critique sociale du temps*, Paris, La Découverte, 486 p.
- Tornaghi C., Dehaene M., 2021. *Resourcing an Agroecological Urbanism. Political, Transformational and Territorial Dimensions*, Routledge, 250 p.





# 16. Vers une planification adaptative de la transition : la Communauté d'agglomération du Pays de Grasse

Christine Voiron-Canicio<sup>1</sup>

Face aux manifestations quotidiennes des effets du changement climatique, la nécessité d'une transformation des modes de vie et de l'organisation de l'espace semble désormais faire consensus. La France s'est engagée dans une trajectoire de décarbonation de son économie, et la transition écologique est ainsi devenue le leitmotiv de la politique publique, édictée pour organiser ce changement et opérationnalisée *via* un ensemble de planifications. Cependant, le concept de transition reste encore flou pour beaucoup de collectivités, et son mode opératoire pose également question.

La planification territoriale est désormais déterminée par l'impératif écologique. Le futur souhaitable n'est plus, comme auparavant, à imaginer et à construire collectivement, mais donné par les experts de l'environnement, et la planification stratégique prend acte de leurs sombres prévisions pour fixer des objectifs quantifiés visant à réduire au plus vite l'impact environnemental des actions humaines. À charge aux collectivités locales de les mettre en place. Toutefois, les effets escomptés tardent à se manifester. Le tableau brossé par Jacques Theys est sévère :

« Sur le plan politique, des trajectoires de moyens qui ne correspondent pas aux objectifs, et sur le plan plus global, une disjonction entre d'un côté des acteurs qui agissent sur le terrain, mais sans mesurer l'impact de leurs actions à long terme, de l'autre, des visionnaires qui proposent des images stimulantes de ce qu'il faudrait faire, mais sans montrer le chemin pour y parvenir » (Theys, 2016).

L'articulation des documents d'urbanisme avec les plans climat-énergie territoriaux (PCET) et les plans climat-air-énergie territoriaux (PCAET) demeure insuffisante, et le degré d'intégration de la politique d'atténuation et d'adaptation, fort variable. Selon les contextes territoriaux, le curseur se situe entre l'application *a minima* de la réglementation, et l'élaboration d'une stratégie qui place le changement climatique au cœur du projet de développement territorial.

1. L'auteur s'appuie sur les premiers travaux réalisés par les membres du projet de recherche Trajectoire 4A : Gilles Gaveau (CAPG), Catherine Bossis (Green Selipar), Rachel Jouan (CAC), Jean-Christophe Loubier (GIS-Lab), Christine Voiron-Canicio et Matteo Cagliioni (UMR Espace). Trajectoire 4A est un projet porté par l'UMR Espace et financé par l'APR PACT<sup>2</sup>e de l'Ademe, avec pour partenaire la CAPG. Le projet a débuté en juin 2022.

Les techniciens des collectivités soulignent, quant à eux, deux obstacles fréquemment rencontrés : la difficulté à faire adhérer certains élus aux problématiques environnementales dès que l'on sort de l'occupation du sol vue sous le prisme du développement économique, et leur difficulté à appréhender l'adaptation. Les élus ont tendance à se saisir d'une problématique par le bout de la conséquence plutôt que par la cause et la manière de la traiter. Les citoyens, de leur côté, s'inquiètent des répercussions sur leurs conditions de vie, des mesures mises en place dans le cadre de la transition écologique, et redoutent une répartition inéquitable des efforts imposés.

Si la transition écologique peine à s'ancrer localement, ou tout du moins dans certains contextes territoriaux, il importe d'en rechercher les causes, en s'interrogeant sur la manière dont cette « planification mille-feuilles » s'applique sur le terrain. De toute évidence, celui-ci n'est pas un tout homogène, mais un agrégat d'entités géographiques et administratives aux spécificités diverses. Or cette diversité des contextes locaux est l'élément fondamental dont dépend la capacité de réponse du local à la planification définie aux niveaux *supra*. La problématique relève alors de l'insertion de la transition écologique dans un projet collectif, et des représentations qu'ont les acteurs locaux du futur qui en découlera. La politique de transition fait face à un double défi, articuler la planification environnementale et la planification territoriale stratégique avec les réalités du terrain, et englober la transition écologique dans une transition multidimensionnelle, à la fois territoriale et écologique, solidaire et soutenable. Cet infléchissement est d'ailleurs l'ambition de l'Agence nationale de la cohésion des territoires (ANCT), qui remet en selle le concept de développement durable en définissant la transition écologique comme un processus de transformation profonde et progressive du fonctionnement d'un territoire et d'une société, conduite par différents acteurs pour réduire l'empreinte des activités humaines sur l'environnement et parvenir à un développement durable. L'enjeu implique une visée nouvelle de la transition, une mise en perspective sur le temps long des transformations nécessaires, en d'autres termes, une vision prospective et rassembleuse. Or s'il existe, au niveau national, une tradition de prospective stratégique – Territoire durable 2030 du CGDD, Transition 2050 de l'Ademe –, la prospective est quasi inexistante au niveau local. Le mode opératoire est donc à repenser afin que chaque collectivité soit en mesure de définir son propre chemin vers une transition écologique territoriale et solidaire appropriée à son contexte, et de le réajuster au fil du temps.

Les pages qui suivent sont consacrées à l'opérationnalisation de la transition écologique *via* la planification environnementale et urbaine, en choisissant comme angle d'attaque les interactions de celle-ci avec le contexte local. Dans un premier temps, l'éclairage se portera sur les modes opératoires et les avancées récentes résultant des expérimentations menées à différentes échelles et dans différents espaces européens, qui ouvrent la voie à une planification territoriale et environnementale plus en phase avec les dynamiques des espaces, et plus réactive à leurs évolutions. Au niveau français, nombre d'études mettent en exergue les bonnes pratiques en matière d'adaptation au changement climatique, et mettent en lumière les collectivités exemplaires. Cependant, cette focalisation laisse dans l'ombre la grande masse des collectivités locales que l'on ne voit ni n'entend

sur ce sujet. Il importe de s'intéresser à leur positionnement vis-à-vis des politiques de transition pour mieux les guider avec des outils appropriés à leur stade d'avancement. C'est l'optique du projet Trajectoire 4A (adapter, anticiper, articuler, ajuster), dont les fondements de la démarche sont exposés dans un deuxième temps. La recherche-action menée dans ce projet poursuit un double objectif : d'une part, élaborer une démarche destinée à aider une collectivité à intégrer dans son fonctionnement, actuel et futur, des actions en adéquation avec les orientations de la planification environnementale, et, d'autre part, concevoir une démarche reproductible qui soit applicable aux diverses situations territoriales. À cet égard, les territoires caractérisés par des différenciations internes et des niveaux différents d'implication dans la transition écologique méritent une attention toute particulière. La Communauté d'agglomération du Pays de Grasse (CAPG), dans les Alpes-Maritimes, étant l'un d'eux, elle a été choisie comme terrain d'expérimentation de la démarche. La CAPG est en effet un territoire différencié sur les plans géographique et institutionnel. Elle se présente sous la forme d'une mosaïque de communes, emboîtées dans des périmètres variables selon les réglementations et les plans. En se référant au gradient d'unification entre les processus de gouvernance des plans énergie-climat et des réglementations d'urbanisme, tel que proposé dans le projet Ascens (Richard *et al.*, 2019), la CAPG est représentative d'un type de planification et de gouvernance caractérisé par une « dispersion » des échelles spatiales, des temporalités, du portage institutionnel et du portage politique. La définition d'une trajectoire d'adaptation univoque, conçue sur la base d'une modélisation technico-économique, s'avère inappropriée à ce type de contexte, assez fréquent dans l'Hexagone, ce qui conduit à inventer une démarche alternative en adéquation avec les spécificités des territoires : la démarche géoprospective. Les grandes lignes de la démarche engagée sur le terrain de la CAPG sont présentées dans un troisième temps.

