
Rapport de stage individuel

4^{ème} année

Bien vivre durablement dans un territoire dans
un monde aux ressources limitées

IGEDD

Tour Séquoia 1 place Carpeaux 92800 Puteaux



Tuteur entreprise :
M. Alain Sauvant
Inspecteur Général

Tuteur académique :
Mme. Mathilde Gralepois

Arthur Tarroux
Étudiant
UIT
2024-2025

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à M. Alain Sauvant, mon tuteur professionnel au sein de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable, pour l'encadrement de qualité qu'il m'a offert tout au long de ce stage.

Son approche m'a permis de travailler avec une grande autonomie, tout en bénéficiant d'un suivi hebdomadaire rigoureux, à la fois stimulant et rassurant. À travers ses conseils avisés, sa disponibilité constante et son écoute attentive, il m'a permis de progresser à chaque étape du travail et d'affiner ma réflexion.

Grâce à son accompagnement exigeant mais bienveillant, j'ai pu mener à bien un projet ambitieux sur le thème du « bien vivre durablement dans un territoire aux ressources limitées », tout en développant une posture plus autonome, réflexive et professionnelle.

Au-delà de l'encadrement méthodique, je souhaite aussi remercier chaleureusement M. Sauvant pour les nombreux moments de discussion informelle partagés tout au long de ce stage.

Ses anecdotes sur la vie au sein du ministère, ses récits d'expériences passées, mais aussi ses conseils sur la gestion de projet et la coordination d'équipe — souvent peu conventionnels mais toujours pertinents — m'ont permis de mieux appréhender les réalités du monde professionnel.

Ces échanges, pleins d'humour, de recul et de lucidité, ont été pour moi aussi précieux que les apprentissages formels du stage.

Je souhaite également remercier très sincèrement Mme Marianne Leblanc Laugier, présidente de la section ESPD, ainsi que Mme Mireille Viora, M. Marc Strauss, M. Hervé Parmentier et M. Fabien Palhol, membres de l'Inspection générale impliqués dans la mission à laquelle j'ai contribué, pour leur accueil bienveillant et leur disponibilité tout au long de mon stage.

Leurs retours constructifs, la confiance qu'ils m'ont témoignée et la qualité des échanges lors des réunions collectives ont été pour moi autant d'occasions de mieux comprendre les attentes et les méthodes de travail de l'Inspection générale. J'ai particulièrement apprécié la diversité des points de vue exprimés et l'attention portée aux dimensions transversales des projets, qui m'ont permis d'enrichir ma réflexion et de gagner en maturité professionnelle.

Je les remercie chaleureusement pour m'avoir permis de m'intégrer pleinement dans les dynamiques de travail de l'IGEDD, et pour m'avoir offert un cadre d'apprentissage aussi stimulant qu'exigeant.

TABLES DES ILLUSTRATIONS	4
I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL :	5
I.1. MISSIONS ET ROLE GENERAL	5
I.2. ORIGINE ET EVOLUTION HISTORIQUE	5
I.3. ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT	5
II. PRESENTATION DE LA MISSION	8
II.1 INFORMATION PRATIQUE.....	8
III. PRESENTATION DU DEROULE DE LA MISSION	9
III.1. LES TRAVAUX DEJA ENGAGES AVANT LE STAGE.....	9
III.2 EXPERIMENTATION IA.....	11
III.3. LES TRAVAUX REALISES	12
<i>III.3.1 Fiches de lecture</i>	<i>12</i>
III.3.1.1 Problématiques associées à un territoire comme la zone d'emploi de Saint-Flour :	12
III.3.1.1.1 – Les “Shrinking Cities”	12
III.3.1.1.2 - Le cas de Lannion d'un développement largement exogène	15
III.3.1.1.3 – L'héritage de Pierre Marzin à Lannion	17
III.3.1.1.4 – Fiches du POPSU sur des territoires ruraux éloignés	19
III.3.1.2a : Métropoles : éléments généraux.....	21
III.3.1.2a.1 – Travaux du POPSU sur des métropoles	21
III.3.1.2a.2 - Paris à 50°C.....	23
III.3.1.2b Conséquences et adaptation au Changement climatique spécifiques aux grandes métropoles côtières.....	26
III.3.1.2b.1 – Gestion des risques de submersion et hydrologiques littoraux aux Pays-Bas	26
III.3.1.2b.2 – Plan Delta 2025	29
III.3.1.2b.3 – Recension par Denis Mercier sur l'ouvrage de Freddy Vinet sur le risque inondation	37
III.3.1.3 Leçon et transposition aux territoires	39
III.3.2 TESTS DE RESILIENCE	40
III.3.3 CONTROLE DES STATISTIQUES DE L'IA.....	45
IV. RETOUR D'EXPERIENCE	49
V. CONCLUSION.....	51
VI. BIBLIOGRAPHIE	52
ANNEXE :	54
ANNEXE 1 : RAPPORT TESTS DE RESILIENCE	54
ANNEXE 2 : ANALYSE DE CARTES DE DIVERSES ZONES D'EMPLOI DANS DES TERRITOIRES COMPLEMENTAIRES.....	72

Tables des illustrations

Figure 1: « résiliogramme » SDIS.....	36
Figure 2: Graphique des écarts relatifs ZE Bordeaux	46
Figure 4: Graphique des écarts relatifs ZE Saint-Flour	46

I. Présentation de la structure d'Accueil :

I.1. Missions et rôle général

L'Inspection générale de l'Environnement et du Développement durable (IGEDD) est un organe permanent du ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Mer, de la Forêt et de la Pêche. Elle remplit des missions de conseil, de contrôle, d'évaluation et de production d'expertises publiques dans de nombreux domaines : transition écologique et énergétique, urbanisme, logement, mobilités, eau, biodiversité.

L'IGEDD exerce notamment :

- des missions d'audit et d'inspection des services relevant du ministère ;
- un rôle d'appui à la décision publique ;
- des fonctions de veille stratégique, de prospective et d'analyse scientifique ;
- la production d'avis publics, en particulier sur les impacts environnementaux des projets, plans et programmes (PPP).

Une présentation de l'organisation et de ses travaux est disponible :

<https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/>

I.2. Origine et évolution historique

L'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD) a été créée par décret le 20 août 2022. Elle succède au Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable (CGEDD), lui-même institué par décret le 9 juillet 2008. Le CGEDD résultait de la fusion du Conseil Général des Ponts et Chaussées (CGPC) et du Service de l'Inspection Générale de l'Environnement (SIGE). Le CGPC, institution emblématique de l'administration française, trouve ses origines en 1747 sous le règne de Louis XV, année de la création de l'École des ponts et chaussées, qui marque le début d'une organisation structurée du corps des ingénieurs. Le Conseil est formellement institué sous le Premier Empire, en 1804, avec pour mission d'assister l'État dans les grands travaux publics et de conseiller le pouvoir politique. Le CGPC peut lui-même être considéré comme héritier, dans une certaine mesure, des conseils de la *polysynodie* instaurés par Philippe d'Orléans en 1715, à l'occasion de sa régence durant la jeunesse de Louis XV (alors âgé de 5 ans). Ces conseils gèrent alors les conseils de l'état.

I.3. Organisation et fonctionnement

D'un point de vue organisationnel, l'IGEDD dispose de 250 agents répartis en plusieurs entités organisationnelles, 200 Inspecteurs forment les rangs des 6 sections thématiques et 8 MIGT. Chaque inspectrice et inspecteur est affecté à une section ou une MIGT, avec une seconde affectation à une autre section ou MIGT.

Les sections de l'Inspection générale de l'Environnement et du Développement durable (IGEDD) organisent les travaux de l'Inspection dans leurs domaines respectifs. Dans ces domaines de compétences, les sections prennent en charge une fonction de veille sur les politiques publiques et de

suivi des connaissances scientifiques et assurent la liaison avec les directions et services de l'administration ainsi qu'avec les autres services d'inspections.

