

# Sécurité globale et résilience des territoires

Ingénierie, effets de levier et stratégies à promouvoir  
Séminaire organisé à Lyon le 17 et 18 janvier 2019



MINISTÈRE  
DE LA COHÉSION  
DES TERRITOIRES  
ET DES RELATIONS  
AVEC LES  
COLLECTIVITÉS  
TERRITORIALES



Le Cerema, l'expertise publique pour le développement durable des territoires. Le Cerema est un établissement public, créé en 2014 pour apporter un appui scientifique et technique renforcé dans l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques de l'aménagement et du développement durables. Centre d'études et d'expertise, il a pour vocation de diffuser des connaissances et savoirs scientifiques et techniques ainsi que des solutions innovantes au cœur des projets territoriaux pour améliorer le cadre de vie des citoyens. Alliant à la fois expertise et transversalité, il met à disposition des méthodologies, outils et retours d'expérience auprès de tous les acteurs des territoires : collectivités territoriales, organismes de l'État et partenaires scientifiques, associations et particuliers, bureaux d'études et entreprises.

La page de couverture représente la bande de terre étroite qui sépare à Lyon le Rhône et la Saône, à l'endroit même de leur confluence : bande étroite mais suffisante pour que l'homme y trouve une raison de s'y trouver. Cette singularité géographique, adossée aux infrastructures urbaines, montre tout à la fois la fragilité des espaces naturels et la place qu'ils tiennent au cœur du monde urbain. Cette fragilité illustre les défis posés en matière de sécurité globale et de résilience des territoires.  
Photographie : Bernard Guézo

# Sécurité globale et résilience des territoires

Ingénierie, effets de levier  
et stratégies à promouvoir

Séminaire organisé à Lyon le 17 et 18 janvier 2019



**Cerema**

Territoires et ville

2, rue Antoine Charial 69003 Lyon

[www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

## **Collection « Connaissances »**

Cette collection présente l'état des connaissances à un moment donné et délivre de l'information sur un sujet, sans pour autant prétendre à l'exhaustivité. Elle offre une mise à jour des savoirs et pratiques professionnelles incluant de nouvelles approches techniques ou méthodologiques. Elle s'adresse à des professionnels souhaitant maintenir ou approfondir leurs connaissances sur des domaines techniques en évolution constante. Les éléments présentés peuvent être considérés comme des préconisations, sans avoir le statut de références validées.

## **Remerciements**

Le séminaire « Sécurité globale et résilience des territoires » s'est tenu à Lyon les 17 et 18 janvier 2019. Il a été organisé par le Cerema sous l'égide du Service de Défense, de Sécurité et d'Intelligence Économique (SDSIE) du ministère de la Transition Écologique et Solidaire (MTES) et du ministère de la Cohésion Territoriale (MCT), avec l'appui d'une équipe-projet dont la composition est précisée dans le document.

Le SDSIE agit dans des contextes très variés. Il participe en particulier à la prévention des crises, d'origine naturelle, accidentelle ou malveillante, en lien avec les directions générales thématiques du MTES. Il produit des méthodologies comme récemment le manuel de la gestion de crise ou l'annuaire de l'expertise en situation de crise. Il initie également des travaux de recherche importants comme le projet SANCTUM d'anticipation à l'aide à la décision stratégique. Il appuie le CEREMA pour développer une compétence puis une culture partagée dans le domaine de la sécurité globale et de la résilience des territoires.

Trois séminaires organisés par le Cerema successivement en septembre 2016, octobre 2017 et janvier 2019 ont affirmé la place de la résilience dans la recherche de sécurité globale des territoires. Ces séminaires ont à chaque fois impliqué dans une réflexion collective plusieurs dizaines de participants : professionnels, experts et scientifiques représentant les disciplines les plus variées.

Faisant écho aux premières Assises nationales de la sécurité globale des territoires, qui se sont tenues à Lyon fin mai 2018, le séminaire de janvier 2019, dont le travail « vivant » est reproduit dans cet ouvrage, a abordé la question des grands défis à relever par les gestionnaires des territoires et les métropoles. Ces défis sont souvent liés aux transitions énergétiques et écologiques.

Le produit final est la production pour chacun des défis d'enseignements en matière de stratégies à déployer, de leviers à mobiliser et d'adaptation de l'ingénierie. Sont remerciées pour leur contribution aux travaux menés, les personnes suivantes :

**Administrations centrales** (4) : Christian Després, MTES/SDSIE ; Emmanuelle Durandau (PUCA) ; Yves Rougier (MTES/SDSI) ; Antoine-Tristan Moclilnikar (MTES/SDSIE) ;

**Services déconcentrés de l'État** (5) : Nicolas Crosseonseau (DREAL Auvergne-Rhône-Alpes) ; Evangelia Delchanidis (DRIEA) ; Pierre-Yves Lecordix (DDT des Hautes-Alpes) ; Yves Lespinat (DREAL PACA) ; Ghislaine Verrhiest-Leblanc (DREAL PACA) ;

**Collectivités territoriales et émanations** (9) : Fabien Chaufourrier (Métropole de Lyon), Yannick Dorgigne (Métropole Nice-Côte-d'Azur) ; Eric Duverger (SMAVD) ; Frédéric Gache, (EPTB Seine Grands Lacs) ; Julien Lahaie (Métropole de Lyon) ; Pascal Mallet (Le Havre Seine Métropole) ; Bertrand Marion (Grenoble-Alpes Métropole) ; Marylin Molinet (Ville de Metz) ; Danielle Sauge-Gadoud (AMARIS, Ville de Feyzin) ;

**Universités et écoles, assimilées** (8) : Richard Cantin (ENTPE) ; Benjamin Einhorn (PARN) ; Marie-Reine Fleisch (AGROParisTech) ; Serge Muller (MNHN) ; Patrick Pigeon (Université de Savoie) ; Éliane Propeck-Zimmermann (Université de Strasbourg) ; Voisard Agnès (Freie Universität Berlin) ; Marc Vuillet (EIVP) ;

**Experts** (8) : Philippe Blancher, Consultant en environnement, risques et développement durable des territoires ; Elizabeth Guyon (Atelier LUMA) ; Antoine Jan (Blézat) ; Koudogbo Fifamé (TRE ALTAMIRA) ; Didier Racine (revue Préventique) ; Karim Selouane (Bureau d'études Resallience) ; Anne Urdiroz (TRE ALTAMIRA) ; Henriette Waal (Atelier LUMA) ;

**Opérateurs publics ou privés** (8) : Patrick Barrière (SNCF) ; Thibaut Faucon (ADEME) ; Gautier Kohler (AFD) ; Régis Leymarie (Conservatoire du littoral) ; Olivier Marco (ONF) ; Natacha Monnet (ADEME) ; Laurent Orio (GRTgaz) ; Gwenaëlle Raton (IFSTTAR) ;

**Cerema** (13) : Pascal Belin, chargé d'études ingénierie de crise (Méditerranée) ; Nicolas Beaurez, directeur d'études résiliences (Territoires et ville) ; Luc Chrétien (Est) ; Marie Colin (Infrastructures, Matériaux, Transports) ; Denis Crozier (Ouest) ; Hélène Dolidon (Ouest) ; Arnaud Ganaye (Nord-Picardie) ; Bernard Guézo (Territoires et ville) ; Gwenaël Jouannic (Ouest) ; Yves Majchrzak (Territoires et ville) ; Cécile Martin (Direction générale) ; Geneviève Rul (Centre-Est) ; Gaëlle Schauerer (Normandie-Centre) ; Ludovic Vaillant (Nord-Picardie) ; Cécile Vo Van (Territoires et ville).



La cinquantaine de participant(e)s au séminaire des 17 et 18 janvier 2019.

**Comment citer cet ouvrage :**

Cerema. Sécurité globale et résilience des territoires - Ingénierie effets de levier et stratégies à promouvoir - Séminaire organisé à Lyon le 17 et 18 janvier 2019.

Bron : Cerema, 2019. Collection : Connaissances. ISBN : 978-2-37180-386-2 (PDF)

# Préface

Le séminaire des 17 et 18 janvier 2019 à Lyon est le troisième d'une série. Il complète par ailleurs les *Assises de la sécurité globale des territoires* qui se sont également déroulées à Lyon, du 29 au 31 mai 2018. Ce séminaire voit le cercle s'élargir. Cette année, nous ne pouvons que saluer la présence pour la première fois d'une vénérable institution de nos ministères, le Plan urbanisme construction architecture (Puca), en fort redémarrage.

Le contexte global pour notre société et nos ministères est la transition. Ce n'est pas une mode. Cette transition affronte trois sujets : la rareté de nombreuses ressources (biodiversité, énergies, matériaux), la résistance aux pressions sur l'environnement et *in fine* sur notre santé ainsi que le maintien du nécessaire niveau de croissance économique et de développement.

Trois événements majeurs récents ont mis au centre des discussions la résilience, les territoires ainsi que les transports et l'aménagement. Tout d'abord, les gilets jaunes, qui se sont greffés sur des réseaux de transport, ont pris d'assaut les péages et perturbé les déplacements urbains avec d'importantes conséquences économiques. Ensuite, l'incendie du poste RTE à Montparnasse, qui a mis en lumière la liaison entre énergie et transport dans une logique de risque. Enfin, l'écroulement du pont de Gênes en Italie, qui a ajouté à la tragédie humaine le désastre économique.

Pour nous tous, la priorité semble de se diriger vers une approche qui intègre des risques de nature différente, qui décloisonne les domaines de sûreté et de sécurité et intègre la nouvelle nature hybride de la menace.

Plusieurs études récentes participent de cette logique. L'étude conjointe du Cerema avec Carbone 4 de mai 2018, intitulée « Analyse des risques liés aux événements climatiques extrêmes sur les infrastructures et services de transport, note de synthèse méthodologique et exemple d'application<sup>1</sup> », montre l'impact du changement climatique sur les infrastructures. Le rapport d'audit du MTES de juillet 2018 concernant le Réseau routier national non concédé<sup>2</sup> démontre le lien entre réparation, besoin d'investissement et impacts sur l'économie dans le domaine des infrastructures linéaires de transport routier.

Les priorités sont d'identifier tous les risques, toutes les temporalités et d'appréhender la logique territoriale. C'est ce que nous appelons la sécurité globale des territoires ; ce sont ces éléments qui traduisent la résilience.

Il faut donc renforcer nos capacités d'anticipation et de pilotage des mutations, des adaptations, des accommodations dans la transition écologique. L'idée est d'optimiser cette transition voulue grâce à une approche intégrée qui prenne en compte simultanément les enjeux économiques, sociaux, financiers, numériques, de sûreté et de sécurité, ainsi que de gouvernance, via une

<sup>1</sup> CEREMA et Carbone 4, 3 mai 2018. <http://www.carbone4.com/de-plus-vers-resilience-reseaux-de-transport-face-changement-climatique-analyse-de-risque-reseau-de-dir-mediterranee/>

<sup>2</sup> MTES (2018), Réseau routier national non concédé : résultats d'audits, Ministère de la transition écologique et solidaire, 10 juillet 2018

approche territoriale basée sur un dialogue multipartite quant à l'anticipation et le suivi des mutations en cours et à venir.

Le grand défi est alors de piloter des ensembles, vastes ou plus restreints, tout en évitant le décrochage ; ce qui suppose de maintenir les performances immédiates, mais plus encore de reformuler les fondamentaux, de reconstruire des trajectoires de navigation qui puissent faire sens, fabriquer de la cohésion et permettre des réussites collectives. Il s'agit également de penser en prévision d'un accroissement de notre résilience.



**Antoine-Tristan Mocilnikar**

ingénieur général des Mines

Service du haut fonctionnaire de défense et de sécurité

ministère de la Transition écologique et solidaire

ministère de la Cohésion des territoires et des Relations

avec les collectivités territoriales

# Avant-propos

Le Cerema est un centre de ressources et d'expertises scientifiques et techniques pluridisciplinaires en matière d'aménagement et de développement durable, au service des politiques publiques.

Il agit en quelque sorte comme une passerelle entre :

- l'État et les acteurs des territoires, tout particulièrement les collectivités locales ;
- la sphère de la recherche et celle de l'opérationnel ; et entre les territoires, avec le parangonnage des pratiques tant en France qu'à l'international.
- L'intégration thématique est également au centre de nos missions, qu'il s'agisse par exemple d'intégrer les risques dans l'aménagement ou de prendre en compte les nuisances dans les transports.

Durant ces deux jours de séminaire, tant par le sujet traité que la diversité de vos origines, nous serons pleinement dans ce cœur de mission du Cerema.

Aujourd'hui, s'ouvre notre troisième séminaire de travail sur la résilience des villes et des territoires.

Le premier, en septembre 2016, était dans un format franco-allemand et portait sur « *résilience et gestion de crise* ». En octobre 2017, nous avons travaillé sur « *résilience et sécurité des territoires* ». Et, aujourd'hui et demain, notre thème de réflexion sera la « *sécurité globale et la résilience des territoires* ».

Comme pour les précédents, la réussite de ce séminaire repose sur les abondantes contributions de chacun d'entre vous, que ce soit au stade de la préparation - et le document support des débats qui vous a été remis à votre arrivée témoigne de la grande implication de chacun d'entre vous - que ce soit dans les débats et échanges qui auront lieu durant ces deux jours, mais également dans les jours qui suivront, avec la formalisation et la capitalisation de tout ce que vous aurez produit.

Notre sujet sera les transformations des territoires et des villes, transformations parfois très rapides et qui produisent de fortes tensions d'ordre multiple : social, environnemental, économique...

Or, certains équilibres sont très fragiles et le moindre changement peut les rompre. Il peut s'agir d'un événement de grande ampleur ou d'un plus petit qui passe inaperçu (question des signaux faibles).

Les crises qui se produisent sont révélatrices de fragilités des territoires susceptibles de provoquer des catastrophes : risques naturels et technologiques, mais pas seulement (gilets jaunes...).

Tous ceux qui travaillent sur les territoires : professionnels, fonctionnaires de l'État ou territoriaux, scientifiques, sont appelés à coopérer pour s'interroger sur les vulnérabilités, anticiper les difficultés à venir, proposer des réponses innovantes pour contribuer à répondre aux

attentes de nos concitoyens. C'est en cela que la notion de résilience est convoquée.

Notre ERC (éviter réduire compenser) s'écrit AAM : anticiper, s'adapter, minorer.

Ce séminaire s'inscrit ainsi dans une préoccupation de sécurité globale des territoires portée par notre ministère et en particulier le SDSIE, et je rappellerai le temps fort qu'ont été les Assises nationales de la sécurité des territoires, tenues à Lyon en mai 2018, dans le cadre du salon Préventica.

Je voudrais remercier le SDSIE pour son appui aux travaux qui se dérouleront ces deux jours.



**Benoît Walckenaer**  
directeur-adjoint Cerema Territoires et ville

# Équipe-projet et collaboration



L'équipe-projet est constituée de : Nicolas Beaurez (Cerema, Territoires et ville), Christian Després (SDSIE), Bernard Guézo (Cerema, Territoires et Ville), Yves Lespinat (Dreal Paca, adjoint Sécurité Défense Zone Sud), Yves Majchrzak (Cerema, Territoires et ville), Mathieu Maupetit (Cerema Normandie-Centre), Patrick Pigeon (université de Savoie), Éliane Propeck-Zimmerman (université de Strasbourg), Danielle Sauge-Gadoud (Amaris), Karim Selouane (Resalliance), Ghislaine Verrhiest-Leblanc (Dreal Paca).

Une collaboration a été mise en place avec la revue *Préventique* représentée par Didier Raciné.

Philippe Blancher, socioéconomiste de l'environnement et des risques, assure un appui à la conception du déroulement du séminaire, à son animation, ainsi qu'à la coordination de la rédaction des actes.

Service de défense, de sécurité et d'intelligence économique,  
Ministère de la Transition écologique et solidaire



Centre d'étude et d'expertise sur les risques, l'environnement,  
la mobilité et l'aménagement (Cerema)



Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement  
et du Logement Provence-Alpes-Côtes-d'Azur (Dreal Paca),  
Zone de Défense Sud



Association nationale des collectivités pour la maîtrise  
des risques technologiques majeurs (Amaris)



Université de Savoie Mont-Blanc



Université de Strasbourg



Resalliance (filiale de Sixense Groupe – Vinci Construction)



Revue Préventique



# Sommaire

- Préface 6
- Avant-propos 8
- Équipe-projet et collaborations 10
- Sommaire 12
- Programme du séminaire 14

## PREMIÈRE PARTIE

- **Cadre du séminaire** 16
  - Présentation générale 18
  - Regard scientifique sur la notion de défi 20
  - Ingénierie, leviers et stratégies : quels apports à la résilience ? 22
  - Table ronde introductive 24

## DEUXIÈME PARTIE

- **Défi A - Sécuriser les territoires eu égard aux défaillances des systèmes techniques** 32
  - Présentation du défi 34
  - Cas pratique 1 : la résilience des secteurs urbains exposés à des ruptures de réseaux primaires 37
  - Cas pratique 2 : la résilience des vallées isolées par un aléa naturel 40
  - Restitution des échanges 43
  - Enseignements 55

## TROISIÈME PARTIE

- **Défi B - Faire de la nature une composante majeure de l'aménagement urbain résilient** 56
  - Présentation du défi 58
  - Cas pratique 3 : les arbres en ville, comment aller vers la foresterie urbaine ? 61
  - Cas pratique 4 : aménager avec plus d'eau en valorisant les écosystèmes 63
  - Restitution des échanges 65
  - Enseignements 82

## QUATRIÈME PARTIE

- **Défi C - Intégrer les risques dans l'aménagement des territoires et des infrastructures** 84
  - Présentation du défi 86
  - Cas pratique 5 : territoire industriel et transition écologique : le cas de la vallée de la chimie 89
  - Cas pratique 6 : territoire littoral en mutation : le cas de Semarang en Indonésie 93
  - Cas pratique 7 : infrastructures de transport et adaptation au changement climatique en Europe 95
  - Restitution des échanges 98
  - Enseignements 113

## CINQUIÈME PARTIE

- **Défi D - Assurer une prise en charge coordonnée des grands enjeux** 114
  - Présentation du défi 116
  - Cas pratique 8 : l'approvisionnement alimentaire des métropoles, un exemple du besoin de coordination 120
  - Restitution des échanges 123
  - Enseignements 134
  - Sans-Regret-sur-Rhône en 2035 : une métropole résiliente 136

## SIXIÈME PARTIE

- **Regards transverses** 142
  - Agir aujourd'hui pour donner leur place aux arbres et aux forêts urbaines dans les villes du XXI<sup>e</sup> siècle 144
  - Synthèse scientifique 146
  - Ingénierie et résilience 150
  - De la vulnérabilité à la sécurité globale par la résilience 154

## SEPTIÈME PARTIE

- **Projets connexes** 158
  - Le projet Sanctum 160
  - Orientations du Puca 162
  - La résilience aux risques majeurs, au cœur de la stratégie de Grenoble-Alpes-Métropole 164
  
- **Propos conclusif** 166
- **Annexes** 170
  - Liste des participants 172
  - Éléments bibliographiques 176

# Programme du séminaire

	Jeudi 17 janvier 2019	Vendredi 18 janvier 2019
09h00 – 10h45		Restitutions et discussion en plénière des travaux en ateliers défi A et défi B
10h45 – 11h15	Accueil et ouverture de la rencontre	Pause
11h15 – 12h00	Table ronde	Restitutions et discussion en plénière des travaux en ateliers Défi C et défi D
12h00 – 12h45	Présentation des défis	
12h45 – 13h45	Plateaux déjeuner	Plateaux déjeuner
13h45 – 14h00	Présentation des travaux en ateliers.	Regards scientifiques sur les échanges
14h00 – 15h45	Quatre ateliers en parallèle : défis A, B, C et défi D. Séquence 1	
15h45 – 16h15	Pause	Conclusion de la rencontre
16h15 – 18h00	Quatre ateliers en parallèle : défis A, B, C et défi D. Séquence 2	
20h00 – 22h00	« Social event »	



PREMIÈRE PARTIE

# **CADRE DU SÉMINAIRE**

---

# Présentation générale

Les territoires doivent affronter des changements multiples, rapides et interactifs. Ceux-ci peuvent être d'ampleur planétaire. Pour en rendre compte, on utilise de plus en plus le terme de « *changement global* » ou plutôt de « *changements globaux* », afin « *d'insister sur l'aspect multiforme de ces changements [...] et d'inviter à une approche systémique*<sup>3</sup> ». Cette notion recouvre, en particulier : le changement climatique, l'urbanisation généralisée, la déforestation, la dégradation des terres fertiles et des milieux naturels, l'érosion de la biodiversité, l'épuisement des ressources minérales, les risques sanitaires et épidémiologiques... Ces changements nécessitent une approche multiscalaire<sup>4</sup>. En effet, « *s'ils appellent à des réponses collectives à l'échelle de l'humanité, telles que les Conférences des parties (COP), leurs manifestations et impacts sont nécessairement différenciés et requièrent des réponses adaptées selon les espaces et les sociétés qui les habitent*<sup>5</sup>. »

D'autres changements sont spécifiques à un pays ou une région, comme ceux liés à la réforme des organisations politiques et administratives ou induits par la modification des pratiques économiques et sociales...

Pour éviter les situations de déprise, de tension ou de désordre, les acteurs doivent par conséquent repenser le fonctionnement et l'organisation des territoires, mobiliser différemment leurs ressources et lever les blocages de différentes natures qui peuvent faire obstacle aux démarches d'adaptation nécessaires et appelées à se succéder. Afin d'assurer une dynamique d'ensemble et

trouver les marges nécessaires, ces démarches d'adaptation doivent être transversales et partagées par le plus grand nombre.

En mai 2018, le ministère de la Transition écologique et solidaire<sup>6</sup> a fait de la sécurité globale des territoires un enjeu stratégique. Cette notion vise à penser « *global et collectif* » pour traiter des problématiques habituellement gérées de façon sectorielle, comme les transports, l'énergie, l'eau, l'environnement et le logement, l'aménagement, la prévention des risques naturels et technologiques.

Pour faire face aux menaces dont ces changements sont porteurs, mais aussi pour bénéficier des opportunités qui peuvent en découler, les pouvoirs publics doivent développer une culture partagée et inclusive de prise en compte des incertitudes et d'anticipation des crises. L'entrée par la résilience permet d'enclencher, d'entretenir et d'orienter la mise en mouvement recherchée. Pour déployer ce sujet, une série de trois séminaires ont été organisés par le Cerema à Lyon.

Tout d'abord, en septembre 2016, un séminaire franco-allemand s'est fixé pour objectif de spécifier les différentes formes de crises urbaines ou territoriales et d'explicitier les différentes façons de mobiliser la notion de résilience. Les analyses ont montré que les crises se propageaient de différentes façons en jouant sur les fragilités du système territorial et urbain. Les travaux ont également mis en évidence l'importance de considérer les perturbations des territoires dans leurs effets systémiques, impliquant les différentes échelles de temps et d'espace.

3 <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/changements-globaux>

4 Étienne Cossart, « Le changement global : un champ scientifique fécond pour le géographe », Géococonfluences, octobre 2018.

5 <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/changements-globaux>

6 Les premières Assises de la sécurité globale des territoires se sont tenues à Lyon les 29, 30 et 31 mai 2018.

En octobre 2017, un deuxième séminaire a visé la production d'un cadre de référence des besoins à satisfaire en travaillant dans la transversalité et en mobilisant l'action collective. Ce cadre de référence utile à la résilience couvre les différents champs des politiques publiques, de l'appui aux territoires, de la recherche, de l'ingénierie et de la formation.

Le séminaire des 17 et 18 janvier 2019 franchit une nouvelle étape : établir des éléments de méthode pour relever les défis auxquels les territoires sont confrontés. Il s'agit, cette fois, d'anticiper les perturbations en visant l'adaptation du système territorial pour réduire ses vulnérabilités et accroître sa résilience.

Réunissant une cinquantaine d'experts, le séminaire traite quatre défis clés que les acteurs des territoires doivent relever dans un contexte de changement global :

- sécuriser les territoires eu égard aux défaillances des systèmes techniques ;
- faire de la nature une composante majeure de l'aménagement urbain résilient ;
- intégrer les risques dans l'aménagement des territoires et des infrastructures;
- assurer une prise en charge coordonnée des grands enjeux.

Le séminaire est structuré autour de ces défis, illustrés par une petite dizaine de cas pratiques, prenant des formes multiples et traitant de questions différentes, en relation avec les transitions en cours. Un regard scientifique, porté sur les travaux, permet de s'assurer que la notion

de résilience est bien intégrée et qu'elle n'est pas invoquée de façon factice. Des éléments de synthèse sont produits de même que des éclairages sont apportés par des experts sur des points spécifiques en relation avec la mobilisation de l'ingénierie, l'activation d'effets leviers et l'adoption de stratégies.



Bernard Guézo,  
responsable  
du programme  
Risques au Cerema



Philippe Blancher,  
consultant en  
environnement, risques  
et développement  
durable des territoires

## Regard scientifique sur la notion de défi

Le terme de défi est peu usité dans la littérature académique sur les risques et l'environnement. Il a été en partie mobilisé par Metzger (2017), qui a cherché à davantage lier les recherches sur les risques avec celles sur l'environnement ; ce qui serait un moyen de compléter l'approche de la question des risques par les enjeux. Ils sont définis comme composantes d'un système de peuplement dont la perte ou l'altération seraient jugées inacceptables par un ensemble d'acteurs engagés dans la prévention des risques (D'Ercole & Metzger, 2009). Le défi serait alors d'éviter le plus possible l'endommagement et même la perte de ces enjeux, en focalisant l'attention des décideurs sur ces composantes fondamentales d'un système de peuplement.

L'approche, qui peut sembler très abstraite, a pourtant été testée concrètement, en lien avec la municipalité de Quito, notamment à propos de la gestion de l'approvisionnement en eau potable, et reprise à El Alto/La Paz (Hardy, 2009).

En fait, sur le fond, cela revient à s'interroger : comment penser et agir en repoussant le plus possible les limites de la pensée et de l'action, confrontées aux formes de complexité liées aux coévolutions entre systèmes, afin de réduire le plus possible les risques ? C'est une manière plus simple d'aborder cette question que celle développée par les chercheurs de Resilience Alliance, par exemple à partir des systèmes socio-écologiques et de la panarchie (Gunderson & Holling, 2001).

On peut justifier cette lecture en se centrant sur le thème de la prévention des désastres

(événements de fréquence rare sur un pas de temps donné, mais d'intensité de dommages élevée) :

**1.** La prévention des désastres est plus que jamais un impératif pour plus de la moitié de la population mondiale dans des aires urbaines occupant une superficie limitée de la planète, et dépendant des échanges à échelle mondiale.

**2.** Les politiques de prévention existent, et elles sont très nombreuses, dans de multiples domaines. Mais elles sont généralement abordées à partir de leurs limites (ce que l'on voit en premier, ce sont les dommages, ici les désastres). Les bases de données comme celle du Cred ou Desinventar permettent de vérifier ceci, encore plus avec une lecture critique (Pigeon et Rebotier, 2016).

**3.** On peut alors poser qu'un défi consiste à repousser le plus possible les limites des politiques de prévention des désastres. Les politiques sont nécessaires, mais forcément limitées (il est impossible d'éliminer tout désastre, mais il est nécessaire et possible de réduire les dommages, donc de prévenir les désastres...).

Identifier particulièrement les enjeux serait un moyen d'obtenir un tel résultat, en concentrant l'action sur ces derniers. Le caractère à la fois nécessaire et limité de l'action politique est également défendu par Revault d'Allonnes (1999) à partir d'une approche philosophique de la question. Toute politique nous lance un défi qui est celui de sa nécessité et de sa précarité.

**4.** L'approche serait alors très voisine de celles qui mobilisent la résilience : au sens de capacité à absorber les évolutions et les

dommages tout en ne remettant pas en cause la structure fondamentale et/ou les tendances de fond des peuplements humains. Comment intégrer l'évolution, l'impossibilité d'éliminer tout dommage, et même tout désastre, tout en évitant une catastrophe, au sens d'une remise en cause fondamentale de structure, ou d'un système ? Le défi est d'identifier et de gérer les enjeux afin d'espérer conserver les structures fondamentales d'un peuplement envisagé comme système, sans pour autant prétendre éliminer tout dommage ni même tout désastre. Cette lecture a pu être proposée, sur le fond, à propos de l'interprétation des politiques publiques concernant la commune de Pont-de-Claix (Le Noan, 2015).

**5.** Avec ce type d'approche, on tombe sur un problème logique majeur, relevé par les chercheurs du groupe Resilience Alliance (Gunderson & Holling, 2002). En effet, si on admet que pour prévenir un désastre, il faut reconsidérer la structure fondamentale du système de peuplement qui existait avant ce désastre, cela exige alors une catastrophe.

Or, un changement fondamental de structure de système de peuplement (catastrophe) est forcément peu souhaité par une très grande majorité d'acteurs engagés dans les politiques de prévention, qui sont attachés à des solutions antérieures impliquant des arbitrages entre plusieurs autres types de risques, et que reflètent les structures fondamentales des systèmes de peuplement actuels.

Là encore, ce qui semble très abstrait contribue à expliquer, par exemple, les refus des politiques de retrait stratégique des peuplements littoraux (comme le montrent plusieurs thèses récentes sur ce thème, telle celle de Verlynde, 2018). Les acteurs impliqués préfèrent le renforcement des mesures de structures (digues, notamment), alors qu'il est démontré que ces dernières contribuent parfois à préparer un désastre (Pigeon et Rebotier,

2016). Le défi est alors d'identifier des politiques centrées sur des enjeux et qui soient acceptables par le plus grand nombre d'acteurs impliqués dans la gestion de ce type de risque, sans remettre en cause les arbitrages antérieurs, multirisques.

L'approche par le défi peut donc attirer l'attention sur la nécessité de penser et d'agir en intégrant un monde de plus en plus urbanisé, nécessairement complexe et dynamique, multipliant des acteurs agissant volontairement et involontairement sur l'environnement. Pourtant ces pensées et actions sont nécessairement limitées face à la reconnaissance croissante de formes de complexité. Ces évolutions problématiques, aujourd'hui reconnues par la multiplication des approches (développement durable, résilience, nexus, parrarchie, anthropocène), nous mettent au défi.

Une manière pragmatique de répondre au défi est présentée par Renaud et alii (2013). Ils promeuvent l'outil système de gestion de la connaissance, qui permet de piloter les politiques de prévention des risques et de gestion de l'environnement.

Répondre au défi pourrait être d'identifier des enjeux sur lesquels pouvoir agir plus particulièrement, en explicitant qui, pourquoi et comment, de manière effectivement inclusive et participative, en espérant réduire le plus possible les limites de la pensée et de l'action.

Bibliographie : se référer à la fin du document



Patrick Pigeon,  
professeur d'université

## Ingénierie, leviers et stratégies : quels apports à la résilience ?

Poser la question de la résilience des territoires amène nécessairement à identifier collectivement un certain nombre de « défis » propres à chacun d'entre eux. Ce séminaire en a identifié quatre, qui sont communs à beaucoup de territoires, sans être exclusifs des autres défis auxquels ceux-ci peuvent être confrontés.

Le défi « *Sécuriser les territoires eu égard aux défaillances des systèmes techniques* » interroge la résilience des métropoles et des territoires face aux fragilités induites par le poids des réseaux de mobilité, d'énergie dans la vie des territoires et de façon plus générale face aux liens de plus en plus tenus entre un certains nombre de technologies et leur environnement. À défaut d'avoir été anticipée, la rupture d'un système technique peut, par effet domino, entraîner la défaillance d'autres systèmes et mettre les territoires en situation critique.

Le défi « *Faire de la nature une composante majeure de l'aménagement urbain résilient* » interroge la capacité des acteurs à reconsidérer les politiques d'aménagement pour mettre les solutions fondées sur la nature au cœur des planifications et des projets. Les nouveaux impératifs de l'aménagement sont en effet la réduction des îlots de chaleur, l'augmentation de la biodiversité, l'atténuation de la pollution de l'air, la limitation du ruissellement, tout ceci au bénéfice de la santé et donc de la sécurité globale des habitants. En matière d'aménagement, les réponses de demain ne seront pas nécessairement celles d'hier.

Au-delà de mettre la nature au cœur des projets, le défi « *Intégrer les risques dans l'aménagement des territoires et des infrastructures* » propose de changer de paradigme dans la façon d'aménager les territoires. Il s'agit de faire de la prise en compte du risque une dimension créatrice de l'acte d'aménager, ouvrant sur des réponses plus qualitatives et plus responsables car intégrant les aléas possibles, là où habituellement ceux-ci sont externalisés.

Ces défis, qui ne sont pas exclusifs d'autres défis auxquels les territoires et les métropoles sont confrontés, se recoupent nécessairement. Travailler sur l'un, quel qu'il soit, renvoie aux deux autres, voire à d'autres défis possibles. Il s'agit de toute façon de s'interroger sur la nécessité d'une réflexion globale visant à la prise en charge des grands défis qui se posent. C'est le sens du défi « Assurer une prise en charge coordonnée des grands enjeux ». Ce « défi des défis » amène à imaginer des stratégies globales de résilience à l'échelle d'un territoire. Celles-ci posent des questions de gouvernance qui, pour être pertinente, doit souvent sortir des limites administratives et juridiques habituelles.

Dire que la réponse en matière de résilience est « stratégique » signifie qu'il faut mobiliser les décideurs, sérier avec eux les enjeux et les priorités, accepter de travailler par étapes. Il ne s'agit pas seulement de mener de front des programmes d'actions, même si ceux-ci sont nécessaires, mais aussi d'identifier, en leur sein,



Les animateurs des défis A, B et C,  
de gauche à droite : Yves Lespinat,  
Yves Majchrzak et Danielle Sauge-Gadoud.

les actions ou outils dont la mise en œuvre est décisive pour répondre aux défis. C'est leur mobilisation ciblée qui assurera l'effet de levier recherché.

Un autre enjeu au développement de la résilience est l'adaptation des méthodes et outils de l'ingénierie vers plus d'agilité et de transversalité. Ce point est à expliciter au travers des cas pratiques.

Pour relever ces défis, il est prévu de travailler sur trois aspects :

### **Les stratégies à déployer pour aller vers une sécurité globale des territoires**

Il s'agit de favoriser les approches globales, que l'on peut aussi qualifier d'intégrées ou de systémiques. Ces approches permettront d'identifier les interdépendances, de susciter des synergies et aussi de rattacher les différentes échelles d'espace et de temps dans lesquelles les actions doivent se développer.

### **Les leviers à mobiliser**

Parmi les dispositifs mobilisables, tous n'ont pas la même portée en matière de résilience. Il est important d'identifier ceux susceptibles d'ouvrir de nouvelles perspectives, de débloquer des situations, ou de mobiliser les acteurs parfois au-delà de leur champ habituel d'intervention.

### **L'adaptation à assurer de l'ingénierie**

De très nombreux outils conventionnels existent, qui ont très souvent été conçus pour répondre à des besoins sectoriels. Il faut s'interroger sur la façon de relier ces outils, de les rendre interopérables, d'étendre leur champ d'application ; soit tout un ensemble de possibilités qui s'ouvrent pour l'ingénierie et qu'il conviendrait d'investir.



Nicolas Beaurez,  
directeur de projet  
Résilience, Cerema

## Table ronde sur la sécurité globale et la résilience des territoires



Participants à la table ronde, de gauche à droite : Patrick Pigeon, Gautier Kohler, Pascal Mallet, Marylin Molinet, Pierre-Yves Lecordix, Karim Selouane.

En introduction à la table ronde, Bernard Guézo rappelle les grands enjeux à l'échelle planétaire que sont les effets du changement climatique, l'extinction de la biodiversité, la raréfaction des ressources. Ces enjeux se traduisent concrètement dans les territoires et les grandes concentrations humaines que sont les métropoles ; c'est là que se joue au quotidien la préservation de l'habitabilité des lieux de vie.

Les travaux déjà menés sur la résilience ont montré qu'il était possible d'agir à condition d'affronter collectivement les transitions écologique et énergétique, de tenir compte des vulnérabilités sociétales et d'intégrer les nouvelles technologies.

Relever ces défis nécessite de se mettre tous « autour de la table » pour renouveler les

analyses, innover dans les réponses à apporter, trouver des effets leviers, adapter nos méthodes et outils pour dépasser les traitements spécialisés et intégrer les questions qui se posent dans une réflexion globale. C'est dans cet esprit qu'il donne la parole à chaque participante ou participant à la table ronde.



Animation  
Bernard Guézo

**B.G.** Après avoir beaucoup travaillé sur les milieux humides et l'aménagement urbain, c'est la première fois que je mets au premier plan la nature comme composante majeure de l'aménagement urbain résilient. Cela fait partie des chamboulements en cours qui participent de la sécurité des territoires. Je voulais d'abord vous remercier d'être venue comme élue de la ville de Metz, déléguée à la biodiversité.

Votre parcours suscite tout notre intérêt puisque vous avez corédigé un livre qui s'intitule Philosophie des milieux. Vous êtes venue de l'art pour vous intéresser à la biodiversité comme vecteur de résilience urbaine. Et sur ce sujet, vous travaillez à faire évoluer les pratiques. Je vous passe la parole en regrettant que ce ne soit que pour quelques minutes seulement.

### Marylin Molinet

À l'origine, je suis diplômée en arts, ce qui m'a ouverte aux approches intégrées et transverses. L'art depuis des années est complètement hybride. Dans la sphère germanique en particulier, on attend des artistes qu'ils anticipent les problèmes de la société. Je collabore également depuis 2011 à une revue consacrée au « *care* », c'est-à-dire à la bienveillance, à la prise en charge de la vulnérabilité des individus. Penser « *la manière dont l'homme habite le monde* », c'est approfondir cette capacité à concevoir des réponses en considérant la transdisciplinarité comme une richesse, et en acceptant tout la complexité des solutions.

Comme élue de la ville de Metz, j'ai été frappée par cette propension des acteurs à traiter les problèmes par des solutions simplificatrices,

parfois catastrophiques. Après le traumatisme d'une inondation, on avait par exemple complètement enroché les berges d'une rivière, la Seille, sans anticiper les impacts induits sur la faune et la flore, ou la qualité de l'eau. Lorsque je suis arrivée en 2014, il fallait mener une opération de renaturation de la ripisylve, pour réparer cette erreur, là encore à grand renfort d'argent public.

Le déclencheur du projet Sesame, qui s'appuie sur une analyse fine des services rendus par les arbres en ville, fut la publication des chiffres de la mortalité précoce, fin 2015, due à la pollution de l'air en France et dans le monde. J'ai découvert, par une expérimentation menée en Hollande et publiée en 2008, que les arbres pouvaient non seulement capter du CO<sub>2</sub>, mais aussi absorber différents polluants (oxydes d'azote, particules fines). Cette étude scientifique devait bien sûr à mes yeux intégrer les enjeux de biodiversité et de renaturation des îlots de chaleur, qui sont des enjeux majeurs pour l'avenir. Les arbres assurent une véritable climatisation en rafraîchissant l'air par évapotranspiration. Ils sont aussi d'irremplaçables supports de biodiversité.

Le Cerema a enrichi ce projet par une analyse fine et précise des paysages urbains et des contraintes associées. Nous pouvons assumer ainsi la complexité des réponses à apporter, par une proposition de croisement des données étudiées, avec des solutions entièrement fondées sur la nature, et une méthodologie transposable à d'autres villes. C'est cette prise en compte de la complexité qui nous permettra de relever les défis environnementaux et sociaux dans les décennies à venir.

**B.G.** Karim Selouane, vous êtes en charge du bureau d'étude Resalliance que vous avez fondé en 2018. Sans être exhaustif sur votre parcours impressionnant, je voudrais en donner quelques éléments structurants : vous êtes docteur-ingénieur de l'école des Mines de Paris. Vous êtes également ingénieur géomaticien de l'École nationale des sciences géographiques.

Vous avez accompagné les États de l'Ouest saharien sur les stratégies d'aménagement et les risques climatiques associés au sein de « *l'Observatoire des environnements urbains africains* ». Vous êtes membre de différents groupes de travail internationaux, européens et français sur les thèmes du développement durable, de la résilience des infrastructures critiques, de la ville et de l'habitat, de la smart city et de la résilience en général.

La question que je vous pose est un peu provocatrice : est-ce que les infrastructures peuvent être résilientes au changement climatique alors qu'elles paraissent tout sauf agiles ?

### **Karim Selouane**

Resalliance est le bureau d'étude Vinci dédié à l'adaptation des territoires, des villes et des infrastructures au changement climatique. Pour répondre à votre question sur l'application de la notion de résilience aux infrastructures, je voudrais d'abord insister sur le fait que si ces dernières sont effectivement inertes (même si certaines peuvent être mobiles), elles sont gérées par des organisations humaines et techniques qui elles ne le sont pas. Or c'est sur elles que repose en partie l'efficacité des leviers de la résilience.

Ainsi, Vinci gère au Japon l'aéroport international de Kansai construit sur une île artificielle, reliée à la partie continentale par un pont au cœur de la baie d'Osaka. En septembre 2018, cet aéroport a été submergé par le typhon Jebi, d'une puissance exceptionnelle, tandis qu'un pétrolier affecté par le typhon a endommagé le pont d'accès. Sur ce cas très concret, on peut dire que l'infrastructure n'a pas été résiliente et que le cahier des charges de sa construction n'a pas anticipé cet événement.

Mais l'événement a surtout révélé la vulnérabilité de la segmentation des organisations d'exploitation (liée au marché publique), inadaptée à un continuum d'infrastructures interconnectées. Partant du principe que le risque zéro n'existe pas, il apparaît primordial d'accepter un niveau d'incertitude et de risque socialement et économiquement acceptable. L'enjeu est de concevoir d'opérer des infrastructures résilientes pour l'exploitant et l'utilisateur. Pour le dire autrement, le territoire doit être diagnostiqué dans une relation bijective avec ses infrastructures, en identifiant les points critiques susceptibles d'engendrer des effets dominos, très souvent étendus géographiquement. C'est par une gouvernance adaptée que l'on peut garantir la résilience des infrastructures et des territoires.

**B.G.** Pierre-Yves Lecordix, vous êtes directeur-adjoint en direction départementale des territoires. Vous avez travaillé par le passé sur les cartographies d'avalanches et vous êtes maintenant dans un département, les Hautes-Alpes, qui fait face à beaucoup de risques naturels : inondations, séisme, chutes de blocs, glissements de terrain. Vous connaissez par conséquent parfaitement bien la question des risques.

Est-ce que vous ressentez ces derniers mois dans l'environnement de ce département montagnard des évolutions inquiétantes liées au changement climatique ? Si tel est le cas, de quelle nature sont ces effets observés sur les territoires et vous sentez-vous armé, techniquement s'entend, pour gérer ces évolutions ?

### **Pierre-Yves Lecordix**

Dans les milieux professionnels comme dans le grand public, il y a de moins en moins de doutes sur la réalité des évolutions climatiques que nous subissons. La tentation est forte de relier ces évolutions aux phénomènes de catastrophes que nous observons, sans que le lien de cause à effet soit pourtant scientifiquement avéré, les durées d'observation étant encore bien trop réduites.

Or la plupart des phénomènes de risques naturels actifs en milieu montagnard (glissements, chutes de blocs, avalanches, inondations torrentielles...) peuvent être occasionnés ou majorés par le réchauffement climatique. À titre d'exemple, dans un département comme celui des Hautes-Alpes, la quasi-concomitance dans le temps de deux glissements de grande ampleur et à cinétique rapide (Chambon-en-Isère puis Pas de l'Ours dans les Hautes-Alpes) peut conduire à penser qu'ils constituent la partie immergée de l'iceberg d'un phénomène beaucoup plus vaste de déstabilisation mécanique de certains milieux d'altitude.

Si une telle dynamique était en jeu, cela aurait évidemment des impacts potentiels très importants sur les choix de politiques publiques que nous avons à faire, aussi bien en matière de sécurité civile que d'aménagement des territoires au sens large.

Dans un milieu géographique comme la montagne, qui se définit d'abord comme un système en équilibre instable, les expertises scientifiques dont nous disposons sont trop partielles et/ou trop imprécises pour pouvoir les extrapoler de façon fiable.

C'est pourquoi nous sommes très démunis sur les stratégies à mettre en place. Nous ne pouvons qu'hésiter entre deux attitudes :

- l'application des principes de gestion précédents, dont nous savons qu'ils fonctionnaient sur les errements anciens, mais sans assurance de leur pertinence s'il y a changement de paradigme ;
- l'expérimentation de nouveaux principes dont nous ne pouvons garantir, ni qu'ils fourniront des solutions satisfaisantes, ni qu'ils seront en phase avec des évolutions, dont nous sommes en peine de décrire vers quel monde elles nous mènent.

**B.G.** Pascal Mallet, vous êtes directeur-adjoint des Risques majeurs de Le Havre Seine Métropole. Vous êtes géographe spécialisé dans les risques technologiques majeurs, doté d'une expérience de recherche sur les risques associés aux transports de matières dangereuses. Vous avez une expérience affirmée dans les systèmes d'informations géographiques, en modélisation, dans la gestion territoriale des risques majeurs et la gestion de crise.