## Les enjeux d'une planification dynamique adaptative de la transition écologique

### La transition vue au prisme des stratégies de planification et des modes opératoires en Europe

Le renouveau de l'activité de planification, opéré depuis deux décennies dans les pays d'Europe, s'est traduit par des évolutions convergentes, telles qu'une approche de la planification moins sectorielle, la construction collective d'une vision du territoire de demain, l'échelle régionale urbaine privilégiée, la redéfinition du rôle des institutions politiques locales dans la planification, la coordination des stratégies des acteurs locaux, ainsi que la recherche de l'adaptabilité (Novarina et Zempf, 2009). Les politiques d'adaptation au changement climatique ont conduit au développement d'une planification stratégique spatialisée plus transversale et contextualisée que les planifications antérieures. La notion d'ajustement, figurant dans la définition officielle de

l'adaptation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), induit en effet une approche évolutive des stratégies d'adaptation à mettre en place ainsi qu'une territorialisation de l'adaptation à l'échelle locale (Magnan, 2009). La démarche de la planification s'est trouvée interpellée par des questions entrant en résonance avec l'adaptation au changement climatique. Ainsi, l'incertitude du futur questionne l'utilité de la démarche de planification stratégique. Comment résoudre la contradiction d'une programmation fixiste dans un contexte mouvant et incertain (Zemp et Andres, 2011)? Les travaux de recherche sur les démarches et les moyens permettant à la planification d'impulser les mutations spatiales et comportementales imposées par les changements environnementaux n'ont pas remis en question l'utilité de planifier, mais en ont dessiné un nouveau contour. La conceptualisation de la trajectoire d'adaptation date du début de la décennie 2010. Elle est conçue comme une séquence d'actions provoquées par un changement des conditions environnementales, introduites progressivement, en fonction des dynamiques futures. Le plan d'adaptation rend compte du processus de mise en œuvre en spécifiant les mesures à réaliser dès maintenant, et celles à introduire lorsque certaines conditions seront réunies. Dans une revue de littérature sur les trajectoires d'adaptation adoptées à travers le monde, Werners *et al.* (2021) mettent en évidence trois groupes de méthodes. Le premier concerne les approches axées sur les seuils de performance à maintenir sous différents scénarios, l'objectif étant de guider la planification en fournissant des séquences alternatives de mesures d'adaptation ponctuelles en réponse aux possibles scénarios futurs – avec des applications au delta du Rhin néerlandais, aux villes de Londres, Dordrecht, New York, Shanghai, etc. Le second groupe est basé sur le principe que l'adaptation se joue dans un cadre multipartite; les trajectoires sont alors orientées vers les parties prenantes. Les méthodes sont axées sur la prise en compte des multiples objectifs, intérêts et valeurs contradictoires. Les applications de ce type concernent, par exemple, les trajectoires locales mises en place en Suède, ou encore les méthodes d'adaptation à la montée du niveau marin. Le troisième groupe de trajectoires vise d'emblée l'adaptation transformative, en s'attaquant aux causes profondes et aux obstacles aux transformations. Les « retraits stratégiques », ou recompositions spatiales face aux risques de montée des eaux, opérés aux Pays-Bas, en Allemagne et en France, en sont des exemples.

En résumé, quatre axes de renouvellement de la planification, ayant vocation à coupler plans d'urbanisme et plans climat-énergie, se dégagent aujourd'hui :

- asseoir la planification territoriale sur une démarche anticipative à l'échelle locale allant au-delà des recommandations. Des simulations prospectives à l'échelle locale s'avèrent désormais indispensables afin d'élaborer des stratégies d'adaptation aux phénomènes non seulement attendus, mais également difficilement prévisibles mais pas pour autant improbables (Wiel, 2007; réseau Prosper, 2013);
- débattre de la prospective locale et miser sur l'intelligence collective pour construire des visions partagées du futur qui serviront de lignes directrices à la planification adaptative;

- coupler à la planification spatiale une gestion adaptative basée sur un processus incrémental de modifications successives enrichissant les décisions prises, et des opportunités émergentes afin de trouver des réponses rapides aux demandes les plus urgentes (Scherrer, 2000). Ce travail incrémental d'essais et d'erreurs est censé conduire à long terme au changement global escompté. La planification adaptative environnementale est prônée par Jack Ahern pour suivre les aménagements basés sur des infrastructures vertes, au regard des bénéfices attendus sur la gestion des eaux pluviales, la biodiversité et les risques. Le suivi doit permettre le réajustement du design des infrastructures programmées pour les périodes ultérieures. Cette stratégie de planification adaptative, basée sur une gouvernance participative, se répand désormais, sur le modèle de Portland, Melbourne ou Montréal (Ahern, 2011; Dagenais, 2017) ;
- introduire de la flexibilité dans les documents de planification, notamment en conservant un socle assez stable et en faisant évoluer les documents à la marge pour les adapter aux projets (Desjardins, 2020).

## I Quel état des lieux des trajectoires de transition écologique en France ?

L'information disponible sur la conduite du changement dans les collectivités françaises émane soit d'études de cas présentées dans des projets de recherche (étude PLUi et changement climatique<sup>2</sup> par exemple), soit de dossiers de collectivités lauréates d'appels à projets (AAP), d'appels à manifestation d'intérêt, de labels, soit de résultats d'enquêtes sur un thème particulier. Or, il s'agit là d'un faible nombre de cas au regard de l'ensemble des collectivités, d'autant que ces mêmes collectivités sont fréquemment érigées en modèle. L'enquête « Villes moyennes et transition écologique » en est un exemple significatif. Menée en 2019 par le Commissariat général à l'égalité des territoires (CGET) auprès de 278 communes et de 257 intercommunalités, l'enquête avait pour but d'identifier les stratégies et les actions des villes moyennes en matière de transition écologique (CGET, 2019). Sur les 45 communes et les 41 intercommunalités ayant répondu, respectivement 30 et 39 d'entre elles étaient lauréates d'au moins un AAP ou un label proposés par l'État – Tepos, Cit'ergie, Agenda 21 labellisé, etc. Aussi intéressants soient-ils, et utiles dans leur exemplarité, les enseignements retirés de ces collectivités engagées – et, pour certaines, bénéficiant d'un accompagnement – ne sont pas généralisables. La majeure partie des collectivités rurales, de taille petite et moyenne, et nombre de communautés d'agglomération passent sous les radars.

Les questions relatives à la dimension temporelle dans la trajectoire d'adaptation, telles que l'anticipation ou la visée transformatrice sur le temps long, demeurent encore peu documentées. Pourtant, évaluer la place allouée à ces dimensions dans les documents de planifications et comprendre comment elles sont appréhendées par les élus et les

---

2. Cinq PLUi urbains et ruraux : les PLUi de l'Eurométropole de Strasbourg, des Communautés d'agglomération du Boulonnais et d'Agen, de Brest Métropole et de la Communauté de communes de Matour (Club PLUi, 2016).

techniciens s'avèrent indispensables dès lors que l'on cherche à améliorer l'opérationnalisation de la transition écologique. Les orientations sectorielles portées dans les divers documents de planification sont-elles intégrées dans un projet territorial englobant? Sont-elles chaînées les unes aux autres? La notion même de trajectoire est-elle convoquée dans la planification territoriale? Comment est-elle interreliée à la transition écologique? La cible à atteindre est-elle la neutralité carbone ou la durabilité du territoire? Une trajectoire est-elle définie *ex ante* ou se dégage-t-elle *a posteriori*, lors d'une révision du document de planification? La mise en trajectoire est-elle perçue comme utile, comme difficile à élaborer? Est-elle un impensé? Il conviendrait de poser ces questions au plus grand nombre de collectivités. Leurs réponses permettraient alors de brosser un tableau du processus de transition en cours et, plus précisément, de repérer les différents stades auxquels se trouvent, à ce jour, les collectivités locales. Cette connaissance fine des modes opératoires, exemplaires ou non, est un préalable à toute démarche visant à accroître l'efficacité de la planification, son adaptabilité et sa capacité à se réajuster dès que nécessaire.