Les sections thématiques sont :

- AITAP – Audits, inspections et transformation de l'action publique
- ESPD – Études, synthèse, prospective et données
- HACS – Habitat, aménagement et cohésion sociale
- MRR – Milieux, ressources et risques
- MT – Mobilités et transports
- TEC – Transition énergétique et climat

Les MIGT – missions d'inspection générale territoriale suivent l'ensemble des sujets de compétences de l'IGEDD sur leur territoire respectif.

Les MIGT sont :

- Bordeaux : Nouvelle-Aquitaine
- Lyon : Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté
- Marseille : Provence-Alpes-Côte-d'Azur et collectivité territoriale de Corse
- Outre-Mer : Région et collectivités d'outre-mer
- Paris : Hauts-de-France, Île-de-France, Normandie
- Rennes : Bretagne, Centre-Val de Loire et Pays-de-Loire
- Toulouse : Occitanie

L'IGEDD dispose de différents locaux, à Paris (Tours Séquoia à la Défense, partagée avec le reste de l'administration centrale du ministère) et en région : Bordeaux, Lyon, Marseille, Metz, Rennes, Toulouse.

L'IGEDD est également composé de l'Autorité environnementale, de l'Autorité de la qualité dans les transports (AQST)¹², du Comité d'Histoire de l'Environnement et du Développement durable (CHEDD)³ et d'un secrétariat général en charge des fonctions de support (gestion, personnels et moyens, informatique, documentation, communication).

Divers bureaux d'enquête sont également rattachés auprès de l'IGEDD, néanmoins, ils conservent une indépendance et autonomie :

- BEA Aviation Civile - Le Bureau d'enquêtes et d'analyses pour la sécurité de l'aviation civile
- BEA RI – Le Bureau d'enquêtes et d'analyses sur les risques industriels
- BEA TT - Le bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre

¹L'AQST est composé d'un Directeur et d'une cheffe de projet en informatique, l'autorité est en cours de fermeture et ses compétences sont en cours de transfert vers l'autorité de régulation des transports (ART)

² <http://www.qualitetransports.gouv.fr/>

³ Le comité soutient les études et recherches sur l'histoire des services et des politiques du ministère, recueille des témoignages et organise des événements pour les valoriser.

L'Autorité environnementale (Ae), au niveau national, et les Missions régionales d'Autorité environnementale (MRAe), à l'échelle des régions, sont chargées d'émettre des avis publics sur les projets, plans et programmes (PPP) soumis à évaluation environnementale. Ces avis sont formulés à la demande des maîtres d'ouvrage, conformément au cadre juridique en vigueur, notamment le Code de l'environnement. Leur rôle est d'analyser la qualité des études d'impact ou des évaluations environnementales réalisées, ainsi que la manière dont les enjeux environnementaux sont pris en compte dans la conception et la mise en œuvre des PPP. À travers ces avis, l'Ae vise à renforcer l'intégration des préoccupations environnementales dès les phases amont de la planification ou des projets, contribuant ainsi à une meilleure prévention des impacts et à une plus grande transparence dans la décision publique.

II. Présentation de la Mission

II.1 Information Pratique

J'ai réalisé un stage du 7 avril au 1 août 2025, dans les bureaux parisiens de l'IGEDD, la Tour Séquoia. Sous la supervision de M. Sauvant. Mon rôle est de soutenir une mission de prospective territoriale, celle-ci est portée par différents inspecteurs est en cours depuis 2023 et se poursuivra après mon départ.

La mission nommée « Bien vivre durablement dans les territoires dans un monde limité ». Le constat initial ayant mené à proposer cette mission et sa démarche est qu'il existe de nombreuses démarches nationales de prospective souvent thématique (ADEME, RTE, IGEDD/France stratégie sur les mobilités, ...), néanmoins les exercices territorialisés en particulier la planification, s'appuient quant à eux le plus souvent sur des projections sans utiliser les outils de la prospective. Mettre en œuvre une démarche de prospective transverse ancrée dans les territoires est donc novateur et intéressant.

III. Présentation du déroulé de la mission

III.1. Les travaux déjà engagés avant le stage.

Une des premières étapes de la mission a consisté à définir les problématiques (et définir les mots de la lettre de missions), entre autres les tensions entre plusieurs notions fondamentales. La première est celle de *bien vivre*, entendue comme une notion multidimensionnelle, à la fois matérielle et immatérielle. *Durablement*, c'est-à-dire en maintenant et en adaptant leurs fonctions essentielles dans le temps long, en cohérence avec des horizons d'action tels que 2035 — en lien avec les exercices actuels de planification —, mais aussi 2050 et au-delà, lorsque cela se justifie. Cette réflexion s'inscrit *dans les territoires*, envisagés comme des systèmes spatiaux contrastés, aux dynamiques hétérogènes, marqués par des vulnérabilités et des capacités d'action très différenciées. Enfin, elles s'inscrivent dans *un monde limité*, qui renvoie aux limites planétaires et locales.

La démarche adoptée s'appuie sur la méthode « Futuribles », structurée en cinq grandes étapes : la définition du problème et le choix des horizons temporels, la construction du système et l'identification des variables clés, le recueil de données et l'élaboration des hypothèses, puis, dans un second temps, la construction des futurs possibles – parfois modélisée sous forme d'arborescence – et enfin les choix stratégiques à envisager. Les deux premières étapes sont complétées, le reste est à poursuivre.

Cette démarche, à la fois originale et ambitieuse, a nécessité plusieurs ajustements méthodologiques au fil de son développement. Le choix du périmètre d'analyse a constitué une étape déterminante. Il a été décidé de s'appuyer sur les zones d'emploi (ZE), un découpage statistique cohérent avec les dynamiques territoriales, englobant les bassins de vie tout en présentant des contrastes internes significatifs entre centre et périphérie. Ce choix présente également l'avantage de couvrir l'ensemble du territoire métropolitain de manière exhaustive, sans superposition des unités spatiales.

L'équipe a également engagé un travail exploratoire sur les typologies territoriales possibles. Cependant, face à la diversité des profils et à la complexité des combinaisons envisageables, il a été jugé plus pertinent de s'appuyer sur l'étude approfondie de territoires concrets et représentatifs. Une première sélection de territoires a ainsi été examinée : Flers, Châlons-en-Champagne, Nice, les Hauts-de-France, la Bretagne et certains territoires ultramarins. Parmi eux, deux zones d'emploi très contrastées ont été retenues pour engager les premières analyses : la zone d'emploi de Saint-Flour et celle de Bordeaux.

L'analyse territoriale s'est appuyée sur un double socle. D'une part, la collecte de données statistiques⁴ a permis de construire des portraits quantifiés de chaque territoire, mettant en évidence leurs dynamiques propres malgré certaines lacunes de données. D'autre part, une lecture croisée des principaux documents de planification (schémas, plans, programmes), enrichie des avis des autorités environnementales (Ae/MRAe), a offert une compréhension plus fine des intentions et orientations des acteurs locaux. Un accent particulier a été mis sur les SCoT, documents suffisamment ciblés pour rendre compte des enjeux locaux, tout en couvrant un périmètre large permettant de dépasser l'échelle strictement opérationnelle. Ainsi, un unique SCoT a été identifié dans la zone d'emploi de Saint-Flour, contre six dans la zone d'emploi de Bordeaux.

⁴ Cette collecte a été réalisée par Lucie Robin dans le cadre d'un stage de quatre mois, portant sur l'étude de trois territoires : les zones d'emploi de Saint-Flour, Bordeaux et Châlons-en-Champagne. »

L'analyse appliquée à ces deux territoires tests met en lumière des trajectoires et des vulnérabilités très différentes. La zone d'emploi de Saint-Flour se caractérise par un affaiblissement démographique et économique progressif, dans un contexte d'éloignement géographique marqué. Ce territoire présente une forte dépendance à l'élevage bovin, dont les perspectives sont incertaines. Il est confronté à un risque d'effondrement systémique, alimenté par un cercle vicieux de déclin des services publics et privés, notamment en cas de mauvaise gestion. Néanmoins, Saint-Flour dispose de ressources importantes encore assez peu valorisées, telles que la diversité agricole, la qualité de la ressource en eau, ainsi que la richesse des écosystèmes forestiers et de la biodiversité. À ce titre, ce territoire pourrait se révéler plus résilient que d'autres face à des chocs systémiques liés au changement climatique, à la sécurité énergétique ou à l'alimentation en eau.