La métropole du Havre connaît en ce début d'année un changement organisationnel important puisque la communauté d'agglomération (17 communes) est devenue le 1<sup>er</sup> janvier 2019 communauté urbaine Le Havre Seine Métropole (54 communes).

La collectivité passe finalement d'un périmètre de centre urbain à celui de territoire englobant des communes urbaines, rurales et littorales. Ce territoire littoral et estuarien est exposé à de nombreux risques naturels et technologiques : mouvements de falaises (deux plans de prévention des risques), cavités souterraines (plusieurs milliers) et inondations principalement par ruissellement (plateau d'agriculture intensive).

Je vous passe la parole en vous demandant si cet élargissement du périmètre de gestion peut être un moteur de résilience, par exemple en matière de mobilisation de l'intelligence collective et de prise en compte du milieu naturel dans des stratégies qui pouvaient être plus urbaines à l'origine ?

### **Pascal Mallet**

L'augmentation du périmètre administratif de la métropole, de 17 à 54 communes, correspond à un triplement de sa superficie qui se rapproche ainsi de celle du bassin de vie. La métropole devient une des plus grandes intercommunalités industrielles françaises et le premier port français de transport de containers.

Ce territoire havrais, dans son nouveau périmètre, est complexe sous l'angle des perturbations susceptibles de l'affecter. Les aléas naturels sont multiples : chutes de blocs, risques cavités souterraines, ruissellement, recul du trait de côte. sont aussi possibles des accidents industriels ou de transports de matières dangereuses.

L'élargissement change les communautés de travail, certes, mais il pré-existait déjà des initiatives communes transverses au bassin de vie. L'agglomération est proactive sur le sujet

des risques à l'échelle de l'estuaire de la Seine. Elle exerce une compétence facultative sur les risques majeurs depuis sa création et souhaite asseoir cette compétence à l'échelle du bassin de risques qui lui paraît l'échelle la plus cohérente.

La gouvernance doit parfois dépasser les frontières administratives. Ainsi, l'alimentation en eau potable mobilise une ressource éloignée. L'adduction d'eau provient d'une cinquantaine de kilomètres, ce qui suppose de gérer la protection de captages à distance.

Le fait nouveau ces dernières années est la prise de conscience que la gestion des risques peut agir comme un aiguillon et être bénéfique au territoire. Elle peut offrir des opportunités sur d'autres sujets que celui des risques, qui se révèlent source d'inventivité et d'innovation.

De mon point de vue, il est souhaitable d'écrire une stratégie globale de développement d'un territoire, qui ne soit pas nécessairement un projet de résilience à la base, mais une vision du territoire dans laquelle on intègre la résilience en amont. Pour mettre en place cette stratégie, il faut créer une gouvernance : associations, GIP, services État, collectivité, opérateurs réseaux, industriels...) qui s'affranchisse des cadres de gestion traditionnels. C'est ce qui permet d'asseoir une véritable intelligence territoriale.

**B.G.** Patrick Pigeon, vous êtes géographe, diplômé de l'École normale supérieure de Saint-Cloud, professeur de l'université de Savoie. Votre sujet de prédilection, ce sont les risques, l'incertitude et la complexité. Vous êtes sur ces sujets représentant français de programmes européens, membre chaque année de plusieurs jurys de thèse, auteur de nombreux livres. Vous participez régulièrement à des rencontres scientifiques internationales.

Je voudrais vous lancer un défi : celui de nous éclairer précisément sur cette notion de défi qui nous paraît intuitivement utile pour fédérer un travail collectif visant à prévenir désordres et catastrophes. Cette notion est-elle une invention française par exemple ?

### **Patrick Pigeon**

Mobiliser le terme de défi n'est pas spécifique à ce séminaire. J'ai participé en décembre 2018 à La Paz à un colloque international sur le développement durable et la résilience qui s'intitulait : « Resiliencia urbana : un desafío en construcción ». Ce séminaire était organisé par l'IRD, l'ambassade de France et Mercociudades, un réseau de villes d'Amérique latine.

Le défi n'est pas une notion en tant que telle, mais un terme plutôt vernaculaire qui désigne la recherche de solutions face aux limites des formes de réflexion et de gestion aujourd'hui mobilisées dans le domaine de la prévention des risques de désastres. Comment trouver des solutions les plus effectives, les plus responsabilisantes, les plus éthiques, les plus inclusives, qui intègrent dans leur conception leurs propres limites ?

Toutefois, le défi peut aussi traduire en espagnol la notion d'enjeu, telle que défendue par certains chercheurs, avec une approche systémique de la question, tout en restant opératoire. Ainsi, les chercheurs Robert d'Ercole et Pascale Metzger ont-ils travaillé sur la transmission de vulnérabilités au sein d'un système urbain en s'appuyant sur le cas de Quito. Il est intéressant de s'y référer.

La démarche menée à Quito essaie de mettre en évidence la vulnérabilité territoriale construite par la distribution spatiale et la vulnérabilité des enjeux majeurs. Elle part du principe qu'il existe, au sein de tout système territorial, des espaces qui concentrent des enjeux majeurs, et que, par leur importance et leurs faiblesses, ces espaces sont susceptibles de fragiliser ce territoire. Suivant le contexte, est fragilisé l'ensemble du système territorial ou seulement une partie. Parfois, la vulnérabilité induite sort du système territorial immédiat de l'enjeu et affecte un niveau d'organisation supérieur. C'est par exemple le cas des villes qui jouent un rôle particulier à l'échelle nationale en raison de leurs activités économiques ou de leur statut de capitale d'État comme Quito.

Robert d'Ercole et Pascale Metzger, *Cybergéo* ref. La vulnérabilité territoriale : une nouvelle approche des risques en milieu urbain <http://cybergegeo.revues.org/22022>

**B.G.** Gautier Kohler, vous être responsable d'équipe-projet à la division développement urbain à l'Agence française de développement (AFD). La thématique sur laquelle vous travaillez est celle de la résilience urbaine en Afrique et en Asie. Vous conduisez des projets en Palestine et en Inde. Pourriez-vous nous éclairer sur le rôle de l'AFD en lien avec les sujets qui nous intéressent ici et nous dire également si les défis que nous abordons trouvent un écho dans les travaux que vous menez à l'international ?

### **Gautier Kohler**

Une récente étude de capitalisation des projets soutenus par l'AFD et portant sur la réduction des risques a permis de revenir sur un portefeuille de 70 projets d'environ deux milliards d'euros et d'élaborer une stratégie d'intervention dédiée à cette thématique.

Cette étude a montré tout d'abord que les pays en développement sont bien plus vulnérables que les pays développés, que ce soit en terme de nombre de personnes susceptibles d'être affectées par une catastrophe ou en terme de pertes économiques. Or si la réduction des risques de catastrophe naturelle s'inscrit pleinement dans les objectifs de développement durable (ODD), elle ne représente qu'une partie mineure du financement de l'aide internationale (inférieure à 0,5 %), qui reste pour l'instant principalement tournée vers la réponse d'urgence.

Depuis les années 1990, les interventions de l'AFD sont principalement centrées sur des actions de prévention. Elles concernent le financement d'infrastructures de protection et d'infrastructures résilientes ou encore d'opérations d'aménagement du territoire pour

réduire la vulnérabilité, à l'instar du projet de réaménagement des berges du quartier de la Barquita à Saint-Domingue et du relogement des populations vulnérables les plus exposées aux risques d'inondation. Certaines actions mises en œuvre ont également pour objectif d'améliorer la préparation à la gestion de crise efficace, avec la mise en place de systèmes d'alerte et de mécanismes de réaction (plan de gestion de catastrophes naturelles), dont les enjeux font beaucoup écho au défi D du programme ciblé sur la gouvernance.

Cependant, on note, notamment en Asie et en Amérique latine, la volonté des gouvernements de promouvoir une approche systémique réunissant ainsi prévention, préparation et culture du risque. C'est le cas du programme des villes éponges en Chine et du projet d'un quartier de Sichuan qui vise à faire du risque une composante majeure de l'aménagement urbain résilient. D'autres projets émergent sur l'articulation entre réduction des risques et préservation de la biodiversité, encourageant les villes à favoriser des solutions de prévention construites sur la nature, comme par exemple la ville de Nagpur en Inde. Dans tous les cas, les porteurs de projets sont en quête de retours d'expérience des collectivités locales et des services de l'État français.



DEUXIÈME PARTIE

**DÉFI A – SÉCURISER LES TERRITOIRES  
EU ÉGARD AUX DÉFAILLANCES  
DES SYSTÈMES TECHNIQUES**

---

## Présentation du défi A

Si « *la technique (...) traduit la capacité des sociétés à se transformer*<sup>7</sup> », l'omniprésence et la centralisation des systèmes techniques, eau, assainissement, énergie, fibres optiques, approvisionnement dans la vie quotidienne des populations, figurent parmi les changements que les sociétés se doivent d'analyser sous l'angle des risques. En effet, si le déploiement des systèmes techniques permet au plus grand nombre de participer à la « *société en réseaux* » (Castells), les gestionnaires ne peuvent éluder les questions que soulève la défaillance possible de ces systèmes toujours plus informatisés.

L'actualité révèle régulièrement la survenue de désordres majeurs liés au dysfonctionnement, voire à la rupture accidentelle de systèmes techniques. De bien moindre ampleur que l'effondrement meurtrier du viaduc Morandi à Gênes le 13 août 2018, l'incendie du poste électrique RTE d'Harcourt, à Paris, le 27 juillet 2018, est remarquable à plus d'un titre. Plusieurs jours durant, la rupture de ce transformateur a interrompu l'alimentation électrique de la gare Montparnasse et privé d'électricité des quartiers d'habitation sur plusieurs communes. Cette rupture a pu résulter de la conjonction de facteurs internes au transformateur, liés à sa structure ou aux modalités de son utilisation, et externes à celui-ci puisqu'elle est survenue en période de chaleur intense et de fortes sollicitations.

L'événement a été médiatisé principalement du fait de ses impacts sur un autre système technique : le réseau ferroviaire, alors saturé par les grands départs en vacances. Les effets sur

les populations locales, pourtant réels, ont été à l'inverse peu analysés.

Au titre de la gestion des territoires, la prise en compte de ce type d'événement ne peut se limiter à invoquer leur caractère exceptionnel, d'autant que ce caractère dépend de l'échelle et du pas de temps auquel on raisonne. Certes, les retours d'expérience effectués par les opérateurs après un désastre de ce type permettent en principe l'adoption de mesures destinées à éviter une répétition de l'événement à l'identique, mais la généralisation des systèmes techniques expose inévitablement les territoires à d'autres situations de rupture de services, se produisant sous de multiples formes et à différents endroits. Dans de nombreux cas, des travaux de sécurisation des réseaux sont entrepris. Lorsque les conditions techniques et économiques et également de maîtrise d'ouvrage le permettent, la construction de galeries souterraines multiréseaux peut s'envisager (cf. illustration). Les réflexions menées sur les infrastructures vitales ou critiques se heurtent cependant aujourd'hui à la question de la multiplicité des réseaux jouant un rôle essentiel dans la vie et l'activité économique des territoires et de leurs interconnexions.

L'incendie du transformateur d'Harcourt rappelle le fait, établi de longue date maintenant<sup>8</sup>, que le risque lié aux systèmes techniques recouvre tout à la fois : l'éventualité de défaillances au sein d'une sphère technique (dans l'événement précité, le réseau de transport d'électricité), les effets en cascade sur d'autres réseaux (pour le poste RTE d'Harcourt, le réseau ferroviaire), ainsi

<sup>7</sup> Manuel Castells, *La société en réseaux*, Fayard, 1998, p.78

<sup>8</sup> Ces éléments ont été énoncés dans l'ouvrage de synthèse *Risques et réseaux techniques*, Certu, 1998, sous la direction de Philippe Blancher.



Galerie souterraine multifonction à Amsterdam.

que l'ensemble des relations entre les réseaux et leurs environnements physiques et sociaux (dans le cas d'Harcourt peuvent être invoquées les conditions météorologiques, les migrations estivales des citadins, la vie des habitants des quartiers affectés, etc.). Cet événement rappelle aussi les liens privilégiés entre densité, flux et place tenue par les réseaux<sup>9</sup>.

À différentes échelles de territoire, la place des systèmes techniques relatifs au cycle de l'eau, à l'énergie, aux transports et aux modes de communication est rarement interrogée dans une analyse globale des risques ; une analyse cependant nécessaire sous l'angle de la viabilité des territoires et de leur sécurité globale, les différents sujets étant étroitement liés.

La non-durabilité d'un territoire, par exemple en matière de ressource en eau, met en jeu des seuils au-delà desquels des dysfonctionnements apparaissent ou s'accroissent avec de possibles effets en cascade difficiles à maîtriser.

Pour réduire des fragilités environnementales, économiques ou sociales, recourir à des systèmes techniques est souvent nécessaire. C'est le cas

de la défense extérieure contre l'incendie (Deci) qui mobilise les réseaux d'eau, les voiries pour assurer la protection de zones habitées exposées aux incendies de forêt.

Le recours à des réseaux d'échelle supraterritoriale est souvent nécessaire pour fiabiliser un service, mais il implique aussi d'envisager la défaillance de systèmes fortement centralisés, dont la connaissance fine échappe aux gestionnaires des territoires ; ce qui invite à préserver les ressources patrimoniales locales, en secours, en appoint ou en même en possibilité de réutilisation future. Dans le département de l'Isère, suite à la coupure du tunnel du Chambon, en 2015, a été aménagée une route dite « de secours » pour assurer le désenclavement de la vallée.

Au vu de ces éléments, pour sécuriser le fonctionnement des territoires et garantir leur viabilité, il peut être nécessaire d'ajuster la place des réseaux et systèmes techniques. Des initiatives sont prises en ce sens, parfois de façon radicale. Ainsi, des territoires en déprise économique ont pu engager des démarches volontaristes visant à atteindre l'autonomie énergétique<sup>10</sup>. Des métropoles s'impliquent dans la valorisation agricole des espaces périurbains pour réintroduire des circuits courts entre production et consommation.

Ainsi se trouve réactivée la question très ancienne posée par la comparaison entre les deux modèles « proximal » et « distal » que sont « Callipolis » et « Alexandrie », entre recours privilégié aux échanges à petite échelle et recours privilégié aux échanges à grande échelle. Cette confrontation

Patrick Pigeon, Ville et 9  
environnement, 1994.

C'est le cas de  
la commune nouvelle  
du Méné  
(Côtes-d'Armor)

renvoie aux travaux d'Henri Reymond sur la proposition d'un « crible transdisciplinaire pour l'étude de la résilience des géosystèmes urbains ». À l'inverse, d'autres territoires souffrent encore d'enclavement économique du fait d'une desserte insuffisante en réseaux, en fibres numériques par exemple. Pour autant, si des initiatives de régulation sont prises, leur diffusion voire leur généralisation prend du temps pour des raisons financières, culturelles et sociétales. Ce déficit de prise de conscience et ensuite d'adaptation se traduit par des situations de vulnérabilité excessive des territoires qui peuvent conduire à des dégradations progressives des conditions environnementales, sociales et économiques, comme à des expositions à des chocs profondément dommageables.

Pour autant, la multiplication des réseaux et le développement des échanges à échelle supralocale n'est pas « le » moyen de prévenir les désastres. L'hyperdépendance des échanges à une échelle supralocale est un moyen de prévenir les désastres en réduisant la dépendance au local et tout autant une forme d'aggravation des dépendances en cas de coupure des réseaux... C'est aussi en ce sens que l'on peut comprendre l'intérêt du recours aux circuits courts dans les aires métropolitaines. C'est ce même problème, entre autres, qui est abordé par Henri Reymond. Si les systèmes techniques sont un atout pour les territoires, ils sont aussi facteurs de vulnérabilité, contrepartie inévitable de leur performance et de leur usage grandissants. Lorsqu'ils sont fortement sollicités, ces systèmes peuvent être exploités à

la limite de leur fonctionnement nominal. Leur gestion technologique et centralisée les fragilise face à la survenue de perturbations locales qui peuvent se propager au sein du système. Le changement climatique produit un environnement plus agressif pour lequel ces systèmes n'ont pas toujours été conçus.

Le défi de résilience est le suivant : comment ajuster la place des réseaux de façon à renforcer la sécurité globale des territoires ?



Yves Lespinat,  
*animateur*  
et l'équipe-projet

# Cas pratique 1 : la résilience des secteurs urbains exposés à des ruptures de réseaux primaires

## Contexte

Les réseaux techniques primaires, qu'il s'agisse des infrastructures de transport, de l'énergie ou encore des dispositifs de communication sont devenus omniprésents. Ils se sont imbriqués dans les territoires au point de créer des entités hybrides faites de composantes territoriales et de ces composants techniques. D'autres réseaux se sont développés sur cette armature principale, comme la logistique d'approvisionnement en produits alimentaires des grandes métropoles (se reporter au défi D).

Les réseaux primaires ont assuré des mises en relation des territoires, souvent productrices de richesse. Au fil du temps, ils ont aussi créé des dépendances et des interdépendances, dès lors que les populations ont organisé leur mode de vie, non plus seulement en fonction de leur territoire de résidence mais en fonction des possibilités offertes par les nouvelles dessertes. Au fil du temps, engagés eux-mêmes par ces nouveaux usages, les opérateurs se sont employés à sécuriser le fonctionnement des infrastructures techniques en assurant, par exemple, des maillages ou des redimensionnements. Ils ont aussi adapté la gestion des réseaux aux possibilités offertes par le numérique.

Aujourd'hui, la densification des usages et la gestion centralisée de systèmes à distance génèrent de nouvelles formes de vulnérabilité.

Qu'elle intervienne pour telle ou telle raison, la rupture de fonctionnement d'une infrastructure technique majeure pose un défi à l'opérateur. Celui-ci doit rétablir la situation au plus vite tant pour les populations que pour les autres opérateurs, dont les réseaux peuvent subir des dysfonctionnements en chaîne (la coupure d'électricité interrompt par exemple le fonctionnement des systèmes d'épuration des eaux usées).

Ce défi se pose régulièrement lors des catastrophes naturelles. Lorsqu'elles sont de grande ampleur, la défaillance des réseaux ne se limite pas aux territoires directement affectés par l'événement naturel. L'étude de vulnérabilité de la boucle nord de la Seine à Gennevilliers<sup>11</sup> a ainsi montré que, lors d'une crue centennale, certaines zones densément peuplées se retrouvaient en situation de fragilité électrique, bien que non inondées.

Le type de situation susceptible de se produire – la rupture de fonctionnement d'un réseau primaire pendant une durée de plusieurs jours, plusieurs semaines, voire plusieurs mois – soulève la question de la résilience du territoire concerné, les acteurs ne pouvant rester inactifs dans l'attente du rétablissement d'une situation acceptable pour la population et les usagers.

La résilience invite à « tisser » le système urbain et territorial aux différentes échelles pour faire en sorte que la rupture d'un élément critique puisse être absorbée, sans que les fonctions

vitales de l'ensemble n'en soient affectées. Le maillage des réseaux techniques, de même que leur durcissement, sont depuis longtemps utilisés comme méthode de réduction de la vulnérabilité. Le tissage va plus loin, il relie entre eux des réseaux distincts et entre elles des organisations qui habituellement s'ignorent.

Cette transversalité, qui rend possible la mobilisation de ressources insoupçonnées, est essentielle, car l'on sait que les catastrophes se propagent dans les failles que crée le cloisonnement. La limitation des risques de rupture en chaîne nécessite une action collective puissante.

### L'échelle du quartier et ses acteurs

En cas de crise majeure affectant les réseaux, la pratique consiste à travailler principalement au niveau des systèmes techniques pilotés par les opérateurs et non à l'échelle locale. Cette échelle a été cependant identifiée comme essentielle pour la prévention des désastres par le Sendai framework for action (UNISDR, 2015) comme appelant un renforcement des ressources et des possibilités de prise de décision. Toutefois, dans la culture européenne, l'échelle locale est faiblement dotée en moyens d'actions.

Pour aborder la question de la résilience du territoire face à la défaillance des réseaux, l'échelle du quartier présente au moins un intérêt comme échelle d'analyse. Exigeante et peu documentée, cette échelle est celle où s'exprime concrètement la vulnérabilité du territoire. C'est là où se mesure le degré d'efficacité des réponses



Le quartier Hafen-City (Hambourg), où ont été aménagés des itinéraires de substitution à la voirie principale inondable.

apportées (tant par les acteurs publics que par les opérateurs privés) aux dysfonctionnements qui peuvent affecter la population ou les activités. C'est encore là où des dispositions originales peuvent être prises par la société civile, pour pallier les problèmes rencontrés dans l'attente d'un rétablissement de la situation. C'est enfin une échelle où les responsables politiques peuvent être interpellés.

Les diagnostics de vulnérabilité, comme les analyses de résilience, sont rarement établis en raisonnant à l'échelle des quartiers d'habitation ou des zones d'activités. Pourtant les problématiques comme les acteurs peuvent différer fortement d'un secteur à l'autre. Certains quartiers nécessiteraient des mesures d'anticipation des crises, tandis que d'autres pourraient être identifiés comme ressources potentielles.

Le quartier est habituellement abordé par le prisme du maire. Celui-ci agit par légitimité démocratique, au titre des missions qu'il exerce, en particulier en matière de sécurité civile. Il a la capacité d'interpeller les acteurs publics ou privés

à différentes échelles territoriales. Il dispose d'une connaissance fine du terrain. Le plan communal de sauvegarde est un outil pratique qui permet la mobilisation autour du maire lors d'une crise soudaine.

### Quelques exemples

Après le passage de l'ouragan Irma le 5 septembre 2017, les îles antillaises de Saint-Martin et Saint-Barthélemy ont subi, outre l'endommagement de la plupart des bâtiments, sur une durée variable de plusieurs semaines, la rupture de l'alimentation en eau potable, la coupure de l'électricité ainsi que la perte totale du réseau de téléphonie mobile.

Cette situation s'est traduite par la totale dépendance à l'aide extérieure, dès les premières heures de la catastrophe. Des questions sont posées : quelles devraient être les capacités locales d'autonomie d'une île après le passage d'un cyclone ? Est-il envisageable de se fixer des objectifs dans ce domaine ?

En cas de crue centennale de la Seine à Paris, la question du relèvement des réseaux urbains constituera un enjeu majeur. Enedis estime être capable de réalimenter des quartiers en électricité quelques jours après le repli de l'eau, mais ne peut assurer le branchement des bâtiments et des clients inondés. Aussi, la durée de la crise inondation proprement dite pourrait avoisiner neuf mois.

La RATP avance de son côté une durée de travaux comprise entre un et cinq ans pour revenir à un fonctionnement nominal. La SLGRI de la métropole

francilienne se fixe pour objectifs de faciliter le retour à la normale et d'améliorer la résilience du territoire sur le long terme. Elle prévoit d'agir auprès des acteurs de l'aménagement pour favoriser la conception de quartiers résilients. Elle prévoit également d'améliorer la conscience du risque chez les populations s'installant en zone inondable. Populations et entreprises sont identifiées comme des acteurs à part entière de la gestion de crise.

Gwenaël Jouannic, porteur du cas pratique

## Cas pratique 2 : la résilience des vallées isolées par un aléa naturel

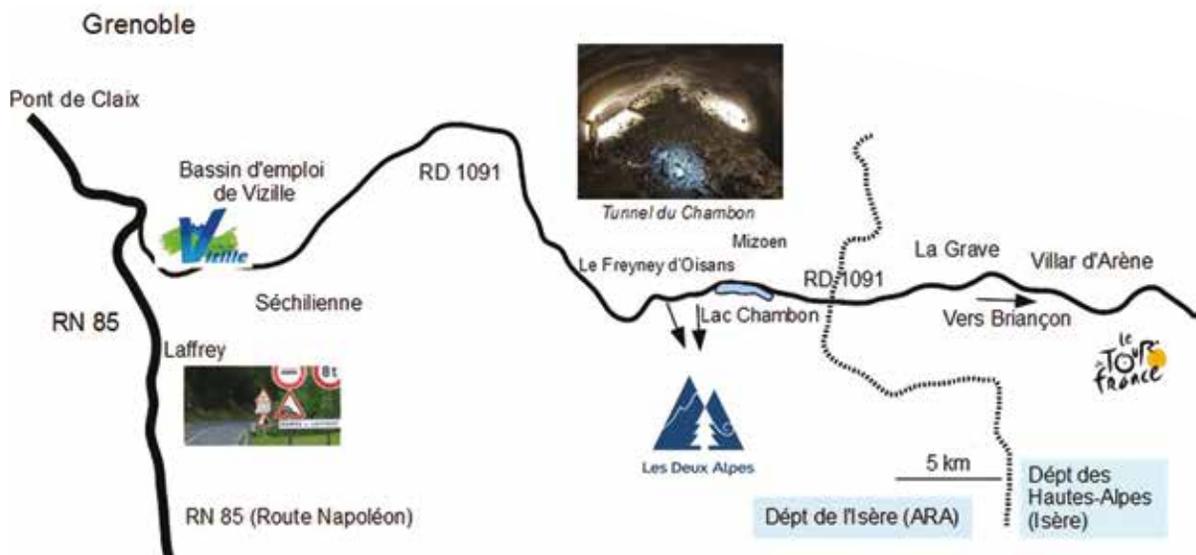
### Le cas de la crise du tunnel du Chambon

Situé sur la commune de Mizoën (Isère), le tunnel du Chambon est un ouvrage routier de la RD reliant Grenoble (Isère) à Briançon (Hautes-Alpes). Ce tunnel surplombe le lac de retenue du barrage hydroélectrique du Chambon, exploité par EDF.

En avril 2015, le glissement d'un versant rocheux entraîne la fermeture totale du tunnel. Le bilan de l'événement, sous l'angle de la prévention des risques naturels, est plutôt limité : l'aléa ne cause pas de victime, l'endommagement porte seulement sur l'ouvrage routier, nécessitant cependant sa reconstruction partielle.

Pourtant, l'événement a été de portée nationale. Le Premier Ministre en personne et des médias télévisuels nationaux se sont rendus sur place. Après activation, l'instabilité du versant rocheux s'est révélée être, en fait, le maillon critique d'un système d'action territorial dépassant les seuls enjeux locaux. La route départementale 1091 joue en effet un rôle essentiel dans la mobilité à différentes échelles de territoire.

Elle permet des déplacements locaux, régionaux, nationaux et internationaux. Elle assure vers l'ouest la liaison avec le bassin d'emploi de la station des 2Alpes, Bourg-d'Oisans, Vizille et vers l'est, après le passage du col du Lautaret, la liaison avec Briançon. À vocation touristique, cette route



dessert, été comme hiver, la station des 2Alpes (38), les stations de Serre-Chevalier et de La Grave, et la station-village de Villar-d'Arène (05). Le bilan de la fermeture de l'infrastructure, plusieurs mois durant, s'avère par conséquent d'une ampleur sans précédent sur le fonctionnement du territoire. En particulier, l'isolement de la vallée qui en a résulté a produit des pertes économiques et des perturbations dans la vie quotidienne des habitants. Le contre-coup social et humain a été très important.

La fermeture du tunnel à la circulation sur une longue durée (32 mois), d'avril 2015 à décembre 2017, a profondément affecté la vie d'un territoire de montagne sur deux départements et deux régions : Isère / Auvergne-Rhône-Alpes et surtout Hautes-Alpes / Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Les parties prenantes étaient multiples du fait de :

- la situation géographique du site à l'interface de deux régions, deux départements, quatre communes de configurations économiques contrastées ;
- la nature de l'événement concernant directement le Conseil départemental de l'Isère au titre de la gestion du réseau routier et la préfecture de l'Isère au titre de la sécurité publique ;
- la diversité des ressources mobilisées : expertise géologique privée/publique, autorités/collectif d'habitants, élus des quatre communes.

La coordination entre tous les acteurs est apparue comme un élément majeur de la gestion de l'événement. Le rôle de la société civile a été prégnant, au travers d'un collectif d'habitants qui



Le glissement du Chambon.

s'est mobilisé pour faire entendre sa voix et être acteur de la crise.

Outre la rupture d'une liaison routière vitale à différentes échelles de territoire, le glissement du Chambon a généré la production de risques de différentes natures, liés au glissement de la masse rocheuse dans la retenue : risque d'un nuage de poussière pour la population riveraine du glissement, risque technologique pour le barrage du Chambon et, en cascade, risque d'inondation à l'aval en cas de dommage sur le barrage.

La nécessité de rétablir les déplacements locaux pour désenclaver les communes de Villar-d'Arène et de La Grave a généré des risques individuels liés au cheminement piétonnier sur des chemins escarpés de montagne, des risques routiers pour les usagers en transit, liés à la déviation de la circulation par la descente de Laffrey sur la RN 85, des risques naturels liés à la création en urgence d'une route de secours en site de montagne

(risques d'avalanche et de glissement de terrain). Risques auxquels s'est ajouté le désarroi de la population locale ayant subi l'événement et impuissante face à lui.

La dimension de l'événement se mesure également aux coûts indirects, économiques et sociaux, venus s'ajouter au coût direct de la reconstruction du tunnel ; coûts indirects supportés par la population locale : chômage technique, perte de chiffre d'affaires, difficulté ou impossibilité de rejoindre son lieu de travail, d'accéder aux services publics (hôpitaux, éducation, etc.). Ils sont aussi ceux de la mise en œuvre d'une succession de solutions alternatives onéreuses indispensables pour pallier du mieux possible la coupure de la RD 1091 : navettes lacustres ou hélicoptées, réalisation d'une route de secours.

Geneviève Rul, *porteuse du cas pratique*

# Restitution à l'issue des échanges

En s'appuyant sur les cas pratiques, les travaux en atelier ont abordé la résilience des territoires eu égard aux défaillances des réseaux techniques par deux approches complémentaires.

La première porte sur les réseaux eux-mêmes : comment faire pour limiter les risques de défaillance qui peuvent s'anticiper en termes de probabilité de survenue, d'importance des effets : population ou activité concernée, durée de l'interruption... Cette approche fonctionnelle, la plus documentée, a surtout été discutée à partir de l'échelle urbaine où les réseaux sont les plus imbriqués et les plus intensément sollicités. Une deuxième approche consiste à considérer la façon dont le territoire peut s'organiser dès lors que la défaillance du réseau peut survenir et s'inscrire dans la durée. Le cas du glissement du Chambon a mis en évidence les besoins d'anticipation en la matière.

les références utilisées (exemple 11) renvoient à la liste des enseignements tirés des échanges établie en page 55.

## Approche fonctionnelle : différences et similitudes entre milieu urbain et milieu rural

### Dépendance et interdépendances

Les échanges ont montré que le défi recouvrait les deux facettes de la dépendance aux réseaux et des interdépendances entre les réseaux, suivant des situations très différentes entre milieux densément urbanisés et milieux ruraux. En ville, la densité des enjeux et des échanges va de pair avec la présence de nombreux réseaux, voire leur omniprésence. Les interdépendances entre systèmes techniques sont très fortes, ce qui peut provoquer des défaillances en chaîne et aussi offrir des redondances, recherchées sous l'angle de la sécurité de fonctionnement. En milieu rural, la vie des populations et les activités économiques sont également tributaires des réseaux. La densité des systèmes techniques est moindre, ce qui se traduit par des interdépendances moins fortes et aussi par des redondances plus faibles.

Certains réseaux primaires sont qualifiés de vitaux. Leur dysfonctionnement met en difficulté les populations et les activités, que ce soit en milieu urbain ou rural. Leur défaillance a des conséquences en série, particulièrement en période de crise. C'est le cas du réseau électrique nécessaire à l'ensemble de la population, des activités et des autres systèmes techniques. Il faut donc travailler en priorité à sa robustesse comme à celle de l'ensemble des réseaux vitaux.

## L'ingénierie de la résilience des réseaux

Dans un contexte d'interconnexion des réseaux techniques sur de grandes distances et plus largement de fonctionnement globalisé des territoires, émerge une forme de vulnérabilité urbaine, qu'on peut qualifier d'ubiquiste. Si on prend l'exemple d'une ville française face au risque de coupure électrique : en 1930, cette coupure pouvait être liée à une avarie sur un système fonctionnant à l'échelle régionale ; en 1946, à un dysfonctionnement à l'échelle nationale ; en 2018, à des fragilités à l'échelle européenne.

On comprend alors que la résilience des réseaux est considérée comme un préalable nécessaire à la résilience de la ville. Aussi, l'ingénierie de la résilience s'emploie à anticiper les risques de défaillance des infrastructures, à détecter les dysfonctionnements, à évaluer les possibilités de continuité des services et la capacité de rétablissement de conditions satisfaisantes.

Les aires urbaines exposées au risque d'inondation et/ou de coupures électriques sont les terrains privilégiés pour les expérimentations de méthodes et d'outils d'aide à la décision. Les recherches conduites dans ce domaine reposent sur une approche intégrée pour comprendre les interdépendances multidimensionnelles des réseaux et des services – électricité, hydrocarbures, gaz, eau, télécommunications – pour ne citer que les plus influents sur les autres services urbains.

Si l'on considère chaque service urbain comme un système, son état se caractérise, à un instant  $t$ , par : des flux d'entrée qui sont les ressources nécessaires à son fonctionnement et des flux de sortie, ressources nécessaires au fonctionnement d'autres systèmes. Le nombre d'intrants détermine son potentiel de défaillance, et le nombre d'extrants, son potentiel de propagation de défaillance.

L'analyse du triptyque ville-réseau-risque s'appuie par conséquent sur :

- la connaissance des interactions des systèmes techniques et des réseaux d'acteurs – gestionnaires, opérateurs de services, etc. ;
- un diagnostic des interdépendances, plus ou moins poussé selon les niveaux spatiaux considérés.

Le diagnostic s'opère généralement en deux temps. Tout d'abord est mené par chaque service, public et privé, un autodiagnostic sectoriel, destiné à déceler les potentialités de défaillance, à identifier les facteurs de vulnérabilité et à décrire les conséquences. Ensuite, un croisement des interdépendances et des risques de défaillance est effectué lors d'ateliers collaboratifs permettant de partager cette connaissance, puis de hiérarchiser les problèmes au moyen d'un graphe d'interdépendances, à partir duquel s'ouvre une phase de réflexion sur des pistes de solutions techniques et organisationnelles (Toubin, 2014).

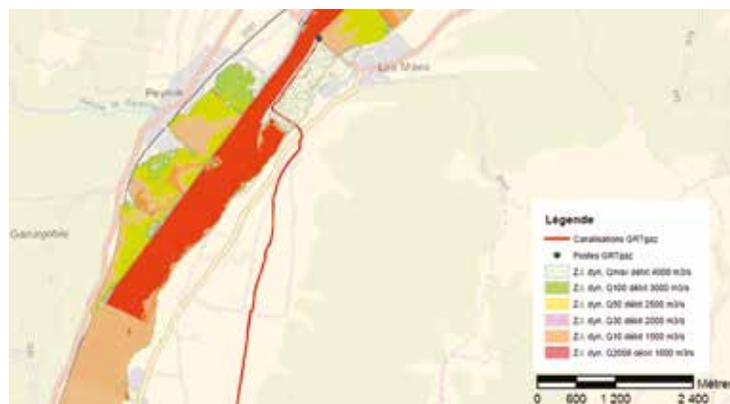
Une attention particulière est enfin à porter au fonctionnement dégradé d'une infrastructure. La résilience étant définie comme la capacité d'un réseau à maintenir ou rétablir un fonctionnement acceptable malgré des perturbations (Gonzva, 2017).

Karim Selouane

### Vulnérabilité des réseaux : un diagnostic à établir collectivement

Les opérateurs s'attachent à identifier la vulnérabilité de leur réseau à différentes natures d'aléas. Cette vulnérabilité peut être directe. Des infrastructures peuvent en effet être mises hors service par une exposition à un phénomène physique dommageable.

Les infrastructures peuvent également être vulnérables à un aléa sans y être directement exposées. Cet aléa ou les dommages qu'il a créés, peuvent générer des difficultés d'accès à des installations, entraver de ce fait l'exploitation du réseau et, en définitive, mettre en jeu la fourniture du service aux usagers. Ainsi, dans le cadre d'un travail collaboratif plus global sur le risque crue-inondation avec le SMAVD sur la Durance, GRTgaz a identifié la phase post-crue comme particulièrement sensible. Durant cette période perturbée, il peut s'avérer nécessaire de renforcer les suivis de travaux réalisés par des tiers dans les zones inondées. Ces interventions, menées dans « l'urgence », peuvent être proches du réseau de gaz et générer des risques pour l'intégrité des installations comme pour la sécurité des personnes [12].



Diagnostic de vulnérabilité du réseau gaz en Durance  
Crédit photo GRTgaz.

Enfin, comme souligné précédemment, la défaillance d'un réseau peut provoquer celle d'un autre réseau. Par exemple, l'interruption d'une ligne de transport très fréquentée peut saturer d'autres axes de circulation et occasionner ainsi des défaillances en chaîne au sein du système de transport urbain.

Dans tous les cas, la défaillance d'un réseau nécessite une prise de relais par un dispositif de substitution suffisamment dimensionné pour absorber une surcharge temporaire - suffisamment dimensionné pour absorber une surcharge temporaire - et un rétablissement rapide du service rendu.

Pour assurer la sécurité de fonctionnement du territoire, les participants ont convenu de la nécessité de mener des analyses de vulnérabilité des réseaux aux différentes échelles : territoire à risque important d'inondation (TRI), bassin de vie, quartier... À chaque fois, un certain nombre d'hypothèses et d'orientations de travail sont à établir collectivement. Par exemple, vis-à-vis de quel type d'événement souhaite-t-on se

prémunir : nature, fréquence, ampleur ? Quels sont les scénarios de crise possibles ? Quels sont les enjeux ? Quels sont les objectifs poursuivis ? S'agit-il de traiter des réseaux primaires ou faut-il mener également des investigations sur d'autres réseaux, par exemple ceux des télécommunications ? Répondre à ces questions nécessite de constituer un espace de travail collectif ou ces différents entrants peuvent être partagés [L1].

### **La démarche de réduction de la vulnérabilité des réseaux (Puy-de-Dôme)**

La démarche de réduction de la vulnérabilité des réseaux aux inondations, menée dans le Puy-de-Dôme, s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre des stratégies locales de gestion du risque d'inondation (SLGRI) conduites par Clermont Auvergne Métropole (CAM) et Riom Limagne et Volcans (RLV). Elle a été engagée en juillet 2017, sous l'égide du préfet, avec un pilotage de la direction départementale des territoires (DDT).

Les objectifs poursuivis par l'État (DDT) et les collectivités sont :

- évaluer les vulnérabilités et identifier les impacts directs et indirects d'une crue sur le fonctionnement des réseaux ;
- identifier les interdépendances entre les réseaux pouvant engendrer des défaillances en cascade, même en dehors de la zone inondable ;
- réduire la vulnérabilité des réseaux urbains et améliorer la résilience des territoires.

Des entretiens bilatéraux ont été menés avec quatre types d'opérateurs différents : énergie, transports, télécommunications, eau/assainissement. À ce stade, une vingtaine d'opérateurs ont été rencontrés .

Menées pour différentes occurrences de crue, les analyses étaient destinées à identifier les points de vulnérabilité des réseaux, notamment les points stratégiques. Ces travaux ont conduit à produire des cartes d'exposition des réseaux. Une réunion de restitution auprès de tous les opérateurs a eu lieu permettant de présenter les analyses de chacun.

De plus, une grille d'analyse des interdépendances des réseaux gérés par les quatre types d'opérateurs précités a été produite. Celle-ci a permis d'orienter les travaux pour cibler des groupes de travail multiopérateurs thématiques.

#### **Bilan :**

La démarche en cours a plusieurs vertus :

- informer précisément les opérateurs sur les risques d'inondation, suivant différents scénarios d'aléas inondation ;
- améliorer les plans de gestion des opérateurs ;
- capitaliser les vulnérabilités et les problèmes de gestion des opérateurs dans les plans de gestion de crise des entités publiques ;
- inciter chaque opérateur à faire un état des lieux de la vulnérabilité de ses installations aux inondations et de sa dépendance aux autres réseaux. La démarche étant collective, ces états des lieux sont coordonnés dans le temps ;

- définir un cadre sécurisé d'échanges de ces informations entre les opérateurs. Ces échanges portent sur la connaissance de la vulnérabilité des différents réseaux, les attentes des opérateurs envers les autres opérateurs, les stratégies individuelles de chaque opérateur en période de crise (priorités d'intervention) ;
- mettre en évidence les points névralgiques sur lesquels les efforts de réduction de la vulnérabilité devront porter.

Direction départementale  
des territoires du Puy-de-Dôme

Les premières analyses de vulnérabilité se mènent par opérateur. À Paris, ces analyses s'appuient sur des outils cartographiques. Chaque opérateur détermine ses zones d'influence. Les zones de fragilité sont identifiées par réseau. À l'issue de ces travaux préliminaires, il est possible de croiser les résultats obtenus pour en tirer des enseignements collectifs. Ce second niveau d'analyse, correspondant au partage des résultats sectoriels, permet de qualifier les interdépendances. Ce croisement met en évidence le besoin de nouvelles investigations, ciblées sur les risques de propagation d'une perturbation. Des recoupements existent entre tous les opérateurs de télécommunication (Orange, Free, Bouygues, SFR). Ces redondances peuvent être précieuses et recherchées. Si l'un des opérateurs défaille, il existe souvent un relais possible par un autre opérateur. Ce point est cependant à vérifier à chaque fois [12].

Ces analyses successives rejoignent les approches développées dans le dispositif Orsec Retap « rétablissement et approvisionnement d'urgence des réseaux électricité, communication électronique, eau, gaz, hydrocarbures ». Ce dispositif contribue à faciliter la résilience et la reprise d'activité, en cas de crise, en prenant en compte notamment les interdépendances entre réseaux.

### **Vulnérabilité routière face au risque inondation (Île-de-France)**

La gestion d'une crue majeure en Île-de-France est une préoccupation centrale pour tous les partenaires de la zone de défense et de sécurité de Paris. Les enjeux sont considérables en termes de protection de la population, des biens, de l'environnement, ainsi que de maintien de l'activité économique.

Le Secrétariat général de la zone de défense et de sécurité de Paris (SGZDS) de la préfecture de police a initié plusieurs projets en copilotage avec la Mission sécurité défense (MSD) de la direction régionale et interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement (DRIEA).

Ces projets visent à améliorer la connaissance des territoires pour la gestion de crise. Ils s'inscrivent dans le cadre de la stratégie locale de gestion du risque inondation (SLGRI) pour le territoire à risque important d'inondation (TRI) de la métropole francilienne.

Ainsi une méthodologie spécifique a-t-elle été élaborée par la DRIEA, qui a permis la création d'une base de données géographiques des axes routiers inondés à l'échelle de l'Île-de-France. Ce travail, établi dans un cadre partenarial, a permis de valider la constitution d'un référentiel valide et pérenne. Ce projet est unique, aucune méthodologie de ce type n'a été mise en place dans une autre direction régionale ou préfecture. Pour mener cette réflexion, un comité technique a été constitué avec : la cellule information géographique du service de la connaissance des études et de la prospective, qui a travaillé efficacement pour mener ce projet à bien ; l'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Île-de-France (IAU), la direction régionale et interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie (Driee) ; ainsi que la direction des Routes Île-de-France (Dirif).

L'objectif de ce projet a été d'élaborer une méthodologie spécifique qui, une fois intégrée dans un système d'information géographique, permet de croiser le réseau routier (référentiel routier IGN/BD Topo®) avec le modèle des zones inondées potentielles (ZIP) et les zones iso-classes hauteurs (Zich) selon la hauteur d'eau donnée à la station de référence de la Driee (2007). Cette méthodologie permet d'identifier les axes impraticables.

L'étude a été réalisée sur l'ensemble des routes de l'Île-de-France, seuls les chemins et autres routes non enrobées n'ont pas été pris en compte. Les cours d'eau concernés sont ceux du réseau réglementaire surveillé par l'État : la Seine, la

Marne, l'Oise et le Loing. Les autres rivières d'Île-de-France ne sont pas couvertes.

Désormais, la mission est de valoriser et de diffuser la méthodologie aux différents opérateurs ainsi qu'aux collectivités territoriales.

Cette base de données facilitera la préparation et la gestion de crise. En effet, l'identification des axes inondés et de la hauteur d'eau sur la chaussée permettra à chacun des acteurs, publics et privés, d'améliorer sa réponse face aux effets d'une crue (organisation des secours, accessibilité d'un site, acheminement et évacuation des personnes, approvisionnement des ressources, etc.).

Cette thématique doit s'inscrire dans un effort global et continu d'amélioration de la connaissance territoriale, à l'échelle d'un système urbain à forte interdépendance entre réseaux et opérateurs.

Le décideur pourra disposer en amont et en période de crise de données de prévision et de modélisation sur les enjeux et les impacts.

La puissance et la pertinence de la base SIG issue de ce travail, appréciée à travers la richesse de ses données attributaires, permettront à chaque partenaire de construire et de valoriser sa propre information.