## Le processus de planification renouvelé par la géoprospective

### I Le parti adopté

Le parti retenu est défini dans le projet Trajectoire 4A. Le projet est construit sur le postulat que le cheminement vers l'objectif de durabilité assigné par les stratégies d'atténuation/adaptation est évolutif, et résulte de la combinatoire de processus d'adaptation, d'anticipation, d'articulation et d'ajustement. Le réajustement de la planification est une des résultantes de cette combinatoire.

L'adaptation est au cœur du processus. Elle est appréhendée à la fois en tant que moyen d'action contre les effets du changement climatique, et en tant qu'aptitude des acteurs locaux à inventer des solutions pour faire face aux changements, dans une posture de résilience. Les modifications du processus de planification urbaine – hors mise en compatibilité – en sont une des expressions possibles. Qu'il s'agisse de la détection des vulnérabilités climatiques ou de la mesure des impacts à long terme des actions programmées, l'anticipation est le prérequis à toute transformation planifiée. La trajectoire d'adaptation propre à un territoire repose sur l'articulation des documents d'urbanisme avec les plans climat, et sur le chaînage d'actions menées à des temporalités différentes. L'approche évolutive de la stratégie d'adaptation qui sous-tend ce projet met la flexibilité au centre de la démarche. Dès lors, le réajustement/ajustement de la stratégie et de la planification s'impose à la fois comme fondement même de l'adaptation, et comme mode opératoire approprié au maintien du cap défini, dans un contexte en continu changement.

La démarche adoptée se décompose en trois phases :

- réaliser un état des lieux du territoire d'étude à travers des entretiens avec les élus afin de mesurer l'état d'avancement de la transition écologique dans les documents

d'urbanisme et dans les actions engagées, et ainsi déceler le champ problématique propre au territoire ;

- coconstruire, avec les élus et les techniciens de la collectivité, un outil permettant d'appréhender, par des simulations spatiales multi-niveaux et à différents horizons de temps, les impacts des actions envisagées dans les documents d'urbanisme de la collectivité, et d'analyser les trajectoires d'atténuation ou d'adaptation au changement climatique qui en résultent ;
- tirer parti des enseignements des simulations, de concert avec les services et les élus, en réfléchissant aux réajustements d'actions programmées, d'objectifs quantifiés dans les documents de planification, ainsi qu'à la faisabilité de ces réajustements au regard des freins et des leviers existants.

L'optique est donc d'appréhender, à la fois dans le temps et dans l'espace, le processus complexe de transformation du territoire. Cette double dimension requiert un socle méthodologique approprié. La géoprospective s'est imposée comme le fil directeur indispensable à la démarche.

### **I La géoprospective comme fil directeur**

La géoprospective est un champ de recherche émergent, porté par un petit nombre de chercheurs, français pour la plupart, qui s'inscrit dans la lignée de la prospective territoriale et environnementale, mais qui s'en distingue à la fois par son concept, son projet et ses pratiques. Le concept est fondé sur la place centrale et incontournable accordée à la dimension spatiale dans le processus d'anticipation à moyen et à long terme du devenir du système étudié. La finalité de la géoprospective est, comme dans le cas de la prospective territoriale, de connaître et prévoir, avec pour cible l'aide à l'action, mais sa spécificité est d'anticiper les devenirs d'un territoire par la compréhension de ses dynamiques spatiales, et de spatialiser les évolutions futures – probables ou possibles – et les impacts spatiaux des préconisations d'aménagement. La géoprospective ne peut se concevoir sans modélisation spatiale et sans interactions avec les acteurs (Voiron-Canicio, 2012 ; Voiron-Canicio et Garbolino, 2020 ; Voiron-Canicio *et al.*, 2020 ; Gourmelon *et al.*, 2012 ; Houet et Gourmelon, 2014). Ce qui se traduit par une collaboration étroite de l'équipe de recherche avec les élus et les ingénieurs territoriaux, à tous les stades de la démarche.

### **I Le mode opératoire de la modélisation géoprospective**

Le mode opératoire se veut flexible et ouvert. Ouvert, car la modélisation est coconstruite à partir des retours du terrain issus des entretiens. Flexible, car le mode opératoire couple des séances d'expérimentations d'options d'aménagement en atelier, réunissant élus, techniciens, scientifiques, et des exercices « libres » disponibles sur une interface web utilisateur, conçus par l'équipe scientifique pour des non-experts, leur permettant d'évaluer par eux-mêmes les impacts d'actions envisagées sur un territoire type, et d'appréhender les rétroactions sur les territoires voisins.

La modélisation spatiale est de type multi-niveaux (figure 16.1). Elle fait interagir deux niveaux, l'un global et a-spatial, qui génère, au niveau de l'ensemble territorial étudié, les dynamiques déterminées par les politiques engagées et programmées dans les documents de planification ; l'autre local et spatial, qui décline ces dynamiques de manière spécifique aux sous-ensembles géographiques. La « boîte à outils » est composée de plusieurs types de modèles : au niveau a-spatial, les modèles forrestériens de dynamique des systèmes gèrent les stocks et les flux des variables retenues. Les réseaux bayésiens sont associés aux premiers pour calculer les probabilités que la trajectoire suive celle souhaitée, ou que le but fixé soit atteint. Au niveau spatial, la modélisation de type *land-use* est couplée à la modélisation à base d'agents.

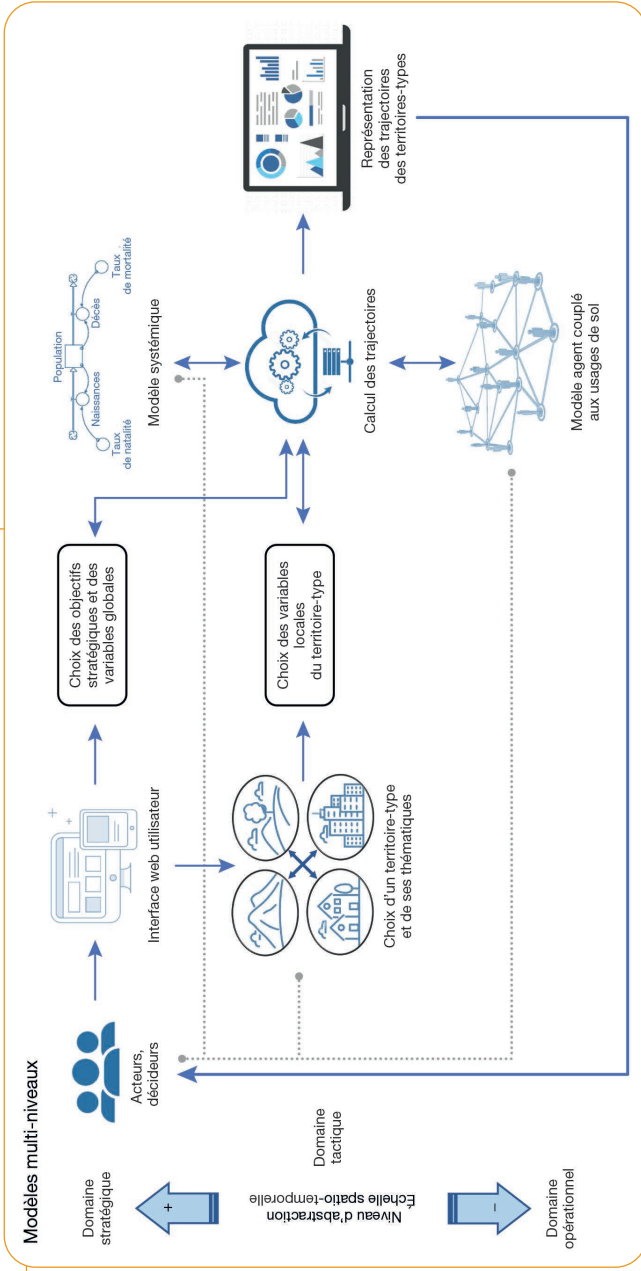
Les expérimentations se déroulent sur des territoires génériques représentatifs des différents sous-espaces composant le territoire étudié. Elles sont basées sur la méthode essai-erreur. Elles ont pour but d'évaluer, au regard des enjeux d'atténuation ou d'adaptation au changement climatique, et sur le temps long, les effets de certaines orientations/actions planifiées, ainsi que d'autres entrées – de nouveaux équipements, des changements dans le comportement des agents, des perturbations d'ordre climatique, etc. À chaque simulation, et quelle que soit l'échelle spatiale à laquelle la modélisation est conduite, sont associées des mesures d'indicateurs, sélectionnés de concert avec la collectivité. Les résultats des différentes simulations, cartographiés et chiffrés, sont stockés dans un tableau de bord dynamique de manière à pouvoir être consultés et interrogés au gré des besoins.