À l'inverse, la zone d'emploi de Bordeaux s'organise autour d'une métropole dynamique, bénéficiant d'une forte attractivité et d'une économie diversifiée. Cette vitalité s'accompagne toutefois de pressions croissantes sur les ressources naturelles, notamment via l'artificialisation des sols et la congestion urbaine. La résilience de ce territoire est plus limitée en raison d'une forte dépendance aux approvisionnements extérieurs. Il est également particulièrement exposé à une série de risques naturels. L'eau constitue ici un facteur de vulnérabilité majeur, avec des risques de submersion marine, de recul du trait de côte, de remontées de nappe, de salinisation des nappes phréatiques et de fragilisation des exutoires des cours d'eau. D'autres aléas s'ajoutent : incendies de forêts, îlots de chaleur urbains, incertitudes sur la viticulture, ou encore avenir incertain de la centrale nucléaire du Blayais. Si ces risques ne sont pas gérés de manière proactive, ils pourraient compromettre la dynamique actuelle de développement.

Les variables clés prises en compte dans cette démarche recouvrent un ensemble d'éléments essentiels à la compréhension des dynamiques territoriales : la population, l'habitat, l'économie productive, les mobilités, les services à la population, les ressources naturelles, l'état de l'environnement et les risques. Deux focales spécifiques ont été développées afin d'adapter l'analyse aux réalités contrastées des territoires étudiés. À Saint-Flour, l'attention s'est portée sur les services à la population – tels que l'éducation ou la santé – ainsi que sur les facteurs structurels qui alimentent le déclin, qu'ils soient démographiques, économiques ou liés à l'accessibilité. À Bordeaux, l'accent a été mis sur les risques naturels et les dispositifs de gestion associés, dans un contexte d'exposition accrue aux aléas liés à l'eau et au climat.

Ces variables ont été articulées entre elles pour construire des hypothèses systémiques, fondées sur l'établissement de liens causaux et d'interactions. Ce travail a permis de bâtir des premiers scénarios prospectifs, adaptés aux spécificités de chaque territoire. L'approche différenciée des deux zones d'emploi se justifie par la nature même des problématiques rencontrées, conduisant à des logiques de scénarisation distinctes.

Pour la zone d'emploi de Saint-Flour, trois scénarios ont été retenus. Le scénario A envisage une valorisation externe du territoire, par l'attractivité de ses ressources et une intégration dans des dynamiques plus larges. Le scénario B décrit une trajectoire d'effritement progressif, marquée par la persistance des fragilités sans rupture brutale. Enfin, le scénario C explore un risque d'effondrement, nourri par l'accumulation de vulnérabilités et la perte des fonctions essentielles du territoire.

Pour la zone d'emploi de Bordeaux, les scénarios sont davantage structurés autour de la gestion des risques. Le scénario A suppose une bonne maîtrise des vulnérabilités actuelles, permettant à la métropole de conserver son dynamisme économique et territorial. Le scénario B envisage l'expression de certaines fragilités – notamment environnementales – mais avec une préservation des équilibres essentiels. Le scénario C, plus pessimiste, décrit les conséquences d'une mauvaise gestion des risques, pouvant entraîner une dégradation rapide et irréversible du territoire, affectant à la fois sa vitalité, son attractivité et sa soutenabilité à long terme.

Ces scénarios constituent des outils de réflexion stratégique, destinés à nourrir la prospective territoriale et à guider les choix d'adaptation face aux transitions à venir. Ils montrent la diversité des chemins possibles et soulignent l'importance des arbitrages publics dans la construction de futurs soutenables et résilients.

III.2 Expérimentation IA

Un autre aspect important de ma mission consiste à explorer les possibilités d'intégration des intelligences artificielles génératives dans les différentes tâches qui me sont confiées. Il s'agit, chaque fois que cela est pertinent, de tester leur apport concret, afin d'établir un état des lieux détaillé des usages possibles : en identifiant les tâches pour lesquelles ces outils se révèlent véritablement utiles, celles où leur emploi doit être envisagé avec précaution ou assorti de réserves, et enfin celles pour lesquelles ils s'avèrent peu ou pas pertinents. Cette démarche s'inscrit dans une logique d'expérimentation raisonnée, visant à mieux cerner les apports réels de l'IA générative dans le cadre des travaux menés par l'Inspection. Dans ce cadre, plusieurs outils ont été mobilisés – notamment ChatGPT, Claude, Mistral, Perplexity et Humata – afin de comparer leurs performances, leurs interfaces, ainsi que leur utilité selon les cas d'usage. Une vigilance particulière a été portée à la protection des données sensibles : aucune information inédite ou production confidentielle n'a été transmise à ces systèmes, en particulier ceux qui exploitent les requêtes pour entraîner et améliorer leurs modèles. Je préciserai dans la suite du rapport lorsque l'IA a été utilisée, laquelle et quel enseignement j'en tire.

III.3. Les travaux réalisés

III.3.1 Fiches de lecture

Dans un premier temps, ma mission a consisté à rédiger un certain nombre de fiches de lecture. D'un point de vue méthodologique, j'ai systématiquement commencé par lire moi-même les documents, avant d'utiliser l'intelligence artificielle. Humata est une IA qui permet d'interagir avec un document : elle se base sur le contenu fourni pour répondre aux prompts et sourcer les différentes idées. Par la suite, j'ai demandé à ChatGPT d'utiliser un modèle que je lui avais transmis pour générer une fiche de lecture à partir du texte. Ce modèle a évolué au fil du temps pour s'adapter à différents besoins. Dans sa version classique, il incluait : une présentation des auteurs, une liste de mots-clés accompagnés de leurs définitions, un résumé du texte (auquel j'ai parfois ajouté une analyse personnelle), ainsi que des citations marquantes.

D'un point de vue général, à condition d'avoir lu soi-même les textes au préalable, je trouve que l'apport de l'intelligence artificielle est particulièrement intéressant pour la présentation des auteurs, l'identification et la définition des notions importantes, ainsi que pour la rédaction d'un résumé synthétique. En revanche, concernant les citations, j'ai constaté à plusieurs reprises que l'IA les inventait entièrement : c'est un point de vigilance. Et même lorsque les citations étaient authentiques, elles n'étaient pas toujours très pertinentes (il est donc préférable de les sélectionner soi-même).

Enfin, j'ai également intégré à certaines fiches une série de questions permettant d'approfondir la réflexion autour du texte, de l'intelligence artificielle et de ma propre posture de lecteur. Ces questions visaient à interroger non seulement le contenu, mais aussi la manière dont l'IA influence notre compréhension, notre autonomie critique, et notre rapport aux savoirs.

Les fiches sont organisées selon les territoires auxquels elles offrent les transpositions les plus pertinentes : soit la zone d'emploi de Saint-Flour, soit celle de Bordeaux. Pour celle de Bordeaux, elles sont ensuite classées selon deux axes : les thématiques transversales entre métropoles, et celles spécifiquement liées à la submersion marine et aux risques hydrologiques. Les cas concrets abordés ne sont en revanche pas dans ces territoires, sauf quelques exceptions.

III.3.1.1 Problématiques associées à un territoire comme la zone d'emploi de Saint-Flour :

III.3.1.1.1 – Les “Shrinking Cities”

Ce document est un article scientifique coécrit par Sylvie Fol et Emmanuèle Cunningham-Sabot, consacré à l'analyse critique du concept de *Shrinking Cities* et des approches associées à la décroissance urbaine. Ce texte propose une mise en perspective théorique et empirique de ce phénomène à partir d'exemples internationaux.