Evangelia Delchanidis,

Direction régionale et interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement Île-de-France

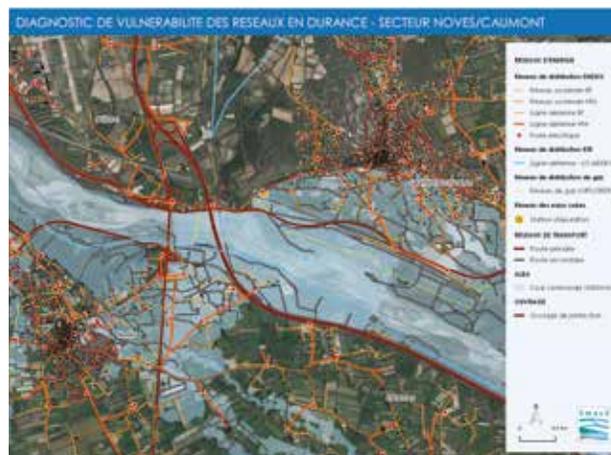
## La résilience nécessite de mobiliser et d'articuler différentes méthodes et outils

Que l'on soit en milieu urbain ou rural, la réduction de la vulnérabilité des réseaux est confrontée à un « intérêt à agir » limité des opérateurs.

Plusieurs facteurs expliquent leur faible implication dans les projets de prévention : la segmentation extrême et/ou la rigidité des obligations réglementaires, l'insuffisante mobilisation des moyens coercitifs lorsque les règles en vigueur ne sont pas appliquées, le faible recours à des calculs économiques motivant les investissements préventifs. Face à ces obstacles de différentes natures, a été mentionné le besoin d'une aide à l'analyse stratégique à destination des porteurs de projets de réduction de la vulnérabilité des réseaux [S1].

La discussion a mis en évidence un ensemble de conditions à remplir collectivement à l'échelle d'un territoire pour réduire la défaillance des systèmes techniques, sans se limiter aux dispositions organisationnelles prises par chaque opérateur.

Un portage politique ou institutionnel est une première condition à satisfaire. L'exemple est donné du PPRI d'Île-de-France. Celui-ci impose aux opérateurs d'assurer une continuité de service par la mise en place d'un plan de protection contre les inondations (PPCI). Ces dispositions sont effectivement appliquées, depuis le début des années 2000, du fait d'un engagement, fort et continu, du préfet responsable de la zone de défense de Paris ; sans cette implication dans la durée, des résultats significatifs n'auraient pu être obtenus [L1].



Données croisées du travail exploratoire en cours entre GRTgaz et le SMAVD sur le risque « Crues-Inondations »

De plus, toujours à l'exemple de ce qui a été fait en région parisienne confrontée au risque de crue majeure de la Seine, les éléments préalables de réflexion et de définition d'une démarche de réduction de la vulnérabilité des réseaux doivent impliquer le plus grand nombre possible d'acteurs concernés, sans se limiter aux opérateurs de réseaux eux-mêmes [L1].

Le partage des données est ressorti comme un enjeu très important. En milieu urbain dense, la concurrence qui se pratique entre les opérateurs, notamment de télécommunications, freine ce partage. Actuellement, les données sur la vulnérabilité des réseaux ne sont disponibles que ponctuellement. Des dispositifs de capitalisation seraient nécessaires. Des conventions de partage des informations sont à élaborer. Un cadre de travail commun aux opérateurs serait utile pour faciliter ce dialogue [L1].

Après la tempête de 1999, l'arrêté interministériel du 17 mai 2001 a permis la sécurisation des lignes haute tension. Pour être effective, celle-ci a cependant nécessité dix-huit années d'efforts de la part de RTE. Sans l'obligation réglementaire, cette démarche structurelle n'aurait pu être menée à bien. L'utilisation des normes est également évoquée. Il faudrait toutefois aller au-delà du normatif, par exemple en conditionnant les financements des travaux d'investissement (extensions et/ou renouvellement des réseaux) à des objectifs de résilience [L3].

Les collectivités sont responsables de la gestion de nombreux réseaux dont certains sont concédés. Au moment du renouvellement des contrats, elles peuvent réexaminer les clauses de concession pour que les opérateurs répondent à plus d'obligations en matière de robustesse de leurs installations. Revoir et améliorer la rédaction des contrats de concession est également un axe de progrès important [L2].

La discussion en atelier établit que la réduction de la vulnérabilité des infrastructures est fortement tributaire des investissements consentis à titre préventif. Or, en France, la réduction de la vulnérabilité n'est pas perçue comme économiquement rentable. Elle est souvent analysée par l'opérateur comme un surcoût posant question quant à sa prise en charge. Qui doit payer alors : la collectivité, les aménageurs, les concessionnaires ?

En Allemagne, l'investissement nécessaire pour construire des réseaux résilients va de soi ; les opérateurs l'acceptent, car ils savent qu'ils feront

des bénéfices sur le moyen/long terme grâce aux dommages évités. En France, il faudrait diffuser des méthodes d'analyse économique qui intègrent ce gain attendu sur le long terme (coût de l'investissement vs bénéfices en termes de coûts évités) [11].

Le fait est que les travaux de modification des infrastructures, pour réduire leur vulnérabilité, sont souvent coûteux du fait des sujétions liées à leur exécution. En milieu urbain dense, la rareté du foncier contraint les possibilités d'aménagement. En Île-de-France, pour mettre en place des transformateurs moyenne/basse tension hors zone inondable, l'opérateur Enedis se heurte à des difficultés pour trouver des terrains disponibles.

En milieu rural, les conditions sont différentes : le foncier et les conditions d'intervention sont comparativement plus favorables, mais les retours sur investissements pour répondre aux besoins de renforcement de réseaux sont généralement plus faibles.

Les événements dommageables sont des éléments moteurs pour réduire la vulnérabilité. Ainsi, les crues de 2016 et 2018 dans le bassin parisien ont eu un effet mobilisateur. Elles ont mis en évidence la nécessité de revoir certains seuils d'alerte. Par exemple, la crue de la Seine a montré que le RER C a été perturbé beaucoup plus tôt que prévu. Des retours d'expérience ont eu lieu qui mériteraient d'être diffusés et valorisés au-delà des cercles d'initiés [14].

## Inscrire la réduction de vulnérabilité des réseaux dans un projet de territoire

Que la réduction de la vulnérabilité des réseaux soit recherchée de façon spécifique ou qu'elle soit une composante d'une entreprise plus globale, sa réussite passe par la mise en œuvre d'une véritable démarche de projet. Celle-ci permet de bénéficier tout à la fois d'un pilotage institutionnel (État ou collectivité), d'une participation des acteurs concernés, de moyens alloués, d'un calendrier de réalisation et d'une garantie de qualité des résultats obtenus (L1).

Les participants ont mis l'accent sur l'intérêt d'intégrer, chaque fois que possible, ce type de démarche dans un projet de développement du territoire (se reporter au défi C). Cette inclusion permet de franchir une étape en matière de prévention de la défaillance de réseaux : elle ouvre vers la résilience du territoire. La réduction de vulnérabilité perd son caractère

contraint pour devenir un aiguillon possible pour repenser le territoire dans le sens de sa sécurité plus globale. La question de la défaillance des réseaux peut, par exemple, se traiter au moment de l'élaboration d'un schéma d'aménagement. Les projets de renouvellement urbain sont un autre bon vecteur de la réduction de la vulnérabilité des réseaux. Le surcoût estimé à 5-7 % génère des économies en coût global [L4].

La réduction de la vulnérabilité des réseaux est une composante de la résilience. Ce n'est pas la seule. Si l'objectif de réduction de vulnérabilité doit être poursuivi prioritairement et sans relâche, les échanges ont bien montré les limites d'une approche fonctionnelle qui ne permet pas de garantir, loin s'en faut, une absence de défaillance des systèmes techniques. Les participants à l'atelier ont par conséquent également envisagé une telle défaillance pour interroger la capacité du territoire à y faire face.



## Réseaux coupés : quelle relation à la population et quelle mobilisation des ressources ?

Aborder la résilience du territoire face à la rupture de fonctionnement d'un réseau consiste à étudier la façon dont les acteurs peuvent s'organiser, sur une durée plus ou moins longue, dans des contextes qui peuvent différer fortement.

Cette question a été abordée sur le cas pratique du glissement du Chambon, où la fermeture à la circulation d'un tunnel routier a provoqué l'isolement de la vallée de la Grave (Isère). Cette situation de dépendance à un seul axe routier n'est pas exceptionnelle. Les routes jouent en effet un rôle déterminant dans le fonctionnement des territoires. C'est particulièrement le cas pour la desserte de secteurs au relief contraint, comme la montagne. En l'absence d'itinéraire de substitution, la coupure d'un axe routier peut avoir des conséquences économiques et sociales très importantes. De telles situations engendrent une forte pression sur le gestionnaire routier pour qu'il assure une remise en service très rapide de l'infrastructure, pression d'autant plus forte lorsqu'il n'existe pas de solution alternative.

Les conseils départementaux diligentent des études de vulnérabilité des axes routiers dont ils ont la charge, par rapport à un mouvement de terrain, une avalanche ou une rupture d'ouvrage. Les points identifiés comme les plus critiques

peuvent être traités mais, dans les faits, les travaux préventifs, très coûteux, à défaut d'être généralisés, ne peuvent qu'être priorités. Les gestionnaires doivent par conséquent accepter des coupures potentielles et se préparer à intervenir après un dommage.

Dans le cas du Chambon, la cellule de crise s'est mise en place sous l'égide du préfet de l'Isère pour répondre aux effets d'un aléa naturel : l'instabilité d'un versant rocheux. Cet aléa ayant endommagé un tunnel routier, pouvait aussi affecter les habitants proches (production possible de poussières lors du glissement de la masse rocheuse) ainsi qu'un barrage hydraulique, avec un risque induit d'inondation en aval. Les travaux de la cellule de crise se sont prioritairement focalisés sur la mise en sécurité de la population et des usagers de la route. Différentes façons de faire cesser le danger ont été recherchées, y compris en provoquant de façon contrôlée l'accélération du glissement.

Très vite, il est apparu que la cellule devait également traiter la situation d'enclavement de la vallée pour toute la durée de la coupure de la route (32 mois). Elle a été ainsi mobilisée pour le rétablissement des déplacements locaux en proposant des alternatives. La gestion de crise s'est poursuivie, de fait, jusqu'à la mise en place des solutions de substitution, telles qu'une route dite « de secours » [15].

Certains participants à l'atelier ont constaté l'écart important qu'il peut y avoir entre la gestion technique d'une crise et la réalité économique et sociale que vivent les populations

impactées par des défaillances de réseaux. Ils attirent l'attention des professionnels et des experts sur le fait que la cellule de crise n'a pas une connaissance suffisante des réels besoins et attentes des populations face à une situation exceptionnelle.

On cite souvent « la population ». Or, « la » population n'est pas un bloc homogène. Elle recouvre une multiplicité de catégories, aux caractéristiques et aux besoins variables d'un groupe à l'autre. Mieux connaître ces groupes permettrait déjà d'apporter des réponses plus ciblées et mieux reçues par les citoyens concernés [13]. De la même façon, il faudrait mieux connaître les possibilités de réduire la dépendance aux réseaux en recourant de façon plus systématique aux nouvelles technologies, à la transition écologique [L2].

Lors de la crise du Chambon, les acteurs locaux se sont placés en porte-parole des difficultés rencontrées, en position d'attente d'une réponse apportée par une autorité supérieure que la crise a effectivement mobilisée. Il manque visiblement à ce niveau une démarche d'anticipation collective d'une situation qui n'est pas suffisamment pensée à l'échelle d'un territoire. Un cadre d'action stratégique permettant aux acteurs de déployer collectivement un processus de résilience, en situation de rupture de réseau, serait utile [S3].

En l'absence d'un tel cadre, les échanges ont porté sur la notion de crise. Certains participants ont mentionné que la rupture d'un réseau structurant entraînait le territoire, de facto, dans

une situation de crise. À l'inverse, d'autres ont considéré que ce type de situation ne traduisait pas une gestion de crise au sens institutionnel du terme. Ceci a ouvert le débat sur les différentes façons de considérer le rôle des acteurs institutionnels.

En France, la puissance publique intervient lorsqu'il y a mise en danger brutale des personnes ou des biens, quelle que soit l'origine du danger : naturelle, technologique ou malveillante. Elle met alors en œuvre un dispositif spécifique et temporaire, destiné à faire cesser ce danger et à protéger les personnes et les biens.

Cette approche restrictive de la gestion de crise, limitée à la survenue d'événements brutaux, a donné lieu à discussion. En effet, elle ne satisfait pas le besoin, non couvert à ce jour, d'un dispositif de gestion spécifique à des situations dommageables, non par leur brutalité, mais du fait de leur durée<sup>12</sup>. Il faudrait disposer d'un référentiel d'actions adapté, sur lequel s'appuyer pour développer la résilience [S2].

Le cas du Chambon a montré que l'enclavement d'une vallée, à la suite de la coupure d'une route, met la population en situation critique. La vie quotidienne est totalement bouleversée : difficulté pour se rendre sur son lieu de travail, désaffectation des commerces locaux, perte de marché pour les entreprises, baisse de fréquentation touristique, accès difficile aux services publics. Environ 1 200 personnes ont été impactées. Faute de réponses immédiates apportées par la puissance publique, la population s'est sentie abandonnée. Les autorités locales ne

Cette question a été abordée de façon approfondie lors du séminaire Résilience urbaine et gestion de crise d'octobre 2017



disposent pas d'un guide pour mener une action stratégique utile à la population [S2] [S3].

Les participants ont cependant convenu que la cellule de crise, mise en place pour faire face à un aléa, prenait souvent en charge la défaillance des réseaux, sans que cela soit son objet premier. Les deux questions sont en fait liées. La cellule de crise est obligée de raisonner globalement et par conséquent d'intégrer la résilience dans son analyse.

En effet, lorsque des conditions satisfaisantes de maintien sur place d'une population ne sont pas remplies, il peut être nécessaire de procéder à son évacuation. Lorsque le nombre de personnes affectées est élevé, l'évacuation généralisée pose très vite des difficultés de mise en œuvre.

Il faut alors mobiliser des solutions alternatives à l'absence du ou des réseaux, pour rétablir des conditions de vie acceptables et circonscrire le dispositif d'évacuation aux personnes les plus vulnérables [15].

Certains territoires sont identifiables comme particulièrement vulnérables à la défaillance d'un réseau. Le principe d'une solidarité supralocale pour ces territoires a été avancé. Elle peut se manifester de différentes façons suivant des modalités à étudier. Certaines dispositions existent qui mériteraient d'être valorisées à ce titre. La base nationale de données Parades, qui recense toutes les ressources existantes pour mobiliser du matériel en cas de crise (engins de BTP, véhicule, etc.), est un exemple d'outil qui peut participer de cette solidarité.

## Les enseignements

---

### Les stratégies à déployer :

- S1** - Élaborer un manuel stratégique de réduction de la vulnérabilité des réseaux (objectifs, processus, ressources).
- S2** - Élaborer un manuel stratégique de prise en charge de la défaillance des réseaux (objectifs, processus, ressources).
- S3** - Appuyer la mise en place de stratégies globales de résilience face à la défaillance des réseaux, intégrant la réduction de leur vulnérabilité.

### Les leviers à mobiliser :

- L1** - Assurer un portage politique ou institutionnel dans la durée, structurer un dispositif de partage des données, des connaissances et développer les démarches coconstruites de projet ; ouvrir aux acteurs potentiellement concernés, sans se limiter aux opérateurs.
- L2** - Exploiter les obligations réglementaires et contractuelles existantes.
- L3** - Intégrer des clauses aux financements (subventionnement de travaux par exemple).
- L4** - Mettre à profit les projets d'aménagement et de renouvellement urbain ; intégrer des projets de territoire.
- L5** - S'inscrire dans la transition écologique et le développement du numérique ;

### L'adaptation de l'ingénierie :

- I1** - Diffuser les méthodes d'analyse de vulnérabilité, y compris les analyses économiques ; adapter les outils d'analyse aux situations d'incertitude (effets du changement climatique par exemple).
- I2** - Analyser les interactions entre les réseaux (interdépendances).
- I3** - Documenter les besoins des populations confrontées aux dysfonctionnements de réseaux.
- I4** - Construire des études de cas documentées à partir de situations vécues ou plausibles.
- I5** - Développer la capacité de concevoir et de mettre en place des dispositifs ou ouvrages temporaires.

TROISIÈME PARTIE

**DÉFI B – FAIRE DE LA NATURE**  
**UNE COMPOSANTE MAJEURE**  
**DE L'AMÉNAGEMENT URBAIN RÉSILIENT**

---

## Présentation du défi B

La recherche de sécurité globale des territoires ne peut s'intéresser aux seuls systèmes techniques, elle doit porter une attention toute particulière aux milieux naturels fragilisés. En effet, la multiplication par trois de la population mondiale depuis 1950 s'est faite sur un laps de temps trop court pour permettre la régulation des impacts sur les écosystèmes. L'urbanisation qui a accompagné cette croissance démographique a profondément perturbé les milieux naturels : ponction des ressources non renouvelables, altération des sols, des eaux et de l'atmosphère... Les conséquences se traduisent par des atteintes structurelles à l'environnement : effondrement de la biodiversité, dérèglement climatique, épuisement de fleuves traversant de grands territoires, pollution de l'air à grande échelle, etc. Comment, dans ces conditions, développer la résilience des écosystèmes urbains ? Comment lutter contre l'élévation des températures liée à l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, s'adapter au réchauffement d'ores et déjà à l'œuvre et conserver un monde vivant, y compris l'homme, dernier maillon d'une longue évolution ? Assurer une sécurité globale des territoires nécessite d'apporter des réponses à ces questions portant sur des sujets d'ampleur planétaire, mais dont les conséquences sont aussi très locales.

Répondre à ces questions, c'est d'abord changer notre perception de la nature ; qui a été trop souvent et pendant longtemps perçue comme une contrainte par beaucoup d'aménageurs.

Peu ou prou et en dépit du déploiement d'un arsenal législatif et réglementaire depuis 1976, elle n'était prise en compte qu'en fin de projet. Or, la nature nous rend des services, gratuitement de surcroît. Elle nous permet de nous adapter au réchauffement climatique en luttant contre les îlots de chaleur urbains. Elle contribue à lutter contre l'augmentation des gaz à effet de serre en stockant du carbone. Elle doit donc désormais être considérée comme source de solutions pour développer la résilience des territoires.

Avant même que le nouveau concept de **solutions fondées sur la nature** ne soit défini, des villes françaises à l'avant-garde ont commencé à le mettre en œuvre de manière pragmatique, via des politiques dites de « nature en ville ». D'autre part, depuis une dizaine d'années, villes et métropoles investissent avec succès dans la revalorisation des berges des fleuves et des rivières.

Dans le même temps s'est développée une ingénierie écologique afin de gérer, préserver ou restaurer les écosystèmes, en s'appuyant sur l'utilisation de processus naturels et en conjuguant les points de vue écologiques, économiques et sociaux.

L'ingénierie écologique intervient sur différents types d'espaces (agricoles, urbains, forestiers, aquatiques) pour corriger des dysfonctionnements causés par des activités anthropiques, à l'image de la « phytoremédiation », ou pour compenser certains effets non souhaités des mesures structurelles (qui restent utiles pour autant, en

fonction des sites et des enjeux à défendre). Dans certains cas, l'ingénierie écologique constitue une véritable alternative à des solutions basées sur le génie civil (par exemple, remise en cause partielle de l'endiguement par des zones d'expansion de crues, susceptibles aussi de favoriser la gestion des aquifères et des ressources en eau potable).

Ces démarches supposent de renforcer la résilience des écosystèmes, définie comme « *leur capacité à absorber les chocs liés à des perturbations majeures, qu'elles soient naturelles ou anthropiques, à subir des changements tout en préservant leurs fonctions, structures et boucles de rétroaction*<sup>13</sup> ».

Parallèlement, depuis le début des années 2000 et la publication en 2004 du Millenium Ecosystem Assessment, des travaux ont été développés afin de mettre en valeur et évaluer les services rendus « gratuitement » par les écosystèmes : fourniture de ressources, auto-épuration des rivières, réduction des îlots de chaleur, aménités diverses et prévention des désastres (Renaud et al, 2013, Pigeon, 2014, notamment)...

L'ingénierie écologique permet de régénérer des écosystèmes naturels dégradés devenus incapables d'offrir ces services et qui, à nouveau fonctionnels, peuvent contribuer à requalifier des systèmes urbains éprouvés par le changement climatique ou la perte de biodiversité. Dans cet esprit, en milieu urbain, les milieux humides sont réhabilités du fait de leur valeur patrimoniale, leur richesse écologique, leur rôle de régulation du cycle de l'eau, leurs fonctions sociales et culturelles.

Dans son avis de juillet 2018, intitulé « La nature en ville : comment accélérer la dynamique ? », le Conseil économique, social et environnemental (Cese) recommande de traiter avec la même attention les questions liées à la biodiversité d'une part et au changement climatique de l'autre, compte tenu en particulier des enjeux en terme de santé des populations. Il incite ainsi à faire des milieux naturels un élément structurant de l'aménagement urbain et à lutter contre l'artificialisation des terres tout en instituant des solidarités ville-campagne.

L'avis du Cese se lit comme une invitation à regagner pas à pas des positions favorables aux milieux naturels afin d'obtenir des améliorations au niveau local qui, si les efforts sont déployés collectivement et à grande échelle, pourront ensuite peser sur des évolutions globales. Il s'agit tout à la fois de s'adapter à des changements pour partie irréversibles (élévation des températures, intensification des crises hydrologiques...) et de (re)donner à la nature une place centrale comme facteur d'habitabilité des territoires.

Les évolutions planétaires des dernières années donnent raison à Manuel Castells : si pendant des millénaires la nature a dominé la civilisation, puis que plus récemment la civilisation a tenté d'effacer la nature, il est devenu vital de réintroduire la nature comme composante culturelle essentielle pour l'humanité.

Un défi posé à l'urbaniste et à l'ingénieur est par conséquent celui du déploiement concret de processus de résilience visant à faire



Saint-Jacques-de-la-Lande (35) a su concilier ville dense et nature.

effectivement de la nature une composante essentielle de l'aménagement urbain, car la course de vitesse engagée pour faire face aux effets des perturbations des éléments naturels est mal engagée pour les agglomérations, dont le rythme de transformation est insuffisant.

Développés ci-dessous, les exemples des nouvelles approches de l'arbre en ville et d'aménagements accordant une plus grande place à l'eau et aux écosystèmes.



Yves Majchrzak,  
*animateur*  
et l'équipe-projet

# Cas pratique 3 : les arbres en ville, comment aller vers la foresterie urbaine ?

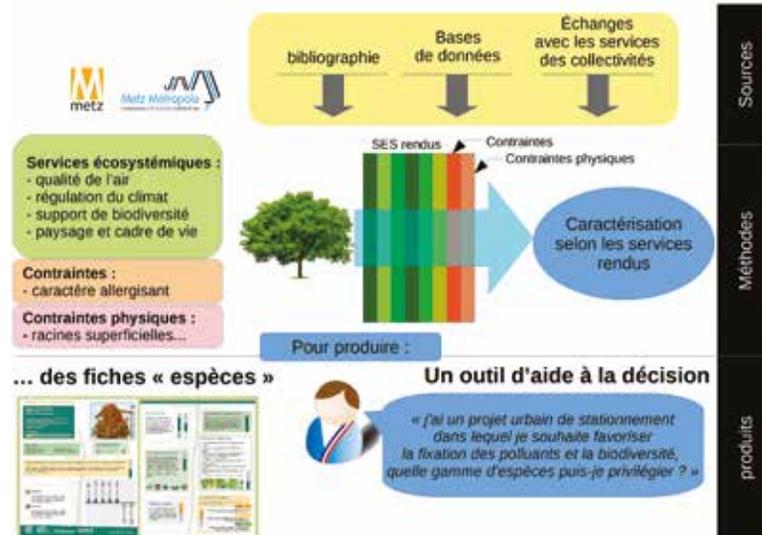
## La démarche de la ville de Metz et l'outil Sesame

L'adoption de « chartes de l'arbre », dans plusieurs grandes agglomérations, marque la volonté d'intégrer l'arbre, non plus comme un simple mobilier urbain, mais, en tant qu'être vivant et comme composante de l'aménagement dans toutes ses dimensions.

Développé par le Cerema, la ville de Metz et Metz métropole, l'outil Sesame (Services écosystémiques rendus par les arbres modulés selon l'essence) propose une aide au choix des espèces d'arbres et d'arbustes à utiliser en milieu urbain.

L'outil repose sur la connaissance fine des services différenciés rendus par les arbres selon leur espèce. Ainsi, un bouleau constitue un bon support de biodiversité, mais est très peu efficace comme régulateur du climat urbain. Dans certains contextes, un copalme d'Amérique joue un rôle positif en terme de cadre de vie, mais il est peu efficace, voire contre-productif, en matière de fixation des polluants. L'outil intègre aussi les nuisances et risques générés par les arbres eux-mêmes : sanitaires (effet allergisant) ou physiques (racines superficielles, chute de branches, fruits entraînant des dommages, toxicité...).

En pratique, il se traduit par une série de fiches par espèce et par une méthode d'analyse multicritère.

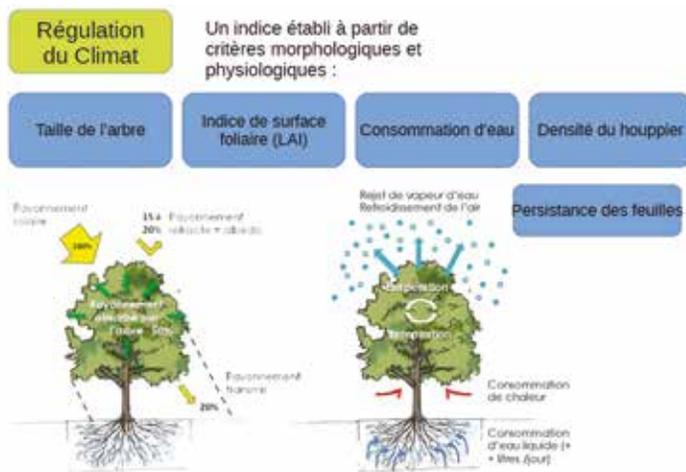


Outil Sesame. Volet analyse multicritère.

Chaque critère intègre des sous-critères. Ainsi, le critère « service biodiversité » prend en compte le nombre d'espèces d'insectes associées, l'intérêt pour les pollinisateurs, l'alimentation de la faune... Comme l'indique l'illustration ci-après, le critère « service régulation du climat » : la taille de l'arbre, l'indice de surface foliaire, la consommation d'eau, la densité du houppier, la persistance des feuilles. À ce jour, 90 espèces d'arbres et d'arbustes sont prises en compte. Cette liste a été établie dans le contexte messin et sur la base de paramètres ressortis comme importants pour ce territoire. Ainsi, la ville de Metz tenait à ce que les arbustes y figurent, car pour traiter efficacement la pollution, elle

considère qu'il faut travailler sur diverses strates végétales. Au sein du critère biodiversité, sont distinguées les espèces autochtones et allochtones, mais ce critère influence peu en définitive les choix à effectuer.

Une paysagiste a travaillé sur les caractéristiques paysagères sur lesquelles la végétation a un impact, et sur le lien des différents espèces à la culture locale (exemple de l'importance des allées de platanes à Metz). Parmi les treize types paysagers, certains sont typiquement lorrains, mais pas tous.



Outil Sesame. Critère « Régulation du climat ».

La poursuite du développement de cet outil suppose :

- la prise en compte d'autres services rendus par les arbres et arbustes ;
- l'extension de la palette d'espèces végétales ;
- l'export de l'outil dans d'autres secteurs géographiques.

S'agissant de ce dernier point, il convient de noter qu'environ un dixième seulement des informations contenues dans la base de données sont liées au contexte messin. De plus, l'outil offre avant tout une méthodologie adaptable à d'autres contextes moyennant quelques ajustements.



Luc Chrétien,  
porteur du cas pratique

## Cas pratique 4 : aménager avec plus d'eau en valorisant les écosystèmes

Les graves inondations intervenues en 2002 en Europe (Allemagne, République Tchèque, etc.) ont conduit à la mise en place, en 2007, d'une directive européenne<sup>14</sup> dite directive inondation. Sa déclinaison est intervenue dans les différents pays de l'Union. En France, en dépit de nombreux outils de prévention, des inondations se produisent de façon récurrente, qui génèrent souvent de lourds dégâts matériels et humains.

Dans un contexte marqué par le changement climatique, susceptible d'occasionner des événements plus intenses, il est apparu que la prévention des inondations devait être davantage intégrée dans la gestion ordinaire du territoire. En instaurant la compétence Gemapi, la puissance publique a pris acte de la nécessité de relier, dans une gestion décentralisée, les sujets de la prévention des inondations et de la valorisation des milieux aquatiques. Cette politique qui se déploie dans les territoires reprend le principe défendu par la sociologue Sylvia Becerra (université de Toulouse), qui plaide pour que la culture du risque inondation ne soit pas mise à part, mais qu'elle s'intègre plus largement dans une culture de l'eau.

Différentes initiatives ont été prises ces dernières années pour instaurer une culture du risque inondation dans l'aménagement, mais force est de constater que celles-ci n'ont pas changé en profondeur les pratiques.

Ainsi, en mars 2006, le séminaire de Béziers, organisé par le ministère de l'Écologie, a interrogé le devenir d'un quartier inondable en l'absence de toute dynamique de transformation urbaine. En janvier 2009, à Neuville-sur-Saône, un séminaire, organisé conjointement par le Cerema et l'AFPCN, a posé la question de la résilience des acteurs face au retour d'une inondation historique. Dans les mêmes années, des guides ont été réalisés pour promouvoir les techniques dites « alternatives » d'intégration de l'eau dans l'aménagement.

Sont intervenus plus récemment : en 2012 à Bordeaux, lors des rencontres de la FNAU sur l'intelligence territoriale, un atelier « Habiter l'eau » ; en 2015 sous l'égide du ministère de l'Écologie, l'atelier national « *Territoires en mutation exposés aux risques* » ; en 2016 et 2017 enfin, les appels à projets Gpatic (Grand prix d'aménagement « *comment mieux bâtir en terrains inondables constructibles* »), lancés par le ministère de l'Écologie.

Ces démarches ont enclenché une dynamique visant à concevoir des aménagements en secteurs constructibles, compatibles avec la survenue d'inondations. De façon connexe, comme indiqué dans la présentation du défi, les pratiques de l'aménagement évoluent pour donner une plus grande place à l'eau et favoriser la relation des citoyens aux fleuves et rivières : aménagement de berges, zones humides dans les écoquartiers et les zones d'activités de dernière génération...

La directive 2007/60/CE relative  
à l'évaluation et à la gestion  
des risques d'inondation,  
dite directive inondation,  
a conduit à refonder la politique  
de prévention en France.

Cependant, ces initiatives sont encore souvent expérimentales, alors qu'il faudrait les généraliser et aménager en tenant compte de l'eau comme agent naturel structurant dans les choix à opérer. Le changement de paradigme n'a pas encore véritablement eu lieu qui ferait de l'eau (et de ses variations extrêmes) un élément central de l'aménagement urbain.

**Pour aller dans le sens d'une plus grande résilience, il apparaît nécessaire de repenser la place de l'eau et des milieux aquatiques dans nos espaces habités et d'aménager le territoire avec ces éléments naturels et non en opposition à ceux-ci.**

Quelles modalités d'urbanisation permettent d'intégrer la relation à l'eau et aux écosystèmes, de façon réaliste en tenant compte de la temporalité des projets individuels et urbains ? C'est la question qu'il faudrait se poser pour aller dans le sens de la résilience des territoires face aux apports et aussi aux perturbations liées à l'eau, intégrant les phénomènes climatiques (sécheresses et canicules, en particulier).

*Gaëlle Schauner, porteuse du cas pratique*



Maisons construites sur pilotis à Vichy (03)

# Restitution à l'issue des échanges

Les deux cas pratiques ont donné lieu à des échanges spécifiques. En effet, même si dans les deux cas il s'agit de changer de paradigme, pour intégrer les évolutions attendues du fait du changement climatique, les points de départ sont très différents. Dans le cas de « l'arbre en ville », le défi consiste à changer la façon de considérer la place de l'arbre, en cassant les stéréotypes et en modifiant en profondeur les pratiques. Pour « aménager avec plus d'eau en valorisant les écosystèmes », il s'agit d'intégrer de façon proactive dans les pratiques de l'aménagement, les variations extrêmes de la présence d'eau en ville, alors même que les obligations réglementaires sont faibles ou inexistantes sur certains secteurs. Les débats ont été vifs à chaque fois, mais les échanges ont permis de dégager des principes d'action, certains communs aux deux situations, d'autres spécifiques à l'une d'entre elle.

## Les arbres en ville, comment aller vers la foresterie urbaine ?

### L'arbre, un facteur de résilience urbaine

La discussion en atelier s'est engagée sur le constat partagé que, dans l'espace public, l'arbre est considéré dans une fonction de « décor ». Les pratiques d'aménagement urbain le prennent en compte comme un élément accessoire. De ce fait, le choix des essences intervient très tard dans la définition et la mise en œuvre du projet.

Pour autant, certaines villes ou certains quartiers bénéficient d'un cadre de vie hérité, arboré, agréable et reposant, support de convivialité, porteur de valeurs patrimoniales ; ces conditions favorables jouent ou peuvent jouer un rôle dans la capacité d'une société à se réinventer pour relever les défis qu'elle doit affronter, tout en gardant un lien avec son passé.

Plus récemment, dans un contexte marqué par la nécessité de réintroduire la nature en ville, une prise de conscience s'est faite des possibilités que l'arbre offre comme élément du vivant, accueillant de nombreuses espèces végétales et animales (oiseaux, écureuils, pollinisateurs) et « fournisseur » de services importants. Cette qualité donne à l'arbre des aptitudes multiples, bien au-delà de ses apports incontestés comme élément du cadre de vie et du paysage urbain. L'arbre est aussi un soutien à la biodiversité, un

agent d'absorption des polluants, un régulateur du climat, efficace pour la lutte contre les îlots de chaleur urbains.

L'arbre a par conséquent toutes les aptitudes pour devenir « un compagnon » du citadin dans la construction d'une ville plus résiliente. Il reste à définir la façon dont ce compagnonnage peut se concrétiser [S1].

Tout d'abord, il a été rappelé que les arbres, aussi emblématiques soient-ils, ne peuvent jouer pleinement leur rôle s'ils sont isolés. En premier lieu, ils doivent être en relation étroite avec les autres composantes de l'écosystème. En second lieu, ils doivent s'inscrire dans une trame arborée ; d'où la réflexion sur une foresterie urbaine, qui vise à raisonner par rapport à des associations d'arbres permettant en particulier des échanges racinaires. Ces principes et leur déclinaison à différentes échelles confèrent aux **solutions fondées sur la nature** toute leur efficacité et leur pertinence [S3]. Selon les espèces, il faut attendre un certain nombre d'années (jusqu'à trente ou quarante ans) pour que l'arbre puisse offrir pleinement les services attendus, encore faut-il qu'il soit en bonne santé. Or, regrouper les arbres contribue à fortifier leur développement, alors que l'on sait que l'arbre isolé est fragile, particulièrement dans les premières années de son existence. Une stratégie de foresterie urbaine doit par conséquent s'inscrire dans un temps long [S4].

Avant que les arbres ne puissent jouer un rôle dans la résilience urbaine, il faut par conséquent créer les conditions de leur résistance aux agressions quotidiennes de la vie urbaine et aux événements



Arbre en environnement bâti

plus soudains et brutaux, tels qu'une inondation ou une sécheresse prolongée. Aujourd'hui, il faut aussi vérifier leur adaptation au changement climatique (l'arbre pouvant d'ailleurs jouer un rôle de témoin des évolutions climatiques).

S'agissant des agressions quotidiennes, la réflexion doit porter non seulement sur le lieu d'implantation de l'arbre, mais aussi sur son espace environnant (et son caractère plus ou moins minéral). Elle doit assurer une cohérence d'ensemble. Dans certains projets, on préserve un arbre et puis on construit un bâtiment à deux mètres seulement, ce qui revient à mettre en péril son système racinaire et donc son développement.

Compte tenu des exigences à remplir pour bénéficier des services rendus par les arbres, les débats ont été vifs sur les autres modalités de développement de la végétation en ville, perçues comme plus accessibles : murs végétaux, toits terrasses végétalisés, voire arbustes en pot. Pour certains, il faut chercher les vrais potentiels de développement dans cette direction, pour d'autres, le bilan écologique et financier de ce type de produits végétalisés est à regarder de très près avant de les promouvoir. Dans tous les cas, cela ne doit pas se faire au détriment des arbres en pleine terre.

## Quelle stratégie de développement de l'arbre ?

Le défi est de réellement passer d'une représentation de l'arbre comme mobilier urbain, c'est-à-dire comme un élément supposé isolé et conçu comme tel (lecture systématique), à une conception de l'arbre comme être vivant pourvoyeur de nombreux services (lecture écosystémique) [L1]. Cette conception, en relation avec la recherche intégrée de services écosystémiques, contribue à la résilience des villes.

L'entrée par les services rendus paraît pertinente pour favoriser une adhésion à la démarche de foresterie urbaine. Elle suppose cependant que les parties concernées et les citoyens eux-mêmes soient associés et se familiarisent avec cette notion. En outre, un observatoire in situ permettrait de mesurer concrètement les services rendus et d'apprécier leur évolution dans le temps [I4].

Pour permettre à l'arbre de jouer son rôle, il ne s'agit pas de trouver « l'arbre miracle », mais au contraire de proposer une large palette arborée. Une telle analyse peut utiliser l'outil Sesame (cf. par exemple le schéma de principe de Sesame). Pour être opérant, cet outil doit être adopté par les professionnels tandis que son utilisation doit répondre à une commande politique.

Tant les aménageurs que les décideurs politiques doivent changer de paradigme. Il faut penser l'arbre (patrimoine arboré à préserver et nouvelles plantations à concevoir) comme un élément central du projet, et non plus comme l'élément de décor que l'on choisit lorsque les orientations clés

ont été définies. Ce renversement culturel ne peut se traduire dans les faits sans l'accompagnement par un professionnel ayant une approche multithématique. En effet, comme on l'a vu, la présence d'arbres est porteuse de conditions nécessaires à son développement. Par exemple, il est nécessaire de prendre en compte les contraintes du système racinaire qui doit pouvoir se déployer sans nuire à son voisinage immédiat : constructions, réseaux enterrés, etc.

Divers projets ont été cités en exemple. À Vienne (Autriche), la Hundertwasserhaus est un immeuble construit entre 1983 et 1985 par la ville, dont l'architecture créative a intégré 253 arbres et arbustes. À Aubervilliers, « Lisière d'une tierce forêt » est une forêt créée sur un ancien parking, en réponse à un appel à projets lancé en 2017 par la ville de Paris et l'Urban Lab de Paris&CO.

Aujourd'hui, dans les métropoles où la pression foncière est forte, l'urbanisation se traduit trop souvent par la densification et la disparition des espaces non construits : il n'y a plus de place pour des arbres. D'autres expressions du végétal, déjà évoquées (plantes grimpantes, murs et toitures végétalisés), sont promues car plus compatibles avec ces évolutions, mais elles ne remplacent pas des arbres en pleine terre.

Diverses opportunités sont à mobiliser ; ainsi, les noues associées aux voiries sont rarement arborées alors qu'elles pourraient l'être. La « magnifique densité haussmannienne » a introduit les plantations d'alignement comme archétype de l'arbre en ville (avec les parcs). Même si nous pouvons nous réjouir d'hériter de

ces très belles plantations, elles ne doivent pas occulter d'autres modes de présence des arbres au bénéfice des générations futures. Avec les effets, de plus en plus visibles, du changement climatique, un rééquilibrage entre densification et végétalisation doit être assuré [S5].

Certaines agglomérations se sont engagées dans un « plan vert » ou une « politique de l'arbre » à l'échelle de leur territoire, dispositifs très utiles pour se forger une philosophie et fixer une direction. C'est aussi dans l'ensemble des documents d'urbanisme et démarches d'aménagement que le sujet des arbres doit trouver sa place, dans une approche plus globale : biodiversité, arbre en ville, résilience urbaine... [S2]

### Quels savoirs est-il nécessaire de développer ?

Au cours des débats, les avis ont pu diverger sur le niveau de connaissance acquis en Europe, jugé insuffisant par certains au regard de la situation aux États-Unis. Dans cette partie du monde, beaucoup plus de données semblent disponibles, y compris des données empiriques et locales.

En tout état de cause, l'important est bien de rassembler, d'organiser et de partager les connaissances existantes, qu'elles soient scientifiques ou empiriques, françaises ou internationales [I3]. L'outil Sesame a pour ambition de stimuler cette production et diffusion de données. Comme premier objectif, il faut permettre aux décideurs et aux opérateurs de connaître différentes espèces d'arbres, pour élargir la gamme du possible.

### Un patrimoine arboré riche, diversifié et en bonne santé : garant de services écosystémiques optimisés pour des villes plus résilientes

Au cours des dernières décennies, force est de constater que les conditions étaient rarement réunies pour que les arbres rendent les services écosystémiques attendus :

- faible diversité (quatre genres représentant souvent plus de 50 % du patrimoine) ;
- conditions extrêmes de plantation (taille des fosses, implantation par rapport au bâti ou aux réseaux générant souvent des interventions drastiques, gestion des pieds d'arbres...) ;
- cloisonnement des compétences au sein des collectivités ;
- sous-qualification des critères de choix dans les nouveaux projets (esthétique, historique, rarement fonctionnel) ...

Si dans d'autres pays, notamment les pays anglo-saxons, on trouve des spécialistes de la foresterie urbaine, en France, les connaissances scientifiques sur l'arbre en milieu urbain restent encore assez sporadiques. Elles sont parcellaires, tant sur le plan de l'adaptation à la ville, comme milieu hostile, que sur le rôle qu'il peut jouer dans l'atténuation des effets du changement climatique ou la résilience des villes.

Depuis quelques années, AgroParisTech a créé, en formation de dernière année, une dominante d'approfondissement sur l'ingénierie des espaces végétalisés urbains, comportant une composante de foresterie urbaine.

Cette formation insiste sur la multifonctionnalité des espaces végétalisés urbains et sur leur rôle dans l'amélioration de la qualité de vie en ville (impact sur le climat local, réduction de la pollution atmosphérique, régulation du cycle de l'eau, santé et bien-être...). Les ingénieurs ainsi formés ont vocation à être des « ponts » entre les différents acteurs de la construction urbaine pour tenter de concilier les impératifs de densification et la nécessité de maintien ou de réintroduction de la nature en ville, notamment d'espaces arborés.

L'objectif poursuivi est de faire reconnaître les espaces de nature comme des infrastructures essentielles, au même titre que les routes, réseaux de distribution d'eau ou de courant. Les aménageurs, les élus et la population doivent donc les gérer avec la même attention.

Cette prise de conscience peut passer par une quantification des services rendus par ces espaces à l'image de l'application I-Tree (<https://www.itreetools.org/>) développée outre-Atlantique, dont l'objectif est double : permettre une meilleure identification des forêts urbaines et mettre un prix sur les services qu'elles fournissent.

L'outil Sesame développé par le Cerema en relation avec la ville de Metz et Metz métropole est une étape très intéressante vers une reconnaissance des services rendus par les végétaux ligneux. Il a vocation à être enrichi et étendu à d'autres collectivités.

Marie-Reine Fleisch, Agro-ParisTech

Les débats ont été très vifs sur les risques d'un outil d'aide à la décision « presse-bouton » : un tableur peut-il remplacer une formation et une expérience, acquises au fil de nombreuses années ? La standardisation excessive des réponses est aussi un risque induit par l'utilisation d'un tel outil. Les effets négatifs du Bim<sup>15</sup> ont été soulignés. Plus on va vers un produit standard, plus c'est rassurant en soi ; mais cela ne remplace pas la responsabilité à exercer par les maîtres d'ouvrage.

De façon connexe à la standardisation, a été évoqué le risque d'un effet « boîte noire » de l'outil Sesame ; les parties prenantes doivent pouvoir comprendre pourquoi telle ou telle espèce d'arbre est préférable à telle autre. L'hypothèse avancée d'une suppression de la fonction « analyse multicritère », qui vise à orienter le choix des espèces, pour s'en tenir à la production de fiches par essence, n'a pas été consensuelle. Il a été rappelé que l'outil Sesame proposait une liste « non classée » d'essences potentiellement utilisables, ce qui devrait limiter les risques évoqués.

L'outil Sesame présente un intérêt pour établir un projet de façon pragmatique, sensibiliser à l'enjeu que représentent les arbres et la résilience et aller chercher des financements ; le travail plus approfondi peut être mené dans un deuxième temps. Sa méthodologie est adaptable ; la base de données n'est liée à un contexte géographique particulier, celui de Metz, que pour environ seulement 10 % des données. Il est par conséquent pertinent de développer

Bim vient de l'anglais Building Information Modeling qui se traduit par modélisation des informations du bâtiment. Le Bim prend la forme d'un logiciel ou d'une technologie. C'est aussi un ensemble de méthodes de travail utilisées tout au long de la conception, de la construction et de l'utilisation d'un bâtiment. Le Bim indique les rôles de chacun et les modalités de son intervention.

cet outil afin d'étendre la palette d'espèces végétales, de prendre en compte d'autres services écosystémiques<sup>16</sup>. Ce développement devrait intégrer au mieux les différentes formes de connaissance et faire le lien avec la problématique de la résilience... Ensuite, l'outil pourrait être mis en œuvre avec profit dans d'autres secteurs géographiques et contextes pédo-climatiques que ceux de Metz [L5].