Le retour des expérimentations modélisatrices se fait par un atelier en intelligence collective, destiné à mettre en récit les modélisations opérées sur les espaces types et sur l'ensemble de la collectivité. Ce choix poursuit plusieurs objectifs : d'abord, favoriser la sensibilisation des acteurs territoriaux qui n'auront pas participé aux simulations aux conséquences à long terme de décisions de court terme ; ensuite, apporter une dimension qualitative en traduisant les indicateurs en conséquences concrètes pour les acteurs ; et enfin, distinguer, au regard des résultats, ce qui relève de la gestion adaptative – ajustements pas-à-pas d'actions en cours de réalisation – de ce qui relève de la planification dynamique adaptative – modifications du document d'urbanisme.

L'originalité de la démarche de modélisation géoprospective proposée réside dans l'analyse de la rétroaction de l'aménagement simulé localement sur la planification. Cette rétroaction, rarement étudiée, est approchée par l'analyse *ex ante* des résultats des simulations sur les aménagements futurs possibles introduits sur le territoire, et des enseignements tirés de ces résultats. La démarche repose sur l'anticipation des impacts territoriaux et environnementaux d'une opération future simulée à l'échelle locale, et examine sa contribution aux objectifs de durabilité et d'atténuation ou d'adaptation fixés dans les documents de planification. Il ne s'agit pas de gestion adaptative, car les aménagements simulés ne sont pas encore réalisés, et ne le seront peut-être jamais tels qu'ils ont été envisagés.



**Figure 16.1.** Structure de la modélisation géoprospective multi-niveaux.



## Les premiers enseignements de l'expérimentation en cours sur la CAPG

### I Le Pays de Grasse et son engagement dans le projet

La CAPG, composée de 23 communes, est un établissement public de coopération intercommunale. À ce titre, elle exerce des compétences propres, notamment en matière d'aménagement durable du territoire, d'environnement, de collecte et de gestion des déchets, de développement économique, d'habitat et de mobilités. En outre, la CAPG soutient ses communes membres, en fonction de leurs besoins, dans le cadre de leurs projets d'aménagement, mais également en matière de planification urbaine lors de l'élaboration de leurs documents d'urbanisme. Sur le plan géographique, le territoire se décompose en deux grands sous-ensembles, aux différences marquées en matière de densité, d'activités, de consommation foncière, etc. Dix communes appartiennent au Moyen-Pays, et regroupent 95 000 habitants, soit 93 % de la population de la CAPG. Les 13 autres communes sont situées dans le Haut-Pays, et comptent 7 000 habitants. La CAPG est incluse dans le SCoT Ouest promulgué en 2021, et son PCAET est en cours d'élaboration.

La CAPG a souhaité être un partenaire actif dans le projet Trajectoire 4A en raison des problématiques territoriales auxquelles elle est confrontée. Le Pays de Grasse est notamment soumis à différents types d'aléas liés aux risques naturels (incendies, feux de forêt, inondations, retrait-gonflement argileux, mouvements de terrain, etc.), pour lesquels l'impact du changement climatique est susceptible d'être un facteur aggravant des risques existants. En outre, la proximité immédiate avec la bande littorale en fait un territoire attractif, ce qui induit une forte pression foncière et un usage concurrentiel de l'occupation du sol, à l'instar d'autres territoires périphériques de grandes métropoles françaises. L'aménagement du territoire en est, de fait, fortement contraint.

L'un des premiers objectifs assignés à la modélisation géoprospective est de traduire la dynamique du territoire de la CAPG – passé récent et futur engagé – sur les grandes variables que sont la population résidente, les types de logements, les surfaces allouées aux espaces agricoles, naturels et forestiers, aux espaces urbanisés, les flux de déplacement domicile-travail, au regard des choix portés dans la planification territoriale et les plans énergie-climat. Les taux, et les seuils fixés dans ces documents, régulant l'évolution de ces variables, constituent donc les conditions initiales de la modélisation menée jusqu'à l'horizon 2050. Les résultats obtenus aux différents pas de temps traceront la trajectoire du territoire, et seront mis en regard des valeurs ciblées dans ces documents. Toutefois, la diversité des typologies géographiques qui composent le Pays de Grasse nécessite d'envisager des approches différenciées selon que l'analyse territoriale se réfère à une conurbation urbaine dense, à des espaces collinaires périurbains ou à des territoires de moyenne montagne contraints par une géographie segmentée. Aussi, le

parti adopté d'un commun accord avec la collectivité est de modéliser les trajectoires d'évolution territoriale selon les spécificités de chacun de ces sous-ensembles géographiques, en fonction des enjeux qui les caractérisent. Par ailleurs, afin de limiter les biais d'analyse territoriale liés aux particularismes culturels ou géographiques locaux, la collectivité a souhaité que la recherche s'appuie sur une modélisation de territoires génériques – espaces types – correspondant aux caractéristiques principales et aux enjeux des sous-ensembles géographiques du Pays de Grasse. Ainsi, quatre sous-ensembles géographiques génériques du territoire du Pays de Grasse ont été identifiés comme support d'étude :

- les espaces urbains denses à forte pression foncière ;
- les espaces périurbains, constituant des pôles relais secondaires pour les services à la population ;
- les espaces situés en plaine, pour lesquels l'activité agricole subit une forte pression foncière au regard d'autres types d'occupation du sol ;
- les espaces valléens de moyenne montagne, situés dans le Haut-Pays grassois, fortement dépendants des pôles secondaires pour l'accès aux services et dont l'accessibilité est contrainte par la structure géographique.

Dans un premier temps, les champs d'analyse seront déterminés de manière globale à l'échelle du Pays de Grasse. Ils seront ensuite déclinés de manière spécifique pour chacun des sous-ensembles géographiques afin de permettre une modélisation différenciée et adaptée à leurs caractéristiques locales ainsi qu'à leurs enjeux.

## **I Des entretiens pour définir le champ problématique**

La première phase du projet T4A, lancé en mai 2022, a débuté par des rencontres entre l'équipe scientifique et les élus des 23 communes appartenant à la communauté d'agglomération. Onze entretiens ont ainsi été menés auprès des maires ou de leurs adjoints, avec comme support une liste de questions destinées à cerner leur ressenti sur les défis futurs de la commune, la perception des enjeux d'atténuation et d'adaptation au changement climatique, l'articulation des documents d'urbanisme avec les PCAET, SCoT, PAT, et les facteurs freinant vs facilitant l'intégration des mesures d'atténuation et d'adaptation sur leur commune.