Fiche de lecture – *Shrinking Cities*

Référence bibliographique :

Fol, S. et Cunningham-Sabot, E. (2010). « Déclin urbain » et *Shrinking Cities* : une évaluation critique des approches de la décroissance urbaine. *Annales de Géographie*, n°674, pp. 359-383.

Auteurs :

- **Sylvie Fol**, professeure à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, spécialiste de la géographie urbaine, de la mobilité résidentielle et de la ségrégation socio-spatiale.
- **Emmanuèle Cunningham-Sabot**, professeure à l'Université Rennes 2, spécialiste de géographie urbaine et de la décroissance urbaine, notamment dans les villes européennes en déclin.

Problématique

Le déclin urbain, longtemps perçu comme une anomalie temporaire, est-il devenu un phénomène structurel et global dans le contexte contemporain de mondialisation ? Ce phénomène, connu sous le nom de *Shrinking Cities*, nécessite-t-il une nouvelle approche théorique et politique ?

Objectifs de l'article

- Remettre en question les représentations traditionnelles de la croissance urbaine.
- Évaluer dans quelle mesure le concept de *Shrinking Cities* apporte un regard nouveau sur les processus de déclin urbain.
- Analyser les interactions entre dynamiques globales (mondialisation, transition démographique) et situations locales.
- Identifier les implications de ces transformations pour les politiques urbaines.

Définitions des notions clés

- **Déclin urbain** : processus combinant déclin démographique, crise économique, désindustrialisation, dégradation sociale et urbaine.
- **Shrinking Cities** : villes confrontées à une perte durable de population et de fonctions économiques.
- **Désindustrialisation, Suburbanisation, Seconde transition démographique** : facteurs de recomposition urbaine.

Plan et contenu de l'article

1. **Les interprétations du déclin urbain** : visions linéaires, modèles cycliques, suburbanisation, transition démographique.
2. **Les *Shrinking Cities* comme phénomène global** : diffusion mondiale, effets de la mondialisation, notion de *black holes*.
3. **Facteurs globaux, effets locaux** : diversité des formes de déclin selon les régions (États-Unis, Europe, Japon, pays émergents).

4. **Enjeux politiques et changement de paradigme** : remise en cause du modèle de croissance, perspectives d'urbanisme post-croissance.

Conclusion

Le déclin urbain est un phénomène global, structurel, et durable. Il doit être intégré dans les politiques urbaines comme une composante normale du développement. Le concept de *Shrinking Cities* permet de repenser l'urbanisme au-delà de la croissance.

Apports de l'article

- Synthèse de la littérature internationale.
- Typologie comparative des situations de déclin.
- Réflexion sur un urbanisme post-croissance.

Limites

- Analyse principalement théorique.
- Typologie à affiner.

Citations utiles

« Il est nécessaire aujourd'hui de revoir ce postulat et d'envisager le déclin comme une composante structurelle et durable du développement urbain. »

« Les *Shrinking Cities* offrent un nouveau potentiel, et les politiques urbaines peuvent s'en saisir pour reconstruire autrement les espaces urbains. »

Transposition aux territoires d'étude

L'article sur les *Shrinking Cities* éclaire utilement la situation de la ZE de Saint-Flour, marquée par un déclin démographique durable, un vieillissement et un affaiblissement économique. Bien que Saint-Flour ne soit pas une ville industrielle dense comme dans les exemples classiques, la logique de décroissance structurelle s'y applique. La principale leçon transposable est la nécessité d'abandonner le réflexe de la croissance à tout prix, pour penser un aménagement adapté à la contraction vraisemblable à un certain degré : recentrage des services, sobriété foncière, amélioration du cadre de vie. Toutefois, l'approche doit être adaptée au contexte rural et diffus, où la priorité est le maintien de l'accessibilité et des fonctions de base, ainsi qu'une forme d'accès aux fonctions « supérieures » (par exemple universités, services médicaux spécialisés) malgré l'éloignement géographique, en restant dans des coûts raisonnables et en combinant au mieux les technologies du numérique avec d'autres formes plus traditionnelles d'accès.

III.3.1.1.2 - Le cas de Lannion d'un développement largement exogène

Ce deuxième document est un texte de Jean-Yves Marjou sur l'implantation du CNET à Lannion. Il retrace l'essor économique porté par les télécommunications, résultat d'une intervention largement exogène des pouvoirs publics, puis le déclin lié aux délocalisations dans ce secteur. Ce retour d'expérience, qui a été tentée pour enrayer le déclin de territoires à l'écart, malgré des succès indéniables également, interroge la dépendance à un secteur unique et les limites d'un développement territorial trop spécialisé.

Fiche de lecture – Lannion

1. Auteurs

Le document est rédigé par Jean-Yves Marjou, ingénieur et ancien cadre du secteur des télécommunications à Lannion. Il semble faire preuve d'une connaissance intime du tissu socio-économique local, probablement issue de son implication professionnelle dans ce territoire. L'ouvrage ne précise pas son affiliation institutionnelle mais son approche factuelle et son regard rétrospectif suggèrent une expérience prolongée dans les télécommunications et la planification territoriale.

2. Mots-clés et notions importantes

- Décentralisation industrielle : transfert d'activités économiques vers les régions en difficulté. À Lannion, cela commence avec l'installation du CNET en 1959.
- CNET : Centre national d'études des télécommunications, moteur de la transformation industrielle.
- Zone industrielle : espace créé pour accueillir les entreprises technologiques.
- Effet de polarisation : concentration des activités et effets d'entraînement territoriaux.
- Taux d'abattement de zone : mécanisme de réduction salariale appliqué localement.

3. Analyse du contenu

La problématique posée est celle de l'impact de l'implantation des télécoms à Lannion sur l'économie locale. La méthodologie repose sur une approche historique et quantitative, avec de nombreuses données issues de sources locales et nationales. L'étude met en évidence un basculement du territoire grâce à l'arrivée du CNET, suivi d'une croissance soutenue des emplois et de la population, puis d'un déclin à partir des années 1980 lié à la mondialisation et à la délocalisation. L'auteur souligne les limites d'un développement économique fondé sur un secteur unique et dépendant de stratégies d'entreprises extérieures.

4. Citations commentées

- « Le développement de Lannion résulte du succès du commutateur dérivé de Platon ⁵[...] » : montre l'importance de l'innovation technologique comme moteur de développement.
- « La direction des grands groupes impose [...] la délocalisation de production de logiciel dans des centres à bas coûts. » : critique d'une logique financière court-termiste.
- « Ainsi les anciens [...] sont mis hors-jeu. » : illustration d'un gâchis humain lié à la perte de savoirs locaux.

5. Réflexion personnelle

Ce texte documente un cas exemplaire de transformation territoriale par l'innovation technologique largement organisée par les pouvoirs publics, mais aussi les risques d'un modèle de développement trop spécialisé. Il questionne la résilience des territoires post-industriels et interroge la capacité à diversifier l'économie locale en s'appuyant sur ses ressources propres.

6. Questions pour approfondir

1. Quels leviers territoriaux auraient pu être activés pour rendre le développement économique de Lannion moins dépendant des grandes entreprises extérieures ?
2. La spécialisation technologique est-elle une force ou une faiblesse pour un territoire à long terme ?
3. Comment anticiper les effets sociaux des délocalisations et restructurations industrielles dans les politiques publiques ?
4. Quels enseignements le cas de Lannion peut-il apporter aux stratégies actuelles de réindustrialisation ou de relocalisation en France ?
5. Le développement d'un territoire peut-il reposer sur l'innovation sans diversité économique ni ancrage local fort ?

Transposition aux territoires d'étude

Le cas de Lannion illustre comment un soutien étatique fort, via l'implantation du CNET, a permis un basculement territorial rapide. Pour la zone d'emploi de Saint-Flour, un tel scénario semble aujourd'hui peu probable, mais ne peut être exclu, par exemple dans le cas d'activités militaires ou sensibles, où l'isolement géographique représenterait un avantage stratégique, ou encore d'une industrialisation autour d'un équipement structurant comme un SMR (« small modular reactor ») de production électronucléaire par exemple.