Pour réellement répondre aux défis de la résilience, tous les participants s'accordent sur le fait qu'une formation des acteurs en « ingénierie de la complexité » serait nécessaire [I4].



Participants à l'atelier du défi B

## Quels leviers faut-il activer ?

La sensibilisation et la formation des élus et des décideurs constituent le principal levier sur lequel il faudrait agir. En effet, si les services rendus par la nature en ville sont de mieux en mieux connus, ils ne rentrent pas encore dans les critères prioritaires d'aménagement.

Il est ensuite nécessaire de requérir des cahiers

des charges qui intègrent les différents enjeux. Afin de saisir les opportunités et maîtriser les coûts, il faudrait coordonner une programmation des plantations avec des opérations de rénovation urbaine s'inscrivant dans une volonté de ville durable.

Aujourd'hui, un outil tel que Sesame a une vocation scientifique et technique ; il devrait intégrer une extension permettant la communication grand public [L4]. Des opérations visant à faire découvrir les arbres aux habitants, comme celles d'ores et déjà menées à Paris, sont à développer. Il est également possible de partir d'initiatives portées par les habitants eux-mêmes.

Pour le développement et la diffusion par le Cerema de l'outil Ssame, il est nécessaire de mobiliser les acteurs :

- de la recherche : CNRS, AgroParisTech, Muséum national d'histoire naturelle... ;
- de l'aménagement urbain : Plante & Cité, Cerema... ;
- des collectivités : services espaces verts, jardins botaniques, services urbanisme, voirie, développement durable... ;
- professionnels : écologues, paysagistes, urbanistes, architectes, entreprises du paysage... ;
- de la société civile : associations locales, environnementales, de consommateurs, citoyens...

Plus largement, il s'agit de développer largement la recherche, l'innovation et l'expérimentation dans ce domaine [L6].

<sup>16</sup> À titre d'exemple peut être cité le lien fait avec la sécurité des parcs, notamment aux États-Unis, selon le principe du crime prevention through environmental design (CPTED - <http://www.cpted.net/>).

## Aménager avec plus d'eau en valorisant les écosystèmes

### Un préalable : pourquoi construire encore en secteur inondable ?

La discussion a d'abord porté sur la pertinence de laisser construire dans des secteurs que l'on sait inondables, plutôt que de l'interdire purement et simplement. Cette hypothèse d'une gestion plus stricte se heurte au fait que l'on ne peut pas interdire partout. Par exemple, interdire de construire en centre-ville n'est pas possible, quand bien même celui-ci serait inondable. De plus, certaines exigences ou contraintes, comme celles des activités liées à la mer (pêche, tourisme...), peuvent rendre nécessaire une certaine proximité de l'eau. Enfin, les zones potentiellement inondables du fait de leur morphologie ne peuvent être toutes cartographiées et réglementées par un plan de prévention des inondations.

En France, 13 300 communes, dont 300 grandes agglomérations, sont réputées concernées par le risque inondation<sup>17</sup>, sous toutes ses formes : inondation fluviale, ruissellement, remontée de nappe, submersion marine. À titre d'exemple, en Île-de-France, près de 830 000 habitants<sup>18</sup>, soit 7,2 % de la population francilienne, sont directement menacés par la crue centennale<sup>19</sup> cartographiée dans le PPRI. Ces chiffres, qui ne comprennent pas les habitants potentiellement concernés par une inondation hors zone réglementée, reflètent l'importance des enjeux urbains.

La démarche discutée en atelier vise à offrir aux territoires inondables des modalités de renouvellement de leur urbanisation et d'évolution économique et sociale qui réduisent le risque tout en intégrant la progressivité et la durée nécessaires à de telles transformations parfois profondes. En misant sur la progressivité, il s'agit tout à la fois de fixer la direction à suivre et d'éviter des dépérissements économiques, sociaux, voire politiques, graves qui, une fois instaurés, rendent difficile la résilience.

Après avoir réduit le plus possible l'exposition de nouvelles constructions aux aléas, il s'agit d'adapter les aménagements existants dans des secteurs où le retrait n'est pas envisageable dans un avenir proche et où le risque reste faible, afin d'intégrer la présence de l'eau.

Cette adaptation progressive peut porter sur les secteurs destinés à circonscrire l'aléa inondation comme le montre l'exemple du projet territorial de la Saône (Cf. encadré ci-après). C'est le sens donné aux démarches gémapiennes, en cours en France. Elle peut aussi porter sur les secteurs urbanisés, c'est-à-dire conduire à transformer la façon de pratiquer l'aménagement urbain.

Source : Géorisques (MTES) 17

Selon RGP 2006 18

Source : IAU, note rapide, 19  
n° 557 juillet 2011

## **Le projet territorial de la Saâne, ou comment intégrer les processus naturels dans une approche globale**

Située à 13 km à l'ouest de Dieppe, la basse vallée de la Saâne présente une configuration typique de la partie Seine-Maritime du littoral normand. Vallée encaissée creusée par le fleuve côtier, elle a fait l'objet de nombreux aménagements, à partir du XVI<sup>e</sup> siècle, destinés à la protéger des intrusions marines : construction d'une digue tout d'abord, puis d'une route, et enfin aménagement d'une buse et d'épis de protection durant toute la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle.

Cette buse, telle qu'elle a été réaménagée en 1953, limite le débit d'écoulement à 10 m<sup>3</sup>/s, or celui d'une crue centennale est estimé à 70 m<sup>3</sup>/s. De ce fait, au cours des 24 dernières années, les communes riveraines ont subi trois inondations majeures (1995, 1999, 2000). De plus, au moment de la décrue, au lieu de se faire en quelques heures, la vidange complète de la vallée nécessite une quinzaine de jours.

Entre 2004 et 2009, des études hydrauliques, dans le cadre du projet dit de « réestuarisation » ont conduit à préconiser une réouverture large de la digue (30 à 300 mètres selon les scénarios). Toutefois ces hypothèses qui envisageaient de transformer profondément le fonctionnement de la vallée, se sont heurtées à une opposition résolue des élus et des habitants des communes concernées (Longueuil, Quiberville, Sainte-Marguerite-sur-Mer), mais aussi aux contraintes

financières et réglementaires (loi sur l'eau pour les zones humides et loi littoral).

À partir de 2013, le Conservatoire du littoral a repris la démarche dans le cadre d'un projet de territoire global, financé par la Région et l'Agence de l'eau Seine-Normandie, qui associe l'ensemble des institutions concernées et des acteurs au travers d'une concertation renforcée. Ce projet intègre trois dimensions : le risque inondation en favorisant l'écoulement de la Saâne à la mer et en répondant au risque de submersion marine ; la prise en compte de l'ensemble des usages socioéconomiques de la basse vallée (enjeux liés au tourisme, riverains, agriculteurs, pêcheurs, chasseurs...) ; la qualité du milieu (zone humide, continuité écologique, paysage, eau, etc.).

Il correspond à une véritable stratégie de résilience qui s'appuie fortement sur la restauration des milieux et processus naturels.

Le projet est progressif. Tout en s'inscrivant dans une trajectoire à long terme (2050) prévoyant une ouverture large à la mer et l'adaptation aux effets du changement climatique et de l'érosion littorale, il planifie une étape à moyen terme (2025) qui, en limitant l'ouverture de digue à dix mètres, répond aux enjeux les plus urgents en termes écologiques (rétablissement de la continuité écologique de la Saâne et reconnexion des milieux annexes, amélioration de l'assainissement) et de risques (réduction de l'aléa et déplacement des enjeux les plus exposés).

Cette première étape doit aussi favoriser une évolution des mentalités et de la culture du risque et préparer le territoire à des transformations ultérieures plus profondes.

Fin 2016 ont été validés la trajectoire globale du projet à court, moyen, long termes, ainsi que les grands principes des actions à conduire dans les prochaines années, à savoir :

la relocalisation du camping de Quiberville et des bungalows de Sainte-Marguerite-sur-Mer ;

l'aménagement d'un ouvrage hydraulique de reconnexion de la Saône à la mer ;

la valorisation des milieux en restaurant les fonctionnalités des zones humides ;

l'organisation de l'ensemble des usages et la valorisation touristique du site.

Depuis cette date, les différentes actions avancent à des rythmes différenciés. Ainsi, la définition de l'aménagement hydraulique au niveau avant-projet (AVP) est en cours d'adoption ; l'étude de faisabilité du nouvel hébergement touristique de Quiberville et les acquisitions foncières sont en cours. Une animation globale du projet est maintenue par le Conservatoire du littoral et ses partenaires. Elle vise à garder la cohérence d'ensemble et à suivre au mieux la trajectoire.

Régis Leymarie, Conservatoire du littoral

Philippe Blancher, consultant environnement, risque et développement durable

## Un territoire repensé avec une présence accrue de l'eau et de la nature

Sur les secteurs faiblement inondables, et au-delà dans des secteurs non classés vis-à-vis des inondations mais potentiellement concernés du fait de leur topographie, la démarche proposée vise à admettre une présence accrue de l'eau, tant par une meilleure protection et valorisation des milieux aquatiques, que par une perméabilité plus grande aux inondations [S1].

Dans ce contexte, ce qui fonde une stratégie de résilience, c'est le choix de transformer le territoire pour l'adapter aux risques auxquels il est exposé et le sera plus encore dans le futur, tout en cherchant à l'inscrire dans une dynamique économique et sociale.

Cette approche intègre les risques liés à un trop-plein ou une pénurie d'eau, sans se limiter à des mesures qui cherchent à maintenir (ou geler) l'existant, mais au contraire, en proposant un renouvellement :

- adapté aux besoins de transition ;
- plus résilient face à des perturbations ;
- améliorant le contexte environnemental.

Elle intègre en particulier des actions qui contribuent à la protection / valorisation des milieux aquatiques (Gema), notamment par la mise en place de zones tampons ou d'espaces filtrants permettant d'améliorer la qualité des eaux de surface.

Elle conduit à vérifier que le projet de territoire fonctionne « en temps normal » tout comme lors

d'événements potentiellement dommageables, qu'il s'agisse des périodes de débordement ou des périodes de pénurie d'eau et de sécheresse [54]. Cette capacité de fonctionner de façon acceptable dans différentes situations, dont certaines peuvent être critiques, est à vérifier de différentes façons. Elle doit surtout intégrer les effets du changement climatique.

À titre d'exemple, dans leur conception, les nouveaux bâtiments ou équipements publics peuvent avoir une fonction de mise en sécurité des habitants vivant à proximité dans des logements très vulnérables aux inondations.

Autre exemple, les zones tampons créées pour absorber les trop-pleins d'eau, seront

également conçues pour constituer des espaces plus perméables, moins réfléchissants, aptes à préserver l'eau dans la durée, propices au développement de la biodiversité. Elles contribueront ainsi à lutter contre les îlots de chaleur et le phénomène de gonflement et de retrait des argiles pour les secteurs concernés. Cette approche globale des services rendus par l'eau et les milieux aquatiques est à favoriser [L1]. Elle nécessite de travailler avec des professionnels de toutes disciplines [L2].

La plurifonctionnalité des espaces publics est une dimension importante des futurs aménagements. La démarche proposée est schématisée dans l'illustration ci-après.



Conception d'un aménagement résilient qui intègre les risques et valorise l'eau et les milieux aquatiques.

Auteurs : Gaëlle Schauner, Philippe Blancher, Bernard Guézo

## Une stratégie de territoire qui se décline aux différentes échelles spatiales et temporelles

Pour sécuriser la capacité de développement d'un territoire, il est nécessaire d'élaborer une stratégie qui s'inscrive dans une perspective de long terme, tout en se déclinant à différentes échelles spatiales et temporelles [S4]. Cette stratégie est appelée à tenir compte des temporalités de l'aménagement : mutations urbaines et économiques, durée d'amortissement/de vie des composantes de la ville... Elle doit aussi prendre en compte les variations extrêmes du cycle de l'eau ; il s'agit d'intégrer les risques d'inondation, de pénurie, les effets du changement climatique sur les aléas (situation à 30, 50, 100 ans avec et sans politiques de réduction des risques).

La stratégie doit être contextualisée, progressive et flexible, afin d'intégrer le temps initial de la prise de conscience et prendre en compte de nombreuses incertitudes. Cette souplesse favorise l'accompagnement des acteurs dans des mutations du territoire engageantes dans la durée : rénovation urbaine, réorientation d'activités économiques (exemples de productions agricoles qui ne seront plus possibles dans des prés devenus salés du fait des intrusions marines, du déplacement d'équipements touristiques trop exposés...). Les différentes problématiques doivent être articulées [S2].

En matière de risques, si des évolutions sont avérées, comme l'augmentation du niveau

de la mer, leur ampleur et leur rapidité ne sont pas connues au départ, tandis que d'autres modifications sont incertaines : la principale menace sera-t-elle l'amplification des inondations ou la sévérité des sécheresses et des étiages, ou une conjonction des deux ? À quelle échéance tel secteur sera-t-il envahi par les eaux, et, du coup, faut-il travailler dès aujourd'hui à l'adaptation d'habitats qui seront submergés dans 40, 50 ou 60 ans (exemple de Port-Saint-Louis-du-Rhône en Camargue) ?

Face à toutes ces questions, il apparaît souhaitable de définir de grands principes pouvant donner une direction générale stable, tout en évitant des options trop engageantes qui, à moyen ou long terme, peuvent s'avérer néfastes. Il s'agit plutôt de mettre en œuvre (ou à minima de préparer) des évolutions qui dans tous les cas seront bénéfiques (stratégies sans regret). Celles-ci sont basées sur des orientations de toute façon pertinentes ; par exemple, redonner un espace de mobilité à une rivière.

Il est aussi possible de concevoir des aménagements transitoires, de prévoir un renouvellement accéléré de certains équipements, et donc de les concevoir de façon adaptée, en particulier en terme de coût d'investissement.

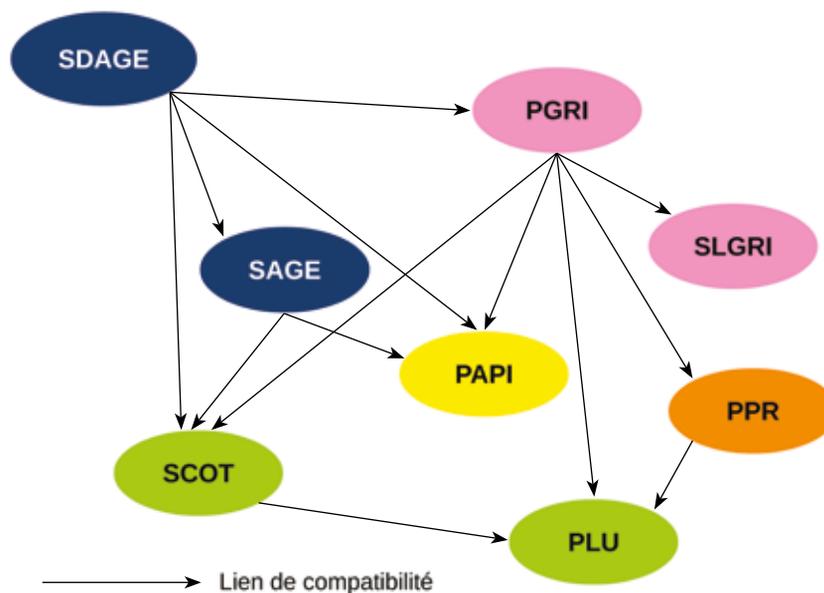
En baie de Somme, est mise en œuvre une stratégie à horizon trente ans, de successivement protéger les activités agricoles existantes, les aider à s'adapter pendant cette période, puis de construire une digue en arrière dans les terres avant une ouverture à la mer.

En cas de sinistre, comment opère-t-on pour éviter de reconstruire à l'identique, pour au contraire opter sans attendre vers un aménagement plus adapté ?

La question a été soulevée : en cas de sinistre la notion de résilience sert alors de boussole : les choix opérés renforcent-ils ou non la capacité de résilience dans toutes ses dimensions (écologique, urbanistique, sociologique, économique, psychologique) ?

Une telle stratégie doit prendre en compte les différentes échelles spatiales et s'inscrire dans

des dynamiques et procédures cohérentes à l'échelle du bassin versant. La planification doit se faire d'abord à des échelles larges, celles du bassin versant, de l'agglomération, du bassin d'emploi... pour ensuite se poursuivre à des niveaux plus fins, ceux de l'intercommunalité, du quartier, de la parcelle. L'emboîtement des instruments de planification et de programmation existants permet cette démarche, comme le montre le schéma ci-après. C'est ce qui permet d'amplifier la prise en compte et l'efficacité des solutions fondées sur la nature [53].



Projet de territoire. Mise en relation des dispositifs de gestion de l'urbanisme, de l'eau et des risques.

Auteure : Gaëlle Schauner.

## Des réponses techniques adaptées à chaque territoire

À ce stade de la discussion, s'est posée la question des réponses techniques à même de traduire les intentions stratégiques.

Des solutions permettent d'aménager et de construire avec la présence de l'eau, en secteur faiblement inondable, sans aggraver le risque, voire en le réduisant en cas de rénovation de l'existant. Ont été cités les résultats de travaux de modélisation de la résistance à l'eau des matériaux et des fondations, les réalisations de constructions sur vérins hydrauliques au nord de Nantes... Il est vrai que ces techniques ont pour beaucoup été développées à l'étranger. Un travail serait nécessaire pour les connaître et se les approprier. Les besoins de recherche, d'innovation et d'expérimentation demeurent donc très importants [L6].

Au-delà des techniques de construction, ce sont des approches architecturales et paysagères qui sont développées et doivent continuer de l'être. Celles-ci doivent être développées et appliquées de façon adaptée à chaque territoire/parcelle sur la base d'une connaissance fine de la configuration des risques et, plus généralement, du contexte environnemental et urbain. Ainsi, des constructions sur pilotis ne sont pas adaptées dans des secteurs exposés à un courant important ou à de la houle, pour des raisons de résistance mécanique. Elles sont à proscrire dans des zones sismiques. Elles peuvent enfin pour des raisons culturelles être inadaptées à certains territoires.

Pour certains, les expérimentations doivent permettre d'élaborer des principes d'aménagement, à l'échelle de l'îlot et du bâtiment, éventuellement normés ou certifiés. Dans tous les cas, il ne s'agit pas de proposer des solutions universelles et « presse-bouton ». L'ingénierie doit s'inscrire dans une approche du projet qui soit pluridisciplinaire (écologie, architecture et urbanisme, génie civil, sociologie...) et itérative, associant les services de l'État et les acteurs locaux [I2].

## Quelles méthodes constructives à l'échelle du bâti avec plus d'eau ?

Construire avec plus d'eau nécessite d'adapter les modes constructifs qui, dans les dernières décennies, ont souvent occulté la présence de cet élément naturel, s'en remettant à la protection apportée à l'échelle du territoire par les ouvrages hydrauliques et à la gestion assurée par les réseaux d'assainissement, à l'échelle urbaine. Les inondations montrent cependant régulièrement que ces mesures structurelles sont insuffisantes pour éviter des dommages, y compris dans des zones faiblement et/ou très occasionnellement inondables.

Depuis quelques années, des premières réflexions ont été menées pour définir dans quelle mesure l'aménagement urbain peut intégrer la présence d'eau. La difficulté est de rendre possible, au cas par cas, l'évolution de l'existant en zone à risques sans pour autant favoriser l'urbanisation des secteurs à risques. Les réflexions menées montrent que les réalisations exemplaires sont encore rares.

Les grands principes à appliquer à la construction dans des zones pouvant être inondées occasionnellement sont retranscrits dans un rapport du Cepri de février 2015, ayant mobilisé de nombreuses contributions expertes. Ils conduisent à adopter une approche globale de l'inondation qui demande de recourir aux ouvrages de protection en incluant leurs limites, de redonner sa place à l'eau dans les aménagements à l'échelle du quartier ou de la ville, de mettre en œuvre une stratégie de localisation des équipements tenant compte de leur vulnérabilité à l'inondation, d'agir sur la conception des bâtiments eux-mêmes, de réduire la vulnérabilité des réseaux et de faciliter la gestion de la crise.

Dans son mémoire universitaire, Sylvain Pasquier relève le fait que les maisons ne sont plus adaptées aux inondations. Depuis les années 90, celles-ci privilégient le plain-pied doté d'un rez-de-chaussée aménagé en pièces à vivre. Dans les décennies précédentes, en secteurs inondables, les maisons neuves étaient construites sur garage ; de façon bien plus ancienne encore, elles étaient de plain-pied, mais avec un sol en terre battue.

En 2009, l'université de technologie de Compiègne a produit une étude du cas de Dordrecht (Pays-Bas) relative à la lutte contre les inondations dans un contexte de montée des eaux.

C'est dans le contexte d'une politique publique « Living with water programme (LwW) » que la ville littorale de Dordrecht, située à la confluence

de quatre cours d'eau, a prévu d'expérimenter la création d'un quartier amphibie, où l'eau peut entrer et sortir sans trop perturber la vie des habitants. Les constructions sont de différents types : flottantes, amphibies, imperméables ou simplement inondables. Elles répondent à différentes conditions d'utilisation et satisfont des modes constructifs distincts. Voiries et espaces publics sont adaptés à la présence intermittente de l'eau. Le projet est rendu possible par la convergence des différentes familles d'acteurs (politiques, acteurs locaux, professionnels, entreprises, universités).

À côté d'une ingénierie d'excellence sur la gestion hydraulique des inondations, les Pays-Bas développent par conséquent des approches innovantes, visant à redonner une place à l'eau. Cette approche est basée sur de nouveaux concepts : délocalisation des digues, création de « rivières vertes ».

« *Life project* » est un autre projet très médiatisé, international celui-là, développé par Barker and Coutts Architects (Baca). Il promeut une gestion écologique et naturelle des inondations par le biais d'infrastructures durables. Le territoire est envisagé comme multifonctionnel. Un principe important de ce projet est que l'augmentation du nombre d'inondations ne doit pas perturber la vie quotidienne de la société, ni ruiner son organisation. La conception doit donc permettre une vie quotidienne avant, pendant et après.

Bernard Guézo, Cerema

## Un investissement des élus et de la population sur le long terme

La mise en œuvre de ces démarches intégratrices de l'eau nécessite une implication des élus et de la population. Ce sont eux qui auront à gérer et à habiter ces espaces. Les générations à venir auront-elles la capacité à vivre avec une présence accrue de l'eau (qui plus est salée, dans un contexte littoral) ? Comment accepteront-elles cette évolution ? Comment ceux qui, aujourd'hui, savent vivre avec l'eau et le risque peuvent-ils partager leur expérience ?

Les corps intermédiaires seront eux aussi nécessairement acteurs de cette mutation, qui conduit à reconsidérer la façon d'habiter, de produire... En agriculture, les chambres consulaires et les Safer ont un rôle majeur à jouer. Les professionnels de la construction devront s'approprier de nouvelles techniques. Il faut être à même de les accompagner, de les rassurer, ainsi que les propriétaires, en particulier du point de vue des assurances et de la non-dévaluation de leurs actifs...

Comme indiqué précédemment, cette démarche s'inscrit dans la durée, de façon progressive et flexible, avec la recherche de résilience comme boussole. Aussi, il faut être en mesure de garder le cap, de mobiliser une volonté politique forte, au travers de la succession des phases d'acceptation, de stabilisation, de résistance, en acceptant le départ d'acteurs très impliqués et l'arrivée de nouveaux participants. C'est un point sur lequel buttent de nombreuses démarches

qui, après plusieurs années d'effort, s'effilochent faute de soutiens politiques et administratifs. Le temps accordé à la population pour lui permettre de s'adapter ne doit pas se traduire par un abandon progressif de la trajectoire. **Aussi, plus la vision est partagée et bien ancrée, moins elle sera sensible à l'usure du temps.**

Différentes démarches sont proposées et expérimentées pour coconstruire le projet avec la population, comme l'usage du design urbain. L'art est à considérer comme une ressource d'autant plus importante que ce sont aussi les imaginaires qui doivent évoluer.

De tels projets d'adaptation nécessitent de mobiliser des montages économiques, juridiques et financiers adaptés. Ils peuvent s'appuyer sur les leviers traditionnels de l'aménagement urbain : Cucs, Anru, Action cœur de ville, PDU, PLUi..., mais ils nécessitent une part d'innovation et d'expérimentation. L'insertion dans des démarches plus larges comme Territoires d'innovation de grande ambition (Tiga) sur Nancy est aussi un moyen de bien intégrer les différentes dimensions du projet.

Comme cela a été indiqué précédemment, il est nécessaire d'intégrer des temporalités plus courtes (trente à cinquante ans) que celle de la ville « habituelle » (cent ans). L'article R123-3 du code de l'urbanisme ne restreint en rien le contenu et les intitulés des zonages qui peuvent composer un PLU et/ou un PLUi : il est possible de créer des sous-zonages, intégrant des temporalités différentes et de réglementer des spécificités propres à des secteurs particuliers.

Ces opérations peuvent redonner de la valeur à des fonciers aujourd'hui dévalorisés ou avec une valeur forte menacée, réouvrir des espaces dans des lieux aujourd'hui inaccessibles aux habitants pour des raisons de valeur foncière (sites très touristiques, par exemple). Des opérations peuvent se faire sans cessions foncières sous forme de baux.

Enfin, il est intéressant de s'inscrire dans une démarche d'expérimentation régionale ou interrégionale<sup>20</sup>, nationale (plan urbanisme construction architecture) ou européenne (H2020 ou Espon2020) [L6].



Restitution des travaux.

## Conclusion à ces débats sur les deux cas pratiques

### Il ressort d'emblée trois points communs à ces deux études de cas

Le premier est le besoin, d'une part de développer les références scientifiques et techniques sur ces deux sujets à l'interface de plusieurs disciplines, d'autre part de procéder à un parangonnage international afin de faire bénéficier nos territoires des bonnes pratiques déjà mises en œuvre et réussies à l'étranger [L7].

Le deuxième est de ne pas être « prisonnier » d'outils techniques, mais de mener une démarche projet intégrant des expertises scientifiques et techniques complémentaires [L2, L3], et surtout répondant bien aux besoins spécifiques des territoires. Il est indispensable de mieux faire travailler sur les interfaces les spécialistes de l'écologie, du paysage, de l'urbanisme, de la gestion de voirie, qui raisonnent trop souvent en silo, chacun dans sa spécialité [L2]. Il s'agit de développer dès la formation initiale, une ingénierie de la complexité [L1] à même de croiser différentes expertises.

Le troisième est de travailler au plus près du terrain en associant l'ensemble des acteurs locaux et en intégrant les savoir-faire locaux dit empiriques.

In fine, la résilience des écosystèmes urbains, dans un contexte de changement climatique,

<sup>20</sup> Démarche actuellement conduite au titre de la fiche 1.4 du Contrat de plan interrégional État/Régions Axe Seine.

sera d'autant plus grande que le biotope et la biocénose seront intégrés en amont de tout aménagement et abordés non pas comme des contraintes mais comme des solutions aux problèmes rencontrés [S1, S3]. Ainsi, à titre d'exemple, l'arbre ne doit plus être vu comme un élément du mobilier urbain installé après coup, mais comme un organisme vivant dont les exigences en termes de viabilité et de croissance et les services rendus doivent être intégrés au projet. Cette stratégie de territoire doit pouvoir se décliner et être mise en œuvre à différentes échelles spatiales et temporelles [S4]. La notion de résilience devient alors une boussole pour se choisir le bon cap : « *L'aménagement proposé permet-il au territoire d'évoluer vers une situation souhaitable et d'être plus résilient ?* ».

# Les enseignements

## Les stratégies à déployer :

- S1** Penser l'eau et la nature, leurs processus et les services qu'elles rendent, comme outils majeurs de la ville résiliente, afin que ces éléments naturels soient vus comme une composante essentielle de tout aménagement.
- S2** Articuler les différentes problématiques, déjà en termes de prise en compte de la nature et de l'environnement, mais aussi d'urbanisme, d'économie, de modes de vie...
- S3** Amplifier la prise en compte des solutions fondées sur la nature et les décliner aux différentes échelles.
- S4** Travailler dans la durée aux différentes échelles spatiales et temporelles en intégrant les menaces et leurs évolutions, le fonctionnement en mode dégradé.
- S5** Mieux conjuguer les objectifs de densification et le maintien d'espaces publics permettant de réintroduire l'eau et la nature et d'aménager des villes moins minérales.

## Les leviers à mobiliser :

- L1** Favoriser une approche globale des services rendus par la nature en ville, en particulier en redonnant une place majeure à l'arbre.
- L2** Travailler avec les écologues, les professionnels du paysage, de l'aménagement et de la gestion urbaine en intégrant leur expérience.
- L3** Favoriser une meilleure articulation entre les différents savoirs et métiers.

- L4** Développer des outils d'expertise comprenant des modules communicants et participatifs à destination des décideurs et du grand public.
- L5** Développer l'utilisation de Sesame sur le territoire national.
- L6** Développer la recherche, l'innovation et l'expérimentation, en s'appuyant sur des ressources diversifiées.
- L7** S'appuyer sur le benchmarking et les projets exemplaires pour inciter les territoires à s'engager dans des démarches de résilience intégrant les solutions fondées sur la nature.

## L'adaptation de l'ingénierie :

- I1** Développer une ingénierie de la complexité du vivant et de ses interactions avec la société.
- I2** Croiser des spécialités techniques : écologie, gestion des espaces verts, gestion et entretien des voiries, gestion des réseaux, communication...
- I3** Rassembler, mieux organiser et diffuser à l'échelle nationale les savoirs disponibles (scientifiques et pratiques).
- I4** Développer une meilleure connaissance du potentiel et des fonctions de l'arbre urbain (dans la diversité des espèces) et de son rôle dans la résilience, en particulier par la mise en place d'observatoires.



QUATRIÈME PARTIE

**DÉFI C – INTÉGRER LES RISQUES  
DANS L'AMÉNAGEMENT DES TERRITOIRES  
ET DES INFRASTRUCTURES**

---

## Présentation du défi C

Concilier aménagement et risques est un impératif qui a permis de longue date le développement des territoires, tout particulièrement pour certains d'entre eux : Mexico, Venise, Miami, voire, des pays comme les Pays-Bas et spécialement la province maritime du Zelande qui s'est donné pour devise « *luctor et emergo* », soit « *je lutte pour ne pas me noyer* ».

Aux XIV<sup>e</sup> et XV<sup>e</sup> siècles, la valorisation des grandes plaines exposées aux aléas naturels, sanitaires et anthropiques est rendue possible par la mise en œuvre de techniques constructives élémentaires. Le défrichage, la création de fossés, le drainage des sols, la construction de levées, l'édification de remparts, permettaient tout à la fois de bonifier les terrains, de les affecter à l'agriculture et à l'élevage et de sécuriser les lieux habités. À partir du XIX<sup>e</sup> siècle, s'impose l'idée que le développement conjugué des connaissances scientifiques et des techniques peut résoudre les questions nouvelles de santé et de sécurité des populations, soulevées par l'essor industriel et le développement des agglomérations.

Tout au long du XX<sup>e</sup> siècle, l'action se focalise sur la limitation des aléas naturels et du risque industriel avant que des restrictions n'interviennent sur l'usage des sols les plus exposés. Toutefois, ces dispositions réglementaires ne suffiront pas pour empêcher la survenue de catastrophes. Au fil des dernières décennies, la prise en compte des risques dans les territoires s'avère de plus en plus complexe. En dépit des progrès réalisés, ceux-ci restent exposés à des événements inattendus et à des dommages potentiellement importants,

tandis que la vigilance s'impose dans un contexte marqué par les effets du changement climatique. Changeant de forme et de nature, les catastrophes qui se produisent révèlent à la fois l'intérêt et les limites des dispositifs de prévention qui les modifient en les gérant... Risques et gestions des risques coévoluent. Dans un contexte sociétal réclamant toujours plus de sécurité, différentes composantes ont ainsi été successivement ajoutées pour éviter le plus possible les victimes, réduire les dommages ou faciliter la reprise d'activité. Considérée dans son ensemble, la gestion des risques recouvre de ce fait des aspects composites de protection contre les aléas naturels ou anthropiques (protections hydrauliques, barrières techniques dans les établissements industriels dangereux, etc.), d'interdiction ou de réglementation de l'usage des sols, d'indemnisation des sinistres d'ampleur exceptionnelle, d'aménagement spatial et de gestion de crise.

Par construction, ces dispositions s'apparentent à un dispositif hybride mobilisant de nombreux acteurs dans une recherche permanente d'équilibre entre exigence en matière de sécurité et modération de la contrainte à faire peser sur les populations et activités, pour éviter la paralysie des territoires. Outre les incertitudes inhérentes à cette hybridité, la gestion des risques est confrontée aux changements multiples, rapides et interactifs, des contextes dans lesquels les territoires évoluent. Ainsi le changement climatique modifie-t-il les aléas naturels dans leur intensité ou leur fréquence et aussi plus généralement dans leur localisation.

Du fait de cette complexité, et bien que jouant un rôle essentiel, particulièrement affirmé en France, la gestion des risques ne fonctionne pas comme un bouclier garantissant la sécurité globale des territoires. Les risques « percolent » au travers des dispositifs existants. Ajouter de nouveaux dispositifs peut régler des problèmes particuliers mais accroît également la complexité de l'ensemble.

Dans une recherche de sécurité globale, il convient par conséquent d'intégrer les risques, au sens large, comme une composante à part entière de la gestion et de l'aménagement des territoires. Il ne s'agit plus ici de considérer le risque comme une contrainte supplémentaire, mais de le concevoir comme une donnée constitutive de projets de territoire ou d'aménagement, participant parfois de leur dynamique.

Si, à l'échelle internationale, la mobilisation des ressources locales, celle des communautés ou des ménages, est préconisée (UNISDR, 2019, rapports Espon...), une approche intégrée des risques est encore peu répandue en France. L'idée persiste que la gestion des risques relève de la seule protection que l'État doit assurer en contrepartie des contraintes réglementaires qu'il impose. Ces dernières années, des initiatives ont cependant été prises pour promouvoir des démarches d'intégration des risques dans les territoires.

Au niveau national, l'appel à projets « *Territoires en mutation exposés aux risques* » a conduit en 2015 à faire travailler des équipes sur des projets de territoire dont le risque était une composante

motrice. Quelques années plus tard, il apparaît souvent que la mise en œuvre de ces projets expérimentaux a marqué le pas, sans doute par une insuffisance de portage local au démarrage des projets.

Les grands prix d'aménagement en terrains inondables constructibles (Gpatic) sont une autre démarche nationale visant à identifier des projets d'aménagement en zones inondables ayant pris en compte le risque de façon convenable voire exemplaire. De son côté, l'association de collectivités Amaris a porté des travaux expérimentaux sur la résilience des zones d'activités économiques exposées au risque industriel dit risque Seveso seuil haut.

Sur le même sujet, on peut également citer la gouvernance industrielle issue de la réglementation relative aux PPRT. Pour un certain nombre de plates-formes pré-identifiées, la circulaire ministérielle du 25 juin 2013, dite « circulaire plate-forme » a ouvert des possibilités de développement des entreprises Seveso et de leur « écosystème » proche, en contrepartie d'une gouvernance collective de la sécurité. Cette gouvernance souvent élargie sur un territoire industriel cohérent, débordant les abords immédiats des sites Seveso, a débouché sur des démarches dépassant la prévention des risques pour traiter de développement économique, d'attractivité territoriale et de mutualisation de services.



Habitat palafitte à Chanaz (73)

Parallèlement aux démarches menées au plan national, d'autres initiatives sont prises pour intégrer le risque au sein même des territoires, cependant peu connues au-delà des cercles d'initiés. Ces initiatives portent souvent sur des territoires dont l'identité est étroitement associée à un risque naturel ou technologique : espaces littoraux, vallées industrielles, territoires forestiers en climat méridional... Il est utile d'identifier aussi les actions conduites et d'analyser à chaque fois les conditions d'une transmission aux autres territoires éventuellement par parangonnage des principes mis en œuvre.

Dans le contexte des changements rapides et multiples en cours, le défi posé en matière de résilience des territoires est bien celui d'une diffusion des pratiques d'intégration des risques dans la gestion et l'aménagement des territoires.



Danielle Sauge-Gadoud,  
animatrice  
et l'équipe-projet

## Cas pratique 5 : territoire industriel et transition écologique : le cas de la vallée de la chimie

En France, les territoires dédiés de longue date à une activité industrielle sont parmi ceux ayant connu les plus fortes mutations ces dernières décennies. Ces territoires ont affronté les conséquences économiques et sociales de la baisse continue des emplois industriels enregistrée depuis 1975, particulièrement dans le nord-est de la France. Pour compenser ces pertes d'emploi et réduire la dépendance économique à des industries défaillantes, les acteurs locaux ont déployé des stratégies visant à la diversification des activités exercées. À côté des dispositifs publics de soutien aux activités industrielles (pôles de compétitivité, pôles d'excellence, etc.), ils se sont également employés à travailler sur l'attractivité de leur territoire pour les industries, c'est-à-dire à faire de la qualité du territoire d'accueil un facteur concourant à la compétitivité des entreprises.

Les relations entre activités et territoires sont longtemps restées très conventionnelles. Elles se sont inscrites dans une logique d'échanges principalement matériels : le territoire satisfait les besoins des industries (desserte, services, etc.), en contrepartie des emplois procurés à la population locale. Ces pratiques gardent leur raison d'être, mais ne suffisent plus.

Dans un monde qui s'ouvre aux technologies du savoir et du numérique, et s'approprie les

sujets de la transition écologique et énergétique, les entreprises, les collectivités, mais aussi les laboratoires de recherche, sont en quête d'innovation. Les acteurs sont en demande d'intelligence collective, d'expériences partagées et d'hybridations favorables aux apprentissages. Si l'action publique s'emploie à renforcer les filières industrielles stratégiques et à assurer la transition vers l'industrie du futur, elle cherche également à renforcer les écosystèmes industriels territoriaux. Les territoires industriels deviennent des lieux privilégiés pour le tissage de relations de confiance, stimulantes et durables. Ces relations compensent la pression exercée par les échanges transactionnels, à laquelle les différents acteurs sont exposés de façon similaire. Dans ce contexte de forte dynamique de changement, la question de la prise en compte du risque industriel est souvent perçue comme un handicap pour les territoires industriels lorsque ceux-ci abritent des sites Seveso. Il convient de rappeler ici qu'à la suite de la catastrophe d'AZF à Toulouse en 2001, la réglementation destinée à réduire le risque d'accident industriel a corrélé de façon étroite les mesures de sécurité prises sur les sites à risque et les modalités d'urbanisation à proximité de ceux-ci, en distinguant les secteurs d'habitat et les zones d'activités économiques.

En première approche, le PPRT<sup>21</sup> ayant force de

servitude entame l'attractivité des territoires concernés et pèse sur chacune de leurs composantes : établissements Seveso, activités économiques riveraines, habitat, équipements, etc. Une analyse plus poussée, en seconde approche, met en évidence les opportunités offertes aux acteurs locaux par une prise en compte active du risque industriel. Cette intégration relève alors d'une démarche de résilience qui opère de différentes façons.

Lorsque les acteurs se saisissent du sujet de la prévention des risques, les initiatives prises pour répondre aux questions soulevées mettent en relation des personnes issues de différentes sphères d'activité. Là où la gestion territoriale était auparavant très morcelée se met en place une gouvernance locale. Petit à petit, le cloisonnement initial entre gestionnaires des territoires et entreprises s'efface. Une prise de conscience s'opère quant aux barrières culturelles héritées du passé qui pèsent parfois bien plus lourd que les servitudes induites par le risque. L'action collective fait émerger des réponses d'autant plus innovantes que des acteurs habituellement méconnus sont associés aux travaux.

Un tissu d'acteurs solidaires peut se constituer dans une recherche de cohésion territoriale, industrielle et économique. La filière industrielle est reconnue et valorisée dans son identité en intégrant les services nécessaires à son bon fonctionnement. La texture territoriale implique l'échelle locale et celle de la métropole ou du pays.

Le sujet du risque agit alors comme un levier qui participe de la résilience du territoire industriel. L'exemple de la vallée de la chimie, pour laquelle l'élaboration du PPRT a été le point de départ d'une réflexion collective sur l'aménagement et l'attractivité du territoire, s'inscrit dans cette dynamique.

### **La démarche menée dans la vallée de la chimie**

La métropole lyonnaise est riche de son histoire industrielle. Elle est réputée pour sa chimie, née au XIX<sup>e</sup> siècle en appui au développement de l'industrie de la soie. La fabrication des soieries a contribué à faire de l'agglomération lyonnaise un territoire d'innovation industrielle.

Le développement des soieries lyonnaises se pose en référence européenne au moment où la chimie s'impose comme une science exacte. Les techniques de tissage et d'impression s'améliorent progressivement pour devenir de plus en plus précises et productives. Dès la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle (1854), les premières usines chimiques sont implantées, le long du Rhône, au sud de Lyon, sur la commune de Vénissieux. Progressivement, un quartier industriel regroupant plusieurs milliers d'ouvriers s'installe et les premiers habitats précaires sont construits. En 1888, la commune de Saint-Fons est créée par détachement de celle de Vénissieux pour accueillir ces activités industrielles.

Pendant la Première Guerre mondiale, l'industrie lyonnaise s'inscrit dans la production de matériels



Vallée de la chimie à Lyon. Crédit photo Métropole de Lyon.

de guerre, d'obus, de petits équipements et de véhicules. À la suite du conflit et dans un contexte de développement industriel, l'agglomération connaît un phénomène de concentration des grandes usines dans le secteur périphérique est de Lyon. Après la Seconde Guerre mondiale, l'aménagement des infrastructures autoroutières, ferroviaires et fluviales polarise l'activité industrielle au sud de Lyon, où s'implante une raffinerie de pétrole, dans ce qui deviendra le couloir de la chimie. Le territoire industriel est marqué par la catastrophe dite de Feyzin le 4 janvier 1966, provoquée par une fuite de propane au niveau de cette toute nouvelle installation.

Au début du XXI<sup>e</sup> siècle, la vallée de la chimie – ex-couloir de la chimie – doit affronter, outre la compétition internationale, les défis des énergies propres et renouvelables. Elle doit prendre en compte la mise en place du plan de prévention des risques technologiques et simultanément inscrire son développement dans les objectifs de la COP 21. Ces nouvelles conditions imposent au territoire, pour éviter un dépérissement, une nouvelle mutation, moins spectaculaire que celle menée dans les années 60, mais toute aussi profonde et se présentant comme un défi à relever.

Si l'on s'en tient au risque industriel, le gel de terrains exposés à des aléas très forts correspond à la contrainte la plus forte sur le territoire. Alors même que le foncier économique est un produit rare à l'échelle de la métropole de Lyon, des superficies significatives n'ayant pas vocation à devenir des espaces naturels sont vouées à la friche, dépourvues de futur au sein du territoire industriel.

Sous l'impulsion de la métropole de Lyon, une trentaine de partenaires publics et privés sensibles aux enjeux économiques, industriels et environnementaux lancent, en 2014, un appel à projets innovant – l'Appel des 30 ! – dont le principal objectif est de valoriser trente hectares disponibles au sein de la vallée de la chimie d'ici 2030.

Le défi est alors lancé de transformer des terrains grevés par une servitude liée au risque, en un gisement foncier valorisable pour accueillir des activités productives. Les partenaires de « l'Appel des 30 ! » mettent à disposition des porteurs de projets sélectionnés une ingénierie technique, réglementaire et financière. Ces derniers sont accompagnés dans leur recherche de financements, pour les démarches d'urbanisme, la prise en compte des réglementations, les démarches de mutualisation (déchets, énergie, mobilité)...

« L'Appel des 30 ! » lancé à trois reprises en 2014, 2016 et 2018, a porté ses fruits. Les projets de valorisation ont proposé l'enrichissement des sols en vue de la fabrication de terre

fertile destinée aux chantiers d'espaces publics métropolitains, l'installation de champs de panneaux photovoltaïques dernière génération sur les toitures et parkings des grands sites industriels, le stockage d'énergie, la production de végétaux à croissance rapide destinés aux chaufferies de la métropole... Les projets participent à la transition écologique et énergétique de la métropole lyonnaise. À terme, la vallée de la chimie devrait satisfaire plus de 70 % des besoins métropolitains en énergie verte et 100 % des objectifs de la COP 21.

La dynamique collective engagée a dépassé l'ambition initiale de relever la contrainte du risque industriel pour faire de la vallée de la chimie un vecteur de la transition métropolitaine. D'autres perspectives s'ouvrent pour faire de secteurs en friches, des espaces de compensation des projets d'aménagement.



Mathieu Maupetit,  
*porteur du cas pratique*

Julien Lahaie

## Cas pratique 6 : territoire littoral en mutation : le cas de Semarang

### Contexte

Les risques naturels sont souvent assimilés à des manifestations brutales de phénomènes dangereux et destructeurs. Pour autant, certains aléas aux conséquences désastreuses pour les populations correspondent à des processus lents, bien identifiés, mais dont la progressivité rend difficile le déclenchement de mesures de remédiation impliquant de façon solidaire de nombreux acteurs. Pour ce type d'aléas, faiblement médiatisés, la mobilisation tarde généralement à se faire alors même que les enjeux en terme de limitation des dommages sont importants. C'est particulièrement le cas des phénomènes induits par les dynamiques d'urbanisation (imperméabilisation des sols, disparition des écosystèmes, etc.) et par le changement climatique (désertification, rehausse des niveaux marins, etc.) qui affectent de grands espaces géographiques de la planète.