### **Opinions partagées par les élus**

Premier enseignement des entretiens, les défis à relever dans le futur sont majoritairement perçus comme liés à la démographie et aux déplacements. Dans le Haut-Pays, il s'agit de répondre au vieillissement par des équipements publics appropriés, de maintenir la population ou d'attirer de nouveaux habitants, alors que dans le Moyen-Pays, l'enjeu est de contenir la croissance démographique, et la pression foncière qui en résulte. La question des déplacements est omniprésente. L'attention est davantage portée sur la manière d'enrayer les difficultés à se déplacer, de préserver la qualité de vie des habitants, que de parvenir à la neutralité carbone. Autres enjeux majeurs :

(ré)aménager de manière cohérente le territoire, maintenir un équilibre entre les espaces agricoles et naturels et développer l'économie locale, valoriser les ressources, et en particulier les terres agricoles pour l'alimentation de la population locale. Parmi les points saillants, l'atténuation ou l'adaptation au changement climatique prend la forme d'une série d'actions thématiques, ponctuelles et à court terme, dissociées les unes des autres, et peu connectées aux défis futurs énoncés auparavant. Les plans climat (PCET 2014-2019 et PCAET en cours d'élaboration) ne sont pas évoqués. La transition écologique est perçue comme guidée, voire imposée par les orientations sectorielles du SCoT. La plupart des questions sur la prospective, la trajectoire d'adaptation, l'articulation des planifications n'avaient pas fait l'objet de réflexion particulière auparavant, et ce, quelle que soit la taille de la commune. Les temporalités, notamment l'horizon lointain, sont passées sous silence, mais la « tyrannie » du court terme est fréquemment dénoncée. Tous les avis convergent sur la difficulté d'appliquer des réglementations nationales qui paraissent en décalage avec la réalité du territoire communal.

### Opinions divergentes et différenciées spatialement

Les divergences majeures se situent sur la mise en perspective temporelle de la planification. La moitié des élus rencontrés concèdent avoir des difficultés à trouver de la disponibilité pour approfondir des sujets complexes tels ceux liés à la transition, et à se projeter sur ces enjeux au-delà de leur mandat. La dimension transformatrice de la transition écologique est soit réduite à une série de mesures relevant de l'aménagement, soit perçue comme un processus complexe de changement à promouvoir, touchant à la fois au mode de vie et à l'organisation du bassin de vie. La visée anticipative est un impensé. Elle est majoritairement ressentie comme impossible, voire même inutile. Cependant, même si l'anticipation formalisée est absente, une anticipation implicite transparaît souvent dans le discours. Elle se manifeste par « une ambition », un cap fixé pour le futur de la commune, et/ou par le refus d'un « scénario catastrophe » que des tendances en cours font craindre. La prospective est globalement méconnue, et souvent confondue avec une projection démographique, mais dès lors qu'elle est expliquée, des opinions divergentes apparaissent. La plupart des décideurs se montrent intéressés par des méthodes qui permettraient de représenter les futurs possibles à l'aide de scénarios spatialisés, et de tester les effets, sur le temps long, des aménagements programmés dans leur commune et dans les territoires voisins. D'autres élus, au contraire, n'y voient aucun intérêt, puisque « l'on sait déjà où l'on va » ! Enfin, si la lutte contre l'étalement urbain fait consensus, les avis divergent sur la politique de sobriété foncière, et sur le bien-fondé d'une densification en contradiction avec la réduction de l'imperméabilisation et la renaturation des sols.

La restitution aux élus et aux techniciens de la CAPG de cet « état des lieux » est le moment charnière dont va dépendre leur implication dans la phase d'expérimentations qui suit. L'optique est de mettre en débat les remontées du terrain en les croisant avec d'autres retours émanant d'un panel de six collectivités jugées représentatives

du panorama français de la mise en trajectoire de la transition écologique, et qui ont été interrogées sur les mêmes sujets, et durant la même période<sup>3</sup>.

L'objectif de cette mise en regard est d'engager la discussion sur la question des trajectoires d'adaptation, en pointant les convergences, les singularités, ainsi que les leviers potentiels pour faciliter l'opérationnalisation de la transition écologique. Il est attendu de ces échanges qu'ils permettent de dégager les problématiques sur lesquelles porteront les modélisations spatiales, soit générales, soit spécifiques aux quatre sous-ensembles géographiques.

## I Préfiguration des expérimentations modélisatrices

Six mois après le démarrage du projet, des thématiques et des questionnements se dégagent, et un premier champ problématique préfigurant les modélisations géoprospectives à venir se dessine (encadré 16.1).

### Encadré 16.1. Le champ problématique

#### Problématiques pré-retenues et validées lors des entretiens

- Les déplacements au sein du territoire : répondre aux besoins dans l'optique d'une mobilité plus durable (tous les espaces types).
- Les interactions entre aménagement du territoire, risques et gestion des ressources locales : énergies renouvelables, ressource en eau, alimentation locale, valorisation des déchets, etc. (tous les espaces types).
- Les contraintes foncières : disponibilité, accessibilité, pression foncière, conflits d'usages et risques majeurs (tous les espaces types).
- L'impact de l'étalement urbain sur les émissions de gaz à effet de serre (les espaces urbains denses, les espaces périurbains, les espaces agricoles).
- L'impact de la dépoliarisation des fonctions services et commerces sur la précarité énergétique du territoire et des ménages (les espaces valléens).
- La nécessité de repenser une ville productive favorisant les courtes distances (les espaces urbains denses, les espaces périurbains).
- La nature en ville comme vecteur d'amélioration de la régulation microclimatique et d'optimisation de la gestion du petit et du grand cycle de l'eau (les espaces urbains denses, les espaces périurbains).

#### Questionnements des élus relatifs à la planification

- Comment gérer les contradictions entre les planifications ?
  - densification du bâti vs renaturation, réduction de l'imperméabilisation des sols ;
  - préservation des qualités architecturales et paysagères vs développement des énergies renouvelables et risques d'impacts sur les paysages urbains et naturels ;

3. Les collectivités sélectionnées sont : Grand Chambéry, Grand Narbonne, la Communauté de communes du Thouarsais, la Communauté d'agglomération d'Agen, et les communes de Mauges-sur-Loire et de Montmélian.

**Encadré 16.1. (suite)**

- limitations de consommation foncière en contradiction – notamment dans le Haut-Pays – avec les objectifs de création de nouveaux logements et de développement économique qui, pour des petites communes, sont plus difficiles à réaliser sur un modèle de renouvellement urbain.
- Comment procéder pour concilier l'intérêt communal et les prescriptions édictées aux niveaux *supra*, relatives à la transition environnementale ?
- Comment estimer localement l'impact des choix stratégiques ?
- Comment déterminer une trajectoire communale face à l'incertitude et à l'imprévisibilité du futur ?

**Angles morts et dimensions manquantes relevés par l'équipe de recherche**

- Le climat local de demain et les vulnérabilités climatiques qui apparaîtront ou s'amplifieront.
- L'anticipation des chocs environnementaux et anthropiques.
- La résilience du territoire comme processus d'adaptation.
- Les interdépendances multi-niveaux : global/local, commune/CAPG, CAPG/SCoT.

La phase de modélisation qui s'ouvre sera donc tournée vers la recherche des trajectoires d'atténuation ou d'adaptation en fonction des caractéristiques de chaque sous-ensemble géographique, et selon les grands types d'aménagements et d'équipements programmés dont on testera les effets sur les trajectoires à court terme et à long terme. L'enjeu sera également d'intégrer, dans la réflexion des décideurs, les dimensions manquantes relevées :

- les interdépendances multi-niveaux : global/local ainsi qu'entre espaces types – certaines problématiques s'y prêtant plus que d'autres, la réduction des surfaces artificialisées, par exemple ;
- le processus de transformation, en profondeur et progressif, qu'implique la transition, pourra être cerné par des simulations visant à optimiser les actions envisagées en recherchant les co-bénéfices qu'elles génèrent sur le territoire. L'attention sera portée sur le type d'impact en fonction du moment où elles sont engagées ;
- dans les situations où les objectifs environnementaux, sociaux et économiques semblent inconciliables, l'optique sera de rechercher les contextes spatio-temporels où les interactions des composantes du système favorisent la convergence de ces objectifs.