L'exemple de Lannion invite cependant à la prudence face à la dépendance à un acteur unique. Pour Saint-Flour, une stratégie plus résiliente pourrait reposer sur le développement d'activités de niche ancrées localement (agroalimentaire de qualité, énergies renouvelables, artisanat), en s'appuyant sur

⁵ Platon : acronyme de *Prototype Lannionnais d'Autocommutateur Temporel à Organisation Numérique*. Il s'agit du tout premier commutateur temporel jamais conçu, une innovation majeure dans le domaine des télécommunications, développé dans les années 1970 à Lannion (France). Un commutateur est un dispositif permettant d'établir, de gérer et de terminer automatiquement des connexions entre usagers dans un réseau de télécommunications.

une montée en gamme des productions et une structuration des filières. La mise en place de **politiques de labellisation** (labels AOP, IGP, ou autres certifications territoriales) pourrait favoriser cette dynamique en donnant une visibilité nationale, voire internationale, à des produits locaux, tout en renforçant leur ancrage territorial.

Toutefois, cette stratégie suppose que les marchés correspondant à ces productions puissent se développer suffisamment. Si plusieurs territoires ruraux optent pour cette voie, l'augmentation globale de l'offre pourrait saturer certains segments de marché ou conduire à une banalisation des labels. Il est donc essentiel d'accompagner cette démarche d'une stratégie collective de différenciation, de mutualisation logistique, et d'ouverture à des circuits de distribution innovants (vente en ligne, coopérations interterritoriales, circuits courts métropolitains). La réussite de ces politiques dépendra aussi de la capacité des acteurs locaux à se coordonner, à innover dans les modèles économiques, et à faire valoir la qualité comme levier de développement, plutôt que le volume ou la standardisation.

III.3.1.1.3 – L'héritage de Pierre Marzin à Lannion

Ce troisième document que j'ai lu est un article de Jean-Jacques Monnier retraçant l'essor de Lannion grâce à l'installation du CNET dans les années 1960. Il montre comment une initiative publique, portée par Pierre Marzin, a transformé un territoire périphérique en pôle technologique, tout en soulignant les limites d'un développement centré sur un acteur unique.

Fiche de lecture – L'héritage de Pierre Marzin à Lannion

1. Auteurs

Jean-Jacques Monnier est docteur ès lettres, enseignant au lycée de Lannion et historien spécialisé dans la Bretagne contemporaine. Il est l'auteur de plusieurs ouvrages de référence, notamment *Histoire de la Bretagne et des pays celtiques* (1983) et *Le comportement politique des bretons* (1945-1993) (1994). Son approche se distingue par une rigueur historique couplée à une attention particulière aux dynamiques régionales. Dans cet article, il mobilise ses connaissances du territoire breton et des archives locales pour restituer une trajectoire politique et territoriale originale.

2. Mots-clés et notions importantes

- Décentralisation : processus de transfert de compétences et de moyens vers les territoires, ici concrétisé par l'installation du CNET à Lannion.
- Aménagement du territoire : politiques publiques visant à corriger les déséquilibres spatiaux ; le cas lannionnais illustre une tentative réussie.
- CNET (Centre National d'Études des Télécommunications) : moteur public du développement industriel local.
- SIDIRL : syndicat intercommunal qui structure le soutien local au projet.
- Radôme de Pleumeur-Bodou : infrastructure emblématique du tournant technologique des années 1960.
- Leadership local : rôle décisif d'acteurs individuels comme Pierre Marzin dans l'orientation du destin territorial.

3. Analyse du contenu

La problématique centrale est celle de la transformation d'une petite ville périphérique, Lannion, en un pôle technologique de premier plan, à partir de la seule impulsion d'un haut fonctionnaire visionnaire : Pierre Marzin. L'étude repose sur une démarche historique mobilisant des sources variées (archives de presse, témoignages, statistiques).

L'article retrace les étapes de cette mutation entre 1954 et 1974 : la création du CNET, la mobilisation des acteurs politiques bretons, l'effet d'entraînement sur l'économie locale (PME, services, logement, éducation) et les retombées sociales (urbanisation, intégration des communes).

Monnier met en évidence une rupture dans la gouvernance territoriale, incarnée par la synergie entre État, élus locaux et société civile. Cependant, les limites du modèle sont aussi évoquées : fragilité économique liée à la spécialisation, isolement infrastructurel, difficulté à assurer la pérennité du développement sans leadership équivalent.

4. Citations commentées

- « Un seul haut fonctionnaire a montré de la bonne volonté, un seul a dit "oui", Pierre Marzin, un Trégorrois, directeur du CNET. » : Cette citation de René Pléven souligne l'importance de l'engagement individuel dans une administration souvent réticente à décentraliser.
- « La Bretagne doit avancer et la France doit l'y aider. » : Propos du général de Gaulle en 1960, qui donne une légitimité nationale à l'expérience lannionnaise.
- « La recherche pouvait être un moteur de l'industrialisation. » : Cette formule résume la stratégie de Marzin : investir dans l'intelligence pour transformer un territoire.
- « C'est une sorte de "Trégor Valley". » : La référence à la Silicon Valley montre le changement d'échelle et d'image pour une région longtemps marginalisée.
- « Peut-être manque-t-il quelqu'un de la trempe de Pierre Marzin... » :

Réflexion finale qui interroge la reproductibilité d'un modèle aussi fortement incarné.

5. Réflexion personnelle

Ce texte illustre brillamment comment une initiative publique bien ciblée peut transformer durablement un territoire. Il met en lumière les conditions de réussite d'une politique de développement régional : vision stratégique, ancrage territorial, soutien politique multiscalair. Toutefois, il rappelle aussi la fragilité d'un modèle trop centré sur un secteur unique, sans appui sur des infrastructures nationales fortes. L'exemple de Lannion, à la fois pionnier et vulnérable, questionne nos actuelles politiques de réindustrialisation, et invite à penser des modèles plus diversifiés, durables et territorialisés.

6. Questions pour approfondir

1. Quels mécanismes actuels pourraient reproduire l'effet d'entraînement du CNET à l'échelle d'autres territoires ?
2. Comment institutionnaliser la démarche initiée par une personnalité « charismatique », pour en assurer la continuité ?
3. Les territoires périphériques peuvent-ils aujourd'hui encore espérer une reconnaissance nationale sans infrastructures de transport performantes ?
4. Quel rôle pour les intercommunalités dans la structuration d'une stratégie de développement innovante ?
5. Quelles synergies possibles entre innovation technologique, transition écologique et développement local ?

Transposition aux territoires d'étude

L'expérience de Lannion, telle que relatée à travers l'action de Pierre Marzin, montre qu'un territoire périphérique peut connaître une transformation radicale à condition de réunir une volonté politique forte, un leadership local structurant, et un soutien multiscalaire cohérent. Pour la zone d'emploi de Saint-Flour, cette trajectoire n'est pas transposable à l'identique, mais elle rappelle l'importance d'un projet de territoire clair et fédérateur, capable de mobiliser aussi bien les institutions locales que les partenaires nationaux.

Dans un contexte actuel moins propice aux grands programmes étatiques, *l'impulsion pourrait venir d'un acteur public local ou d'un collectif ancré dans le territoire*, capable de construire une vision partagée (autour par exemple, de la souveraineté alimentaire, de la transition énergétique ou de l'accueil de populations en quête de modes de vie plus sobres).

La clé de lecture ici n'est pas tant l'opportunité extérieure que la capacité endogène à s'organiser, à porter une ambition commune et à peser politiquement. Cela suppose de renforcer les compétences stratégiques locales (intercommunalité, tiers-lieux, réseau associatif), et d'inventer des formes nouvelles de gouvernance adaptées aux ressources et aux fragilités d'un territoire rural. Si l'héritage de Marzin reste unique, son enseignement pourrait être adapté : *il faut des porteurs de projets visibles, légitimes et structurants, capables d'incarner une vision territoriale dans le temps long*.