Le cas de Semarang est emblématique de cette situation. Situé sur la façade océanique de l'île de Java, ce territoire indonésien très urbanisé de la province de Java-Centre - 1,5 million d'habitants - s'est développé en direction du littoral sur des terrains sédimentaires non consolidés du quaternaire (cône de déjection). Du fait de l'urbanisation, il subit depuis plusieurs années les effets conjugués de la subsidence, c'est-à-dire du tassement des sols, et de l'érosion marine et de la rehausse du niveau marin. Cette



combinaison complexe de phénomènes naturels, exacerbés par les activités anthropiques, produit une dynamique dommageable pour le territoire, aux effets cumulés que l'on peut qualifier de désastreux.

Le désastre est avéré lorsque qu'une situation génère des dommages et dépasse les capacités locales de réponse. C'est le cas à Semarang, où l'enfoncement des bâtiments et des infrastructures dans le sol et la progression constante des eaux maritimes sur des espaces terrestres urbanisés mettent en évidence la limite de la gestion ordinaire des espaces, impuissante à empêcher un accroissement permanent des dommages. Le territoire et tout particulièrement la bande côtière sont exposés à des effets systémiques se traduisant par le renforcement des processus dommageables à l'œuvre.

Pour enclencher une démarche de résilience du territoire, les questions à se poser portent sur :

- la gestion des connaissances sur les phénomènes observés et leurs effets à court, moyen et long termes : mise en commun des données, analyse, capitalisation, diffusion ;
- la sensibilisation des acteurs et leur mise en relation dans la perspective d'aller vers une action collective ;
- la recherche de financements pour mettre en place des effets leviers ;
- la mobilisation de l'ingénierie : infrastructures, bâtiments, etc.

### Les principaux acteurs

La réflexion a été menée avec l'université Diponegoro, la ville de Semarang, la province de Java-Centre (direction de la pêche en charge de la gestion du milieu maritime). Il faudrait mobiliser les décideurs, les gestionnaires des infrastructures routières, ferroviaires, de la ressource en eau et les acteurs économiques. Un recensement précis aboutit à une quarantaine d'organismes ou de services intervenant à différentes échelles territoriales.

Par ailleurs, une dynamique française a été mise en œuvre avec l'appui de l'Institut français d'Indonésie. Un séminaire coprésidé par l'ambassadeur de France Climat, Philippe Lacoste, et le recteur de l'université Diponegoro s'est tenu sur la résilience de la bande côtière à Semarang le 7 octobre 2015. Outre la participation des acteurs locaux, ce séminaire a réuni des représentants de l'ingénierie française, l'Établissement public territorial de bassin de la Somme et l'Entpe.



Bernard Guézo,  
*porteur du cas pratique*

Geneviève Rul

# Cas pratique 7 : infrastructures de transport et adaptation au changement climatique en Europe

## Contexte

Les réseaux de transport tels que les routes, infrastructures ferroviaires, fluviales ou aéroportuaires, sont partie prenante des territoires et souvent vitaux pour leur fonctionnement. À l'échelle de proximité, ils permettent aux habitants de se déplacer et d'accéder aux services dont ils ont besoin, comme les zones d'emploi, les écoles, les commerces ou encore les centres médicaux. Ils sont également indispensables au fonctionnement économique, par exemple pour l'acheminement des marchandises.

Or, ces réseaux sont aujourd'hui affectés par les scénarios concernant l'évolution du climat. Pour la France, les modèles climatiques évalués par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) prévoient une hausse des températures, une multiplication des épisodes de sécheresse, une augmentation du niveau de la mer et une évolution des précipitations. Les événements climatiques extrêmes sont aussi susceptibles de changer : d'après les modèles, les territoires doivent s'attendre à une augmentation des périodes de canicule, des tempêtes et des épisodes de pluies intenses, même si demeurent des incertitudes importantes quant à ces deux derniers paramètres.

Des événements extrêmes comme les inondations ou les glissements de terrain peuvent détruire ou bloquer, plus souvent que par le passé, des réseaux de transport en coupant temporairement l'accès aux zones d'emploi et aux services à la population. Globalement, c'est toute l'économie du territoire qui peut être affectée par des restrictions aux transports. Sur le long terme, les impacts climatiques chroniques peuvent affecter l'état des infrastructures et éventuellement mettre en jeu la sécurité des usagers. Les gestionnaires des réseaux peuvent être amenés à réaliser de coûteux travaux de réparation ou de maintenance. C'est le cas par exemple pour corriger les dégradations des routes causées par les intempéries.

## L'adaptation des réseaux : approches internationales

Dans le cadre du Plan national d'adaptation au changement climatique (Pnacc), le Cerema a développé une méthode d'analyse des vulnérabilités des infrastructures de transport et de leurs fonctionnalités, pour permettre l'identification et la priorisation de solutions d'adaptation. L'objectif est d'aider collectivités et gestionnaires de réseaux à mettre en place des stratégies d'adaptation au changement climatique, hiérarchisées selon les vulnérabilités et les budgets mobilisables.

Cette méthode a été appliquée à plusieurs reprises, et notamment sur le réseau de la direction interdépartementale des Routes (Dir) de Méditerranée, qui comporte plus de 750 km de routes et un millier d'ouvrages d'art. Le Cerema a piloté cette étude réalisée en collaboration avec Carbone 4, un cabinet de conseil spécialisé dans les domaines de la transition énergétique et du changement climatique. L'étude a également associé plusieurs services du ministère de la Transition écologique et solidaire (direction générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer). Elle comporte des analyses :

- de l'exposition actuelle du réseau, en fonction de l'intensité et de l'occurrence temporelle des événements climatiques rencontrés ;
- de son exposition future, d'après des données de projections climatiques. Pour analyser ces données, le modèle Aladin Climat a été appliqué selon différents scénarios (RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5), sur des horizons à moyen et long termes ;
- de la vulnérabilité du revêtement de chaussée, des ouvrages d'art, des systèmes de drainage, des équipements, en fonction de leur état, des matériaux de conception et d'autres paramètres. Ces éléments peuvent être plus ou moins dégradés par différents agents climatiques ;
- de la criticité du réseau, selon ses enjeux en matière de déplacement : le réseau supporte-t-il des déplacements courants : touristiques ou domicile-travail, des déplacements d'urgence ? Est-il plus ou moins fréquenté ?

La note de risque finale, obtenue par combinaison des résultats de ces analyses, permet de mieux identifier les solutions d'adaptation des infrastructures et de les prioriser, de manière à optimiser la gestion en tenant compte des contraintes budgétaires.

La méthodologie et l'étude ont été mises en valeur par l'Association mondiale de la route (AIPCR), comme « exemple de meilleure pratique » sur la résilience des réseaux, dans le cadre d'un rapport qui sera publié en 2019.

### **Quelques exemples européens pour améliorer la résilience des réseaux à toutes les échelles**

Le Cerema a également souhaité identifier des bonnes pratiques d'adaptation des réseaux en Europe, et a pour cela mis en place une démarche de parangonnage avec des partenaires anglais et allemands.

Au Royaume-Uni, les échanges s'effectuent avec une société de conseil et de recherche en transport : Transport Research Laboratory (TRL), ainsi qu'avec plusieurs gestionnaires : Transport Scotland, en charge de la gestion de différents types de réseaux, dont les principaux axes routiers écossais ; Transport London, en charge de la gestion des grands axes routiers londoniens et de différents réseaux de transport en commun ; et Highways England, un organisme étatique qui gère les principaux axes routiers en Angleterre. En Allemagne, c'est l'Institut fédéral de recherche en transports : Bundesanstalt für Strassenwesen (Bast), qui est impliqué.



La Léchère, vallée de la Tarentaise

Le parangonnage a permis d'identifier différents leviers pour améliorer la résilience des réseaux. TRL et la Bast ont chacun développé une approche permettant d'analyser les vulnérabilités de certains réseaux au climat et à son évolution dans les prochaines décennies. Les analyses de vulnérabilité se basent sur le même principe : identification des paramètres climatiques influents et étude de leurs évolutions potentielles selon différents scénarios climatiques, analyse et qualification des principaux effets sur les infrastructures et/ou les déplacements, et évaluation du niveau de risque. Ces méthodes sont très proches de la méthode d'analyse de vulnérabilités développée par le Cerema.

La ville de Londres et Transport for London ont réalisé différents travaux pour améliorer la gestion des eaux pluviales et réduire leur impact sur les réseaux de transport, notamment les risques de débordement et de ruissellement sur les voies. Certains de leurs projets ont été réalisés en lien très étroit avec les habitants des quartiers concernés, pour limiter l'impact

sur leurs besoins de mobilité pendant et après les travaux. Highways England a également aménagé certaines infrastructures routières pour diminuer l'impact des inondations en tenant compte du changement climatique.

Enfin, en Allemagne, a été mise en place une organisation de travail transversale permettant une bonne collaboration entre autres entre les services météorologiques nationaux, qui étudient également le changement climatique, et des experts des transports de la Bast. Cette collaboration a contribué au développement de la méthode d'analyse des vulnérabilités au changement climatique précédemment citée.



Marie Colin,  
*porteuse  
du cas pratique*

# Restitution à l'issue des échanges

Les échanges ont conduit à approfondir l'analyse des trois cas pratiques considérés : territoires à identité industrielle, territoires littoraux et infrastructures vulnérables aux impacts du changement climatique.

Ils ont mis en évidence un cadre d'analyse permettant de concevoir une intégration des risques. Ce cadre, utilisé pour la restitution ci-après, consiste à porter attention aux politiques publiques et à leurs déclinaisons, comme à appréhender les réalités territoriales [S1]. Il invite également à gérer la connaissance dans une approche systémique et, le cas échéant, à identifier un ou plusieurs outil(s) qui puisse(nt) faire office de levier(s). Cette analyse a également fait ressortir des enseignements pour orienter l'ingénierie et asseoir des stratégies, pour faire des risques une composante active de la résilience des territoires.

## L'attention à porter aux politiques publiques et à leurs déclinaisons

Les discussions ont fait ressortir la nécessité de traiter la question de l'intégration des risques dans l'aménagement en relation avec les politiques publiques couvrant différents grands domaines potentiellement concernés : l'économie, les transports, l'environnement, etc. Les trois cas pratiques étudiés se sont référés de la même façon aux thématiques de l'adaptation au changement climatique et de la transition énergétique, confirmant ainsi la grande transversalité de ces sujets.

Pour un même thème, la déclinaison d'une politique publique peut cependant différer fortement d'une région à l'autre. **Les territoires industriels** illustrent cette situation. Si la dynamisation de ces territoires est un objectif largement partagé par l'action publique, les finalités poursuivies comme les modalités de gouvernance sont très spécifiques à chaque région industrielle. Différents exemples ont été cités pour illustrer la diversité de ces expressions. Ainsi, la politique menée dans les Hauts-de-France vise à l'adaptation du tissu industriel aux enjeux de la transition énergétique et des technologies numériques<sup>22</sup>. La présence d'un commissaire spécial pour la revitalisation et la réindustrialisation traduit une implication forte de l'État.

Poursuivant un objectif différent, la politique menée depuis plusieurs années en Nouvelle-Aquitaine sur la plate-forme de Lacq (Pyrénées-Atlantiques) vise à une reconversion des activités pour tenir compte de l'épuisement du gisement de gaz. Cette reconversion se fait vers la chimie, dans le cadre d'un groupement d'intérêt public (GIP). Assuré par l'État, le pilotage recherche une forte valorisation des ressources locales : culture et maîtrise du risque, environnement scientifique de qualité, offre de formation locale, développement durable, mutualisation, infrastructures de raccordement spécifiques au terminal chimique de Bayonne.

En Auvergne-Rhône-Alpes, les politiques sont très portées par les territoires. À Pont-de-Claix, en Isère, la recherche de transformation

22 La région Hauts-de-France s'est dotée d'un référentiel « troisième révolution industrielle (rev3) » explicitant notamment les concepts d'économie de la fonctionnalité, d'efficacité énergétique, de recours aux énergies renouvelables et d'économie circulaire.

environnementale des pratiques industrielles est prégnante. Lors du salon Pollutec 2018, un appel à manifestation d'intérêt (AMI) « Chimie Énergie Environnement » a été lancé conjointement par Grenoble-Alpes Métropole et Grenoble Chemical Park. Ciblé sur la chimie verte, cet AMI fait suite à plusieurs autres projets menés ces derniers mois sur « l'écosystème grenoblois ».

À Lyon, une gouvernance politique et économique préside au renouveau de la vallée de la chimie. L'objectif poursuivi par la métropole est le développement des emplois industriels. Le ratio visé s'établit à 17 % d'emplois industriels pour une moyenne nationale de 13,8 %.

À cette politique de dynamisation des territoires industriels, s'ajoute la politique nationale de prévention des risques Seveso. Sa traduction dans les territoires prend la forme de plans de prévention des risques technologiques (PPRT) ayant valeur de servitude d'urbanisme. La mise en œuvre de cette politique, initiée en 2003 à la suite de la catastrophe de Toulouse, a conduit les établissements Seveso à accroître le niveau de sécurité de leurs installations et les collectivités à travailler avec les entreprises riveraines sur des démarches de résilience. Les principales évolutions portent par conséquent sur la gouvernance, qui s'est élargie, et la relation au territoire, qui s'est intensifiée.

La question des **territoires littoraux**, introduite par le cas indonésien, donne lieu, dans de nombreux cas, à des politiques nationales territorialisées. En effet, les littoraux sont particulièrement exposés aux effets du

changement climatique. L'Angleterre s'est dotée de plans de façades, plans mis en œuvre par les collectivités qui ont préalablement participé à leur élaboration.

La France s'est dotée, en 2017, d'une stratégie nationale pour la mer et le littoral, incitant au développement de projets de territoire. Cette stratégie vise à la transition écologique, au développement d'une économie bleue durable, au bon état écologique du milieu marin, à la préservation d'un littoral attractif et au rayonnement de la France. La France dispose également, depuis 2012, d'une stratégie nationale de gestion du trait de côte, complétée récemment par un programme d'actions pour la période 2017-2019. Par ailleurs, la politique nationale de prévention des risques naturels mobilise des dispositifs territoriaux, comme les programmes d'action de prévention des inondations (Papi), dont l'élaboration et la mise en œuvre sont assurées par des collectivités locales. Les Papi couvrent les problématiques littorales.

A contrario, les discussions liées à la question de l'adaptation des **infrastructures de transport** au changement climatique n'ont pas mis en évidence de liens forts avec des politiques publiques territorialisées. La dimension territoriale des enjeux est moins immédiatement prégnante, à l'exception notable justement des façades maritimes où des infrastructures peuvent être identifiées comme menacées par l'érosion du trait de côte (ce qui renvoie au deuxième cas pratique étudié).

Les problématiques sont souvent nationales. Elles portent sur le financement des réseaux de transport suivant des critères de transition écologique, sur la sécurité des ouvrages et aussi sur leur adaptation au changement climatique. Dans sa première version, le plan national d'adaptation au changement climatique (Pnacc 2011-2015) comportait en effet une fiche très ambitieuse relative aux infrastructures et systèmes de transport.

Les modalités pratiques de gestion et d'aménagement des infrastructures sont portées par chaque opérateur, qu'il soit public (État, conseils départementaux, structures supracommunales, communes) ou privé (différentes sociétés autoroutières).

Les quatre actions du plan national d'adaptation au changement climatique - Pnacc 2011-2015 :

**Action n° 1** : passer en revue et adapter les référentiels techniques pour la construction, l'entretien et l'exploitation des réseaux de transport (infrastructures et matériels) en métropole et Outre-mer.

**Action n° 2** : étudier l'impact du changement climatique sur la demande de transport et les conséquences sur la réorientation de l'offre de transport.

**Action n° 3** : définir une méthodologie harmonisée pour réaliser les diagnostics de vulnérabilité des infrastructures et des systèmes de transports terrestres, maritimes et aéroportuaires.

**Action n°4** : établir un état de la vulnérabilité des réseaux de transports terrestres, maritimes et aéroportuaires en métropole et Outre-Mer, et préparer des stratégies de réponse adaptées et progressives aux problématiques du changement climatique, globales et territoriales.

Les discussions ont par conséquent mis en évidence des transcriptions différenciées des politiques nationales, selon les thématiques et les régions. Ces politiques s'ouvrent cependant de plus en plus vers les territoires par une prise de conscience de la nécessité d'intégration des problématiques et des enjeux locaux. La prise en compte des risques, comme vecteur de résilience, suppose d'établir un état des lieux des politiques publiques et de considérer la vision stratégique qui sous-tend leur adaptation recherchée au territoire. Cette vision traduit aussi une recherche de résilience.

### L'attention à porter aux réalités territoriales

Les discussions ont permis d'analyser les interdépendances qui s'établissaient entre territoires, infrastructures et risques.

Les cas considérés illustrent la diversité des situations rencontrées. S'agissant du **littoral de Semarang**, les phénomènes naturels dommageables sont souvent intensifiés par l'activité anthropique. Subsidence, inondation continentale, submersion marine sont influencées par les pratiques du bassin de vie : déforestation, élimination de la mangrove,

remblaiement, pompage d'eau souterraine, etc. Pour développer des processus résilients, et éviter l'autorenforcement des phénomènes dommageables, les réponses en matière de prévention et d'anticipation des risques ne peuvent être, elles-mêmes, qu'intégrées et collectives. Les mesures isolées sont utiles pour réduire ou différer les dommages, mais ne rétroagissent pas sur les faits générateurs des aléas.



Les participants à l'atelier du défi C

La question des effets de la subsidence sur la valeur du foncier a été posée. La situation est très différente en France et en Indonésie. En France, la collectivité publique peut acquérir des terrains urbanisés gravement menacés par l'érosion littorale en mobilisant le Fonds Barnier. Le Conservatoire du littoral peut également acquérir des espaces naturels pour les intégrer dans des plans de gestion adaptés à la préservation du littoral. En utilisant ces différents outils fonciers et les possibilités d'acquisition dont disposent

encore les collectivités et les aménageurs privés, pour mener des projets d'utilité publique, des stratégies peuvent localement combiner des actions de suppression ou d'atténuation du risque comme de recomposition spatiale [S2]. L'exemple de l'acquisition d'un terrain, en vue de la création d'un camping à distance de la côte, a été cité. Ce projet anticipe la fermeture, à terme, du camping pré-existant, trop proche du littoral. Ce type de stratégie territoriale, emblématique de la résilience, nécessite souvent de travailler à des échelles supérieures à celle de la commune pour disposer de marges de manœuvre plus grandes. Sur le littoral de la province de Java-Centre, la gravité de la transgression marine est sans commune mesure avec les effets de l'érosion marine que l'on connaît en France. La mer envahit les terres de la province indonésienne sur une distance de plusieurs centaines de mètres. Les propriétaires perdent leur bien et la gestion administrative elle-même est bouleversée. La direction provinciale de la pêche supervise, de fait, des étendues ennoyées qui abritent des villages encore habités, qui devraient relever d'une gestion terrestre. Dans le secteur urbanisé du littoral indonésien, la pénétration de la mer est heureusement freinée par les ouvrages et constructions. La problématique majeure est alors celle de la subsidence. Il faut lutter contre l'enfoncement progressif des sols. Les réponses apportées au coup par coup : remblaiements, rehausse des constructions, édification de bassins, de digues, constituent une somme de mesures isolées. La ville vit les pieds dans l'eau sans que

sa situation ne puisse être comparée avec les étendues totalement ennoyées en zone rurale, à quelque distance de là.

Cette politique pragmatique de préservation du tissu urbain par des stratégies d'adaptation morcelées agit en faveur du maintien sur place, dans la bande côtière, des activités et des populations. En les maintenant, on résiste face à la mer et on évite de se heurter au problème de la délocalisation. D'une certaine façon, cette stratégie du statu quo préserve les valeurs foncières.

La délocalisation supposerait la disponibilité d'espaces suffisamment vastes en rétro littoral pour l'accueil d'activités et de populations en repli. Or les disponibilités foncières sont limitées : la plaine de Semarang, déjà urbanisée, est contrainte entre le relief volcanique et le littoral. Urbaniser en direction du relief pose les questions de la préservation des espaces naturels protégés et des risques générés par la déforestation (glissement de terrain, érosion des sols), avec leurs effets induits en bordure littorale (aggravation des inondations). La délocalisation provoquerait aussi la rupture de la proximité géographique qui existe aujourd'hui entre les activités économiques et leurs salariés, particulièrement lorsque ces activités sont liées à la mer (pêche). Générer des déplacements est coûteux pour les salariés et problématique dans un contexte d'infrastructures routières déjà saturées.

### **Nagpur (Inde) : un exemple d'intégration des risques privilégiant les solutions fondées sur la nature**

En 2017, la ville de Nagpur a été sélectionnée dans le cadre du programme de conservation des lacs et des rivières de l'État indien pour initier la dépollution de la Nag, rivière qui a donné son nom à cette ville de plus de deux millions d'habitants située au centre de l'Inde.

Ce projet financé partiellement par des fonds internationaux prévoit de traiter l'ensemble des eaux usées se déversant aujourd'hui dans la rivière qui traverse la ville sur plus de 17 km.

C'est sur la base de ce projet que la municipalité de Nagpur a souhaité remettre la rivière au cœur de son plan d'aménagement pour en faire à nouveau un facteur d'identité et d'attractivité territoriales. Une équipe pluridisciplinaire d'experts franco-indiens commissionnée par l'Agence française de développement a alors travaillé avec la municipalité afin de proposer des solutions basées sur la nature, dans le but de réduire les vulnérabilités liées aux risques de catastrophes naturelles (inondations fluviales, vagues de chaleur et stress hydrique), de restaurer l'écosystème vivant associé à la rivière et d'augmenter l'accès aux espaces verts pour les quartiers périphériques de la ville.

Une série de mesures a donc été proposée pour ériger la rivière en véritable colonne vertébrale d'une infrastructure verte reliant des parcs et espaces verts par des axes de mobilité arborés d'espèces endémiques sélectionnées notamment

pour leurs services écosystémiques. L'ensemble des solutions d'ingénierie écologique vise alors à concilier réduction des risques et préservation de la nature en ville, tout en recréant un lien entre milieu naturel et cadre de vie urbain. Ainsi l'élargissement du lit de la rivière et la réhabilitation des berges permettront de démolir partiellement les murs de protection élevés, construits par les habitants, tout en proposant des cheminements piétons dans un lit majeur revégétalisé en période sèche.

Néanmoins, le succès de cette approche de réduction des risques, fondée sur la nature, reposera principalement sur la capacité de la municipalité à associer les populations vulnérables dans le choix des aménagements prévus. Des solutions de relogement à proximité et un accompagnement à la réinsertion sociale devront être acceptés par les personnes vulnérables occupant aujourd'hui les zones fortement inondables situées dans la zone tampon écologique.

Gautier Kohler  
Responsable équipe projet, AFD

De façon très différente, le fait générateur du risque au sein des territoires à identité industrielle est bien identifié puisqu'il s'agit des établissements Seveso - seuil haut. À la suite de la catastrophe d'AZF, en septembre 2001, des élus avaient demandé avec véhémence la délocalisation des activités industrielles pour les dissocier du bassin de vie. Cette position présentait toutefois des difficultés d'application.

Contraintes de se relocaliser, les entreprises n'auraient pas obligatoirement choisi la grande périphérie des bassins d'emploi. Comme pour Semarang, rompre la proximité entre activités et populations génère en outre des problématiques, par exemple de mobilité, liées à l'éloignement entre bassins de vie et emplois.

En définitive, le PPRT a été conçu pour réconcilier villes et industries à risques en sécurisant le voisinage de ces dernières. Ce voisinage a un prix : les contraintes à accepter, tant par les industriels à l'origine du risque que par les territoires qui y sont exposés. Le pari adopté pour la vallée de la chimie, dans la métropole de Lyon, était de transformer ces contraintes en opportunités, en s'inscrivant dans une stratégie d'adaptation, qui s'est traduite par la volonté de mieux connecter les entreprises aux espaces habités, y compris en prenant en compte les besoins des habitants, par exemple en matière de mobilité. La prise en compte du risque s'est transformée en objectif de mieux travailler ensemble pour développer le territoire.

Ce type de démarche implique des recompositions spatiales dans des périmètres plus larges que l'échelle communale. L'échelle de travail de la métropole s'est imposée. De plus, la gouvernance industrielle a dû être réorganisée en application de la circulaire ministérielle « *plate-forme* ». Pour un certain nombre de plates-formes industrielles identifiées, ce texte permet une adaptation des règles d'élaboration des PPRT en tenant compte de leur vocation et de la culture de sécurité des entreprises concernées.

Très vite, l'enjeu foncier est apparu déterminant. La rareté de l'espace disponible s'est révélée être un facteur limitant qui nécessite de repenser l'usage du territoire ; nécessité qui a débouché sur « *l'Appel des 30 !* ». La question soulevée était la suivante : « *comment faire du renouvellement productif sur un territoire contraint ?* »

À l'issue de cet appel à projets, différentes démarches ont été menées pour développer un paysage productif dans les zones rouges du plan de prévention des risques technologiques (PPRT). Ces zones étant incompatibles avec la présence pérenne de personnes, la production agricole était exclue. Les projets portaient en définitive sur les productions d'énergie, de biomasse et de terre fertile.

La gouvernance a pris la forme d'un partenariat public-privé. Il a fallu construire une action publique en mobilisant du foncier privé. La puissance publique n'a pas apporté de subvention directe, hors soutien à l'économie via les investissements réalisés par la métropole sur le territoire. L'appel à projets visait aussi à attirer des acteurs dans des filières identifiées comme favorables au développement du territoire, participant à son identité et compatibles avec le risque. Il s'agissait encore de renforcer l'attractivité et la compétitivité de la vallée de la Chimie par un renouvellement de son image, par des mutualisations et par la qualité des services proposés, par exemple pour la mobilité des employés.

Les échanges portant sur la vulnérabilité des **infrastructures de transport** au changement climatique ont moins nettement relié le sujet aux territoires. Certes, la discussion a rappelé que la fonction d'une infrastructure dépend des conditions de son inscription dans le territoire. Celle-ci peut se faire à des échelles différentes. À une échelle donnée, l'infrastructure peut être une composante parmi d'autres d'un réseau finement maillé. Elle peut jouer un rôle structurant pour le territoire ou, à l'inverse, être déconnectée de celui-ci lorsqu'elle ne fait que le traverser. Dans le cas d'une connexion étroite entre infrastructure et territoire, les évolutions démographiques et économiques de celui-ci sont susceptibles de jouer un rôle important dans son usage. Ces évolutions peuvent aussi interagir physiquement avec l'infrastructure. Exemple évoqué : en Grèce, la construction de nouveaux lotissements s'est traduite par l'augmentation des débits de transit dans les ouvrages hydrauliques d'un échangeur, au-delà de leur dimensionnement. Les conditions de résilience d'une infrastructure à un aléa climatique vont par conséquent différer selon les particularités de son inscription dans le territoire. Les scénarios d'évolution des précipitations sont utiles, mais n'apportent qu'un éclairage parmi d'autres à la question des risques, ici liés au ruissellement et aux inondations.

Les liens entre l'infrastructure et le territoire dépendent aussi du statut de la voie. Si la voie est opérée par une collectivité locale, sa gestion va être étroitement corrélée aux stratégies de développement du territoire, quand bien même

ces stratégies relèvent de collectivités différentes. Lorsque l'infrastructure relève d'un opérateur national, public ou privé, les stratégies seront davantage associées à un modèle économique et à des critères techniques (évolution des niveaux de trafic par exemple).

L'approche territoriale ouvre sur la complexité et les effets systémiques, d'où l'enjeu d'une gestion de la connaissance qui intègre ces aspects.

### L'enjeu de la connaissance et de l'analyse systémique comme ancrage de l'action

Pour chaque cas étudié, la question de l'intégration des risques dans les territoires a révélé des enjeux en matière de gestion de la connaissance. Les discussions ont montré que ces enjeux sont de différentes natures. Il s'agit d'abord de réunir un ensemble de données permettant de décrire la situation présente et un faisceau de situations futures possibles, de prendre en compte les effets systémiques et d'être en mesure de caractériser des processus d'évolution qui, bien que lents, peuvent être dommageables.

La question de la vulnérabilité des **infrastructures de transport** aux effets du changement climatique s'est avérée la plus sensible aux données et connaissances. Concernant l'état initial du réseau, les besoins portent sur les ouvrages, les politiques d'investissement et de renouvellement, le modèle économique (concession ou non, enjeu de rentabilité, outils d'analyse utilisés). Il est

apparu essentiel de considérer les facteurs humains et organisationnels, qu'il s'agisse du niveau d'implication des dirigeants, de la nature de la gouvernance ou encore de la répartition des rôles entre les acteurs. Ceci permet de caractériser l'état initial du système étudié.

L'analyse est aussi tributaire de multiples paramètres prospectifs invitant, d'une certaine façon, à extrapoler les connaissances. Ceux-ci portent sur l'évolution du climat – différents modèles la décrivent –, les évolutions sociétales (quelle sera la mobilité du futur ?), le développement des villes et des trafics routiers, l'essor des nouvelles technologies, le vieillissement des infrastructures, etc. Ces éléments sont beaucoup moins ciblés sur l'opérateur routier. Ils impliquent tout autant, voire plus, les gestionnaires des territoires et les établissements publics de référence (Météo-France pour l'évolution du climat). L'analyse de la situation nécessite par conséquent l'instauration d'une gouvernance associant les différents producteurs ou détenteurs de données.

Le cas des infrastructures de transport a fait ressortir l'intérêt de promouvoir des démarches multibénéfiques qui traitent du devenir des infrastructures sans se limiter à la question du changement climatique. Cet élargissement est de nature à mobiliser des gestionnaires, dont les premières préoccupations sont autres que le changement climatique, mais qui sont très souvent ouverts au développement d'une approche globale répondant à leurs préoccupations du moment tout en intégrant cette question.

Dans le cas des **infrastructures de transport**, les processus lents sont de différents types : usure des infrastructures, modification de leur environnement naturel (en littoral, augmentation des niveaux marins, de la fréquence des tempêtes...), transfert de trafic, transfert modal. Ils sont difficiles à appréhender ; leurs effets cumulés ne sont pas facilement visibles.

### **Articuler résilience des infrastructures et celle des territoires**

L'analyse de la vulnérabilité d'une infrastructure prend tout son sens si elle tient compte de la vulnérabilité du ou des systèmes de lieux dans lesquels elle s'intègre. Or, aujourd'hui, il est devenu impossible d'envisager l'ensemble des scénarios d'endommagement pour un lieu donné. À cet égard, le retour d'expérience réalisé par le CGEDD sur les inondations de 2016, dans les bassins de la Seine et de la Loire, souligne la nécessité d'intégrer incertitude et dynamique de l'aléa, et de modifier en permanence les prévisions pour incorporer de nouvelles informations et corriger leurs diagnostics.

Les échelles d'analyse et d'interdépendance sont les clés. La dimension spatiale consiste, en premier lieu, à reconstituer, au moyen d'une carte, l'étendue de l'aléa et des dommages lors d'un épisode passé, ou bien de scénarios établis en préparation à la gestion de crise. Dès lors que le diagnostic descend à l'échelle du bâtiment, la localisation de chaque équipement et réseau informe sur sa position relative par rapport

à l'aléa et aux perturbations induites. Cette position, associée à d'autres informations telles que les connexions avec les autres bâtiments et/ou équipements ou l'état de vétusté de l'infrastructure, renseigne sur le fonctionnement de l'ensemble dans un système de risques ancré dans les interdépendances bâtiment-réseaux-territoires. On doit ainsi articuler la résilience des infrastructures et celle des territoires.

Toutefois, la connaissance des interactions territoire-réseau reste très incomplète pour diverses raisons tenant aux données manquantes, incertaines ou non diffusées, et à la méconnaissance de la dynamique spatio-temporelle du risque.

Si les approches et modélisations systémiques des risques sont relativement nombreuses, les approches des défaillances en cascade en tant que dynamiques spatiales font globalement défaut. Cette lacune est même perçue par certains auteurs comme plus fondamentalement liée à une prise en compte biaisée de l'espace et du territoire, dans l'analyse du risque : *« Il y a eu méprise sur l'objet risque. La pensée sur le risque reste une pensée essentiellement externalisante. Elle le traite comme un objet externe aux espaces qu'il touche. Or, le processus de traduction donne à penser que le risque est littéralement ancré dans les espaces. »* (novembre 2006)

La critique d'un territoire à risque où l'espace serait restreint à un rôle de support n'est d'ailleurs pas propre à l'analyse des risques. Elle peut être étendue plus largement à la question du rôle et de la prise en compte de l'espace dans

la modélisation des phénomènes géographiques complexes, en particulier ceux à l'interface de la nature et de la société (Voiron-Canicio, 2005).

Le couplage aléa-vulnérabilité qui sert le plus souvent de fondement à la cartographie du risque apparaît alors comme une limite dans la prise en compte de la complexité spatiale qu'il maintient par ailleurs dans une dimension passive. Cette limite s'avère pénalisante dans l'analyse d'effets dominos et de réactions en chaîne initiés par le comportement perturbé des systèmes territoriaux et non directement par cette perturbation.

Une autre critique importante porte sur le fait que la définition des territoires à risques est le plus souvent construite dans un univers probabiliste qui est en fait peu adapté, dans la mesure où il part d'une hypothèse de stationnarité ne s'observant, ni dans la nature, ni sur des périodes longues. Cette non-stationnarité est mise en avant dans le cas des risques naturels, avec la question du réchauffement climatique et des épisodes pluvieux extrêmes.

Karim Selouane  
Resalliance

Pour **la vallée de la chimie**, le devenir des systèmes productifs à l'origine des risques est incertain, alors même que leur présence et les servitudes associées sont structurantes pour le territoire. Des scénarios prédictifs sont par conséquent élaborés sur les effets induits sur le territoire de l'évolution, du déplacement voire

de la fermeture d'activités. Du côté du territoire, on trouve également des incertitudes sur les évolutions démographiques et sociologiques de la population. Il convient alors d'étudier les effets de ces évolutions possibles et de les accompagner. Les études menées sur la vallée de la chimie ont été ciblées d'abord sur l'information de la population, puis sur un accompagnement du développement urbain, rendu nécessaire pour le réguler. Une dynamique du « logement proche de son travail » a été analysée. La notion de paysage participatif a été déployée pour tisser des liens entre industrie et habitat. Vis-à-vis de tels scénarios, les services de la métropole et de l'État jouent un rôle important d'ensembliser en croisant leurs analyses.

La démarche adoptée est de type systémique. Les risques technologiques sont un enjeu parmi d'autres : attractivité de la vallée, fonctionnalité des infrastructures urbaines, image donnée du territoire... *L'Appel des 30* ! permet d'inscrire la multiplicité des enjeux dans une recherche de résilience. Une mission d'évaluation de *L'Appel des 30* !, confiée à Sciences-Po Lyon, est en cours. L'enjeu de gestion de la connaissance est également très prégnant dans le cas du **littoral de Semarang**. La connaissance scientifique, qui mobilise des acteurs divers et autonomes, locaux, nationaux ou internationaux, peut par conséquent être dispersée, voire d'accès difficile. Elle gagnerait à être fédérée, tant pour augmenter sa portée que pour repérer d'éventuelles lacunes. Par exemple, on dispose localement de mesures très précises de la subsidence, mais qui peuvent

être ponctuelles. Dans le même temps, la technique d'interférométrie satellite radar fournit des images permettant des mesures surfaciques à grande échelle des mouvements du sol, avec une précision millimétrique. Comment relier aux données locales les possibilités offertes par la diffusion de l'usage de cette nouvelle technologie afin de disposer d'un dispositif de surveillance partagé, performant et pérenne ?

En France, le Conservatoire du littoral, qui cible son action sur des espaces naturels plutôt que sur des espaces urbanisés, comme celui de Semarang, a établi une stratégie de suivi et de gestion du trait de côte à horizon 2050. Basée sur la connaissance de l'évolution du littoral (Réseau d'observation du littoral normand et picard - ROL), cette stratégie est revue tous les dix ans pour tenir compte de la progression des connaissances.

Dans la perspective d'une intégration de la carte de mouvements du sol dans les services proposés par le programme européen Copernicus, TRE Altamira a réalisé, à l'initiative du Cnes (Centre national d'études spatiales), la première couverture interférométrique à l'échelle de la France métropolitaine basée sur l'archive de données acquises par le satellite Sentinel-1. Nul doute que cette vision macro des territoires sera d'un grand apport dans la connaissance des risques et plans de résilience.

Anne Urdiruz, TRE Altamira

Pour Semarang, les réflexions menées sur le traitement de la bande côtière impactent le territoire dans son ensemble, mais c'est un enjeu parmi d'autres tels que la congestion du trafic, la gestion des déchets urbains ou l'assainissement des eaux usées. Semarang participe au réseau *100 résilient cities*.

Dans le cas du littoral indonésien, la subsidence et la transgression marine sont des phénomènes dommageables de par leurs effets cumulatifs. Le risque est de s'y habituer, de continuer d'agir par une agrégation d'actions lourdes (travaux de protection) ou de mesures *low-tech* (jusqu'à celles mises en œuvre par les particuliers), insuffisamment opérantes, car déconnectées les unes des autres. Cette absence de stratégie d'ensemble peut préparer une catastrophe, au sens ici de devoir à terme abandonner le site, lorsqu'un point de rupture sera dépassé, avec ses conséquences sur la structure même de peuplement. Une attention particulière doit donc être portée à la caractérisation de ces phénomènes, à l'anticipation de leurs effets, comme à la vulgarisation de la connaissance.

Pour l'ensemble des cas étudiés, les analyses faites sur la connaissance mobilisable doivent faire émerger le ou les outils pouvant être mobilisés comme leviers de résilience.

## Sélectionner un outil pour en faire un levier de résilience [S3]

Parmi tous les outils disponibles, recourir à l'un d'entre eux, pour en faire un levier de résilience, est une préoccupation commune aux études de cas considérées.

Dans le cas du **littoral de Semarang**, le projet initial de résilience territoriale portait sur quatre axes ambitieux : la création d'un observatoire de la bande côtière, la promotion d'un habitat et d'un aménagement urbains résilients, la résilience des infrastructures urbaines et économiques, la gestion globale de l'eau. Le pragmatisme des initiateurs du projet a conduit à cibler l'enclenchement de la démarche de résilience sur la seule mise en place de l'observatoire territorial. Celui-ci peut en effet être doté de plusieurs vertus, propices à la résilience :

- fédérer la connaissance pour la rendre facilement accessible aux aménageurs et décideurs ;
- analyser les projets sous l'angle de leurs effets systémiques pour permettre de les adapter ;
- mettre en relation les fonctions liées aux déplacements, à la gestion urbaine, à la gestion de l'eau, aux activités économiques, à la préservation des milieux naturels, à la santé des populations, à l'enseignement, etc.

Ces fonctionnalités sont suffisamment avancées pour faire de l'observatoire un véritable levier de résilience du territoire, à condition toutefois d'y adjoindre un lien, d'une autre nature, avec les populations vivant en zone de subsidence, pour échanger avec elles sur les possibilités d'améliorer leurs conditions de vie.

## Adapto : une gestion souple du trait de côte qui renforce la résilience des territoires littoraux

Le littoral est un espace mouvant, soumis aux forces considérables de la mer, du vent et des fleuves côtiers. Lieu de contacts et d'échanges, il abrite aussi des milieux parmi les plus riches et les plus productifs. Ceci contribue à sa forte attractivité, mais aussi à sa sensibilité aux différentes formes d'artificialisation et aux pollutions marines et terrestres. Au fil des siècles, l'homme a développé de nombreuses activités sur la côte, qu'il a cherché à valoriser et à sécuriser en maîtrisant les évolutions naturelles, en particulier à travers la mise en place d'infrastructures de défense contre la mer.

Aujourd'hui, la logique s'inverse : avec les changements climatiques et l'élévation progressive du niveau de la mer, une défense rigide du trait de côte n'est plus une solution viable. De l'espace doit être rendu aux phénomènes naturels, en utilisant les milieux naturels comme véritables zones tampons face aux aléas et en éloignant autant que possible les enjeux des secteurs vulnérables. Dans cet esprit, priorité est donnée aux solutions basées sur la nature.

L'évolution libre du trait de côte, au sein d'une bande côtière étendue, permet en effet d'équilibrer les transports de sédiments, d'absorber l'énergie de la mer lors de tempêtes, de réduire les risques sur le littoral. Préserver et valoriser les espaces naturels littoraux constitue ainsi une solution efficace et peu coûteuse en soi pour atténuer les effets du changement climatique et s'y adapter.

À travers une maîtrise foncière publique, le Conservatoire du littoral préserve les zones naturelles du littoral pour la richesse de leur biodiversité, la beauté de leurs paysages et leurs bénéfices socioéconomiques. Il expérimente depuis plusieurs années une gestion adaptative et participative pour réduire la vulnérabilité et améliorer la résilience des espaces littoraux.

Sur ces zones, les enjeux présents sur ses sites et liés à l'évolution du trait de côte, sont moins importants qu'ailleurs en termes de vies humaines et d'activités économiques. Toutefois, l'imbrication des différents espaces au sein des bassins exposés aux aléas marins justifie, impose même, une participation de l'établissement aux réflexions collectives sur ce sujet. La mission du Conservatoire peut sembler futile face à l'ampleur des problèmes de risques. Elle constitue pourtant un des leviers opérationnels permettant la mise en œuvre de solutions efficaces et économes de mise en sécurité des territoires littoraux et rétrolittoraux, au service des efforts de planification réalisés sous l'égide des collectivités qui en ont la charge.

À la suite du recueil de nombreuses situations de terrain et la réalisation de plusieurs études ou cycles de réflexion, notamment en relation avec son conseil scientifique, le Conservatoire a adopté en 2013 des orientations stratégiques en matière de gestion du trait de côte, qui contribuent à la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte.

Au plan opérationnel, le conservatoire admet la possibilité d'acquérir des terrains sans certitude de les maintenir strictement dans son domaine

terrestre, afin de contribuer à la constitution de zones tampons et intermédiaires. Il mène depuis deux ans une dizaine d'expérimentations de gestion innovantes, visant à recréer des zones de dynamique littorale libre, en parfaite liaison avec les acteurs locaux.

Le réflexe, compréhensible, tendant à souhaiter le maintien du trait de côte à un endroit fixe, est largement répandu et imprègne la plupart des décisions publiques en la matière. L'intangibilité du trait de côte est pourtant une fiction dès lors qu'on observe l'échelle historique ou qu'on se projette dans le futur. La fixation du trait de côte est parfois nécessaire, au moins à court et moyen termes, pour les villes et les installations portuaires. Mais elle engendre des coûts et une artificialisation qui ne sont pas supportables pour l'ensemble du littoral.

En 2017, en association avec de nombreux partenaires locaux et nationaux, le conservatoire a initié le programme Adapto, qui bénéficie du soutien communautaire Life pour la période 2018-2021. Adapto est né du souhait du conservatoire de mettre en valeur un ensemble cohérent d'exemples positifs d'adaptation côtière au changement climatique, basés sur des solutions naturelles. Des démarches expérimentales sont conduites sur une sélection de dix sites, constituant un panel de faciès variés. Le projet propose une grille de lecture et d'analyse du contexte, ainsi que des outils de modélisation et de planification. Chaque démarche locale est menée en lien étroit avec les collectivités, les gestionnaires et les usagers concernés. Des outils permettant de

favoriser une approche partagée de la gestion côtière sont mis en œuvre : analyses historiques, approche paysagère, coconstruction et discussion de scénarios, étude des perceptions sociales...

En lien avec les autorités compétentes, chaque site est analysé du point de vue des aléas de submersion ou d'érosion. Cette connaissance est affinée au moyen de partenariats scientifiques visant à modéliser le comportement face aux événements de l'interface terre-mer (prés salés, mangrove, lido, polder agricole...). Différents scénarios peuvent ainsi être proposés.

La « mise à contribution » des écosystèmes côtiers dans une gestion souple du trait de côte entraîne des évolutions importantes, parfois des bouleversements dans leur composition, qu'il convient d'étudier et d'anticiper afin de préserver ce patrimoine et les services associés.

La comparaison des coûts de différentes options d'aménagement est l'un des éléments clés permettant d'éclairer les choix. Au-delà de ces coûts directs, les répercussions économiques des différentes solutions peuvent être nombreuses en matière de productivité des eaux littorales, d'activités agricoles ou d'attractivité touristique et il convient de les prendre en compte.

C'est bien l'articulation de ces différentes dimensions et la vision prospective associée qui permettent d'élaborer de véritables stratégies de résilience.

Régis Leymarie, Conservatoire du littoral  
délégué-adjoint, délégation Normandie  
Patrick Bazin – Conservatoire du littoral,  
directeur de la gestion patrimoniale

Dans le cas des infrastructures de transport, la démarche d'outillage de la résilience a évolué dans un sens inverse visant à la diversification des outils. En effet, la mise au point d'une méthode unifiée de diagnostic de la vulnérabilité d'un réseau au changement climatique s'est avérée un exercice complexe, confronté aux spécificités de chaque situation, aux incertitudes et aux effets systémiques. Ce constat a montré la nécessité de substituer au seul objectif d'élaboration d'une méthode de diagnostic une véritable stratégie de résilience, incluant cette méthodologie, en l'accompagnant de dispositions favorisant une participation élargie des acteurs.