**Conclusion**

La mise en œuvre de la transition écologique, dans les communes étudiées, bute sur la difficulté à anticiper la transformation du territoire qui résultera des actions décidées aujourd'hui, en d'autres termes, sur leur inscription dans une trajectoire temporelle. En effet, la mise en trajectoire de l'atténuation ou de l'adaptation est handicapée

à la fois par le mode opératoire de la planification urbaine, qui rend optionnelle la mise en perspective des plans sur le temps long, et, de manière plus générale, par les injonctions à agir vite pour répondre à l'urgence des questions environnementales. Cependant, la transformation en profondeur de l'organisation de l'espace et des modes de vie exige plus qu'une multiplicité d'actions par petites touches, elle nécessite une appropriation partagée, qui le sera d'autant mieux si les intérêts du développement communal peuvent être conciliés avec les orientations des documents supra-communaux (principalement Sraddet et SCoT). Les collectivités étudiées se subdivisent en deux groupes. D'un côté, celles qui s'emploient à répondre aux urgences du court terme, tout en s'efforçant de tenir compte des enjeux environnementaux, en prenant des mesures dans le respect d'une réglementation plus ou moins acceptée. De l'autre, des collectivités qui cherchent à intégrer l'impératif écologique au développement de la commune afin que la transition écologique soit acceptée socialement et portée par le plus grand nombre. Cependant, ces collectivités sont en attente d'un mode opératoire *ad hoc*. Quelle stratégie adopter ? Privilégier l'intégration des transformations multidimensionnelles qu'implique la transition écologique, dans un projet territorial à visées prospectives ? En effet, il s'agit de fournir aux décideurs les moyens d'opérer ces mises en perspective, de leur permettre d'appréhender les effets d'options d'aménagement sur la transformation de leur territoire dans l'optique de la durabilité, et de réévaluer les priorités et d'articuler les actions en conséquence. C'est l'optique de la modélisation géoprospective telle qu'elle est envisagée, c'est-à-dire ouverte, flexible, et volontairement conduite de manière heuristique, puisqu'elle entend répondre aux besoins et aux attentes exprimés au fil de l'eau par les responsables locaux. Les expérimentations d'impacts d'actions futures, à base d'essais-erreurs, sont conçues pour les aider à trouver leur propre chemin vers la transition, et à réajuster si besoin la planification.

La planification adaptative se pratique déjà, notamment en réaction à une loi dont les impacts des nouvelles dispositions ont été mal évalués – la suppression des coefficients de densité et des superficies minimales par la loi ALUR de 2014, par exemple. Dans certaines collectivités, les services d'urbanisme ont étudié les retombées de la fragmentation parcellaire résultante sur le paysage futur, et les coûts induits en matière environnementale. Ils ont mis en évidence les contradictions avec des objectifs du projet d'aménagement et de développement durable (PADD), ce qui a conduit à réviser, dans le PLU, les règles relatives aux espaces libres. Les expérimentations modélisatrices revêtent un intérêt tout particulier dans le contexte de mise en compatibilité des documents de planification avec la loi ZAN. Un processus de négociations en cascade s'ouvre sur les questions foncières que cette loi soulève. Les résultats des simulations spatiales donneront alors des arguments tangibles et précieux dans l'optique d'une prescription qu'il conviendrait de négocier à une échelle fine, et avec le souci d'une répartition équitable des efforts entre les territoires.



## Bibliographie

- Ahern J., 2011. From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, 100, 341-343. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.021>
- Club PLUi, 2016. PLUi et changement climatique. [https://www.club-plui.logement.gouv.fr/IMG/pdf/PLUi\\_et\\_Climat\\_Retour\\_d\\_experiences\\_VDEF\\_cle71821c.pdf](https://www.club-plui.logement.gouv.fr/IMG/pdf/PLUi_et_Climat_Retour_d_experiences_VDEF_cle71821c.pdf)
- CGET, 2019. Villes moyennes et transition écologique ? Des actions locales, une attente de cadre national. Commissariat général à l'égalité des territoires, Paris, 24 p.
- Dagenais D., 2017. Des infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales. In Thomas I., Da Cunha A. (éd.), *La ville résiliente. Comment la construire*, Presses de l'université de Montréal, 107-121.
- Desjardins X., 2020. *Planification urbaine. La ville en devenir*, Paris, Armand Colin, 240 p.
- Gourmelon F., Houet T., Voiron-Canicio C., Joliveau T., 2012. La géoprospective, apport des approches spatiales à la prospective. *L'Espace géographique*, 2 (41), 97-98. <https://doi.org/10.3917/eg.412.0097>
- Houet T., Gourmelon F., 2014. La géoprospective. Apport de la dimension spatiale aux démarches prospectives. *Cybergeo, European Journal of Geography*. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.26194>
- Magnan A., 2009. Proposition d'une trame de recherche pour appréhender la capacité d'adaptation au changement climatique. *Vertigo*, 9 (3). <https://doi.org/10.4000/vertigo.9189>
- Novarina G., Zempf M., 2009. Territorial planning in Europe: New concepts, new experiences. *DisP, The Planning Review*, 179, Zurich, ETHZ, 18-27.
- Réseau Prosper, 2013. La question des représentations en prospective. Comment construire des représentations de l'avenir plus performantes pour l'engagement collectif? <http://www.reseau-prosper.org/les-activites-du-reseau/atelier-prosper-2013>
- Richard E., Bertrand F., Colombert M., 2019. Articulation des stratégies climat-énergie et planification spatiale : quels leviers d'amélioration ? Des constats aux enseignements pour l'action. Rapport de synthèse, Ascens/Ademe, 178 p.
- Scherrer F., 2000. Désynchroniser, resynchroniser l'action collective urbaine, entre temps diégétique et temps incrémental : l'action collective urbaine dans la longue durée. In Lamizet B., (éd.), *Les rythmes urbains*, Lyon.
- Theys J., 2016. Le syndrome de l'éléphant blanc. *Revue Projet*, 1 (350), 67-75. <https://doi.org/10.3917/pro.350.0067>
- Voiron-Canicio C., 2012. L'anticipation du changement en prospective et des changements spatiaux en géoprospective. *L'Espace géographique*, 2 (41), 99-110. <https://doi.org/10.3917/eg.412.0099>
- Voiron-Canicio C., Garbolino E., 2020. The origins of geopropective. In Garbolino E., Voiron-Canicio C. (éd.), *Ecosystem and Territorial Resilience, a Geopropective Approach*, Elsevier, 372 p.
- Voiron-Canicio C., Garbolino E., Cecutti N., Lavelle C., Hernández Chávez J.J., 2020. How do public policies respond to spatialized environmental issues? Feedback and perspectives. In Garbolino E., Voiron-Canicio C. (éd.), *Ecosystem and Territorial Resilience, a Geopropective Approach*, Elsevier, 372 p.



- Werners S.E., Wise R.M., Butler J.R.A., Totin E., Vincent K., 2021. Adaptation pathways: A review of approaches and a learning framework. *Environmental Science & Policy*, (116), 266-275. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.11.003>
- Wiel M., 2007. Nos institutions sont-elles capables de planifier? *Flux*, 3 (69), 78-85. <https://doi.org/10.3917/flux.069.0078>
- Zempf M., Andres L., 2011. *Enjeux de la planification territoriale en Europe*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 309 p. (coll. Espace en société).