III.1.1.4 – Fiches du POPSU sur des territoires ruraux éloignés

Le document est un court livret du programme POPSU, portant principalement sur Arvieux. Il s'intéresse aux dynamiques d'innovation sociale et numérique dans des territoires ruraux isolés. Ce cas permet d'éclairer, par contraste et analogie, certains enjeux de la zone d'emploi de Saint-Flour : revitalisation territoriale, dépendance aux infrastructures extérieures, rôle du politique local et résilience dans un contexte de rareté.

Arvieux : Des villages qui se font seuls

Arvieux, village de 755 habitants situé à l'écart des grands centres urbains, illustre la capacité de certains territoires ruraux à se revitaliser par l'innovation sociale et numérique. Bien que relativement isolée, éloignée de Rodez — chef-lieu départemental — et en position périphérique au sein de son intercommunalité, la commune a su initier une dynamique originale en accueillant une jeune équipe d'entrepreneurs du numérique dans un local municipal. En échange, ces derniers ont participé à la vie locale, notamment en facilitant l'accès à Internet pour les habitants.

Ce partenariat a favorisé l'émergence d'un écosystème numérique local : création d'un tiers-lieu, aménagement d'une médiathèque, lancement d'un projet de « co-living » porté par des acteurs extérieurs. Cette dynamique repose avant tout sur une volonté politique affirmée du maire, qui a su impulser cette orientation malgré un accueil initial réservé de la part d'autres institutions.

L'implantation d'activités numériques transforme les ressources et les vulnérabilités locales. Si elle offre de nouvelles perspectives économiques et sociales, elle s'accompagne aussi d'une certaine dépendance à des infrastructures externes, notamment les réseaux télécoms et la fibre optique. Par ailleurs, la diminution de la taille moyenne des ménages accentue les tensions sur le parc de logements, souvent peu adapté à ces évolutions.

Le développement de ces « campagnes numériques » illustre une hybridation croissante entre ruralité et technologies. Ces territoires doivent désormais concilier les défis traditionnels des espaces ruraux (accessibilité, vieillissement, dépendance automobile) avec ceux propres à la numérisation (cyberdépendance, vulnérabilité des infrastructures). Cette double exposition soulève des enjeux nouveaux en matière de résilience territoriale et appelle des réponses adaptées à ces réalités hybrides.

Conclusion

Le cas d'Arvieux met en avant l'innovation en milieu rural comme levier de redynamisation, mais aussi comme facteur de nouvelles vulnérabilités. Il révèle la force motrice de l'initiative locale, tout en soulignant la fragilité des équilibres ruraux face à une dépendance croissante aux infrastructures et aux acteurs extérieurs.

Transposition au territoire de la zone d'emploi de Saint-Flour

Dans une perspective de réflexion sur la résilience en contexte de décroissance, l'exemple d'Arvieux offre un éclairage pertinent pour le territoire de Saint-Flour. Bien que les dynamiques observées ne soient pas directement transposables, elles montrent que des actions modestes, ancrées dans les ressources locales et appuyées par un leadership politique affirmé, peuvent contribuer à créer des écosystèmes innovants. La mise en place de tiers-lieux, l'animation de réseaux numériques, ou encore l'ouverture à des formes alternatives d'habitat participatif sont autant de leviers explorables.

Cependant, la dépendance d'Arvieux à des réseaux techniques (télécommunications, transport, équipements) et à des figures politiques locales soulève une limite importante. En l'absence de politiques structurelles portées à une échelle plus large, ces initiatives demeurent fragiles et difficilement pérennes. Dans la ZE de Saint-Flour, le même constat peut être dressé : la réussite d'une

transition vers un « bien vivre durable » passera par la capacité à structurer et sécuriser ces dynamiques locales dans un cadre plus stratégique, en évitant de s'en remettre uniquement à des expérimentations ponctuelles. Arvieux n'est donc pas un modèle, mais un repère : il invite à penser la transition dans la lenteur, l'ancrage local, et la résilience discrète.

Après avoir exploré les enjeux propres à la zone d'emploi de Saint-Flour, l'analyse se poursuit avec le cas de Bordeaux, territoire dense et en croissance, mais également caractérisé par une périphérie vaste, contrastée, et exposée à de fortes pressions urbaines. Ce territoire présente des formes de vulnérabilité différentes, liées à sa densité, à son développement rapide, et aux interdépendances croissantes entre fonctions urbaines, infrastructures et milieux naturels. Afin d'éclairer ces dynamiques, cette seconde partie est structurée en deux volets complémentaires. Le premier (III.3.1.2a) traite des enjeux généraux des métropoles : gouvernance des ressources, recomposition des périphéries, mobilités alternatives ou encore adaptation aux extrêmes thermiques, à travers des cas issus de Bordeaux, Toulouse et Paris. Le second (III.3.1.2b) se concentre plus spécifiquement sur les conséquences du changement climatique en contexte littoral, notamment la submersion marine et les risques hydrologiques associés, à partir d'exemples étrangers (Pays-Bas) et d'analyses territoriales approfondies. Ce double regard permet de mieux comprendre les défis de résilience dans les métropoles côtières, en croisant les temporalités de crise, les dynamiques d'adaptation et les logiques d'aménagement.

III.3.1.2a : Métropoles : éléments généraux

III.1.2a.1 – Travaux du POPSU sur des métropoles

Le document est un ensemble de synthèses issues du programme POPSU, portant sur Saint-Orens, Bordeaux et la frange toulousaine. Il met en lumière des dynamiques locales d'adaptation et de transition dans des contextes métropolitains : gouvernance coopérative, recomposition de la périphérie, mobilités alternatives et gestion des ressources. Ces cas illustrent la complexité des stratégies métropolitaines de résilience face à la croissance, à la pression foncière et à l'impératif écologique.

Travaux POPSU – Métropoles

Saint-Orens : une périphérie métropolitaine à la recherche de cohérence

Ce mini-livret mobilise l'exemple de Saint-Orens, ville en périphérie de Toulouse, pour interroger les dynamiques de relocalisation des activités, de mobilité et de gouvernance territoriale. Il illustre les tensions entre autonomie locale et dépendance à la métropole.

Le document met en lumière une problématique récurrente : les villes périurbaines peinent à se relier entre elles sans passer par le centre métropolitain, conséquence d'une structuration en étoile du réseau de transport collectif. Cette observation, bien que partiellement vraie, mérite d'être nuancée. Certaines intercommunalités développent aujourd'hui des logiques de maillage horizontal, appuyées par des réseaux de bus interurbains ou des mobilités alternatives.

Saint-Orens illustre donc un défi propre aux périphéries métropolitaines : comment construire une cohérence territoriale dans un espace dominé par le rayonnement du centre, sans verser dans une

simple logique de dépendance ? Ce cas entre en résonance avec les enjeux de Bordeaux, notamment face à la saturation des axes structurants et à la nécessité de penser la poly-centralité.

Métropole coopérative et gestion des ressources : Bordeaux

Ce livret explore la manière dont Bordeaux Métropole tente de construire une gouvernance coopérative des ressources essentielles, notamment l'eau et l'alimentation. Il s'appuie sur différents récits pour illustrer les logiques d'articulation entre acteurs publics, société civile et opérateurs privés.

Le document insiste sur une tendance à la reterritorialisation et à la reprise en main publique de la gestion des ressources, dans un contexte de vulnérabilité croissante (retrait du trait de côte estimé à 100 mètres dans les Landes et en Gironde d'ici 2050). Ce processus passe par la création d'un « écosystème coopératif » liant politiques de l'eau, agriculture urbaine et circuits courts.