Sans pour autant renoncer à l'objectif premier d'élaboration d'une méthodologie de diagnostic, les travaux menés ont conclu à l'intérêt de construire une stratégie couvrant les différents volets suivants :

- sensibilisation des acteurs à des enjeux qu'ils ne perçoivent pas toujours (valise pédagogique) ;
- gestion des données, leur diffusion aux niveaux national et européen ;
- mise à jour des guides techniques existants pour y intégrer le changement climatique ;
- catégorisation des désordres en distinguant ceux nécessitant une solution alternative (cas de l'interruption de service) et ceux permettant un fonctionnement en mode dégradé (continuité de service) [S4].

Par ailleurs, la discussion a mis en évidence l'intérêt de relier outils de gestion et documents de planification ; la segmentation conventionnelle entre ces outils est un frein à l'action.

Le principal outil utilisé pour la résilience de la vallée de la chimie est un appel à projet « l'Appel des 30 ! ». Face à une situation fortement contrainte, le parti pris a été de décloisonner le sujet pour le traiter dans une approche territoriale, fédérant les sphères publiques et privées, résolument orientée vers l'innovation. L'appel à projets est un moyen de structurer une gouvernance originale, intégrant des acteurs que l'on ne rencontre pas habituellement dans les sphères institutionnelles, potentiellement porteurs d'idées nouvelles.

À l'issue de l'appel à projets, les espaces les plus contraints par les risques (zones rouges des PPRT) ont pu offrir des possibilités productives inespérées, contribuant à la transition écologique de la métropole dans son ensemble. L'instrument « appel à projets » a joué son rôle d'effet levier pour relever un défi auquel les démarches sectorielles conventionnelles n'offraient pas de réponse satisfaisante.

# Les enseignements

---

## Les stratégies à déployer :

- S1** Intégrer la contrainte « risques » dans une stratégie globale tenant compte des politiques publiques et adaptée à la spécificité du territoire.
- S2** Combiner des démarches d'adaptation et de recomposition spatiale, en s'inscrivant dans différentes temporalités.
- S3** Choisir un (des) outil(s) pour être le (les) instrument(s) de la résilience (observatoire, ScoT, trame verte et bleue, appel à projets...).
- S4** Face aux défaillances possibles des infrastructures, viser la continuité de service à l'échelle du territoire : solutions alternatives, modes dégradés.

## Les leviers à mobiliser :

- L1** Développer le travail collaboratif public/public et public/privé. Promouvoir la convergence des acteurs, la synchronisation des projets, la mutualisation des moyens.
- L2** Ne pas craindre de mettre en place des gouvernances originales, adaptées aux situations et décalées par rapport aux cadres institutionnels.
- L3** Relier outils de planification et outils opérationnels.

## L'adaptation de l'ingénierie :

- I1** Évaluer les potentialités en matière de résilience des politiques publiques et des démarches territoriales.
- I2** Construire une connaissance partagée autour d'une gouvernance des données.
- I3** Travailler à l'anticipation par la veille et la scénarisation, en intégrant les incertitudes et les effets systémiques.
- I4** Construire des outils transversaux pour intégrer les risques dans une vision positive du territoire (développement économique, préservation de l'environnement, de la biodiversité, entretien et optimisation des infrastructures de transport...).
- I5** Combiner « high-tech » et « low-tech ».
- I6** Disséminer les connaissances, dans un objectif d'acculturation du plus grand nombre.

## CINQUIÈME PARTIE

**DÉFI D – ASSURER UNE PRISE EN CHARGE  
COORDONNÉE DES GRANDS ENJEUX**

---

## Présentation du défi D

Les territoires doivent fréquemment affronter des risques de différentes natures combinant des facteurs globaux et locaux : pics récurrents de pollution de l'air, risque endémique d'inondation, effets grandissants du changement climatique, pression (ou déprise) démographique, etc. Ces défis s'analysent en termes de santé des populations et de sécurité, comme de devenir des territoires, tant séparément qu'au travers des interactions qu'ils produisent inévitablement : par exemple, un épisode de canicule sévère va enclencher un pic aigu de pollution. Ils posent de façon critique la question d'une gestion simultanée des deux phénomènes.

Si les mesures réglementaires ou techniques de niveaux national, européen et international sont indispensables pour agir sur les sociétés et ainsi éviter le développement et la propagation des phénomènes dommageables de grande ampleur, celles-ci ne suffisent pas à les enrayer. Les territoires doivent également s'impliquer pour contenir les effets des perturbations qu'ils connaissent, dans une préoccupation de sécurité globale. La priorité est de limiter les situations de crise au cours desquelles les gestionnaires perdent momentanément le contrôle des dispositifs assurant les conditions d'habitabilité des populations et de fonctionnement des entreprises et des services.

### Les facteurs qui justifient de nouvelles approches en terme de résilience

- Le changement climatique : celui-ci est susceptible d'accroître en nombre et en intensité les événements climatiques ou hydro-météorologiques brutaux, comme les pics de chaleur, orages, inondations, tempêtes, submersions marines, etc. ; mais aussi certains phénomènes lents à effets potentiellement dommageables (montée du niveau de la mer, étiages plus sévères, érosion du littoral, fonte des glaciers, sécheresses chroniques, modification de la végétation, etc.).
- De grandes tendances mondiales difficilement maîtrisables à l'échelle métropolitaine : métropolisation, révolution numérique, impacts cumulés sur la santé de diverses nuisances, etc. ; ces tendances peuvent engendrer des vulnérabilités nouvelles.
- Des pratiques de développement business as usual qui augmentent les enjeux vulnérables : urbanisation, multiplication des réseaux et des gestionnaires, systèmes agricoles intensifs peu connectés à leur métropole, etc.

Pour anticiper des crises qui traduisent l'acuité des problèmes à traiter, les politiques locales sont appelées à instaurer des stratégies de résilience destinées à piloter une intégration effective des risques dans l'ensemble des champs d'action couvrant l'aménagement et la gestion des territoires, selon une approche transversale

reliant les champs d'activité entre eux. Il est en effet de plus en plus patent que la réponse aux grands défis nécessite le décloisonnement des activités devenues interdépendantes, tant dans leurs effets que dans leurs ressources.

C'est à l'international, en 2013, sous l'égide de la Fondation Rockefeller, que s'est formalisé pour la première fois un programme de développement de stratégies de résilience territoriale de grande ampleur : *100 Resilient cities*<sup>23</sup>. Son objectif était d'aider les villes à établir des stratégies permettant de faire face aux défis urbains du XXI<sup>e</sup> siècle, en prenant en compte les besoins et l'intérêt des populations. Les villes participantes ont été sélectionnées sur la base d'un dossier établissant leur motivation.

Le programme a apporté aux villes retenues une expertise en recherche de financements et une mise en réseau. Il a également pris en charge financièrement un poste de responsable chargé de la résilience au sein de la collectivité. Il a aussi mis en lumière l'importance de la maîtrise des risques pour une métropole qui se veut attractive à l'échelle internationale (accueil de grands projets scientifiques, par exemple).

La Fondation Rockefeller a également mis en place un réseau dédié au développement des capacités de résilience des villes asiatiques face aux changements climatiques, l'Asian Cities Climate Change Resilience Network, (ACCCRN), qui a réuni formellement le Bangladesh, l'Inde, l'Indonésie, la Thaïlande et le Vietnam sur la période 2009-2016.

En France, la ville de Paris a été pionnière pour mettre en place une stratégie de résilience qui a permis d'identifier les grands défis auxquels la capitale doit faire face et qui appellent des visions et des fonctionnements très différents de ceux du siècle dernier. Cette stratégie a établi qu'une meilleure gouvernance, à l'intérieur de chaque organisation et entre les organisations, constitue le premier levier de la résilience. C'est par la mobilisation des parties prenantes que des réponses aux grands défis peuvent être apportées, et non l'inverse. Par l'action collective, il est en effet possible, à budget constant, d'augmenter les bénéfices apportés par chaque projet.

### **Le défi posé aux métropoles consiste à intégrer le concept de résilience à toutes les échelles :**

- spatiales, de la parcelle à la métropole, en élargissant aux territoires environnants ;
- temporelles, de la planification à long terme à l'organisation de la vie quotidienne, en passant par la durée d'un mandat électoral ;
- collectives : depuis les niveaux de décision les plus élevés jusqu'à l'implication des habitants, en passant par l'appropriation par les représentants des parties prenantes ;
- des projets : pour assurer de la transversalité entre les approches sectorielles.

<sup>23</sup> Toutefois, la problématique des villes résilientes est bien plus ancienne. Voir le projet Vulnérabilité et résilience des grands ensembles urbains, piloté à partir de 1982 par le géographe canadien Ian Burton, dans le cadre du programme de l'Unesco Man and biosphere. En particulier : Lavigne J.C., Blancher Ph. Et alii, 1988, Dynamique urbaine et gestion des risques, le processus en jeu dans la communauté urbaine de Lyon, avec le financement du Plan urbain.

### **Ce défi butte sur différents obstacles, liés aux spécificités du thème des risques, de nature :**

- politique : les risques sont peu porteurs, car leur prévention est perçue comme contraignante, alors qu'ils se réalisent de façon très épisodique... ;
- culturelle : l'acculturation du « top management », et plus globalement des agents, est souvent faible sur cette thématique... ;
- organisationnelle : les moyens dédiés ou participant à la prévention des risques sont faibles. Les moyens mobilisables sont ceux relevant de directions thématiques, dans une configuration où les activités se pratiquent souvent en silo, sans véritable gouvernance transversale et sans espaces de dialogues. Par ailleurs, les pratiques de travail sont souvent contraintes (cadre des marchés publics, etc.) ;
- économique et financière : la prévention peut engendrer des surcoûts à l'échelle des projets parfois difficiles à quantifier et à justifier, même par des analyses coûts-bénéfices. Les bénéfices sont activables dans un futur hypothétique lié à la réalisation d'un aléa. Les cofinancements, justifiés par des bénéfices partagés, sont difficiles à mobiliser ;
- méthodologique : les méthodologies à employer sont récentes et encore fragiles dans leurs applications aux territoires (approches systémiques, etc.). Les référentiels techniques sont encore absents.

Le plan d'actions qui matérialise la stratégie de résilience répond à une finalité d'anticipation des crises. Il traduit ce qu'il est apparu collectivement nécessaire pour faire face aux grands défis identifiés. Les actions visent à relier les projets entre eux, à mobiliser des leviers, à mettre en place des mesures innovantes à l'interface de champs d'activité ou au sein même d'un de ces champs, sans que cette mesure ne se justifie par cette activité elle-même.

### **Comment arriver à démultiplier, en France, les stratégies de résilience des territoires et des villes ?**

La question de la mise en place de stratégies de résilience ouvre sur de multiples interrogations et notamment : Comment faire évoluer les pratiques en profondeur ? Quel type de gouvernance favoriser ? Quelle implication des citoyens ? Il convient de souligner une prise de conscience des enjeux dans l'opinion publique, depuis deux à trois ans, fragile mais croissante, sous l'effet d'événements multiples médiatisés, et par exemple :

- en 2015, la COP21 qui a permis de largement faire connaître les enjeux liés au changement climatique ;
- en 2016, la crue du Loing impactant la région parisienne ;
- en 2017, la tempête Irma, une nouvelle crue autour de Paris, les incendies les plus meurtriers de l'histoire du Portugal ;

- en 2018, les orages exceptionnels du printemps en France, les incendies inédits en Scandinavie et en Grèce, les canicules et sécheresses sévères en Europe, les ouragans majeurs Florence et Michael, coup sur coup aux USA, l'effondrement du pont de Gènes, les inondations catastrophiques dans l'Aude.

Sur le plan institutionnel, de nouveaux principes d'organisation territoriale offrent aux métropoles et aux établissements publics à fiscalité propre (EPCI) la possibilité d'interventions plus cohérentes par rapport aux « bassins de risques », des capacités d'ingénierie et de coordination plus fortes, des capacités à faire du lien entre services déconcentrés de l'État et territoires très locaux (communes, quartiers, etc.).

### **Comment se saisir de ces nouvelles opportunités pour enclencher un processus soutenu de prise en charge coordonnée des grands enjeux allant dans le sens d'une plus grande résilience ?**

Une étude de cas, La résilience des métropoles sous l'angle de leur approvisionnement alimentaire dans des conditions viables et sûres, a permis d'aborder le défi par une entrée vaste, mais spécifique, qui rapidement a montré l'imbrication des questions et conduit naturellement à adopter une approche plus globale encore à l'échelle de la métropole.



Philippe Blancher,  
*animateur*  
et l'équipe-projet

# Cas pratique 8 : l'approvisionnement alimentaire des métropoles, un exemple du besoin de coordination

## L'approvisionnement alimentaire des villes : un système en transition

Au cours du siècle dernier, le système alimentaire contemporain a connu quatre ruptures majeures correspondant à : l'intensification des modes de production agricoles ; l'industrialisation des procédés alimentaires ; l'essor de la grande distribution (70 % des achats) et le développement de la restauration hors domicile ; enfin, la massification de la demande alimentaire marchande consécutive à la croissance de l'emploi salarié.

Le système alimentaire dominant est adossé à des facilités de transport (rapidité et faible coût de l'acheminement), qui ont contribué au renforcement des spécialisations régionales à l'échelle planétaire. En conséquence, les sources géographiques des lieux de production alimentaire se sont éloignées des populations, surtout urbaines. Elles se sont aussi distancées des producteurs (multiplication des intermédiaires) et de la connaissance des modes de production. La capacité d'action du citoyen s'est trouvée réduite au choix de points de vente et de produits alimentaires parmi la gamme proposée.

Si l'on se place du point de vue de la sécurité globale des territoires, le système d'approvisionnement des villes comporte dans sa configuration actuelle des facteurs de vulnérabilité.

Tout d'abord, le fait est qu'il a traversé plusieurs crises successives : la « vache folle » (1996), la viande de bœuf falsifiée (2013), les œufs contaminés (2017). Ces crises majeures mêlent risque sanitaire et tromperie des consommateurs. Le système se révèle également très dépendant des systèmes technologiques, qu'il s'agisse des infrastructures de transport ou des infrastructures immatérielles que sont devenues les technologies de l'information et de la communication. Cette dépendance est source de fragilité face à des phénomènes tels que : mouvements sociaux, intempéries à répétition, cybermenaces... Enfin, il convient de noter une incertitude quant à la stabilité des prix à terme, par exemple dans un contexte de hausse significative des coûts des carburants.

Pour les territoires, ces vulnérabilités sont l'opportunité de réinvestir le sujet de l'approvisionnement alimentaire en faveur des productions locales ; opportunité qui converge avec de nouvelles attentes sociétales des consommateurs : qualité des produits (production bio...), origine locale, exigence éthique, fabrication de lien social, économie durable... Elle est aussi à considérer sous l'angle de l'urgence climatique et énergétique et de la nécessité de mener des politiques de transition écologique.

La législation va aussi dans ce sens : la loi alimentation, votée le 3 octobre 2018, fait obligation à la restauration collective de prévoir l’approvisionnement des cantines à hauteur de 50 % « *en produits bio, locaux ou sous signe de qualité* » à échéance 2022.

### **Les circuits alimentaires courts et/ou locaux : une alternative attractive qui soulève cependant bien des questions**

L’approvisionnement en produits locaux, et particulièrement en circuits courts, suppose un changement radical par rapport aux chaînes logistiques d’approvisionnement des villes mises en place ces dernières décennies. À titre d’exemple, au niveau de l’agglomération lyonnaise, si l’on considère les achats alimentaires des citoyens : 42 % sont liés à la restauration et 53 % aux produits transformés (principalement issus de l’agro-industrie) ; de plus, sur les 5 % restant, la part d’approvisionnement en circuits courts ne représente guère plus de 1 % (source : métropole de Lyon).

Bien qu’ayant émergé depuis plus de dix ans, ce nouveau paradigme rencontre des obstacles pour passer à l’échelle opérationnelle. Il suppose en effet une véritable mutation des métiers exercés par les exploitants agricoles, les intermédiaires de transport, les chefs de cantines, etc., ainsi que des évolutions fortes des solutions logistiques en place et aussi du comportement des consommateurs.

Les travaux de recherche récents (Allocirco, Olico-Seine) révèlent des problématiques organisationnelles au niveau des fermes, avec la nécessité de nombreuses opérations logistiques chronophages (huit heures consacrées à la livraison par semaine en moyenne). Les coûts logistiques et de transport sont peu connus et donc souvent non intégrés au prix de vente, alors que la rentabilité est variable : deux producteurs sur trois ont des coûts de livraison supérieurs à 50 % du montant des recettes issues du trajet effectué. L’impact environnemental de ces livraisons est parfois bien supérieur à celui d’une production plus lointaine, mais à la chaîne logistique parfaitement optimisée.

Les circuits courts semblent considérés principalement comme un moyen de préserver le tissu social, de garantir la vitalité des territoires et la survie des petits producteurs, ainsi mis à l’abri de la concurrence des grands groupes mondialisés. Y réussiront-ils ? Ils encouragent la coopération et la mutualisation entre producteurs. Ils créent de l’emploi, mais le renouvellement du lien producteur-consommateur est souvent idéalisé (Yuna Chiffolleau, 2010).

Les circuits courts peuvent-ils offrir à brève échéance un modèle économique autonome apte à compléter les systèmes dominants, voire réduire leur place dans un souci de meilleur équilibre, et participer ainsi de la résilience des territoires ? Ou faut-il également investir le domaine du marketing territorial pour accompagner les métiers de bouche dans leur approvisionnement ? Les fabriques artisanales,

voire les industries, n'ont-elles également pas un rôle à jouer en s'approvisionnant auprès de filières de proximité ?

Comment passer d'une activité annexe pour certains producteurs versus débouchés majoritaires pour d'autres, à un projet territorial inséré dans une approche plus stratégique, fédérant une diversité d'acteurs, avec une forte intégration des consommateurs et des spécificités locales ? Faut-il développer le système des Amap ? Des marques de territoire ?



Circuit court : transport de cagettes



Ludovic Vaillant,  
*porteur du cas pratique*

# Restitution à l'issue des échanges

Les travaux en atelier ont consisté à traiter du cas de l'approvisionnement alimentaire des agglomérations. Les discussions ont montré comment les métropoles pouvaient aborder la question de leur résilience en traitant globalement d'un enjeu majeur de ce type. Ils ont ensuite abordé la façon d'appréhender plus globalement les grands enjeux qui appelaient une stratégie de réponse coordonnée à l'échelle d'une métropole en portant une attention particulière sur la façon d'intégrer à part entière le territoire dans la réflexion, sans se limiter au périmètre administratif métropolitain.

## Sur le cas pratique de l'approvisionnement alimentaire...

### Un sujet qui s'analyse en terme de sécurité globale des métropoles

Dans le domaine de l'approvisionnement alimentaire, il est important de bien partager des mêmes notions en s'attachant à connaître ce qu'elles recouvrent effectivement. Pour le ministère de l'Agriculture, « circuit court » signifie « un seul intermédiaire » ; ce critère étant respecté, le producteur en circuit court peut résider très loin du lieu de vente et l'acheminement se faire ou non avec des « mobilités propres ». Par ailleurs, « circuit court » et « produit local » sont deux notions qui ne riment pas forcément avec « qualité » ou « produit bio ».

Ces aspects sémantiques étant précisés, la discussion porte sur la vulnérabilité du système d'approvisionnement alimentaire des grandes métropoles. Celle-ci est bien réelle. Ainsi, lors des derniers blocages des dépôts d'hydrocarbures en France (mai-juin 2016 et septembre 2017), il est apparu que des tensions sur l'alimentation se produisaient très vite, même en cas de faible blocage. Les produits les plus directement concernés sont les produits frais qui nécessitent des acheminements quotidiens. Or, il n'existe pas de plan de sauvegarde pour l'alimentation comme il en existe pour la rupture d'alimentation en eau potable. Il y a sans aucun doute une lacune à ce niveau.

Dans le département de l'Isère, les principales zones maraîchères qui alimentent l'agglomération grenobloise se situent dans la plaine du Grésivaudan, en bordure de la rivière Isère. Au titre de la gestion des inondations, elles assurent une fonction de champs d'inondation contrôlée (CIC), prévus pour être submergés lors de crues de période de retour trente ans, et ainsi protéger Grenoble. Par ailleurs, les grandes surfaces alimentaires sont aussi en zone inondable. En cas de crue importante de l'Isère, l'alimentation de la population serait donc affectée. La fonction alimentation de l'agglomération grenobloise est ainsi vulnérable aux inondations.

Plusieurs articles et ouvrages récemment publiés proposent des réflexions sur la façon de nourrir l'Europe en cas de crise majeure : quelle est son autonomie, quel est le besoin en agriculteurs ? Si l'on visait l'autonomie, selon certains experts,

un tiers de la population active devrait exercer dans l'agriculture. Des rapprochements sont faits avec les victory gardens, aux USA, développés pendant les deux guerres mondiales, ou avec la permaculture développée à Cuba en réponse au blocus des États-Unis [15]. Ces initiatives ont permis d'assurer une forme d'autonomie alimentaire au regard des restrictions de l'époque. Dans les pays du Sud, la question de la sécurité alimentaire reste souvent un enjeu vital, ce qui produit de nombreux exemples de fonctionnement résilient. Dans les pays du Nord, cet enjeu semble être effacé par un double sentiment d'abondance de la ressource et de robustesse du système, qui peut être trompeur... De ce fait, cette question n'est, à ce jour, pas première dans l'organisation de l'approvisionnement alimentaire des villes. Elle nécessiterait d'être documentée sans attendre qu'un événement majeur vienne en faire un sujet d'actualité.

Dans le contexte actuel de très forte internalisation, rapprocher les sources de production des consommateurs peut contribuer à la sécurité alimentaire des villes. C'est un levier qui semble pertinent – réduction des distances, renouvellement des liens urbains/ruraux – retour à un système spatial d'approvisionnement de type Von Thunen. Des politiques volontaristes existent en ce sens, par exemple pour faire revenir des maraîchers en périphérie des grandes villes (couveuses de maraîchers). La « toile alimentaire » est un outil développé

depuis mars 2017 par l'agglomération havraise (Codah), l'agence d'urbanisme de la région du Havre et de l'estuaire de la Seine (Aurh), la chambre d'agriculture de Seine-Maritime et l'International Urban Food Network. Cet outil permet d'appréhender le système économique alimentaire du territoire dans sa globalité, d'identifier les acteurs manquants et d'analyser les liens qui existent entre les acteurs du système alimentaire. [S1]

### **Un sujet également de développement durable**

La métropole de Lyon a engagé une politique en matière d'alimentation depuis plusieurs années. Peu à peu, la connaissance des enjeux s'améliorant, celle-ci s'est enrichie au point de couvrir de multiples aspects. Le sujet de l'alimentation s'avère en effet complexe. Il lie, dans des dimensions sanitaire, économique et sociale, les pratiques agricoles, les circuits d'approvisionnement et les habitudes alimentaires de la population.

Avec l'intégration des compétences du département<sup>24</sup>, la question sociale est devenue une composante importante des actions de la collectivité métropolitaine. Elle est venue enrichir la stratégie en matière d'alimentation. La question de la précarité alimentaire est très importante puisqu'elle concerne 30 % de la population. Elle est souvent couplée avec d'autres formes de précarité (énergétique, financière, etc.) et peut engendrer de mauvaises habitudes alimentaires

<sup>24</sup> La métropole de Lyon a été créée le 1<sup>er</sup> janvier 2015 dans le cadre de la loi Maptam. Elle reprend, sur le territoire de l'ancienne communauté urbaine de Lyon, les compétences de la communauté urbaine et du Conseil général du Rhône.

qui génèrent elles-mêmes des problèmes de santé importants (obésité, etc.).

La métropole participe au projet européen « Sustainable Food in Urban Communities », qui l'engage dans une démarche de filières plus justes. Elle a adhéré au Pacte de politique alimentaire urbaine de Milan, signé le 15 octobre 2015 lors de l'exposition universelle portant sur le thème « Nourrir la planète, énergie pour la vie ». Lyon ne s'approvisionne qu'à hauteur de 4,6 % en produits provenant de moins de 50 km de distance. À ce jour, les restaurateurs lyonnais, par exemple, n'utilisent que très peu de produits locaux ; 42 % de leurs dépenses d'achats alimentaires correspondent à des produits ultratransformés. Dans le même temps, l'agriculture périurbaine n'alimente que très peu les villes, elle est plutôt destinée à l'export. Au niveau des consommateurs, la dépense en fast-food est douze fois plus élevée que celle concernant l'achat de fruits et légumes. Le souhait est par conséquent d'aller au-delà de la définition des circuits courts en ajoutant une notion de proximité pour un certain nombre de produits qui sont, ou pourraient être, locaux.

S'il faut rééquilibrer les sources d'approvisionnement en faveur de la proximité, le « tout local » ne garantit pas la résilience. Dans les pays du Sud, des régions en situation de pénurie alimentaire grave peuvent côtoyer des régions excédentaires, sans que des transferts ne se fassent pour des raisons logistiques, politiques ou autres.

En fait, il faut favoriser la diversification des productions, des sources et modalités d'approvisionnement, des formes de consommation [S6]. La métropole travaille avec tous les acteurs, avec les différents maillons de la chaîne alimentaire. Elle entretient des relations aussi bien avec les Amap qu'avec les producteurs et transformateurs classiques [L4] pour favoriser une nourriture qui soit, le plus possible, locale, saine et accessible [S5]. Les trois axes du développement durable doivent être pris en compte de façon équilibrée.

Les efforts portent d'abord sur la restauration collective avec des objectifs ambitieux : la métropole de Lyon s'engage à servir 100 % de fruits et légumes bio dans les cantines.

L'agriculture elle-même, comme activité économique vulnérable, doit être très présente dans les préoccupations. Il faut en tenir compte comme maillon fragile dans une approche globale du système alimentaire. Faire porter trop de contraintes à l'agriculture peut accentuer ses difficultés au risque de la voir disparaître sous la forme justement recherchée d'une agriculture saine.

D'autres aspects sont à considérer. Par exemple, les synergies entre territoires, au niveau des flux. Il est nécessaire de développer des approches adaptées à chaque territoire et des liens entre territoires proches visant à la complémentarité, mais aussi à la redondance, à la solidarité [S7]. La juste rémunération des producteurs doit être recherchée aux différentes échelles : internationale, nationale et locale. Les modes

de consommation alimentaire peuvent aussi évoluer (être moins carnés par exemple). Il s'agit d'intégrer les enjeux environnementaux : changement climatique, épuisement des ressources naturelles (l'eau particulièrement). Ces changements de pratiques doivent concerner également la production des déchets et inclure à ce titre le conditionnement des produits (redonner une place aux magasins tout en vrac). Le prix et la maîtrise du foncier, surtout en périphérie des villes et des grandes agglomérations, sont un enjeu majeur. La tentation pour les élus ou les propriétaires d'urbaniser au détriment des fonctions agricoles et écologiques est forte. Sur Lyon, des dispositifs (Paen<sup>26</sup>) permettent la protection et la mise en valeur des espaces agricoles et naturels périurbains ; ils s'imposent aux plans locaux d'urbanisme.

Certains concepts anciens de cités-jardins ou de jardins collectifs sont redécouverts [15] : la production correspondante est assez faible (9 kg par famille environ dans un jardin collectif). Pour autant, ces pratiques qui favorisent les liens sociaux, sont très utiles comme support à une pédagogie sur une alimentation saine et locale. La part d'autoconsommation est importante.

D'autres démarches d'approvisionnement local se multiplient. Elles sont créatrices d'emplois et modifient aussi dans le bon sens les habitudes alimentaires. De plus, les habitants recréent du lien perdu avec l'agriculture.

Mais il faut bien prendre en compte les incertitudes et le temps nécessaire pour opérer

de telles mutations. Les avancées se feront à des rythmes différents et sans que l'on puisse toujours les organiser. D'où l'intérêt de réaliser d'abord des investissements sans regrets. Quelles que soient les trajectoires prises, économiser l'eau est vertueux.

Toute réflexion sur l'alimentation doit intégrer la question de l'agriculture et de son adaptation au changement climatique, même s'il est à ce jour difficile de trouver des réponses concrètes fédératrices.

Trop d'agriculteurs n'envisagent encore que l'intensification de l'irrigation des cultures, alors qu'il faudrait faire évoluer les pratiques, voire changer de mode de production. Des scénarios de type Afterres2050<sup>127</sup> permettent de s'inspirer de démarches ou d'initiatives qui engagent l'agriculture dans son adaptation au changement climatique. Les directions à suivre sont multiples. Ainsi, la production de protéines végétales permettrait d'évoluer vers une consommation moins carnée (à terme, la consommation de viande pourrait être réduite de 80 %). La diversification ou le changement des pratiques peuvent se faire de différentes façons : conversion au bio, emploi de techniques agroécologiques, permaculture, etc. Dans un avenir proche, le big data et l'intelligence artificielle permettront de mieux comprendre et cibler certains besoins. [14]

Ces méthodes, qui mobilisent du temps, permettent d'adapter l'agriculture au changement climatique. Elles procurent de nombreux autres bénéfices. L'agroécologie favorise la biodiversité,

26 La métropole de Lyon a été créée le 1er janvier 2015 dans le cadre de la loi Maptam. Elle reprend, sur le territoire de l'ancienne communauté urbaine de Lyon, les compétences de la communauté urbaine et du Conseil général du Rhône.

27 <https://afterres2050.solagro.org>



Participants à l'atelier du défi D

limite la pollution des sols et des nappes souterraines, etc. Elle répond à des préoccupations très présentes dans l'agglomération lyonnaise ; des actions sont prévues au niveau des champs de captage de Crépieux Charmy.

Favoriser une agriculture fondée sur des méthodes agroécologiques contribue justement à réduire la consommation d'eau et possiblement aussi la pollution de l'eau. Par de telles atteintes à la ressource, l'activité agricole peut être mise en conflit avec l'approvisionnement en eau potable, par exemple. Les thématiques de conflits entre usages (prévention des inondations, gestion de l'eau potable, utilisation agricole des terres, gestion de l'énergie) sont abordées aujourd'hui par la notion de nexus, spécialement dans les aires métropolitaines, pour signifier que ces

questions doivent être traitées conjointement et de façon coordonnée [58]. Ceci montre, une fois de plus, la nécessité d'une approche systémique de la question.

La discussion conclut à l'intérêt de mettre en œuvre sans attendre des stratégies alimentaires pour qu'elles produisent leurs effets à moyen terme, y compris sur les comportements et les modes de consommation individuels. Il est important, dès maintenant, de jouer sur l'intérêt croissant pour les questions d'alimentation et de santé et d'intégrer les apports de l'économie comportementale (nudges...) [L3]. Dans cette perspective de mutation, de nombreux exemples inspirants peuvent être empruntés aux pays du Sud.

## Discussion générale

### Retenir une acception large des risques

Au-delà de la question des stratégies alimentaires, les participants ont tout d'abord abordé une question qui leur paraissait première : vis-à-vis de quels risques la résilience des métropoles doit-elle être recherchée ? Ceux-ci diffèrent par leur nature et leurs effets. Faut-il aller jusqu'au risque d'effondrement comme le font les « collapsologues » tels Pablo Servigne<sup>28</sup> ?

La dimension systémique de la résilience incite à considérer simultanément différents types de risques pour intégrer les interactions qui ne manquent pas de se produire entre ceux-ci. La discussion sur l'alimentation a montré les différentes natures de risques : sociaux, économiques, de rupture d'alimentation des populations, etc. Or, selon le risque considéré, les réponses changent, les facteurs de résilience diffèrent, comme l'a aussi montré l'étude de cas sur l'alimentation.

Le cumul des risques pose en soi une question de résilience. Comment y faire face globalement ? Il est nécessaire d'identifier les enjeux majeurs, en terme de résilience pour le territoire ou la métropole, de développer une analyse spécifique à chacun et de travailler les interrelations [S1].

Ainsi, lorsqu'on prend en compte tous les risques, le cœur urbain grenoblois est très contraint. Les disponibilités foncières proches du centre sont des zones à risque d'inondations fluviales

(plaine alluviale) ou torrentielles, à risque de glissements de terrain (les pentes des massifs entourant Grenoble sont instables). Il faut donc s'éloigner pour aménager et accepter de générer du trafic automobile. En effet, créer un RER dans la plaine du Grésivaudan coûterait plusieurs milliards d'euros. Le paradoxe est que la pollution de l'air fait 150 victimes par an, tandis que les inondations ont provoqué un mort en un siècle. Ceci montre qu'il est indispensable de se doter d'une approche globale des risques pour assurer les bons arbitrages. Sur Grenoble, les risques d'explosion des prix du foncier, de pollution de l'air, de débordement des torrents (qui inquiètent la population) doivent être pris en compte dans la stratégie de résilience. On ne doit pas se concentrer uniquement sur ce qui convient bien aux techniciens. Il est tout aussi important de suivre les perceptions du risque par la population, comme les révèle et les analyse, chaque année, le baromètre de l'IRSN<sup>29</sup>.

### Une gouvernance à géométrie véritable mais bien réelle

Une deuxième question qui s'impose pour traiter de la résilience des métropoles est celle de la gouvernance. Un des premiers enjeux pour une métropole est de savoir dialoguer et passer des accords avec des collectivités qui agissent en dehors de son territoire ou à une échelle plus large. C'est une démarche que mène très systématiquement Le Havre Seine Métropole. Elle part de questions très « dures »,

<sup>28</sup> Se reporter à la bibliographie.

<sup>29</sup> <http://barometre.irsn.fr/>

généralement traitées en silo, comme le risque technologique. Sur des sujets aussi sensibles, si les premiers échanges sont difficiles, l'intérêt de la coopération apparaît vite manifeste (se référer au défi C qui traite des territoires industriels).

Des démarches similaires sont conduites par Grenoble-Alpes Métropole ou, de façon plus institutionnalisée, par la Métropole Nice Côte d'Azur sur des sujets comme l'accueil des migrants ou le moustique-tigre. De plus, avec la mise en place de référents de quartier, Nice répond bien à l'enjeu d'implication de la population.

Dès qu'on aborde une question de manière globale et transversale, alors qu'on pense encore ne traiter que de questions techniques, on bascule dans un domaine où le politique doit être impliqué. Tout l'enjeu porte sur la façon dont les élus vont se saisir du sujet et sur la façon de les aider à le faire du mieux possible.

Des expériences partagées, il ressort que la question de la résilience ne laisse pas indifférent. Personne n'a intérêt à mettre la question de côté. À Grenoble-Alpes-Métropole, la stratégie « Risques majeurs et résilience métropolitaine » a été votée à l'unanimité, alors même que c'était un texte engageant. La question peut être très fédératrice si l'on s'y prend bien.

Travailler la résilience permet aussi de nouer des liens qui transcendent les organisations. Au sein de Grenoble-Alpes Métropole, le service « Risques majeurs et résilience » est le seul

service à avoir carte blanche pour travailler avec les communes. Il faut chercher à développer une gouvernance élargie et reconsidérer les actions publiques à partir des contraintes afin d'augmenter la résilience [S2].

Au Havre, depuis 2001, la question des risques est confiée à un élu soucieux de l'activité économique et de l'emploi, qui assure une grande continuité dans l'action. De plus, l'agglomération a appris à bien travailler avec les services de l'État.

### **Le changement climatique : des effets systémiques sur les territoires**

Ce défi ouvre le questionnement sur les effets du changement climatique, au-delà des impacts directs liés à l'augmentation des gaz à effet de serre, pour aborder de manière systémique l'ensemble des conséquences économiques, sociales et environnementales pour un territoire. L'Ademe accompagne aujourd'hui les territoires et les entreprises à la fois dans des stratégies d'atténuation (- 2 degrés) et d'adaptation aux conséquences de ce changement climatique. Son action s'inscrit dans les objectifs du Plan national d'adaptation au changement climatique (Pnacc 2), publié début 2018, qui vise à « mieux protéger les territoires et les habitants face aux événements climatiques extrêmes et aussi à adapter les principaux secteurs de l'économie (agriculture, industrie, tourisme) aux futures conditions climatiques et à en améliorer la résilience face aux changements attendus ».

Prendre en compte les impacts du changement climatique (surchauffe urbaine, intensification des risques...), c'est intégrer une dimension plus solidaire à la transition écologique en veillant à protéger les publics les plus vulnérables.

En tant qu'expert technique, l'Ademe intervient par ses différents modes opératoires (recherche, expertise, innovation et accompagnement du passage à l'action des territoires et des entreprises) pour intégrer progressivement la problématique de l'adaptation au changement climatique dans les secteurs du bâtiment, des organisations urbaines, de la mobilité, de l'agriculture et de la sylviculture. Elle le fait en veillant à la cohérence entre l'adaptation, la protection des milieux (air, sols...) et la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Les outils de planification territoriale (mobilité, sols, climat-air-énergie...) représentent des vecteurs essentiels du déploiement de l'adaptation au changement climatique dans les territoires.

Aussi, pour mieux accompagner les porteurs de projets, l'Ademe et le Cerema mettent en place un centre de ressources sur l'adaptation au changement climatique et la résilience des territoires et des infrastructures de transport. Concrétisé sous la forme d'une plate-forme web, ce centre mettra en perspective les nombreuses ressources disponibles en les organisant selon les thématiques : aménagement, mobilité, habitat et bâtiment, risques et résilience... Le site proposera des moments d'échanges

entre acteurs des territoires ainsi que des parcours progressifs de découverte et d'approfondissement.

Natacha Monnet, Ademe

### **La résilience des territoires et celle des métropoles doivent se concevoir globalement**

Même si la question nécessite d'être documentée, le sentiment prévaut, aujourd'hui, d'une relation déséquilibrée entre le rural et la ville, au détriment du rural. La crise des « gilets jaunes », initiée à l'automne 2018, en est une illustration.

Il est certain que la question de la résilience se pose différemment selon les territoires. Si les territoires métropolitains doivent souvent affronter des problèmes de croissance dans des espaces contraints par les risques, d'autres territoires à dominante rurale ou industrielle sont fréquemment confrontés aux conséquences dommageables de la décroissance démographique. Comment abordent-ils alors la résilience ?

Mention est faite de l'association SOS maires qui travaille sur l'autonomie et la résilience des communes rurales. C'est un exemple d'outil qui participe de la résilience, même si le recours à ce type de dispositif ne devrait concerner que des cas extrêmes de collectivités démunies en terme de recours technique.

Les modèles d'aménagement basés sur des principes généralisés d'expansion ne sont de

toute façon plus d'actualité. Comment penser un avenir à population égale ou moindre ? Faudra-t-il reconstruire certains quartiers, comme on l'a fait dans les cités ou à La Faute-sur-Mer...? Les scénarios prospectifs en matière d'aménagement du territoire ne sont pas très lisibles et peuvent être contradictoires.

Il ressort des discussions que la résilience des métropoles doit de toute façon être réfléchi avec celle de leurs territoires proches. La stratégie de résilience doit viser à développer des dynamiques et coopérations gagnant-gagnant, métropoles et territoires d'influence d'une part, métropole-monde d'autre part [53]. Ainsi, même si, bien entendu, la valorisation des ressources locales et celle des circuits courts ne peuvent pas représenter la seule solution face aux risques liés aux approvisionnements urbains, cette mobilisation peut contribuer à réduire des dysfonctionnements qui sont liés au cumul d'inégalités sociales, économiques et territoriales, à la forte dépendance alimentaire des grandes agglomérations (trois jours d'autonomie pour Paris) et à la vulnérabilité des réseaux...

Un territoire peut être un recours pour un autre et inversement, selon les situations. Il faudrait travailler sur des contrats de coopération entre rural et urbain [12], autour d'objets comme l'alimentation en eau potable, la régulation des crues... mais pas seulement. La coopération pourrait être plus large et à double sens, sur des sujets à enjeux comme :

- la production d'énergies renouvelables ;
- l'économie circulaire, en particulier sur la matière organique : retour sous forme de compost de la matière organique contenue dans les aliments ;
- etc.

Il s'agit souvent de redécouvrir, en les adaptant, des pratiques très anciennes, tel le recyclage des gadoues urbaines qui a favorisé le développement de l'assolement triennal dans les espaces agricoles sous dépendance des villes des Flandres.

Plus largement, il peut être utile de s'appuyer sur des modèles non hiérarchiques de conception et d'organisation, en particulier de type réseaux neuronaux, et, dans ce cadre, de revisiter la notion de métapole [11].

### **La métapole, une notion à redécouvrir pour mieux relier métropoles et territoires**

Les travaux du séminaire ont mis en évidence le caractère sensible de la relation entre les métropoles et les territoires. Le mouvement des « gilets jaunes » a été fréquemment évoqué comme un révélateur du besoin de reconsidérer cette relation.

C'est dans ce contexte que la notion de métapole a été mise en avant dans la discussion, comme un moyen de mieux traduire la place des territoires dans la dynamique d'urbanisation.

La notion de métapole a été introduite par François Ascher en 1995. Elle n'est pas considérée comme opératoire aujourd'hui. Néanmoins, la

référence à la métropole reste intéressante, car elle invite à reconsidérer l'écosystème territorial dans sa globalité et à ne pas chercher à cliver les métropoles et leur dynamique de développement d'un côté, et les petits territoires, villes moyennes, petites centralités et territoires ruraux de l'autre. F. Ascher a défendu l'idée que le terme de métropole ne traduisait pas la réalité d'une nouvelle structuration des espaces urbanisés, au sein desquels se pratiquent au quotidien les activités économiques et sociales. En recourant au préfixe méta, il traduit le fait que la métropole inscrit son action dans un espace plus global que la ville dense, qui organise les flux de personnes, de biens ou d'informations. La métropole se décline concrètement en une métropole, différentes agglomérations et de multiples espaces urbanisés recouvrant des espaces à enjeux.

La métropole s'imbrique dans les territoires, modifie leur structure et affecte leur mode de fonctionnement. Elle recouvre un espace hétérogène, pas nécessairement contigu, dont la grande étendue est liée à l'usage de l'automobile. Dans le contexte de la transition écologique, la métropole pose la question de sa durabilité. Le mouvement des gilets jaunes a montré la fragilité sociale des populations confrontées à des besoins importants de mobilité en lien avec la concentration des fonctions urbaines au sein de la métropole.

Si la résilience est un enjeu majeur pour la métropole, c'est parce que celle-ci constitue, selon F. Ascher, le cadre dans lequel s'exercent les forces

économiques, sociales, politiques et culturelles. Le bouleversement qu'institue la métropole invite à innover dans la façon d'exercer les fonctions urbaines, comme dans la gouvernance. Les petites collectivités devraient avoir voix au chapitre aux côtés des collectivités importantes, au titre au moins du défi que soulève la question du devenir des territoires les plus vulnérables.

Les mises en réseaux qui se développent au sein des métropoles (réseaux de communication, d'entreprises, de villes), en tant que systèmes d'interdépendances, représentent en effet un avantage majeur pour ceux qui y figurent, ce que F. Ascher dénomme « *l'effet de club* ». Les territoires situés à l'écart de ces regroupements nécessitent d'être intégrés aux décisions collectives. Ils jouent en particulier un rôle de premier plan dans la mise en œuvre de la transition énergétique et écologique de la métropole.

D'après François Ascher, grand prix d'urbanisme 2009, *Métapolis* ou l'avenir des villes, 1995

Bernard Guézo, Cerema

## Modalités de travail

La résilience nécessite de décrire le système, sa dynamique de fonctionnement, ses évolutions, les perturbations qui peuvent l'affecter. Une approche holistique est nécessaire, s'inscrivant dans le temps long afin de permettre les mutations nécessaires (modes de vie, organisation du territoire, etc.) et suivant différentes échelles spatiales (jusqu'au quartier) [54]. À partir de cette

compréhension, les acteurs « parties prenantes » à la gouvernance doivent prendre conscience des enjeux et du coût de l'inaction... [S1]

Il est ensuite important de bien identifier les acteurs majeurs et leur mode d'intervention, puis de savoir les associer dans des démarches de coconstruction [L2]. Qui fait la ville aujourd'hui ? Ce sont de moins en moins les acteurs publics et de plus en plus les acteurs privés. Quels sont leurs logiques, leurs imaginaires, leurs intérêts ? Comment agir sur et avec eux ? La démarche doit bien se garder d'être uniquement descendante. Elle doit valoriser les initiatives des parties prenantes non institutionnelles (citoyens, acteurs de l'économie sociale et solidaire, entreprises) et leur permettre d'intégrer encore mieux les enjeux de résilience [L1].

Londres a adopté une stratégie d'adaptation au changement climatique révisable tous les deux ans<sup>30</sup>. Les assureurs sont intégrés à la gouvernance de cette stratégie. Ils sont en effet appelés à jouer un rôle important. Certains appellent les collectivités pour se renseigner sur leur connaissance des risques, leur démarche de prévention... La résilience peut devenir un indicateur de bonne gestion.

Des outils transversaux commencent à exister, la gouvernance doit se les approprier, les développer si nécessaire pour répondre à ses besoins. Adopter collectivement ce type de démarche permet aux acteurs de se détacher du fonctionnement en silo vers lequel chacun est naturellement tenté de revenir.