# Conclusion générale

Marie Racine, Élodie Briche

Les auteurs et autrices ayant participé à cet ouvrage collectif ont tous contribué à la réflexion sur les trajectoires de transition écologique. Cet ouvrage esquisse diverses pistes pour comprendre et inspirer les collectivités dans leur cheminement vers des territoires plus durables. Il propose également des méthodologies répliquables à d'autres territoires ainsi que des regards croisés de différentes approches afin de balayer l'éventail des questions que se posent les territoires en amont de la mise en œuvre de leurs propres trajectoires. Il témoigne également de la nécessité d'agir de manière systémique et intégrée, en redéfinissant notre rapport au vivant et en liant l'atténuation et l'adaptation au changement climatique. Que retenir ?

Tout d'abord, il existe bien une pluralité des trajectoires de transition. Celles-ci renvoient à des chemins différents, sur l'atténuation comme sur l'adaptation au changement climatique, mais plus largement sur la durabilité et sur les modèles de société. Cela fait écho au caractère transversal et systémique de la transition écologique, qui implique des transformations dans tous les champs socio-économiques. En effet, les chapitres sur Transition(s) 2050, SoClimPact ou les expérimentations grenobloises illustrent la coexistence de plusieurs trajectoires de transition ou de lignées vers des villes durables et des secteurs économiques durables, n'appelant pas aux mêmes imaginaires, solutions et mesures politiques à mettre en œuvre. La place accordée à la technique, à la sobriété, aux changements comportementaux, et la participation citoyenne dans la définition des futurs désirables varient selon les trajectoires et les approches méthodologiques engagées.

Les territoires sont des acteurs clés de la mise en œuvre de la transition écologique : il n'y aura pas de passage à l'action sans leur implication. Cet ouvrage vise à illustrer le rôle de la planification territoriale pour l'atteinte d'objectifs de transition à différents horizons temporels, qui demande une orchestration et une mise en cohérence des politiques publiques vers un objectif bas-carbone (en respect des trajectoires internationales et nationales de réduction des émissions de GES), ainsi que l'émergence de trajectoires de politiques d'adaptation et de résilience des territoires qui nécessitent une approche renouvelée, une planification plus « adaptative ». Ces contributions se rejoignent sur l'intégration d'une réflexion systématique sur les différentes échelles temporelles, à court, moyen et long terme, au sein des démarches de planification territoriale. La nécessité de ne pas rester figé pour permettre une mise en action rapide, de tester des solutions sur les territoires tout en gardant des objectifs à moyen et long termes est également un motif récurrent. Il est impératif de repenser la planification au regard de son application dans l'aménagement opérationnel avec la mise en œuvre de

solutions durables et pérennes, tout en recourant parfois à l'aménagement tactique et temporaire. Loin d'être uniquement descendante, la planification doit servir de cap vers la neutralité carbone et la résilience, sans perdre de vue une visée opérationnelle et l'application des transformations requises dans les territoires.

La planification doit favoriser l'élaboration de trajectoires de transition écologique, plurielles et différenciées, prenant en considération les spécificités locales et les contrastes entre territoires. Des territoires sont en action, comme en témoigne la diversité territoriale des contributions : ces trajectoires sont ambitieuses, développent des méthodologies existantes ou s'y adossent. Le chiffrage du coût de mise en œuvre de ces trajectoires reste pour l'essentiel des collectivités encore à faire afin de traduire le coût financier de la réalisation de ces objectifs de transition.

La planification est traversée par une dynamique visant à coupler les plans d'urbanisme et les plans climat-énergie, et ce, dans un but de territorialiser les trajectoires à différentes échelles spatiales et temporelles. Par rapport aux planifications antérieures, la démarche se veut différente, plus souple, notamment en raison des enjeux écologiques qui induisent des incertitudes, bien que les risques soient prévisibles et anticipables. Ces incertitudes complexifient la pratique de la planification, qui doit plus s'adapter à des aléas de plus en plus fréquents, longs et intenses tels que les canicules, ainsi qu'à l'évolution des types de climat, notamment plus chauds en France métropolitaine et évoluant vers un climat de type méditerranéen. La notion d'adaptation, au sens d'un ajustement, témoigne d'une approche évolutive des stratégies visant à mettre en œuvre la territorialisation de la transition.

Les enjeux d'adaptation au changement climatique se prêtent davantage à une approche autour de trajectoires dynamiques et adaptatives, au sens d'un réajustement continu de « chemins temporels » de mise en place d'actions évolutifs sur des trajectoires représentatives des temporalités du changement climatique, mais également de la planification des territoires. En effet, les bouleversements induits par le changement climatique et les points de bascule franchis amènent à repenser les stratégies d'adaptation au cours du temps, et à les insérer dans de véritables trajectoires, comme des séquences de choix alternatifs spécifiant les mesures à réaliser dès maintenant, et celles à introduire lorsque certaines conditions seront réunies. Dès lors, il est intéressant d'intégrer des principes de la gestion adaptative, fondée sur les spécificités locales, et les contextes socio-économiques et climatiques mouvants. Dans cette perspective de transition, le rapprochement entre planification et trajectoire fait sens en tant que processus de coordination entre acteurs, lieux, échelles et temporalités pour tendre vers davantage de collaboration.

Tous ces chapitres s'accordent sur l'ampleur des efforts et des transformations des organisations urbaines et sociétales à accomplir. Cet ouvrage montre que la clarification des futurs que nous voulons doit reposer sur un débat démocratique. C'est en ce sens que les scénarios prospectifs sont utiles et participent à éclairer les futurs possibles. Quels sont les futurs désirables et souhaitables ? La prospective ainsi que

la coconstruction avec les diverses parties prenantes (acteurs politiques, institutions, habitants, monde économique, etc.) est essentielle et permet de nourrir les exercices de planification. Elle s'impose pour dépasser une approche techniciste et technocratique de la planification de la transition dans le but de favoriser l'appropriation citoyenne et le passage à l'action. En ce sens, la planification peut être un outil et un levier efficace pour construire de nouveaux récits positifs ; pour construire des territoires plus durables, inclusifs et créatifs.