Il soulève néanmoins plusieurs questions : comment concilier cette gouvernance avec l'échelle métropolitaine ? Quelle place donner aux communs ? La métropole peut-elle réellement dépasser la logique de croissance pour adopter une stratégie de résilience plus sobre et plus inclusive ?

Les nouveaux chemins de la métropole toulousaine: Mobilités actives dans le paysage périurbain toulousain

Cet ouvrage interroge le potentiel d'un réseau ancien de chemins ruraux dans la frange métropolitaine toulousaine, à partir de deux transects reliant le centre de Toulouse aux intercommunalités périphériques. Les auteurs révèlent comment ces cheminements oubliés peuvent être réactivés pour structurer des mobilités actives, renforcer les liaisons de proximité et offrir un accès direct à la nature.

Cette approche propose un urbanisme du déjà-là, s'appuyant sur des ressources spatiales existantes. Elle ne remplace pas les grands projets d'infrastructure, mais offre une alternative douce, sensible et peu coûteuse, fondée sur la mise en valeur des marges.

Ce cas soulève des questions utiles à Bordeaux : quels anciens cheminements peuvent jouer ce rôle de liant entre centre et périphérie ? Comment soutenir leur gouvernance ? Quelle place donner à l'initiative habitante dans leur activation ?

Conclusion transversale

Les études rassemblées ici révèlent trois enjeux fondamentaux pour la métropole bordelaise : la cohérence des périphéries (Saint-Orens), la gouvernance des ressources dans une logique de transition écologique (Bordeaux), et la valorisation des marges comme support de mobilités alternatives (chemins toulousains). Ces exemples ne dessinent pas un modèle unique, mais dessinent des trajectoires possibles d'adaptation face à la croissance, aux limites environnementales et à la nécessité d'inclure les périphéries.

Ils mettent en lumière des formes hybrides de gouvernance, des logiques de coopération territoriale et des pratiques d'urbanisme sobre, qui interrogent la capacité de Bordeaux à dépasser une gouvernance verticale pour faire émerger une résilience fondée sur les usages, les ressources locales et les initiatives habitantes.

Transposition au territoire de Bordeaux

Le cas bordelais fait directement écho à ces réflexions. En particulier, la question des anciens cheminements, aujourd'hui négligés mais porteurs de potentiel, invite à repenser la structuration des mobilités en intégrant des solutions de proximité, douces et peu coûteuses. Ces réseaux pourraient permettre de reconnecter la ville-centre aux périphéries dans une logique de transition écologique.

Par ailleurs, les démarches coopératives de gestion de l'eau et de l'alimentation interrogent la capacité de Bordeaux à organiser la résilience par la reterritorialisation des ressources. Toutefois, cette approche reste souvent pilotée par les institutions centrales et repose sur des dispositifs techniques lourds, peu accessibles aux initiatives locales.

Enfin, les tensions observées à Saint-Orens rappellent celles rencontrées dans l'aire bordelaise : congestion, dépendance au centre, faiblesse du maillage transversal. Cela renforce l'idée qu'une stratégie de transition pour Bordeaux ne peut faire l'économie d'un rééquilibrage territorial fondé sur la coopération intercommunale, la poly-centralité et la valorisation des marges.

III.3.1.2a.2 - Paris à 50°C

Ce premier document en lien avec le changement climatique à Bordeaux est une note produite par la Ville de Paris, consacrée à un exercice de gestion de crise simulant une canicule extrême, avec des températures atteignant 50 °C. Cet exercice prospectif visait à tester la résilience du territoire parisien face à un scénario climatique extrême.

Fiche de lecture – Exercice de crise « Paris à 50 °C »

Référence du document

- **Titre** : *Paris à 50 °C – Préparer le territoire à un dôme de chaleur*
- **Porteur du projet** : Ville de Paris – Direction de la Transition écologique et du Climat
- **Date de réalisation de l'exercice** : Octobre 2023
- **Sources analysées** : *Kit méthodologique* et *Synthèse & grands enseignements*

Contexte et justification

Face à l'accélération du changement climatique, les vagues de chaleur extrême deviennent plus fréquentes et plus intenses. Le Groupe régional d'experts sur le climat (GREC) francilien a modélisé un scénario plausible d'un dôme de chaleur atteignant 50 °C sur Paris à l'horizon de la fin du siècle. Dans ce contexte, la Ville de Paris poursuit une politique d'adaptation initiée à la suite de la canicule de 2003, articulée autour de plusieurs axes : plan canicule, création d'îlots de fraîcheur, végétalisation des espaces, rénovation énergétique des bâtiments, entre autres.

Objectifs de l'exercice

L'exercice visait plusieurs finalités stratégiques :

- Renforcer la préparation du territoire et des habitants face à des épisodes climatiques extrêmes ;
- Tester les dispositifs existants de gestion de crise et nourrir une culture du risque partagée ;
- Identifier les vulnérabilités structurelles, organisationnelles et techniques ;
- Impliquer les citoyens dans les démarches de prévention et encourager les solidarités locales.

Élaboration du scénario

Le scénario, fondé sur des bases scientifiques établies par le GREC francilien, envisageait les impacts multiples d'un épisode de chaleur extrême :

- Sur le plan **sanitaire** : augmentation significative de la surmortalité ;
- Sur le plan **technique** : perturbations des réseaux ferroviaires et électriques ;
- Sur le plan **agricole** : stress hydrique et dessèchement des cultures.

L'exercice s'est structuré autour de quatre groupes de travail thématiques (réseaux, mobilité, santé, économie), réunis au cours de trois sessions successives.

Déroulement de l'exercice

L'expérimentation s'est déroulée en deux temps :

1. **Exercice in situ** (13 octobre 2023) dans les 13e et 19e arrondissements, avec participation des habitants ;
2. **Exercice sur table** (17 octobre 2023), simulant une gestion de crise à l'échelle institutionnelle au sein d'une salle de commandement.

Les quartiers sélectionnés – Italie (13ème) et Cambrai (19ème) – présentaient une diversité sociale marquée, une concentration de structures sensibles (crèches, EHPAD, écoles), et une exposition accrue aux risques liés aux chaleurs extrêmes.

Dans le 13ème arrondissement, l'exercice s'est focalisé autour de la Petite Ceinture et a simulé un incendie dans une tour du quartier des Olympiades, accentué par une pression d'eau insuffisante pour les secours. Dans le 19ème, le scénario envisageait une défaillance généralisée des télécommunications couplée à un arrêt prolongé de la ligne 7 du métro, avec des passagers bloqués dans des rames en surchauffe. Des coupures d'électricité simulées venaient perturber le fonctionnement des lieux climatisés et des dispositifs médicaux.

Les habitants jouaient leur propre rôle, participant activement aux mises en situation : simulation de malaises, évacuation de bâtiments, activation de lieux refuges (gymnases, centres sociaux, etc.).

La coordination interservices a également été testée sur le terrain, mobilisant à la fois les équipes municipales, les secours (BSPP), les opérateurs de réseau (eau, électricité, téléphonie), les mairies d'arrondissement et les associations locales.

Des vidéos ont été réalisées pour simuler des journaux télévisés de crise. Les participants recevaient des consignes en temps réel, ce qui permettait d'évaluer la chaîne de décision, la réactivité institutionnelle et la fluidité des circuits d'information.

Données chiffrées

- Plus de 80 partenaires impliqués ;
- Environ 300 participants mobilisés sur le terrain ;
- Plus de 100 habitants directement engagés ;
- 7 ateliers de sensibilisation, 4 lieux refuges testés ;
- 18 mois de préparation en amont de l'exercice.

Enseignements tirés du retour d'expérience

L'évaluation post-exercice a permis de dégager plusieurs constats majeurs :

- La nécessité de préserver les ressources humaines en cas de crise prolongée (risques d'épuisement et d'absentéisme) ;
- Le rôle crucial de la communication entre acteurs pour limiter les effets dominos et mieux gérer les interdépendances en cascade ;
- Des vulnérabilités importantes ont été révélées sur les plans infrastructurel et technique (défaillances des réseaux, absence de climatisation, saturation des transports) ;
- L'intérêt d'une participation citoyenne dès la phase de conception des plans de gestion de crise.