La prospective territoriale participative est un exemple d'outil qui peut être utilisé [L1]. C'est une méthode très puissante pour penser collectivement des évolutions contrastées. Elle permet d'élaborer des stratégies destinées à éviter les configurations redoutées pour orienter le plus possible vers des configurations désirées<sup>31</sup>.

Il est aussi intéressant de se référer à des travaux tels ceux d'Arthur Keller. Auteur et scénariste, celui-ci explore les possibilités offertes par le « *storytelling* » comme outil de pédagogie et de mobilisation autour des sujets de la vulnérabilité de nos sociétés et des stratégies de résilience<sup>32</sup>. Au niveau opérationnel, il est très important de bien intégrer la complémentarité/redondance entre la technique et l'organisationnel [I3].

Managing risks and increasing resilience - The Mayor's climate change adaptation strategy, octobre 2011.

Voir à titre d'exemple ce qui a pu être produit, dans un temps réduit, par les participants à l'atelier D : « Sans-Regret-sur-Rhône en 2035 : une métropole résiliente ».

Voir en particulier le dossier du n° 160 de Préventique (novembre 2018), [www.preventique.org/content/quelle-trajectoire-pour-la-transition-ecologiq](http://www.preventique.org/content/quelle-trajectoire-pour-la-transition-ecologiq)

# Les enseignements

## Les stratégies à déployer :

### Points communs

- S1** - Identifier les enjeux majeurs, en terme de résilience pour le territoire ou la métropole, développer une analyse spécifique à chacun et travailler les interrelations.
- S2** - Développer une gouvernance élargie et reconsidérer les actions publiques à partir des contraintes afin d'augmenter la résilience.
- S3** - Développer des dynamiques et coopérations gagnant-gagnant métropoles et territoires d'influence d'une part, métropole-monde d'autre part.
- S4** - Développer une approche holistique, s'inscrivant dans le temps long, afin de permettre les mutations nécessaires (modes de vie, organisation du territoire, etc.) et suivant différentes échelles spatiales (jusqu'au quartier).

### Sur le cas de l'alimentation

- S5** - Favoriser une résilience alimentaire pour tous, en priorité les publics vulnérables autour des principes d'une nourriture saine, accessible et le plus possible locale.
- S6** - Favoriser des politiques publiques incitant à la diversification des productions, des sources et modalités d'approvisionnement, des formes de consommation.
- S7** - Développer des approches adaptées à chaque territoire et des liens entre territoires proches visant à la complémentarité, mais aussi à la redondance, à la solidarité.
- S8** - Travailler sur le nexus : nourriture, eau, énergie, qualité des sols et biodiversité, éléments stratégiques dans leurs interrelations.

## Les leviers à mobiliser

### Points communs

**L1** - S'appuyer sur les méthodes de coconstruction : diagnostics partagés, prospective territoriale, travail sur les imaginaires collectifs, simulation d'événements imprévus et perturbants...

**L2** - Susciter ou valoriser les initiatives des parties prenantes non institutionnelles (citoyens, acteurs de l'économie sociale et solidaire, entreprises) et leur permettre d'intégrer encore mieux les enjeux de résilience.

### Sur le cas de l'alimentation

**L3** - Jouer sur l'intérêt croissant pour les questions d'alimentation et de santé et intégrer les apports de l'économie comportementale (nudges...).

**L4** - Travailler avec l'ensemble des acteurs de la chaîne d'approvisionnement, entre autres les restaurants, et développer les solidarités consommateurs-agriculteurs.

## L'adaptation de l'ingénierie

### Points communs

**I1** - S'appuyer sur des modèles non hiérarchiques, en particulier de type réseaux neuronaux ; dans ce cadre, revisiter la notion de métapole (François Ascher).

**I2** - Développer les outils de contractualisation de la relation ville/ campagne.

**I3** - Bien intégrer la complémentarité/redondance entre la technique et l'organisationnel.

### Sur le cas de l'alimentation

**I4** - Développer les travaux sur l'agroécologie, la permaculture, l'agriculture périurbaine, les outils de maîtrise du foncier et de la fiscalité, en y intégrant les technologies numériques (big-data, télédétection).

**I5** - Réapprendre du passé : se réapproprier les semences anciennes, bien intégrer les savoir-faire locaux, tirer des enseignements des expériences intéressantes développées lors des guerres et crises majeures (ersatz/agriculture de proximité).

# Production du défi D : interview journalistique en situation fictive de crise climatique intense survenant en 2035

## Numéro spécial – 50 ans de la revue Préventique – Septembre 2035

L'Europe et la France en particulier sortent tout juste d'un épisode de sécheresse qui a duré sept mois. Il a culminé, en juillet et août, par une canicule totalement inédite, d'une durée de 35 jours, que les médias « *optimistes* » appellent « *la canicule du siècle* ». Cet épisode de chaleur intense n'était pas attendu par les experts du climat avant la seconde moitié du XXI<sup>e</sup> siècle.

Les dommages humains, environnementaux et économiques sont considérables, dépassant de loin l'épisode de référence de 2025 : mortalité accrue chez les personnes les plus fragiles, destruction d'écosystèmes, récoltes anéanties, élevages décimés, entreprises en faillite, activité touristique perturbée, instabilité sociale...

Toutefois, certains territoires semblent avoir mieux - ou moins mal - traversé cette catastrophe. Parmi ceux-ci, la Rhodanie, avec sa métropole-centre Sans-Regret-sur-Rhône. Nous sommes allés à la rencontre des principaux responsables de ce territoire, afin de tenter de comprendre pourquoi et comment ils ont pu faire preuve d'une telle résilience.

## Au départ, une stratégie de gestion des risques et de résilience intégrée...

Si l'on en croit Madame Pervenche, directrice des risques et de la résilience au sein de la Métropole, tout a démarré il y a plusieurs années, suite à une inondation majeure survenue à l'automne 2019.

« J'étais alors une toute jeune ingénieure et l'exécutif m'a demandé de mettre en place une stratégie de résilience face aux risques naturels et technologiques auxquels le territoire était exposé. Nous avons alors réalisé, avec l'aide du Cerema, un diagnostic complet des menaces et nous avons identifié les différentes composantes d'une stratégie de résilience globale. Nous avons analysé de façon très précise toutes les interdépendances économiques, sociales et environnementales, sans nous limiter aux événements brutaux et sans les opposer aux changements progressifs. Nous avons adopté une vision prospective afin de prendre en compte les évolutions du territoire, y compris celles liées aux potentiels impacts du changement climatique, et les conséquences des différents choix que nous pouvions être amenés à faire.

Même si une sécheresse aussi grave n'avait pas été directement identifiée dans les menaces, le fait d'avoir appris depuis plusieurs années à

penser en terme de résilience nous a permis de mettre en œuvre des réponses adaptées et évolutives au fil de la grave crise que nous venons de connaître. Ainsi, nous avons su agir en lien avec les territoires environnants, avec lesquels nous sommes en partenariat.

Plus fondamentalement, cette réflexion ancienne avait permis de mettre en évidence les impasses de la situation d'origine. Par exemple, les zones les plus inondables accueillait tous les hypermarchés et les parcelles de maraîchage ; en cas d'inondation grave, l'approvisionnement alimentaire était menacé. Pour concevoir la résilience au risque inondation, nous avons mis en place des solutions pour pallier l'indisponibilité des approvisionnements alimentaires. Aucune inondation grave n'est encore survenue, mais les dispositions prises nous ont été extrêmement utiles cet été !

Nous avons également interrogé les pratiques d'étalement urbain en lien avec les besoins de transport accrus générant des problèmes de santé, de dégradation de l'environnement et des besoins d'investissements en infrastructures très importants, au détriment des ressources financières de la métropole. Toutes ces questions ont été regardées globalement. Un travail collectif a permis de dégager des marges de manœuvre sociales, techniques ou financières pour un urbanisme durable, conciliant la politique du risque avec les autres politiques publiques. Les solutions innovantes utilisées pour reconstruire la ville sur elle-même, en réduisant la vulnérabilité

du territoire, ont ainsi permis de créer des zones d'expansion des crues entre les îlots urbains. Nous y avons développé des jardins. Implantés sur un sol plus humide, ceux-ci ont mieux toléré la sécheresse. Ils ont permis à des familles (souvent défavorisées) de continuer à se nourrir convenablement malgré l'augmentation des prix due à la sécheresse. Ce renouvellement urbain a été possible en redynamisant des territoires éloignés et déshérités (transfert d'emplois et de résidents). »

### **... qui place la résilience au cœur de la stratégie de la métropole**

Président de la métropole de Sans-Regret-sur-Rhône depuis 2020, Monsieur Rossignol avoue qu'il a été très surpris quand il a découvert que dans la stratégie de gestion des risques et de résilience, on parlait de tout.

« Soucieux de leurs prérogatives, plusieurs vice-présidents ont commencé à s'alarmer. Mais nous avons pris le temps de confronter les points de vue et d'expliquer ce que recouvrait ce concept de résilience et pourquoi il impactait l'ensemble des politiques publiques. Et surtout, nous avons compris que c'était un concept dynamique qui amenait à repenser les trajectoires d'évolution du territoire, notamment dans ses interrelations ville-campagne. Enfin, cette démarche rejoignait des préoccupations exprimées par les électeurs, en particulier le changement climatique et la biodiversité, et des engagements de campagne qu'il allait falloir traduire en actions. »

Les premières démarches ont été engagées, en particulier autour de l'alimentation. À partir de là, comme l'explique Monsieur Rossignol :

« Nous avons pris conscience, à cette époque, qu'en grandissant, notre métropole devenait à la fois plus vulnérable et moins résiliente tant aux stress environnementaux croissants, qu'aux événements naturels et technologiques majeurs, ainsi qu'à la raréfaction des ressources financières. À partir de l'expérience réussie d'implantation d'une production maraîchère en ville et autour de la ville, pour alimenter les habitants en circuits courts, nous avons cherché à développer davantage encore les relations ville-campagne en allant beaucoup plus loin dans notre territoire d'influence. C'était innovant, ça allait à l'encontre de toutes les politiques publiques d'alors en faveur du renforcement des métropoles régionales. Nous nous sommes rendus en Afrique, au Maroc et au Sénégal, pour étudier comment les villes échangeaient avec leurs campagnes environnantes. Des chercheurs travaillant une approche en terme de métabolisme urbain fondée sur l'analyse des échanges de flux de toutes natures, nous ont accompagnés. De retour, nous avons contacté l'ensemble des départements et intercommunalités de notre zone d'influence, avec l'idée de ne pas nous limiter au sujet de l'alimentation. »

### **Une démarche de coconstruction exemplaire**

Madame La Chouette, comme vice-présidente en charge de la résilience et des solidarités entre territoires, vous avez dû mettre en œuvre cette démarche.

« Oui, avec trois maîtres-mots : la participation, la vision à long terme, l'expérimentation sans attendre. Nous avons engagé un dialogue soutenu avec les élus municipaux, la population de la métropole, les acteurs socio-économiques, sans oublier les assureurs, les associations, les services de l'État... Des démarches similaires ont été menées dans les territoires ruraux et périurbains qui ont adhéré à la démarche. Et nous nous sommes réunis tous les trimestres, pendant trois à quatre ans, pour faire le point et coordonner nos approches. Cela a pris pratiquement tout un mandat, mais nous n'avons pas attendu la fin pour faire évoluer les pratiques et lancer des expérimentations. »

### **Et vous avez été réélu.e.s !**

« Oui, car, pour les habitants, nous portions leur projet. Avec leur soutien, nous avons engagé, lors de notre deuxième mandat, la partie la plus ambitieuse : les incitations et actions pour une meilleure répartition de la population et des services sur l'ensemble du territoire. Il a fallu travailler avec toutes les entreprises ; les acteurs de la planification pour mieux intégrer les risques dans l'aménagement ; les promoteurs immobiliers pour les convaincre - cela n'a pas été facile - d'investir dans les campagnes, et

que densification et étalement urbain étaient révolus ; avec les opérateurs de réseaux pour accompagner la décroissance de la ville et la croissance des villages... Vous imaginez qu'aujourd'hui une telle démarche n'est possible qu'avec une organisation optimale de la mobilité et des échanges (physiques et électroniques). Cela a nécessité des infrastructures nouvelles, mais plus encore de faire travailler tous les opérateurs ensemble. À partir de là, les entreprises ont accepté de se délocaliser ou de favoriser le télétravail.

Cet été, la meilleure répartition de la population et des activités sur le territoire a favorisé la gestion de la crise. Par exemple, nous avons pu, sans difficulté majeure, déplacer les personnes les plus fragiles dans des communes d'altitude où la température était plus basse, surtout la nuit. »

[Monsieur Renard, comme maire et président de la communauté de communes des Monts Perdus, vous avez très vite adhéré à la démarche proposée par la métropole de Sans-Regret-sur-Rhône.](#)

« Je vous avoue qu'au début je me suis méfié. Quand les responsables des grandes villes comme ça viennent vous voir, ils ont souvent une idée derrière la tête et ils vous expliquent ce que vous devez faire. Ils avaient bien une idée derrière la tête avec leur histoire de résilience, mais ils ont commencé par nous écouter, en essayant de comprendre nos difficultés et nos projets. Et surtout, ils avaient une réelle volonté de cesser d'être le grand aspirateur des populations, des

entreprises, des équipements et des services. Et là, nous nous sommes pleinement engagés. Nous avons déjà dû nous organiser, nous former dans de nombreux domaines et innover face à la désertification de notre territoire. Mais là, de nouveaux moyens nous ont permis de mettre en œuvre nos actions et surtout de lancer une nouvelle dynamique plus positive. »

[Madame Fennec, vous présidez la « Conférence citoyenne pour une Rhodanie résiliente ». Vous avez été l'une des premières habitantes à vous mobiliser fortement dans la démarche pour un territoire résilient. Qu'est-ce qui vous a motivée ?](#)

« J'étais la présidente du Club "Action climat" de mon lycée, dans la banlieue de Sans-Regret-sur-Rhône. Nous avons organisé plusieurs grèves pour le climat. Au départ, je me suis dit que j'apprendrais des choses, même si je ne pensais pas que nous aurions une réelle influence. Mais, rapidement, j'ai vu que la démarche de résilience était sérieuse. Il y avait un budget et des moyens permettant de mener des investigations et de mobiliser les habitants. Dès que nous avons avancé des propositions concrètes, on nous a proposé de les travailler avec les techniciens de la métropole et des associations compétentes, puis de les expérimenter. Ça partait dans tous les sens. Nous sommes en zone à risque industriel, nous avons été associés à un exercice de gestion de crise et nos suggestions pour mieux sensibiliser les habitants, organiser l'évacuation ou le confinement ont réellement été travaillées pour les rendre opérationnelles. Nous avons

pu faire une enquête dans le quartier pour déterminer quels arbres et arbustes planter et où ; à ce propos, des habitants m'ont remerciée lors de la canicule de cet été lorsque nous nous retrouvions le soir sur la place ombragée du quartier de mes parents. Nous avons mis en place une monnaie locale. Tout cela était très sérieux, mais aussi très convivial.

Et puis, il y a eu les rencontres régionales de réflexion prospective sur la Rodhanie dans vingt ans. J'ai pu échanger avec les jeunes des communes rurales engagées dans la démarche. Après mes études en écologie, je suis venue habiter sur le plateau des Alouettes à 150 km de ma banlieue ! »

#### Monsieur Rossignol, votre conclusion !

« Tout n'a pas été parfait lors de la crise que nous venons de traverser. De nombreuses leçons sont à tirer du retour d'expérience participatif que nous avons lancé, mais preuve a été faite que nous allions dans la bonne direction, celle de la solidarité : solidarité écologique, entre quartiers, entre centres et périphéries, entre territoires, mais aussi au niveau mondial. Notre coopération décentralisée est de plus en plus concrète et pertinente. »



SIXIÈME PARTIE

# **REGARDS TRANSVERSES**

---

# Agir aujourd'hui pour donner leur place aux arbres et aux forêts urbaines dans les villes du XXI<sup>e</sup> siècle

Après une période de désintérêt pour les arbres et de réduction de leur place au cours de la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle, en particulier pendant « les Trente Glorieuses » de l'après-guerre, caractérisées par une urbanisation effrénée et des aménagements de voiries en faveur des automobiles dans les centres des villes, les arbres sont de plus en plus considérés comme une composante importante, voire essentielle, des villes du XXI<sup>e</sup> siècle.

Les arbres sont des êtres vivants, qui présentent, au cours des saisons, des variations liées aux processus de reproduction (floraison, fructification, puis dissémination des graines et des fruits). Les espèces caducifoliées (à feuilles caduques) connaissent également de spectaculaires changements de feuillage, avec des modifications des couleurs, se traduisant par une évolution des paysages urbains créés, tout au long de l'année.

Les arbres constituent aussi les éléments structurants d'écosystèmes urbains complexes, constitués d'espèces végétales et animales domestiques, exotiques et indigènes, qui interagissent entre elles. La richesse de la flore ligneuse mondiale doit permettre de constituer, même dans les zones tempérées, des écosystèmes arborés variés dans leur composition dendrologique<sup>33</sup> et adaptés aux conditions climatiques actuelles et futures.

L'Open Data de la ville de Paris fait ainsi état de plus de 190 espèces d'arbres présentes dans les espaces publics de la capitale.

Depuis quelques décennies, la prise en compte plus importante de l'intérêt des arbres dans les villes est liée à la reconnaissance des services écosystémiques qu'ils rendent : fixation de polluants et donc amélioration de la qualité de l'air, séquestration du carbone, soit lutte contre le réchauffement climatique, rafraîchissement de la température, et par là adaptation au changement climatique. Dans le contexte actuel des changements globaux et d'effondrement de la biodiversité, leur fonction de support de biodiversité et leur contribution à la santé humaine et au bien-être des populations citadines participent également au large plébiscite des arbres par la plupart des citoyens.

Des outils d'évaluation de ces services écosystémiques, mais aussi des « disservices » (services, effets négatifs) ou des contraintes (comme l'émission de pollens allergènes, ainsi que celle de composés volatils solubles, qui, combinés aux oxydes d'azote issus de la combustion des hydrocarbures par les moteurs des véhicules, produisent de l'ozone, gaz nocif pour l'homme) sont actuellement développés. Ils doivent permettre de sélectionner l'espèce ou les espèces les mieux adaptées à chaque contexte urbain et aux services que l'on veut

<sup>33</sup> Essences présentes.  
La dendrologie est l'étude des arbres (dendron en grec) : leurs description, distribution géographique, écologie, pathologie, intérêts...



prioriser. La mise au point par le Cerema, en partenariat avec la ville de Metz et la communauté d'agglomération de Metz Métropole, de l'outil Sesame (services écosystémiques rendus par les arbres, modulés selon l'essence), outil d'aide à la décision pour le choix des essences adaptées, apparaît ainsi comme un élément majeur pour permettre l'utilisation des espèces les mieux appropriées à chaque situation.

Cette place de l'arbre doit être assurée à plusieurs échelles. Afin qu'ils puissent assurer les fonctions recherchées, c'est d'abord au niveau de l'aménagement urbain qu'il convient de changer de paradigme et de ne plus considérer les arbres et arbustes comme des éléments accessoires inertes relevant du « mobilier urbain », mais comme des êtres vivants centraux dans l'aménagement, ayant des besoins physiologiques et nutritionnels spécifiques ; en particulier, un volume de sol nécessaire à leur bon ancrage racinaire et leur alimentation en eau, ainsi qu'un espace aérien approprié pour le développement de leur frondaison. C'est ensuite au niveau de la ville qu'il faut prévoir une place suffisante pour des ensembles d'arbres pouvant constituer des « forêts urbaines », établissant des connexions

écologiques (trames vertes) et offrant des lieux de détente et de ressourcement, de plus en plus plébiscités par les populations urbaines.

L'une des contraintes majeures des politiques en faveur des arbres est le délai nécessaire à la pleine expression de leurs services écosystémiques, qui est de l'ordre de plusieurs dizaines d'années. Les arbres plantés en 2020 ne procureront l'optimum de leurs services et bienfaits qu'au bout de trente à quarante années. C'est donc dès maintenant, en 2020, qu'il faut planter les arbres qui rafraîchiront un peu nos centres-villes et procureront du bien-être aux populations citadines lors des canicules, qui seront bien plus fréquentes et plus fortes, dès la seconde moitié du XXI<sup>e</sup> siècle !



Serge Muller,  
Muséum national  
d'histoire naturelle,  
Institut de systématique,  
évolution, biodiversité  
(UMR 7205)

## Synthèse scientifique

Le cadre général de la problématique de sécurité globale et résilience des territoires est celui de la complexification croissante des territoires qui, d'un côté, de par le fonctionnement de ces derniers, démultiplie des risques potentiellement imparables ou susceptibles de déborder les mesures d'intervention, et de l'autre, force les sociétés à envisager des stratégies adaptatives de survie puis de remise en fonction.

En temps normal, dans le système de production et de gestion courantes du territoire, les fonctions vitales (production, échanges, habitation...) s'opèrent selon des réseaux de liens matériels (infrastructures routières, réseaux techniques par exemple) ou immatériels (offre/demande, organisation, information par exemple). L'enjeu dans une démarche de résilience est de saisir cette structure réticulaire à multiples niveaux et interconnexions (notion de réseau de réseaux (Zhang et al., 2014), qui, en cas d'événement dommageable, propage et démultiplie des interférences. En fait, les risques de désastres sont en grande partie engendrés sur la durée par les choix de fonctionnement des peuplements en période normale (Wisner et al, 2004, notamment). Il est donc essentiel, pour essayer d'anticiper les désastres, de recourir le plus possible à l'analyse de ces choix. Au départ, il s'agit de considérer des phénomènes aux logiques de fonctionnement indépendantes (réseaux d'eau, circuit de distribution économique, etc.) qui, en cas d'événement, sont susceptibles d'entrer en contact et d'induire une cascade

de conséquences néfastes, de type réaction en chaîne, et ceci à différentes échelles spatio-temporelles.

Dans ce contexte, développer des approches systémiques, globales et coopératives, plaçant le territoire, son identité, sa structure, son fonctionnement et celui de ses acteurs au cœur de l'analyse, constitue un défi majeur. C'est en ce sens qu'ont été développés les travaux d'Ercole et Metzger (2009) sur Quito, ou de Hardy (2013) sur La Paz El Alto, en cherchant à identifier les enjeux majeurs d'un territoire. Il s'agit de ceux dont la perte serait particulièrement préjudiciable en cas de désastre, car elle accentuerait alors ce dernier. L'identification de ces enjeux territoriaux, comme de leur vulnérabilité, permet d'orienter les choix des politiques de prévention.

La capacité d'analyse et de compréhension fine des indicateurs de résilience et leur suivi dans le temps constituent un impératif : capacité d'adaptation en fonction des contraintes spatiales et fonctionnelles, interconnexions et interdépendances entre réseaux de natures diverses (techniques, économiques, sociaux et environnementaux). Ce type de démarche peut également porter sur les potentialités du territoire pour faire face à une crise ou servir d'appui à une organisation territoriale résiliente (réaffectation des espaces et des ressources, accessibilité...), ainsi que la capacité à mobiliser les potentialités y compris par la population. Dans ce registre, la résilience interroge aussi la « capacité », à savoir la liberté de fonctionner de chaque individu (se déplacer, habiter...) à partir de l'ensemble des

fonctionnements potentiels qu'il peut réaliser (Orfeuil et Ripoll, 2016). Des méthodes et outils se développent dans le domaine de la recherche (modélisation physique/fonctionnelle des réseaux, modélisation spatiale SIG, modélisation des systèmes complexes dynamiques), mais ils demandent à être davantage articulés dans une démarche d'analyse territoriale et d'aide à la décision (Lhomme et al, 2013 ; Propeck-Zimmermann et al., 2018).

Une démarche cherchant à allier concertation entre acteurs, expertise pluridisciplinaire, retours d'expérience de toutes les parties prenantes est une nécessité structurelle pour pénétrer la complexité, établir un diagnostic pertinent et partagé par tous et rechercher les solutions qui intègrent dans leur conception leurs propres limites.

Si le principe d'une telle démarche est admis et défendu par de multiples institutions notamment internationales, académiques ou non, les tout aussi nombreuses mises en œuvre de ce principe amènent à insister sur la précarité des solutions trouvées. Dans le domaine académique, la profusion d'approches comme de notions, tout comme des réflexions attirant l'attention sur la précarité de ces solutions, démontre qu'à peine sont-elles défendues qu'elles sont tout autant contestées. Certaines sont très connues : développement durable, gouvernance, résilience, anthropocène... D'autres moins : panarchie, nexus. Une telle situation se retrouve sur le versant gestionnaire et politique. Pour Myriam

Revault d'Allonnes (1999), il est question du « *dépérissement du politique* ».

Les questions de visées stratégiques ont été abordées à de très nombreuses reprises en particulier au niveau international par l'Unisdr (2015), avec le rapport GAR 2015. Des outils de gestion à finalité intégrative existent, prenant la forme de systèmes de gestion de la connaissance (Renaud et al, 2013). À l'échelle nationale, il suffit de citer l'Observatoire national des risques naturels (ONRN) que pilote la MRN. Enfin, des outils et méthodes académiques ambitionnant l'intégration des différents acteurs à différentes échelles ont été proposés. On peut citer, entre autres, les approches de type socioécologique, même si elles sont fréquemment dénoncées comme réductrices par des recherches en sociologie.

Ces avancées ont-elles eu autant d'effet qu'on aurait pu en attendre sur les politiques publiques ou les modes de gestion des risques ? Les sociétés et leurs acteurs, y compris dans les pays développés, s'en trouvent-ils mieux instrumentés pour agir et réagir face aux risques de tous ordres auxquels ils ne cessent de s'exposer davantage d'année en année ? Rien n'est moins sûr et de nombreux exemples récents distribués à travers la planète en attestent. Les bilans des politiques de prévention des désastres insistent tous bien plus sur les limites que sur la capacité, pourtant démontrable, à prévenir (Pigeon & Rebotier, 2016).

Sur le plan de la gouvernance, les limites sont également pointées, surtout dès lors qu'il s'agit d'intégrer plus étroitement les citoyens aux prises de décision concernant les politiques de prévention des risques de désastres. Ce point est pourtant essentiel : les citoyens sont les premiers acteurs, à l'échelle locale, concernés lors des événements. Et ce point se retrouve quelles que soient les structures fondamentales des pays : les États-Unis, pourtant dotés d'une structure fédérale dont on pourrait penser qu'elle valoriserait les prises de décision locales les plus autonomes possibles, n'échappent pas aux politiques présentées comme top-down (Comby, 2015).

Comment faire pour combiner le fonctionnement institutionnel en silo (à la fois sur le plan académique et politico-administratif) et la nécessité d'arbitrages multiacteurs comme de lectures supradisciplinaires ? Cette question est considérée comme essentielle par la recherche académique sur la prévention des désastres, mais elle se heurte aux problèmes à la fois institutionnels et épistémologiques que rencontre tout effort pluridisciplinaire, et encore plus, transdisciplinaire (Gall et al, 2009). De tels obstacles expliquent la lenteur avec laquelle se réduisent des écarts entre ce qui est attendu des politiques comme des recherches académiques et ce qui est obtenu. En ce sens, l'évolution est bien plus de type incrémentale qu'en rupture avec les approches antérieures. Certaines approches, comme celles développées par les chercheurs du

groupe résilience alliance, démontrent cependant que les évolutions incrémentales signalent la préparation involontaire des désastres, « *et même parfois, des catastrophes* ». Dans cette optique, le désastre désigne une mesure possible des dommages enregistrés lors d'événements de fréquence rare sur un pas de temps et à une échelle donnée, tandis que la catastrophe désigne un changement de la structure fondamentale d'un système de peuplement » (Gunderson & Holling, 2002).

Pour autant, le colloque a fait ressortir des éléments et questions clés sur lesquels il est possible de s'appuyer, en particulier avec l'exemple du couloir de la chimie. La gestion du risque technologique est intégrée à la gestion de la transition énergétique, en mobilisant plusieurs types d'acteurs à plusieurs échelles.

Un autre point majeur de réflexion est la positivation du risque : comment faire pour que la contrainte que représente tout risque puisse aussi être envisagée comme une ressource ? Comment faire pour que la reconsidération d'un peuplement antérieur et de son organisation, logiquement nécessaire s'il est question de prévention des risques de désastres, n'entre pas en conflit avec les solutions de consensus politiques qui ont contribué à structurer ces peuplements ? Ces dernières contribuent à comprendre le désastre, mais il est politiquement peu acceptable qu'elles soient remises en cause au nom de la prévention du même type de désastre.

En ce sens, on peut poser la problématique territoriale du risque et in fine celle de la résilience comme un système complexe spatialisé à trois composantes qu'une société tente de maintenir en équilibre : un système d'opportunités (ressources, aménités, foncier, main d'œuvre...) qu'il s'agit de valoriser, un système de contraintes (distance, coûts...) à surmonter pour réaliser cette valorisation, et enfin, issu de l'interface des deux précédents, un système de risques à consentir pour y parvenir (dans le domaine Transport - mobilité/ risques routiers, par exemple).

Une solution, forcément partielle, ne serait-elle pas pragmatique, telle qu'abordée lors du colloque ?

La notion de résilience est clairement reconnue comme polysémique, et même vue comme contradictoire au sein de certains groupes de chercheurs. Ce qui est logique si la résilience désigne la capacité d'un système à conserver ses structures fondamentales en cas de perturbation. La prévention souhaitée d'un désastre, par exemple en recourant à des protections structurelles (épis, paravalanches...), mais sans nécessairement intégrer à l'urbanisation les limites de ces mesures pourtant utiles à court terme, peut involontairement favoriser un désastre. C'est d'ailleurs ce que formalise l'expression de « risque digue ». Ce type de raisonnement est particulièrement développé par les chercheurs qui travaillent sur les systèmes socioécologiques, précurseurs des pensées sur l'anthropocène.

Face à de telles identifications de complexités, la recherche de résilience ne viserait-elle pas le fonctionnement en mode dégradé, tout en maintenant les structures fondamentales de peuplement ? On retrouve le paradoxe de base : nécessité d'agir et de réfléchir, tout en cherchant à intégrer le plus possible les limites des actions et des réflexions, face aux défis que présentent les formes de complexités.



Patrick Pigeon,  
professeur à l'université de Savoie-Mont-Blanc,  
laboratoire Edytem, CNRS

Éliane Propeck-Zimmermann,  
professeure à l'université de Strasbourg,  
laboratoire Image, Ville, Environnement, CNRS

# Ingénierie et résilience

Résilience et ingénierie sont deux termes que le domaine de la gestion des risques oppose souvent. En tant qu'approche holistique, la résilience questionne les pratiques des dernières décennies<sup>34</sup>, fréquemment décrites comme trop sectorielles, aléas centrés ou encore technocentrés : endiguements, artificialisation des bassins versants, calibration des cours d'eau, développement des espaces climatisés amplifiant les îlots de chaleur urbains par rejets extérieurs, dépendance des services à des technologies vulnérables, etc.

Les catastrophes de La Nouvelle-Orléans en 2005 et de Fukushima en 2011 sont emblématiques de cette situation, dans la mesure où elles sont en partie le résultat d'une prévention centrée sur des dispositifs de protection certes élaborés, mais, par définition, aléas centrés et le plus souvent trop sectoriels. Dispositifs techniques qui de surcroît se sont révélés défaillants.

La résilience<sup>35</sup> des territoires et les démarches qui s'en réclament tendent à mettre en avant des approches systémiques, plus intégratrices des échelles de temps et d'espace. Cette vision globale implique de relier les spécialités techniques. Pour ce faire, la plupart des démarches proposant la coconstruction de stratégies ou d'actions s'appuient bien souvent sur des outils qualitatifs, parfois schématiques, favorisant une mise en commun des analyses et des points de vue. Les productions ou travaux suivants peuvent être cités :

- batterie d'indicateurs, principalement statistiques pour l'Outil de renforcement de la résilience urbaine (Fournière, 2019) de ONU Habitat (City Resilience Profiling Tool, CRPT en anglais) ;
- outils de représentation de l'architecte paysagiste dans le cadre de l'atelier national Territoires en mutation exposés aux risques (Bonnet, 2015) ;
- graphes pour l'analyse des interconnexions entre infrastructures et services urbains<sup>36</sup> ;
- ateliers pour la mise en œuvre de la méthodologie Arup, déployée par le réseau 100 villes résilientes<sup>37</sup> ;
- groupes de travail pluridisciplinaires dans le cadre des stratégies locales de gestion du risque inondation (SLGRI).

Les différents ateliers qui se sont tenus au cours de ce séminaire ont permis à la fois de confirmer les besoins de transversalité, mais également la nécessité d'excellence dans une grande variété de domaines d'ingénierie.

Ainsi, l'atelier du « défi A », *Sécurité des territoires eu égard aux défaillances des systèmes techniques*, a permis de présenter les apports d'ateliers collaboratifs faisant travailler ensemble les différents gestionnaires de réseaux. Une première étape indispensable permet d'évaluer la connaissance qu'ont les gestionnaires, d'une part de leurs propres vulnérabilités, d'autre part des technologies adaptées à la réduction de ces vulnérabilités. Les domaines d'ingénierie propres à chaque service (génies civil, électrique,

<sup>34</sup> Vuillet 2015

<sup>35</sup> Cariolet, 2019

<sup>36</sup> <http://www.resin-cities.eu/home/> ; <http://www.rescuee.eu/rescuee-project> ; Fontanals, 2019

<sup>37</sup> <http://www.100resilientcities.org/#> ; Ville de Paris, 2017

hydraulique, télécom...) demeurent ici l'élément incontournable pour l'amélioration de leur résilience. Ce type de démarche ouvre en outre, deuxième étape, sur la définition de référentiels, langages et formalismes communs, permettant aux ingénieurs, en charge des différents réseaux, d'étudier efficacement les vulnérabilités découlant de leurs interdépendances.

Ce défi a également pointé le besoin pour l'ingénierie de se mettre en phase avec les attentes des populations, confrontées à des dysfonctionnements de réseaux. C'est le cas dans différentes situations, qu'il s'agisse de l'île de Saint-Martin (cyclone Irma), de la région parisienne (inondation majeure) ou de la vallée de la Grave en Isère (glissement du Chambon). Dans ce dernier exemple, qui a souligné les progrès importants à faire en matière de résilience du territoire, le haut degré de spécialisation des ingénieurs a néanmoins permis :

- 1/ de prendre les dispositions nécessaires en terme de réduction de la hauteur d'eau de la retenue, évitant ainsi lorsque le glissement de terrain s'est produit une vague destructrice, telle qu'on a pu en voir lors de l'accident du Vajont (1 900 victimes, Italie, 1963) ;
- 2/ de réaliser l'étude et la construction, en seulement quelques mois, d'une route bis provisoire sur le versant opposé ;
- 3/ de réouvrir, deux ans après sa fermeture, la route principale après creusement d'un nouveau tunnel.



Le « défi B », *Faire de la nature une composante majeure de l'aménagement urbain résilient*, a mis en évidence la grande quantité de connaissances devant être maîtrisées par les professionnels (services des villes, aménageurs, paysagistes) pour faire de l'arbre en ville - ou de la foresterie urbaine - un outil de résilience : services rendus par les différentes essences, extrêmement variables, contraintes, conditions d'épanouissement et de viabilité, etc.

Est apparu un besoin important de spécialistes en génie écologique, et, selon les cas, en génie hydraulique, en génie végétal ; spécialistes susceptibles de travailler à l'interface entre les domaines et les objets urbains complexes que représentent les voiries, espaces publics, infrastructures et bâtiments, en lien par conséquent avec d'autres spécialistes du génie civil, de l'urbanisme, de la sociologie, etc.

A également été identifié un fort besoin de partage et de constitution de retours d'expérience. Le « défi C », *Intégrer les risques dans l'aménagement des territoires et des infrastructures*, a principalement abordé les liens entre connaissances techniques, acteurs, usagers et gouvernance des territoires.

Le cas des territoires industriels met en exergue la nécessité d'allier connaissances techniques, perspectives économiques, scénarios pour les activités structurantes et horizon politique. Le territoire littoral de Semarang, très contraint, invite à combiner la mise en œuvre de solutions classiques (endiguements, terrassements), avec de nouvelles modalités de formalisation des connaissances techniques accessibles aux non-techniciens. Les aménageurs et décideurs doivent s'en saisir pour définir des politiques intégrant, autant que possible de façon systémique, les fonctions des territoires. Le cas des infrastructures routières face au changement climatique a montré la nécessité d'une gestion des données plus avancée, permettant des partages au niveau européen, une meilleure intégration des changements climatiques dans les guides techniques et une meilleure description de l'impact des désordres sur les chaussées : interruption de service ou mode dégradé.

Le « défi D », *Assurer une prise en charge coordonnée des grands enjeux*, a d'abord abordé la question de l'approvisionnement alimentaire des villes et métropoles, exposé à des risques systémiques dus à la dépendance des villes envers les grands flux du commerce

international. Deux nécessités d'adaptation se dessinent pour l'ingénierie : mieux intégrer les effets systémiques de l'approvisionnement des villes, anticiper et mettre en œuvre les modes de culture adaptés aux besoins et aux climats futurs. La discussion a permis d'élargir la réflexion, au-delà de la question de l'alimentation, en gardant comme axe privilégié le besoin de développer des dynamiques et coopérations gagnant-gagnant métropoles et territoires d'influence (ruraux en particulier) et des solidarités internes aux métropoles. L'ingénierie a un rôle important à jouer en fournissant les outils de communication (transports et déplacements, technologies de l'information et de la communication) au service de ces échanges ou dans la mise au point de techniques décentralisées, dans le domaine de l'énergie, par exemple. Démarches qui doivent jouer au maximum de la complémentarité/redondance entre la technique et l'organisationnel.

Les ateliers ont permis d'identifier, sur le volet ingénierie, les besoins d'adaptation suivants :

1. conserver un niveau d'excellence dans les disciplines relatives aux aléas et enjeux connus ;
2. impliquer une plus grande diversité de spécialités, incluant plus de génie écologique, de génie végétal, de recours aux matériaux biosourcés ;
3. définir des référentiels, langages, systèmes de représentation communs, aptes à mieux identifier et prendre en compte les effets systémiques susceptibles de se produire sur les territoires ;

4. développer une forme de méta-ingénierie, à même d'être à l'interface, de produire des modèles ou des schémas de représentation permettant de faire dialoguer de façon pertinente les différents domaines de spécialité ;
5. mettre en œuvre une meilleure vulgarisation des connaissances techniques permettant de renforcer leur interprétation et mobilisation par les différents acteurs du territoire.



Marc Vuillet,  
responsable du pôle  
d'enseignement  
Construction résiliente  
Axe de recherche risque/  
résilience urbaine  
École des ingénieurs  
de la ville de Paris

## De la vulnérabilité à la sécurité globale, par la résilience

La résilience est un thème en apparence nouveau. À l'origine, en métallurgie, la résilience désigne une qualité des matériaux qui tient à la fois de l'élasticité et de la fragilité, et qui se manifeste par leur capacité à retrouver leur état initial à la suite d'un choc ou d'une pression continue. Le mot fait florès. En psychologie, elle consiste, pour un individu affecté par un traumatisme, à prendre acte pour ne plus avoir à vivre dans la dépression et se reconstruire. La résilience serait rendue possible grâce à la structuration de la personnalité, par la réflexion, ou la parole, plus rarement par l'encadrement médical d'une thérapie.

La résilience d'une économie est sa capacité à surmonter rapidement des chocs et perturbations économiques. La résilience écologique est la capacité d'un écosystème, d'un habitat, d'une population ou d'une espèce à retrouver un fonctionnement et un développement normaux après avoir subi une perturbation importante. La dégradation d'un écosystème réduit sa résilience. L'agrégation des nuances permet d'aboutir à un concept globalisant : la résilience des territoires. Dans nos administrations, la résilience a été définie dans le Livre blanc sur la Défense de juin 2008 comme la volonté et la capacité à résister aux conséquences d'une agression ou d'une catastrophe majeures, puis à rétablir rapidement la capacité des institutions, de la société et de la vie économique, à fonctionner normalement, ou à tout le moins dans un mode socialement acceptable.

Mais ces préoccupations dans nos métiers sont bien plus anciennes. Le chemin de fer, l'industrie et les bâtiments ont vu se développer dès le XIX<sup>e</sup> siècle une culture de la sécurité forte, renforcée en permanence par les retours d'expérience.

Mais avec la résilience, il faut aller un cran au-delà. La résilience renvoie au systémique par opposition au sectoriel et doit se concevoir à l'échelle globale en raison des interdépendances, notamment des réseaux qui supportent les systèmes d'information. Dans cette logique, nous avons déjà une expérience longue, démarrant à la fin de la période de la reconstruction.

Citons d'abord la sécurité routière. Dans une approche systémique, l'automobiliste n'est pas seul responsable, il y a celui qui a fait la route, la voiture, la réglementation, chacun contribuant à l'insécurité routière. À partir de 1972, le mode de gestion de cette sécurité routière a profondément évolué dans notre pays. Une meilleure coordination des entités chargées de ce thème dans les différents ministères (Intérieur, Transports, Équipement et Travaux publics, Enseignement) est mise en place. Une batterie de mesures accompagnent ce mouvement, démarrant du continuum éducatif mis en place de l'école primaire au collège, complété, avec le permis à points, par des stages de sensibilisation pour les conducteurs contrevenants. S'ajoutent des mesures d'amélioration des infrastructures, de limitation des vitesses, de meilleure signalisation, de sécurité des voitures, de sécurité des passagers ainsi que des mesures répressives.



Sécurité globale des territoires vers une meilleure résilience

Dans le domaine de la sécurité, deux rapports ont fait date. Il s'agit de celui du Comité d'études sur la violence, que présidait Alain Peyrefitte en 1976 et de celui de Gilbert Bonnemaïson, en 1982, intitulé *Face à la délinquance : prévention, répression, solidarité*. Ces rapports mêlent les considérations sociales générales et les propositions juridiques ou techniques. Ils ont une approche urbaine. Nos ministères avec le ministère de l'Intérieur et la délégation interministérielle à la Ville (DIV) concentrent la réflexion sur l'urbain en publiant, en 2007, un guide méthodologique appelé *Guide des études de sûreté et de sécurité publique dans les opérations d'urbanisme, d'aménagement et de construction*. Ce guide complète un arrêté rendant obligatoire de mener une étude de sécurité et de sûreté publique (ESSP) préalable sur des projets et depuis 2011 sur les gros projets Anru. Ce guide a été mis à jour en 2012 par le ministère de l'Égalité des territoires et du Logement. Le Puca a été associé à l'élaboration de ces guides.

En parallèle, les dynamiques de sûreté impactent l'évolution des territoires et de leur urbanisme. Nous mentionnons notamment la documentation liée au Secteur d'activité d'importance vitale (SAIV), à la notion nouvelle, datant de 2018, d'opérateurs de services essentiels (OSE), à Vigipirate ainsi qu'aux plans « Pirate » d'intervention adaptés chacun à un type de risque particulier, notamment les Plans pirates mobilités terrestres, NRBC (nucléaire, radiologique, biologique ou chimique) ou Piranet (crise d'origine informatique).

La sécurité globale prend en compte tous les risques : le risque économique, la difficile utilisation des infrastructures en raison de la congestion, le risque lié au climat, à la pollution, au bruit et à la chute de la biodiversité. Il ne faut pas oublier les risques physiques, liés à la malveillance, au terrorisme, et aux États étrangers hostiles, en plus des risques sociaux, de gouvernance, et politiques. Le risque technique, s'il est bien sûr toujours présent, n'est désormais plus le seul à devoir être analysé. Finalement, une part doit être réservée à l'inconnu.

On constate donc que nos cartographies des risques implorent, les contextes de nos crises subissent de stupéfiantes mutations, nos fondamentaux sont ébranlés. Les ruptures actuelles exigent d'aller bien au-delà de la prolongation des exigences déjà connues et de la mobilisation des invariants.

Le pivot temporel de la sécurité globale est la gestion de crise, des catastrophes et des réactions immédiates ; qui se poursuit par la continuité d'activité, la dynamique de post-crise et la reconstruction. Auparavant, nous avons toujours la normalisation, la certification, la prévention, la préparation et la veille. Ces questions de résilience sont là pour le planning de long terme et pour la gestion de crise. Ces éléments ont une déclinaison territoriale importante.

Les territoires et la décentralisation ont également leur historicité. Les territoires connaissent une évolution forte de gouvernance depuis quarante ans. Il faut souligner l'accentuation récente de la décentralisation dans le domaine du transport. Des évolutions fortes sont encore possibles au demeurant. Dans la logique de résilience, la notion d'interconnexion est essentielle. Le territoire rural s'étudie en interconnexion avec la métropole et inversement dans le phénomène métropolitain.

Tous les territoires doivent être concernés, il n'y a pas un territoire plus important qu'un autre. Il faut les enchâsser dans l'analyse et l'action. Concrètement, l'idée est de regarder si à un niveau territorial, l'ensemble des problèmes

de sécurité est appréhendé et cela dans une logique globale. L'individu, le consommateur, le citoyen, l'étudiant et le professeur ne doivent pas être oubliés. Ils sont également des grands acteurs de la gouvernance de ces sujets et c'est cette gouvernance qui fait la résilience.