# Liste des acronymes

**ACT** *Assessing low carbon transition*

**ACV** Action cœur de ville

**AEE** Agence européenne de l'environnement

**ALUR** Accès au logement et à un urbanisme rénové

**AMI** Appel à manifestation d'intérêt

**ANCT** Agence nationale de la cohésion des territoires

**APP** Appel à projets

**AREC** Agence régionale d'évaluation environnement et climat

**BBC** Bâtiment bas-carbone

**BeGES** Bilan d'émissions de gaz à effet de serre

**Bimby** *Build in my backyard*

**BRGM** Bureau des recherches géologiques et minières

**Cerema** Centre d'études et d'expertises sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

**CNUCC** Convention-cadre des Nations unies sur le changement climatique

**CDP** Carbon Disclosure Project

**CGDD** Commissariat général au développement durable

**CGET** Commissariat général à l'égalité des territoires

**CSTB** Centre scientifique et technique du bâtiment

**COS** Coefficient d'occupation des sols

**CPRDFOP** Contrat de plan régional de développement des formations et de l'orientation professionnelles

**Datar** Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale

**EMD** Enquête Ménages Déplacements

**ENAF** Espaces naturels, agricoles et forestiers

**EnR** Énergies renouvelables

**ENR** Énergies renouvelables et de récupération

**ERC** Éviter, réduire, compenser

**EPCI** Établissement public de coopération intercommunal

**ETP** Équivalent temps plein

**GES** Gaz à effet de serre

- GIEC** Groupement intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat
- GPU** Géoportail de l'urbanisme
- H2020** Horizon 2020
- Insee** Institut national de la statistique et des études économiques
- LPEC** Loi de programmation sur l'énergie et le climat
- OAP** Orientation d'aménagement et de programmation
- OFB** Office français de la biodiversité
- Orcae** Observatoire régional climat-air-énergie
- Oreges** Observatoire régional de l'énergie et des gaz à effet de serre
- ORT** Opération de revitalisation de territoire
- PADD** Projet d'aménagement et de développement durable
- Padduc** Plan d'aménagement et de développement durable de la Corse
- PAS** Projet d'aménagement stratégique
- PAT** Projet alimentaire territorialisé
- PCAET** Plan climat-air-énergie territorial
- PCET** Plan climat-énergie territorial
- PDU** Plan de déplacement urbain
- PLH** Programme local de l'habitat
- PLUi** Plan local d'urbanisme intercommunal
- Pnacc** Plan national d'adaptation au changement climatique
- PNEC** Plan national intégré énergie-climat
- PNR** Parc naturel régional
- PPAC** Plan de paysage agroécologique et climatique
- PPE** Programmation pluriannuelle de l'énergie
- PVD** Petite ville de demain
- SafN** Solutions d'adaptation fondées sur la nature
- SAR** Schéma d'aménagement régional
- SCoT** Schéma de cohérence territoriale
- Sdrif** Schéma directeur de la région Île-de-France
- SFEC** Stratégie française pour l'énergie et le climat
- SGPE** Secrétariat général à la planification écologique
- SNBC** Stratégie nationale bas-carbone
- Sparte** Service du portail de l'artificialisation des territoires
- Spaser** Schéma de promotion des achats socialement et écologiquement responsables

**Sraddet** Schéma régional d'aménagement et de développement durable des territoires

**SRCAE** Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie

**SRDEII** Schéma régional de développement économique, d'innovation  
et d'internationalisation

**SRESRI** Schéma régional de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation

**Tacct** Trajectoires d'adaptation au changement climatique des territoires

**TE** Transition écologique

**TEO** Observatoire de la transition énergétique

**Tepos** Territoires à énergie positive

**TETE** Territoire engagé Transition écologique

**UE** Union européenne

**UTCATF** Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie

**ZAN** Zéro artificialisation nette

**ZEN** Zéro émission nette



# Liste des auteurs et autrices

**Charles Ambrosino**, maître de conférences en urbanisme, Institut d'urbanisme et de géographie alpine, Grenoble.

**Sabine Barles**, professeure en aménagement de l'espace et urbanisme, UMR Géographie-Cités, université Paris-I Panthéon-Sorbonne, Paris.

**Bruno Barroca**, professeur en urbanisme, université Gustave-Eiffel, Noisy-Champs.

**Thomas Berthou**, PhD ingénieur de recherche, École des Mines ParisTech/Armines, Paris.

**Aude Bodiguel**, coordinatrice Adaptation des territoires au changement climatique, Pôle Adaptation, Ademe, Valbonne.

**Olivier Bonin**, chercheur, université Gustave-Eiffel/École des Ponts ParisTech, Champs-sur-Marne.

**Élodie Briche**, PhD géographe-climatologue, coordinatrice recherche-développement en urbanisme durable, pôle Aménagement des villes et territoires, Ademe, Valbonne.

**Aurore Colin**, cheffe de projet collectivités et investissement, I4CE, Paris.

**Vivian Despouès**, PhD, chef de projet adaptation et collectivité, I4CE, Paris.

**Benoît Dugua**, maître de conférences en aménagement et urbanisme, université de Reims Champagne-Ardenne, Reims.

**Virginie Duvat**, professeure de géographie, université de La Rochelle, La Rochelle.

**Gérald Lalevee**, coordinateur en atténuation au changement climatique, pôle Trajectoires, Ademe, Valbonne.

**Virginie Lasserre**, directrice de projets bas-carbone et adaptation au changement climatique, Cerema.

**Jean Laterrasse**, directeur du laboratoire Ville Mobilités Transport, École des Ponts Paris Tech/université Gustave-Eiffel, Efficacity, Champs-sur-Marne.

**Anne Lefranc**, coordinatrice de l'AMI ZAN, pôle Aménagement des villes et territoires, Ademe, Valbonne.

**Carmelo J. León**, professeur d'économie appliquée à l'université de Las Palmas de Grande Canarie, Las Palmas.

**Hervé Le Treut**, climatologue, CNRS, École polytechnique, École normale supérieure, Sorbonne-Université, Paris.

**Alexandre Magnan**, chercheur senior Adaptation au changement climatique, Iddri, Paris.

**Jimmy Mary**, chargé de mission, Communauté urbaine de Dunkerque, Dunkerque.

**Nathalie Martinez**, coordinatrice scientifique et technique Trajectoires bas-carbone, Ademe, Valbonne.

**Morgane Nicol**, PhD, directrice du programme Territoires, I4CE, Paris.

**Marie Racine**, chargée de mission urbanisme durable, pôle Aménagement des villes et territoires, Ademe, Valbonne.

**Anne Ruas**, chercheuse en géographie et géomatique au laboratoire Cosys, équipe Lisis, Noisy-Champs.

**Emmanuel Thibier**, coordinateur technique en planification bas-carbone des territoires, Ademe, Valbonne.

**Christine Voiron**, professeure de géographie, université Nice-Côte d'Azur, Nice.

**Frédéric Weill**, directeur d'études, Futuribles, Paris.

**Matthew Wandeln**, directeur de projet Stratégies bas-carbone des territoires, Efficacity, Champs-sur-Marne.

Couverture : © mimadeo, stock.adobe.com

Édition : Juliette Blanchet

Mise en page : Hélène Bonnet, Studio 9

Achevé d'imprimé en novembre 2023

par CPI BUSSIÈRE

395 Rue Pelletier Doisy

CS 30079

18203 Saint-Amand-Montrond Cedex

Dépôt légal : décembre 2023

Inondations, canicules, incendies et autres événements climatiques extrêmes sont au cœur de l'actualité. Leur fréquence, leur durée et leur intensité s'accroissent en raison du changement climatique. En première ligne, les collectivités territoriales doivent mener la transition écologique pour en atténuer les causes et s'y adapter. En effet, considérant leur périmètre de compétences en matière d'aménagement du territoire, de développement économique, de mobilités, d'habitat, etc., 15 % des émissions de gaz à effet de serre (voire indirectement 50 %) sont imputables à leurs décisions. Leur implication est donc décisive pour atteindre des objectifs de neutralité carbone et d'adaptation au changement climatique.

La planification peut et doit favoriser l'élaboration de « trajectoires de transition écologique », plurielles et différenciées, en prenant en considération les spécificités territoriales. Mais qu'est-ce qu'une trajectoire ? La planification contemporaine est-elle adaptée aux enjeux ? Comment aller vers une planification plus « dynamique » et « adaptative » des territoires afin de répondre aux temporalités écologiques ?

Cet ouvrage fournit des éléments de contexte, des exemples et des méthodologies de trajectoires testées dans les territoires, pour éclairer la planification territoriale au regard de la transition écologique et engager une réflexion sur ces questions.

Il s'adresse aux collectivités et aux acteurs de l'aménagement du territoire, et vise à rapprocher le monde académique des professionnels des politiques publiques.

**Élodie Briche** est docteure en géographie-climatologie. Elle coordonne la recherche-développement en urbanisme durable au pôle Aménagement des villes et territoires de l'Ademe. Elle est également intrapreneure et pilote la start-up d'État Plus fraîche ma ville de l'Ademe.

En partenariat avec



éditions  
**Quæ**

Éditions Cirad, Ifremer, INRAE  
[www.quae.com](http://www.quae.com)

29 €

ISBN : 978-2-7592-3766-1



ISSN : 2115-1229

Réf. Quæ : 02918

Réf. Ademe : 012319