Antoine-Tristan Mocilnikar, service du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité ministère de la Transition écologique et solidaire ministère de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales



SEPTIÈME PARTIE

# **PROJETS CONNEXES**

---

# La sécurité globale et l'anticipation Le projet Sanctum

## La sécurité globale se doit d'être anticipative

Se projeter dans l'avenir a été, de tous temps, la réponse aux inquiétudes humaines comme le moteur de toute ambition. Ce qui a donné lieu à de nombreux travaux de rationalisation, comme la théorie des jeux. Sanctum s'inscrit dans une démarche comparable, avec l'hypothèse que les contraintes fortes qui prévalent en situation de crise permettent de prioriser les enjeux, en s'appuyant sur une double analyse : des risques et systémique.

## Sanctum : système d'anticipation de crise par traitement uchronique modélisable...

...est un projet destiné à améliorer l'efficacité de la gestion de crise au niveau gouvernemental. Il a pour ambition de contribuer à la prise de décisions stratégiques par l'élaboration de scénarios à destination des hauts responsables publics chargés de la direction de cellules de crise d'ampleur nationale.



## La particularité de la démarche Sanctum

est de proposer une méthode d'anticipation débouchant sur des scénarios représentatifs des situations redoutées, ainsi qu'une ligne de conduite optimale pour la mitigation des risques et l'adaptation aux dommages inévitables et ce, pour tous types de crises devant être gérées au niveau gouvernemental.

Cette méthode recense de manière systématique les enjeux et les actifs qui supportent ces enjeux ainsi que les sources de danger qui les menacent.

L'analyse de risques et la recherche d'opportunités permettent de construire les scénarios pour la mitigation et l'adaptation. Elles reposent sur une architecture fonctionnelle tirant profit de l'évolution du génie logiciel - notamment dans le domaine de l'intelligence artificielle - celui des langages de modélisation de scénarios et celui de l'automatisation des processus cognitifs.

## Les perspectives

Sur le moyen terme, la démarche Sanctum se veut résolument multidisciplinaire, englobant à la fois les sciences humaines et sociales, les travaux sur les cindyniques, tout en s'efforçant de tirer profit des remarquables avancées réalisées ces derniers temps dans les domaines de l'intelligence artificielle et de l'exploitation des nouveaux gisements de données (Big Data).

Les principaux partenaires :

- le Conseil supérieur de la formation et de la recherche stratégiques (CSFE) ;
- le Cerema ;
- le laboratoire « techniques, territoires et sociétés » (Latts) de l'École nationale des Ponts-et-Chaussées ;
- l'école des Mines d'Albi ;
- la Freie Universität Berlin / Fraunhofer Fokus (Berlin).

Pour nous suivre : [www.projet-sanctum.com](http://www.projet-sanctum.com)



Christian Després,  
chef de la mission  
Innovation et résilience

# La résilience au cœur du programme Laboratoires d'aménagement du littoral

Le Plan urbanisme construction architecture (Puca) est un organisme interministériel de recherche et d'expérimentation placé sous la tutelle des ministères de la Cohésion des territoires, de la Transition écologique et solidaire, de la Culture et de la Recherche.

Le Puca développe des programmes de recherche incitative, de recherche-action et d'expérimentation. Il apporte son soutien à l'innovation et à la valorisation scientifique et technique dans les domaines de l'aménagement des territoires, de l'habitat, de la construction et de la conception architecturale et urbaine.

Le programme Laboratoires d'aménagement du littoral, inscrit dans le cadre des orientations 2018-2022 du Puca, vise à accompagner les collectivités qui ont décidé de s'engager dans des stratégies de recomposition territoriale face à l'évolution du trait de côte et à l'augmentation des aléas dus au changement climatique. Ce programme porte sur des recherches-actions et des expérimentations réalisées dans un cadre associant les services de l'État, le Cerema et l'École nationale d'architecture ville et territoire. Parmi les collectivités avec lesquelles ont été ou sont conduites des études exploratoires dans ce cadre, deux ont d'ores et déjà souhaité aller plus loin et s'engager dans des démarches expérimentales accompagnées par le Puca : Le Prêcheur, au nord de la Martinique et Dolus, sur l'île d'Oléron.

Sur la commune du Prêcheur, accrochée au flanc de la montagne Pelée, la stratégie de recomposition territoriale est devenue inéluctable face à une érosion rapide de la côte accentuée par la houle cyclonique et la recrudescence de lahars destructeurs. Malgré l'existence de multiples aléas particulièrement menaçants, la population reste indéfectiblement attachée à son territoire. Il faut alors trouver non seulement les sites possibles de repli, qui s'avèrent rares et escarpés, mais également coconstruire avec les habitants les modalités stratégiques et pratiques de cette recomposition spatiale. C'est la mission confiée à l'Atelier Phillippe Madec, qui inclut un important volet participatif pour définir les modalités par lesquelles la population peut plus facilement adhérer à cette stratégie de recomposition spatiale et renforcer sa culture du risque. Cette stratégie d'aménagement prend en compte la gestion du risque dans ses différentes temporalités : urgence de la mise à l'abri, facilités de survie pendant l'événement lui-même (autosuffisance sur les besoins élémentaires), gestion du retour à la normal.

Convaincre les habitants d'adhérer à cette démarche, en délaissant des habitats investis depuis de longues années, implique également, au-delà de surmonter les difficultés de montages financier et juridique, de susciter le « désir »

de l'habitat futur. Dans un territoire où la très grande majorité des populations ne peut se loger sans aide publique, l'offre développée dans le secteur du logement aidé est souvent mal vécue car contingentée par de multiples contraintes à des typologies éloignées des modes de vie traditionnels. Susciter le désir, c'est donc innover pour faire émerger des solutions architecturales mieux adaptées à la fois aux usages et aux ressources locales. Un appel à projets pour mener des opérations d'habitat renouvelé est en cours d'élaboration avec un objectif de lancement au second semestre 2019.

Enfin, les premières réflexions sont engagées sur les modalités par lesquelles la puissance publique, seule ou en partenariat, pourrait intervenir en portage et gestion de l'occupation temporaire de constructions vouées à la destruction sur le moyen-long terme. Il s'agit en effet de préserver l'attractivité du littoral pour les activités touristiques qui constituent dans ce secteur un moteur essentiel et indispensable à l'économie locale.

À Dolus d'Oléron, la commune veut tester la faisabilité d'un « algorithme territorial » permettant d'identifier les leviers, notamment économiques, incitatifs auprès des populations résidant de manière permanente ou temporaire, pour les inciter à anticiper dans leur stratégie patrimoniale les conséquences de la montée des eaux : adaptation du bâti, repli stratégique.

Au travers de ces deux expérimentations, plusieurs enjeux sont simultanément posés, en lien direct avec la résilience :

- Comment parler du risque sans créer un climat anxiogène vecteur de déni ?
- Comment « rendre désirable » la recomposition spatiale car derrière les obstacles économiques se cachent également des attachements profonds à des lieux et modes de vie ?
- Comment viabiliser la recomposition spatiale ?
- Comment gérer le temps de cette recomposition dans un contexte d'incertitudes majeures ?



Emmanuelle Durандаud,  
Puca

# La résilience au cœur de la réflexion stratégique de Grenoble-Alpes-Métropole

Forte de 450 000 habitants, accueillant d'importantes installations industrielles classées, traversée par les deux rivières Drac et Isère, la métropole grenobloise est particulièrement vulnérable aux risques naturels et technologiques : inondations fluviale et torrentielle, chute de blocs, glissement de terrain, accident chimique ou nucléaire... En outre, les rives grenobloises sont historiquement urbanisées et protégées par de grands systèmes d'endiguement suivis et entretenus et dont la défaillance doit être prise en compte dans le cadre des PPRI notamment. La question de l'adaptation de l'urbanisation vulnérable à la rupture d'une digue est un enjeu qui appelle une réflexion spécifique respectueuse des responsabilités des différents acteurs. Comment, en plus du rôle joué par les endiguements, favoriser un processus de renouvellement urbain qui réduise la vulnérabilité ?

Consciente de devoir assurer la sécurité de son territoire ainsi exposé aux inondations par rupture de digue, mais aussi d'autres natures d'aléas tant naturels que technologiques, la métropole grenobloise s'est engagée dans une politique volontariste de prise en compte du risque. Ainsi, elle participe aux côtés de l'État et des autres partenaires (collectivités, Symbhi) à la stratégie locale de gestion du risque inondation sur le territoire à risques important Grenoble-Voirion. Le plan local d'urbanisme métropolitain grenoblois

comporte une orientation d'aménagement et de programmation (OAP) thématique, intitulée « risques et résilience ». Cette OAP novatrice est destinée à guider les porteurs de projets, en inscrivant ceux-ci dans une logique de prise en compte des risques et de résilience dès leur définition. La métropole a pris la compétence Gemapi, assurant ainsi la gestion des systèmes d'endiguement et des ouvrages hydrauliques sur les affluents.

Au-delà de ces démarches, la métropole se veut le laboratoire d'une approche globale, fondée sur un principe de coresponsabilité des acteurs. Elle prend par conséquent différentes initiatives en faveur de la connaissance du risque, de l'évaluation de la vulnérabilité, de la promotion de projets d'aménagement résilients, d'appui aux collectivités en matière de préparation de crise. L'objectif poursuivi est de fédérer les acteurs sur des principes de résilience qu'elle a adoptés, dès 2017, suivant cinq axes :

- Axe 1 :** Mieux connaître les risques sur le territoire - Développer une expertise «risques et résilience ».
- Axe 2 :** Favoriser un urbanisme résilient et soutenir la réduction de la vulnérabilité correspondante.
- Axe 3 :** Aider à la planification de crise communale et planifier les modalités d'intervention métropolitaines en cas de crise majeure.

**Axe 4 :** Améliorer, diffuser et entretenir une culture du risque métropolitaine.

**Axe 5 :** Contribuer aux dispositifs de protection contre les aléas, dans le cadre des compétences métropolitaines et notamment de la prise de compétence Gemapi.

Le développement de la métropole grenobloise doit donc s'inscrire dans une logique d'adaptation et garantir un mode de développement et de renouvellement résilient, intégrant à toutes les échelles l'objectif de la protection et de la réduction de la vulnérabilité des populations et des enjeux en zone exposée.



Bertrand Marion,  
mission Risques

Vincent Boudières,  
responsable de  
la mission Risques,  
DGA Cohérence  
territoriale Grenoble-  
Alpes-Métropole



# **PROPOS CONCLUSIF**

## Propos conclusif

Le Cerema a pour vocation d'apporter des connaissances, des savoirs techniques au cœur des projets territoriaux, dans une vision globale et ensemblière. Elle s'exerce aujourd'hui dans un contexte inédit sous bien des aspects, marqué par de forts changements environnementaux, la mutation des pratiques économiques et sociales ainsi que la réforme des organisations politiques et administratives.

Un consensus se fait progressivement jour sur le nouveau paradigme à adopter en faveur de visions véritablement transversales. Il est en effet scientifiquement démontré que les approches sectorielles et les procédures qui y sont attachées atteignent leurs limites d'efficacité pour traiter les grands défis en cours. Pour documenter ce besoin de transversalité, proposer des éléments de référence partagés, le Cerema a organisé avec le soutien du ministère de l'Écologie (service Défense, Sécurité et Intelligence économique) une série de séminaires de travail, le dernier en janvier 2019, destinés à faire dialoguer experts, gestionnaires et scientifiques sur les notions de sécurité globale et de résilience des territoires. Le séminaire des 17 et 18 janvier 2019 visait à traiter par des analyses collectives, basées sur des études de cas, la façon dont métropoles et territoires devaient relever de grands défis, c'est-à-dire des enjeux majeurs se devant justement d'être considérés de façon transversale. Il s'agissait de tirer des enseignements en matière de stratégies à développer, d'effets leviers à mobiliser et

aussi d'adaptation de notre ingénierie aux incertitudes, au numérique, aux interactions ou interdépendances au sein du système urbain.

Parmi les défis abordés, celui consistant à faire de la nature une composante majeure de l'aménagement urbain résilient illustre de façon remarquable le changement auquel nous sommes appelés. Il s'agit de passer rapidement et sans doute massivement de pratiques visant à l'effacement ou à la maîtrise de la nature, à un modèle où celle-ci doit devenir structurante dans une politique d'aménagement.

Par exemple, faire de la « foresterie urbaine » une ambition pour restructurer la ville interpelle les planificateurs compte tenu du changement culturel que cet objectif suppose. Autre exemple, en matière d'intégration des risques, valoriser des terrains fortement exposés aux risques industriels contribue aux transitions, écologique et énergétique, de la métropole lyonnaise.

En croisant expertises, projets et analyses, le séminaire donne corps à ce que certains qualifient de démarche « *d'intelligence collective* ». Les idées innovantes produites peuvent ensuite être approfondies dans le cadre de la restitution des travaux. Ce qui frappe, c'est l'engouement des participants, leur implication à toutes les phases de travail et leur souhait de se retrouver pour de futurs travaux. Ceci témoigne, certes de l'intérêt de la démarche, mais surtout d'une urgence partagée de la nécessité impérieuse d'adopter des approches bien plus collaboratives et transversales.



**Cécile Martin**  
directrice des politiques  
publiques,  
des programmes et  
de la production Cerema



# **ANNEXES**

---

# Liste des participants



Nom Prénom	Fonction	Entité	Affiliation défis				
			Tr	A	B	C	D
<b>Barrière Patrick</b>	Expert génie civil	SNCF, Direction générale, stratégie, programmation et MOA		✓			
<b>Beaurez Nicolas</b>	Coordonnateur métier risques et directeur de projet résilience, Cerema, Territoires et ville	Cerema	✓				✓
<b>Belin Pascal</b>	Responsable ingénierie de crise, Cerema Méditerranée	Cerema		✓			
<b>Blancher Philippe</b>	Socio-économique de l'environnement et des risques	Consultant en environnement, risques et développement durable des territoires.	✓				✓
<b>Cantin Richard</b>	Enseignant-chercheur en bâtiment	École nationale des travaux publics de l'État (ENTPE)			✓		
<b>Chaufournier Fabien</b>	Chef de projet stratégie alimentaire	Métropole de Lyon					✓
<b>Chrétien Luc</b>	chef de la division Biodiversité, eau et aménagement, Cerema Est	Cerema			✓		
<b>Colin Marie</b>	Responsable de projet résilience et infrastructures	Cerema Infrastructures, transport et matériaux				✓	
<b>Crossonneau Nicolas</b>	Chef de délégation-adjoint. Délégation de zone et de préparation à la crise	DREAL Auvergne-Rhône-Alpes Zone de Défense Sud-Est					✓
<b>Crozier Denis</b>	Chargé d'étude en aménagement, Cerema Ouest	Cerema			✓		
<b>Delchanidis Evangelia</b>	Chargée de mission préparation à la gestion de crise	Direction régionale interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement en Île-de-France (DRIEA)		✓			
<b>Després Christian</b>	Sécurité-défense service Défense Sécurité Intelligence Économique	Ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES).	✓	✓			
<b>Dorgigne Yannick (exc.)</b>	Chargé des risques Majeurs	Métropole Nice-Côte d'Azur					✓
<b>Durandau Emmanuelle</b>	Secrétaire permanente adjointe	Plan urbanisme construction architecture (Puca)			✓		

Nom Prénom	Fonction	Entité	Affiliation défis				
			Tr	A	B	C	D
<b>Duverger Éric</b>	Animateur PAPI/SLGRI	Syndicat mixte d'aménagement de la vallée de la Durance (SMAVD)		✓			
<b>Einhorn Benjamin</b>	Directeur	Pôle grenoblois d'études et de recherche sur les risques naturels (Parn)					✓
<b>Faucon Thibaut</b>	Responsable du programme approche systémique en IdF ; coordination de l'AMI du CPI État-Régions vallée de la Seine.	Ademe					✓
<b>Fleisch Marie-Reine</b>	Coresponsable de la DA Ingénierie des espaces végétalisés urbains (levu) Responsable de l'option <i>Urban Forestry</i>	AgroParisTech UMR Silva - Département Siafee2			✓		
<b>Gache Frédéric</b>	Chef du service Directive inondation. Direction de l'appui aux territoires	Établissement public territorial de bassin Seine Grands Lacs		✓			
<b>Ganaye Arnaud</b>	Directeur d'études développement et résilience des territoires	Cerema				✓	
<b>Guyon Elizabeth</b>	Chef de projet (project manager) de <i>Living With Rising Water</i>	Atelier Luma Arles			✓		
<b>Guézo Bernard</b>	Référent de l'activité risques, Cerema	Cerema Territoires et Ville	✓			✓	
<b>Jan Antoine (exc.)</b>	Consultant filières agricoles et alimentaires de proximité	Cabinet conseil Blézat Consulting, Lyon					✓
<b>Jouannic Gwenaël</b>	Chargé de recherche Risques, Cerema Ouest	Cerema		✓			
<b>Kohler Gautier</b>	Chef de projet, collectivités locales et développement urbain	Agence française de développement (AFD)				✓	
<b>Koudogbo Fifamé</b>	Project Manager - Remote Sensing Applications	TRE Alatomira				✓	
<b>Lahaie Julien</b>	Directeur vallée de la chimie	Métropole de Lyon				✓	
<b>Lecordix Pierre-Yves</b>	Directeur-adjoint	Direction départementale des territoires des Hautes-Alpes (DDT 05)		✓			
<b>Lespinat Yves</b>	Adjoint sécurité défense, zone sud, Dreal Paca	Dreal Paca zone de défense Sud	✓	✓			
<b>Leymarie Régis</b>	Délégué-adjoint, délégation Normandie	Conservatoire du littoral				✓	

Nom Prénom	Fonction	Entité	Affiliation défis				
			Tr	A	B	C	D
<b>Majchrzak Yves</b>	Responsable du département Environnement, Risques, Énergie, Numérique ; référent de l'activité Environnement. Cerema Territoires et ville	Cerema	✓		✓		
<b>Mallet Pascal</b>	Directeur adjoint, direction de la Résilience territoriale – Risques majeurs	Le Havre Seine Métropole					✓
<b>Marco Olivier</b>	Chef du département Risques naturels. Direction générale.	Office national des forêts (ONF)		✓			
<b>Marion Bertrand</b>	Mission risques	Grenoble-Alpes Métropole					✓
<b>Martin Cécile</b>	Directrice des politiques publiques, des programmes et de la production, Cerema	Cerema	✓				
<b>Maupetit Mathieu</b>	Directeur de projet Risques et Aménagement Cerema Normandie-Centre	Cerema	✓			✓	
<b>Mocilnikar Antoine-Tristan</b>	Ingénieur général des Mines,	MTEs, SDSIE					✓
<b>Molinet Marylin</b>	Conseillère déléguée à la biodiversité de la Ville de Metz Conseillère communautaire de Metz Métropole	Ville de Metz			✓		
<b>Monnet Natacha</b>	Chargée de mission Villes et Territoires durables	Ademe					✓
<b>Muller Serge</b>	Président du conseil national de protection de la nature ; professeur du MNHN ; responsable scientifique de l'herbier national	Muséum d'histoire Naturelle (MNHN) Institut de systématique, évolution, biodiversité			✓		
<b>Orio Laurent</b>	Responsable sécurité industrielle.	GRTgaz - Pôle exploitation Rhône Méditerranée		✓			
<b>Pigeon Patrick</b>	Professeur d'université Savoie Mont-Blanc, laboratoire Edytem, UMR 5204 CNRS	Université de Savoie, laboratoire Edytem	✓			✓	
<b>Propeck-Zimmermann Éliane</b>	Professeure des universités, laboratoire Image, Ville, Environnement	Université de Strasbourg (UMR7362)	✓	✓			
<b>Raciné Didier</b>	Rédacteur en chef	Revue Préventique	✓				
<b>Raton Gwenaëlle</b>	Chargée de recherche, Ifsttar, AME, Laboratoire Splott.	Ifsttar					✓

Nom Prénom	Fonction	Entité	Affiliation défis				
			Tr	A	B	C	D
<b>Rougier Yves</b>	Ingénieur général, chef du département de la planification et de la gestion de crise.	MTEs, SDSIE	✓				
<b>Rul Geneviève</b>	Cheffe du groupe Risques rocheux et mouvements de sols, Cerema Centre-Est	Cerema		✓			
<b>Sauge-Gadoud Danielle</b>	Référente technique Amaris, coordinatrice PPRT Ville de Feyzin.	Association nationale des collectivités pour la maîtrise des risques technologiques majeurs (Amaris)				✓	
<b>Schauner Gaëlle</b>	Cheffe du groupe Territoire, planification et mobilité, Cerema Normandie-Centre	Cerema			✓		
<b>Selouane Karim</b>	Directeur et fondateur Bureau d'études Resalliance (filiale Sixense / Groupe Vinci)	Bureau d'études Resalliance	✓			✓	
<b>Urdiroz Anne</b>	Business Development	TRE Altamira				✓	
<b>Vaillant Ludovic</b>	Chercheur, pilote de l'équipe de recherche Esprim, Cerema Nord-Picardie	Cerema					✓
<b>Verrhiest-Leblanc Ghislaine (Exc.)</b>	Chargée de mission interrégionale inondation Arc méditerranéen. Direction	Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Paca	✓				
<b>Voisard Agnès</b>	Professeure des universités (bases de données et systèmes d'information) Chargée du développement stratégique	Freie Universität Berlin Fraunhofer Fokus, Berlin	✓				
<b>Vo Van Cécile</b>	Directrice de projet, Cerema Territoires et ville	Cerema			✓		
<b>Vuillet Marc</b>	Responsable du pôle d'enseignement Construction durable	École des ingénieurs de la Ville de Paris		✓			
<b>Waal Henriette</b>	Artistic Research Director	Atelier Luma Arles			✓		
<b>Walckenaër Benoît</b>	Directeur-adjoint Cerema Territoires et ville	Cerema	✓				

# Éléments bibliographiques

Les références mentionnées ci-dessous sont liées aux travaux du séminaire. Pour les défis, l'objectif n'est pas de donner une analyse bibliographique spécifique à chacun d'entre eux, mais de rassembler ici les références qui ont été utilisées.

## Présentation générale

**Cossart, E.** *Le changement global : un champ scientifique fécond pour le géographe*, Géoconfluences, octobre 2018.

<http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/changements-globaux>

## Sur la notion de défi (Patrick Pigeon)

**D'Ercole, R & Metzger, P.** 2009. « La vulnérabilité territoriale : une nouvelle approche des risques en milieu urbain », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Dossiers, document 447, URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/22022> ; DOI : 10.4000/cybergeo.22022

**Gunderson, L.H & Holling**, C.S. 2001. *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Island Press, Washington.

**Hardy, S.** 2009. « La vulnérabilité de l'approvisionnement en eau dans l'agglomération pacéenne : le cas du sous-système El Alto », *Cybergeo : European Journal of Geography*. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/22270> ; DOI : 10.4000/cybergeo.22270

**Le Noan, R.** 2015. *La continuité par le changement : les changements comme facteurs de stabilité dans la conduite de l'action publique de gestion des risques industriels à Pont-de-Claix (1971-2011)*. Thèse université de Lyon 2.

**Metzger, P.** 2017. *Connaissance et relations de pouvoir : les sciences sociales, les risques et l'environnement*. HDR Université de Grenoble.

**Pigeon, P & Rebotier, J.** 2016. *Disaster prevention policies*. ISTE- Elsevier, London.

**Renaud, F et alii.** 2013. *The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction*. UNU-PressEditor, Tokyo.

**Revault d'Allonnes, M.** 1999. *Le dépérissement de la politique. Généalogie d'un lieu commun*. Aubier, Paris.

**Verlynde, N.** 2018. *De la perception du risque d'inondation aux propositions d'adaptation en territoire de côtes basses densément peuplées : le cas de la communauté urbaine de Dunkerque*. Thèse université Côte d'Opale, Dunkerque.

## Défi A

**Blancher, Ph.**, sous la direction de, *Risques et réseaux techniques*, Certu, 1998

**Castells M.**, *La société en réseau*, Fayard, Nouvelle éd., 671 pages

**Cerema**, « Résilience urbaine et sécurité globale des territoires. Crises redoutées, résiliences escomptées et étapes à franchir ». Actes du séminaire organisé à Lyon les 19 et 20 octobre 2017. En ligne, boutique du Cerema. 2018, 2001 (1998)

**Conseil général de l'Environnement et du Développement durable**, *Vulnérabilité des réseaux d'infrastructures aux risques naturels*, Rapport CGEDD, sept 2013, 102 p.

**Conseil général de l'Environnement et du Développement durable**, *Résilience des réseaux dans le champ du Medde à l'égard des risques. Étude des conditions de retour à la normale après une situation de crise affectant des grands réseaux*. Rapport CGEDD, nov. 2015.

**Conseil général de l'Environnement et du Développement durable**, *Inondations de mai et juin 2016 dans les bassins moyens de la Seine et de la Loire, Retour d'expérience*. Rapport CGEDD n° 010743-01 et IGA n° 16080-R. Février 2017, 101 p.

**Conseil général de l'Environnement et du Développement durable**, *Retour d'expérience des difficultés rencontrées pour la sécurité d'approvisionnement en électricité et en gaz durant l'hiver 2016-2017 – Évolution du critère de défaillance du système électrique et du critère de sécurité d'approvisionnement en gaz naturel*, Fév. 2018, 48 p.

**Gonzva M.**, *Résilience des systèmes de transport guidé en milieu urbain : approche quantitative des perturbations et stratégies de gestion*. Architecture, aménagement de l'espace. Université Paris- Est, 2017. Français. NNT : 2017PESC1088. tel-01619140

**Pigeon P.**, « La prévention des désastres basée sur les écosystèmes : justifications et limites d'une forme d'adaptation », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En

ligne], Lectures, mis en ligne le 04 septembre 2014, consulté le 18 mars 2019. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/15013>

**Renaud F. G. 2013, Sudmeier-Rieux K., Estrella M.**, *The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction*, UNU-EHS.

**Reymond H.**, « L'intérêt géographique de la logique de S. Lupasco et de la théorie de la néoténie : proposition d'un crible transdisciplinaire pour l'étude de la résilience des géosystèmes urbains », *Cybergeog : European Journal of Geography [Online], Systems, Modelling, Geostatistics*, document 451, Online since 30 April 2009, connection on 18 March 2019. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeog/22397> ; DOI : 10.4000/cybergeog.22397

**Rival F., Guézo B., Cadre R., Villatte A., Tarrit R., Tran Duc Miinh C.**, *Quartiers résilients aux inondations : quand la résilience vient questionner la prévention en partant du niveau local*, actes du colloque SHF : RDT 2017, Paris 10-11 octobre 2017.

**Préfecture de région Île-de-France**, Préfecture de Police de Paris, Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Île-de-France, Secrétariat général de la zone de défense et de sécurité de Paris, Stratégie locale de gestion des risques d'inondation, *TRI Métropole francilienne*, décembre 2016, en ligne.

**Ministère de l'Intérieur et autres ministères**, DGSCGC, *Guide ORSEC départemental et zonal, Modes d'action, Rétablissement et approvisionnement d'urgence des réseaux électricité, communications électroniques, eau, gaz, hydrocarbures*, 2015

**Toubin M.**, *Améliorer la résilience urbaine par un diagnostic collaboratif, l'exemple des services urbains parisiens face à l'inondation*. Géographie. Université Paris-Diderot-ParisVII, 2014. Français. tel-00958279v1

## Défi B

**Agence d'urbanisme d'Angers, Orléans et Tours**, *Faire projet en Val de Loire, Attitudes ligériennes, Référentiel*, fiche action n°5 : les formes urbaines résistantes aux inondations, 2012

**Barroca B. et Gilles Hubert G.**, « Urbaniser les zones inondables, est-ce concevable ? », *Développement durable et territoires* [En ligne], Dossier 11 | 2008, mis en ligne le 6 novembre 2008, consulté le 22 février 2019. URL : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/7413> ; DOI : 10.4000/developpementdurable.7413

**Cepri**, *Comment saisir les opérations de renouvellement urbain pour réduire la vulnérabilité des territoires inondables face au risque d'inondation ? Principes techniques d'aménagement*, 2015

**Cerema**, *Milieus humides et aménagement urbain : dix expériences innovantes*, 2015

**Cerema**, *Intégrer les milieux humides dans l'aménagement urbain, des valeurs à partager sur le territoire*, Boutique Cerema, en téléchargement gratuit 2015

**Conseil économique, social et environnemental (Cese)**, *La nature en ville : comment accélérer la dynamique ?*, avis du Cese présenté par Mme

Annabelle Jaeger, rapporteuse, au nom de la section de l'environnement, 11 juillet 2018, 88 p.

**Degardin F.**, « Urbanisation et inondations : de l'opposition à la réconciliation », *Bulletin de l'Association de géographes français*, 2002, pp 91-103.

**Institut d'urbanisme et d'aménagement d'Île-de-France**, « Urbanisation et zones inondables, les risques encourus », juillet 2011, n° 557

**Mathevet Raphaël, Bousquet François**, *Résilience & Environnement – Penser les changements socio-écologiques*, Buchet – Chastel, 2014, page 26

**Pasquier S.** *La politique d'urbanisation française en zone inondable*, École nationale supérieure d'architecture Paris La Villette, mémoire pour le Master 2 du Pôle Prospective, 2011, 49 p.

**OCDE, Baubion C.**, *Étude sur la gestion des risques d'inondation : la Seine en Île-de-France*, 2014, 214 p.

**UICN Comité français**, *Les solutions fondées sur la nature ; pour lutter contre les changements climatiques et réduire les risques naturels en France*. Mai 2018, 48 p.

## Défi C

**Amaris** Fiche expériences : *gouvernance sur un périmètre restreint. Zone industrielle et portuaire de Montoir de Bretagne*, janvier 2019.

**Colucci A., Magoni M., Menoni S.**, *Peri-Urban Areas and Food-Energy-Water Nexus, Sustainability and Resilience Strategies in the Age of Climate Change*, Ed. Springer, 2017, 149 p.

**Morisseau G.**, *Mer combattue, mer acceptée : un projet de paysages et ses problématiques ; Bas-Champs (Picardie, France) et Camargue (Paca, France)*, université Paris-Sorbonne, thèse de géographie soutenue le 8 février 2013.

**Ministère de l'Écologie**, *Stratégie nationale pour la mer et le littoral*, décret 2017-222 du 23 février 2017, 56 p.

**November V.**, « Le risque comme objet géographique », *Cahiers de géographie du Québec*, n° 50, 2006, p. 289-296, archives ouvertes en ligne.

**Onerc**, *Plan national d'adaptation au changement climatique 2011-2015*, 188 p.

**Onerc**, *Plan national d'adaptation au changement climatique Pnacc 2*, 2018, 26 p.

**100 Resilient cities**, *Resilient Semarang, Moving Together towards a Resilient Semarang*, 2016

**Stathopoulos M.**, « Qu'est-ce que la résilience urbaine », *Revue d'urbanisme, Publications d'architecture et d'urbanisme*, 2011, pp. 90-92

**Union européenne**, programme Espon-Orate 2013, *De nouveaux éléments pour des territoires intelligents, durables et inclusifs*, premier rapport de synthèse 2010.

**Voiron-Canicio C. et al.**, *Évaluer les impacts du changement climatique sur le fonctionnement d'une aire urbaine littorale : outils existants d'aide à la réflexion et d'aide à la décision*, 2009

## Défi D

**Ademe**, *Actions d'adaptation au changement climatique - 33 fiches* (2017) : <https://www.ademe.fr/actions-dadaptation-changement-climatique>

**Ademe**, *Objectif climat : construire des trajectoires d'adaptation au changement climatique du territoire - Guide méthodologique et outils* (2018) : <https://www.ademe.fr/objectif-climat-construire-trajectoires-dadaptation-changement-climatique-territoire>.

**Ademe**, *Suivre et évaluer l'adaptation au changement climatique dans les territoires - Éléments méthodologiques tirés de l'expérience internationale* (2012) : <https://www.ademe.fr/suivre-evaluer-ladaptation-changement-climatique-territoires>

**Ascher F.**, *Métapolis ou l'avenir des villes*, Éd. Odile Jacob, 1995, 352 p.

**Colluci A., Magoni M., Menoni S.**, *Peri-Urban Areas and Food-Energy-Water Nexus, Sustainability and Resilience Strategies in the Age of Climate Change*, Springer, 2017, 149 p.

**FNAU** *Planification alimentaire : enjeux et initiatives locales*, Les dossiers FNAU n°44, déc. 2018

**Sinaï A., Stevens R., Carton H.** (collaboration), *Petit traité de résilience locale*, Paris, Éditions Charles Leopold Mayer, 2015, 144 p.

**Servigne P.**, *Nourrir l'Europe en temps de crise. Vers des systèmes alimentaires résilients*. Éditions Babel Actes Sud (réédition), 2017 (2014), 208 p.

**Servigne P., Stevens R.**, *Comment tout peut s'effondrer. Petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes*, Paris, Éditions du Seuil, coll. « Anthropocène », 2015, 304 p.

**Vale Lawrence J., Campanella Thomas J.** (Editors), *The Resilient City: How Modern Cities Recover from Disaster*, Oxford University Press, 2005, 392 p.

### Agir aujourd'hui pour donner leur place aux arbres et aux forêts urbaines dans les villes du XXI<sup>e</sup> siècle (Serge Muller)

**Clergeau P.**, 2015. *Manifeste pour la ville biodiversitaire*. Ed. Apogée, Rennes, 70 p.

**Lemstra J.A., Schoenmacker-van der Bijl E. & Tonneijk AEG.**, 2008. *Les arbres, une bouffée d'air pur pour la ville*. Éd. Plant Promotion Holland, Val'hor, Paris, 36 p.

**Mollie C.**, 2009. *Des arbres dans la ville. L'urbanisme végétal*. Éd. Actes Sud, Arles, 254 p.

**Muller S.**, 2018. *Les « forêts urbaines », essentielles aux villes de demain*. The Conversation, <https://theconversationfrance.cmail19.com/t/r-l-jythljid-kddyimly-i/>

**Muller S.**, 2018. « Comme un arbre dans la ville... » *Pour la Science*, hors-série, n° 101, « La révolution végétale, de la neurobiologie des plantes à la sylvothérapie », p. 88-91.

### Synthèse scientifique (Patrick Pigeon et Eliane Propeck-Zimmermann)

**Comby, E.** 2015. *Pour qui l'eau ? Les contrastes spatio-temporels des discours sur le Rhône (France) et le Sacramento (États-Unis)*. Université de Lyon 3 : 721 p.

**D'Ercole R., Metzger P.**, 2009, « La vulnérabilité territoriale : une nouvelle approche des risques en milieu urbain », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Dossiers, article n° 447, 31 mars 2009. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/22022>; DOI : 10.4000/cybergeo.22022. DOI : 10.4000/cybergeo.22022

**Gall M., Nguyen K.H., Cutter S.**, 2015, "Integrated research on disaster risk: is it really integrated?", *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol.12, 255-267. DOI : 10.1016/j.ijdr.2015.01.010

**Gunderson L.H., Holling C.S.**, 2002, *Panarchy*, Washington DC, Island Press.

**Hardy S.**, 2013, *Atlas de la vulnérabilité de l'agglomération de La Paz*, Marseille, IRD Éditions. DOI : 10.4000/books.irdeditions.9740

**Lhomme, S., Serre D., Diab, Y., & Laganier R.**, 2013, *Un prototype SIG pour analyser la résilience urbaine: application à la ville de Dublin*. *Vertigo*, 13(3). doi: 10.4000/vertigo.14502

**Orfeuil J.P. et Ripoll F.**, 2015, *Accès et mobilités : les nouvelles inégalités*, Gollion (CH) : Infolio éditions, 2015.

**Pigeon, P et Rebotier, J.** 2016. *Disaster prevention policies. A challenging a critical outlook*. ISTE/ Elsevier, London, 230 p.

**Propeck-Zimmermann, E., Saint-Gérand, T., Haniotou, H., Lizard, S., & Medjkane, M.**, 2018, « Ergonomie spatiale pour territoires résilients : approches et perspectives ». *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne] , vol. 18 (1).

**Renaud, F., K. Sudmeier-Rieux et M. Estrella**, 2013, *The role of ecosystems in disaster risk reduction*, UNU, Tokyo, 2013, 486 p.

**Revault D'Allonnes, M.**, 1999, *Le dépérissement de la politique*, Paris, Flammarion.

**UNISDR**, 2015, *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. Making Development Sustainable: The Future of Disaster Risk Management*, Geneva, UNISDR.

**Zhang Y., Aziz-Alaoui M., Bertelle C., Guan J.**, 2014, *Local Nash equilibrium in social networks*. Nature Sci. Rep. 4 : 6224 <http://dx.doi.org/10.1038/srep06224>

## Ingénierie et résilience (Marc Vuillet)

**Bonnet F.**, 2015, « Risques et territoires, une question culturelle et citoyenne », in *Résilience, vulnérabilité des territoires et génie urbain*, université d'été de l'EIVP (École des ingénieurs de la Ville de Paris), sous la direction de B Landau et Y Diab, Presse des Ponts

**Cariolet J-M.**, 2019, « La résilience, un concept-cadre global pour la gestion des risques », in *dossier-résilience*, Construction21 France, avril 2019. (<https://www.construction21.org/france/articles/fr/la-resilience-un-concept-cadre-global-pour-la-gestion-des-risques.html>)

**Fontanals I.**, 2019, « Résilience opérationnelle à la portée des villes moyennes », in *dossier-résilience*, Construction21 France, avril 2019. (<https://www.construction21.org/france/articles/fr/La%20r%C3%A9silience%20:%20nouveaux%20d%C3%A9fis%20et%20nouveaux%20standards.html>)

**Fournière H.**, 2019, « ONU-Habitat s'engage pour des villes résilientes », in *dossier-résilience*, Construction21 France, avril 2019. (<https://www.construction21.org/france/articles/fr/ONU-habitat-sengage-pour-des-villes-plus-resilientes.html>)

**Ville de Paris**, 2017, *Stratégie de Résilience de Paris. Document de synthèse, mission résilience* (Sébastien Maire, Noémie Fompeyrine) <https://www.paris.fr/parisresilient>

**Vuillet M.**, 2015, « Ingénierie de la résilience et échelles spatiales », in *Résilience, vulnérabilité des territoires et génie urbain*, université d'été de l'EIVP (École des ingénieurs de la Ville de Paris), sous la direction de B. Landau et Y. Diab, Presse des Ponts.

## **Global security and territorial resilience.**

Engineering, leverage effects and strategies to be promoted

Seminar organised in Lyon on January 17 and 18, 2019.

Three seminars organized by Cerema in September 2016, October 2017 and January 2019 stressed the role of resilience in the search for global territorial security. Each of these seminars involved several dozen participants in collective thinking: professionals, experts and scientists representing a very varied range of disciplines.

Echoing the first national conferences on global territorial security, held in Lyon in late May 2018, the January 2019 seminar, whose “living” work is reproduced in this publication, addressed the question of the major challenges to be met by territorial managers and urban areas. These challenges are often related to energy and ecological transition.

Once again, the work focused on the urgent need to break down silo-based forms of organization, to promote the value of initiatives taken beyond their initial field of use, and to link together tools that are now in different registers. Activating all these gateways multiplies the opportunities offered by cross-sectoral approaches for adaptation and resilience. To face the major changes under way, the time has come to adopt much more collaborative, cross-disciplinary approaches.

## Seguridad global y resiliencia de los territorios

Ingeniería, efectos de palanca y estrategias a promover

Seminario organizado en Lyon los días 17 y 18 de enero de 2019.

Tres seminarios organizados sucesivamente por el Cerema en septiembre de 2016, octubre de 2017 y enero de 2019 han afirmado el lugar de la resiliencia en la búsqueda de seguridad global de los territorios. Estos seminarios cada vez han implicado, en una reflexión colectiva, a varias decenas de participantes: profesionales, expertos y científicos que representan las más variadas disciplinas.

Haciéndose eco de las primeras Conferencias nacionales de la seguridad global de los territorios, que se celebraron en Lyon a finales de mayo de 2018, el seminario de enero de 2019, del que se reproduce el trabajo «vivo» en esta obra, abordó la cuestión de los grandes desafíos que los administradores de los territorios y las metrópolis deben enfrentar. Con frecuencia, estos desafíos están relacionados con las transiciones energéticas y ecológicas.

Una vez más, los trabajos hicieron hincapié en la urgencia de romper los silos, valorizar las iniciativas tomadas más allá de su campo de empleo inicial y articular las herramientas que hoy dependen de diferentes registros. En efecto, la activación de todas estas pasarelas multiplica las posibilidades ofrecidas por los enfoques sectoriales en materia de adaptación y de resiliencia. Para afrontar los grandes cambios en curso, ha llegado el momento de adaptar enfoques mucho más colaborativos y transversales.

© 2019 - Cerema

Le Cerema, l'expertise publique pour le développement et la cohésion des territoires

Le Cerema est un établissement public qui apporte un appui scientifique et technique renforcé dans l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques de l'aménagement et du développement durables. Centre de ressources et d'expertise, il a pour vocation de produire et de diffuser des connaissances et savoirs scientifiques et techniques ainsi que des solutions innovantes au cœur des projets territoriaux pour améliorer le cadre de vie des citoyens. Alliant à la fois expertise et transversalité, il met à disposition des méthodologies, outils et retours d'expérience auprès de tous les acteurs des territoires : collectivités territoriales, services de l'État et partenaires scientifiques, associations et particuliers, bureaux d'études et entreprises.

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Cerema est illicite (article L.122-4 du code de la propriété intellectuelle). Cette reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et L.335-3 du CPI.

Cet ouvrage a été imprimé sur du papier issu de forêts gérées durablement (norme PEFC) et fabriqué proprement (norme ECF). L'imprimerie Jouve est une installation classée pour la protection de l'environnement et respecte les directives européennes en vigueur relatives à l'utilisation d'encre végétales, le recyclage des rognures de papier, le traitement des déchets dangereux par des filières agréées et la réduction des émissions de COV.

Mise en page : Gaëlle Bouché

Coordination : Cerema Territoires et ville / service Édition (P. Marchand)

Impression : Jouve – 1 rue du Docteur Sauvé – 53100 Mayenne – tél. 01 44 76 54 40

Achévé d'imprimer : septembre 2019

Dépôt légal : septembre 2019

ISBN : 978-2-37180-386-2 (pdf)

ISBN : 978-2-37180-387-9 (imprimé)

ISSN : 2417-9701

Éditions du Cerema

Cité des mobilités

25, avenue François Mitterrand CS 92 803

69674 Bron Cedex – France

Bureau de vente

Cerema Territoires et ville

2 rue Antoine Charial

CS 33927

69426 Lyon Cedex 03 – France

Tél. 04 72 74 59 59 - Fax. 04 72 74 57 80

<http://www.cerema.fr>

**SDSIE**

# Préventique

Un regard à 360° sur les risques pour aider à la prise de décision



## La collection « Connaissances » du Cerema

Cette collection présente l'état des connaissances à un moment donné et délivre de l'information sur un sujet, sans pour autant prétendre à l'exhaustivité. Elle offre une mise à jour des savoirs et pratiques professionnelles incluant de nouvelles approches techniques ou méthodologiques. Elle s'adresse à des professionnels souhaitant maintenir et approfondir leurs connaissances sur des domaines techniques en évolution constante. Les éléments présentés peuvent être considérés comme des préconisations, sans avoir le statut de références validées.

### Sécurité globale et résilience des territoires.

Ingénierie, effets de levier et stratégies à promouvoir

Séminaire organisé à Lyon le 17 et 18 janvier 2019

Trois séminaires organisés par le Cerema successivement en septembre 2016, octobre 2017 et janvier 2019 ont affirmé la place de la résilience dans la recherche de sécurité globale des territoires. Ces séminaires ont à chaque fois impliqué dans une réflexion collective plusieurs dizaines de participants : professionnels, experts et scientifiques représentant les disciplines les plus variées.

Faisant écho aux premières Assises nationales de la sécurité globale des territoires, qui se sont tenues à Lyon fin mai 2018, le séminaire de janvier 2019, dont le travail « vivant » est reproduit dans cet ouvrage, a abordé la question des grands défis à relever par les gestionnaires des territoires et les métropoles. Ces défis sont souvent liés aux transitions énergétiques et écologiques.

Une nouvelle fois, les travaux ont mis l'accent sur l'urgence de casser les silos, de valoriser les initiatives prises au-delà de leur domaine d'emploi initial, d'articuler des outils relevant aujourd'hui de registres différents. L'activation de toutes ces passerelles démultiplie en effet les possibilités offertes par les approches sectorielles, en matière d'adaptation et de résilience. Pour affronter les grands changements en cours, le moment est venu d'adopter des approches bien plus collaboratives et transversales.



Aménagement et développement des territoires - Ville et stratégies urbaines - Transition énergétique et climat - Environnement et ressources naturelles - Prévention des risques - Bien-être et réduction des nuisances - Mobilité et transport - Infrastructures de transport - Habitat et bâtiment

ISSN : 2417-9701  
ISBN : 978-2-37180-386-2



Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement - [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

Territoires et ville : 2 rue Antoine Charial - CS 33927 - F-69426 Lyon Cedex 03 - Tél. +33 (0)4 72 74 58 00

Siège social : Cité des mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92803 - F-69674 Bron Cedex - Tél. +33 (0)4 72 14 30 30