Suites envisagées et recommandations

Parmi les suites données à cet exercice :

- Lancement du **Plan Grand Chaud**, incluant le développement de lieux refuges ;
- Réplication future d'exercices participatifs pour ancrer une culture du risque locale ;
- Intégration des apprentissages dans la stratégie globale de résilience urbaine de la Ville de Paris.

Conclusion

L'exercice *Paris à 50 °C* constitue une initiative pionnière dans le champ de la résilience urbaine. Par son approche transversale et participative, il combine rigueur scientifique, planification territoriale et engagement citoyen. Il offre un modèle reproductible pour les métropoles confrontées aux défis climatiques à venir, notamment en matière de gestion des extrêmes thermiques et de résilience systémique.

Transposition aux territoires d'étude

Cet article bien que traitant d'un exercice en cas de situation extrême met en avant les changements nécessaires afin de prendre en compte les augmentations de température et d'événements extrêmes. Néanmoins il ne permet pas de discuter de la résilience d'un territoire sur la durée. Cela interroge sur le futur des métropoles comme Bordeaux.

III.3.1.2b Conséquences et adaptation au Changement climatique spécifiques aux grandes métropoles côtières

III.3.1.2b.1 – Gestion des risques de submersion et hydrologiques littoraux aux Pays-Bas

Ce deuxième document en lien avec le changement climatique à Bordeaux est un article publié sur Géoconfluences en 2015 par Servane Gueben-Venière, qui retrace l'évolution des politiques néerlandaises face aux risques côtiers. Il met en lumière le passage d'une stratégie de maîtrise technique à une gestion intégrée fondée sur la résilience territoriale.

Fiche de lecture – Gestion des risques de submersion marine et hydrologiques littoraux aux Pays Bas

Titre de l'article

« De l'équipement à la gestion du littoral, ou comment vivre avec les aléas météo-marins aux Pays-Bas ? »

Servane Gueben-Venière, *Géoconfluences*, 2015

Auteure :

Servane Gueben-Venière est une géographe française, docteure en géographie des risques côtiers de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, aujourd'hui post-doctorante au CNRS (LATTS) et cofondatrice de KEYROS

Mots-clés définis

- **Aléas météo-marins** : phénomènes naturels comme les tempêtes, submersions marines, érosion ou montée des eaux qui affectent les zones côtières.
- **Gestion du littoral** : ensemble des politiques, techniques et aménagements destinés à protéger et organiser durablement les espaces côtiers.
- **Polder** : terre gagnée sur la mer ou sur un lac par endiguement et assèchement, typique des Pays-Bas.
- **Waterschappen** : autorités régionales de gestion de l'eau aux Pays-Bas, chargées de la surveillance des digues, du drainage et des conflits d'usage.
- **Résilience territoriale** : capacité d'un territoire à s'adapter aux perturbations (climatiques, naturelles) tout en assurant sécurité et qualité de vie.

Résumé de l'article

1. Une lutte historique contre l'eau :

Dès l'Antiquité, les Néerlandais ont développé des stratégies de survie face à la mer et aux inondations. Les *terpen*, buttes de terre artificielles, sont la première adaptation à la montée des eaux. L'article souligne que ces structures permettaient déjà « une agriculture intensive [...] sur des terres particulièrement fertiles » (p. 2).

2. Une organisation collective très tôt structurée

Dès le Moyen Âge, une volonté collective d'organiser la défense du territoire se met en place. Les *waterschappen*, créés à la fin du XIIe siècle, coordonnent la gestion des digues et du drainage. Ils instaurent une taxe « imposable à tout le monde, quel que soit son rang ou sa profession » (p. 4), posant les bases d'un système démocratique de gestion de l'eau.

3. Le Plan Delta : réponse à la catastrophe de 1953

La tempête de 1953 provoque plus de 1 800 morts et une réaction immédiate : la construction du Plan Delta, véritable « plan technique irréprochable, destiné à assurer une protection côtière du pays proche du risque zéro » (p. 5). Dix barrages sont édifiés, les digues doublées, consolidant la domination technique sur les aléas.

4. Le tournant écologique et la naissance d'une nouvelle approche

Dans les années 1970, les conséquences écologiques de cette stratégie apparaissent : l'eau devient stagnante, la biodiversité s'effondre. Cela mène à la conception du barrage amovible de l'Escaut oriental, conçu pour « conserver le jeu des marées en temps normal » (p. 6). La technique commence alors à composer avec l'eau, plutôt que de s'y opposer.

5. Une stratégie nationale fondée sur la résilience (depuis 2008)

La stratégie de 2008 abandonne la logique purement défensive : « Le challenge des Pays-Bas pour le siècle à venir ne concerne pas une menace à combattre » (p. 7). L'objectif est désormais de maintenir un cadre de vie agréable, durable et sécurisé malgré les risques, en intégrant nature, urbanisme et climat.

6. Innovations exemplaires : Zandmotor et habitats flottants

Le *Zandmotor* (ou moteur à sable), lancé en 2008, montre une gestion souple et anticipatrice : « Le rechargement massif de 22 millions de m³ de sable » (p. 8) permet de renforcer naturellement les côtes. Parallèlement, les maisons flottantes de l'Ijburg (Amsterdam) et le pavillon flottant de Rotterdam démontrent une adaptation de l'habitat à l'élévation du niveau marin : « Les plateformes [...] coulissent le long de piliers ancrés dans le sol » (p. 9).

Citations extraites du texte

« Ce n'est que depuis une petite dizaine d'années qu'il est désormais question non plus de dominer mais de vivre avec les aléas météo-marins pour mieux s'en protéger. » (P. 1)

« Chaque habitant participait à la construction de la levée de terre et tous se relayaient pour surveiller sa résistance. » (P. 3)

« Le combat a lieu maintenant ! [...] La victoire finale sur la mer, dans cette région, peut être espérée entre 1975 et 1978. » (P. 5)

« Cette contestation [...] a brusquement remis en cause tout l'héritage technique, les savoirs et savoir-faire des ingénieurs. » (P. 6)

« Ce que nous voulons est un environnement dans lequel les gens se sentent chez eux, [...] où il y a suffisamment de place pour la nature [...]. Cela demande plus que d'assurer la simple sécurité. » (P. 7)

Conclusion

Cet article montre comment les Pays-Bas sont passés d'une stratégie de domination technique du littoral à une cohabitation raisonnée avec l'eau. Ce basculement révèle une évolution des mentalités, des pratiques et de la gouvernance, inspirée par des considérations écologiques, sociales et climatiques. L'expérience néerlandaise devient ainsi un modèle d'adaptation proactive et innovante face aux risques côtiers.

Transposition aux territoires d'étude

L'article de Servane Gueben-Venière éclaire utilement la situation de la ZE de Bordeaux, exposée aux risques de submersion marine. Comme aux Pays-Bas, le territoire fait face à des aléas météo-marins croissants, mais reste largement inscrit dans une logique de protection technique. À l'inverse, les Pays-Bas ont amorcé un tournant vers la résilience, encore inégalement mis en œuvre selon les territoires. Leur expérience invite à repenser l'aménagement en intégrant le risque : urbanisme réversible, gestion souple du trait de côte, adaptation des usages. Ces approches restent à adapter au contexte bordelais, qui dispose probablement de moins de recul historique dans la gestion de l'exposition à la submersion marine et aux risques associés, mais offrent des pistes pour une réflexion sur cohabitation durable avec l'eau dans le contexte du changement climatique.

III.3.1.2b.2 – Plan Delta 2025

Ce document est un rapport du *Delta Commissioner* néerlandais, Co Verdaas, consacré au *Delta Programme 2025*. Il propose une transformation en profondeur des politiques d'aménagement face aux risques climatiques, en intégrant l'eau et le sol comme fondements de la planification spatiale. Le texte décline des stratégies d'adaptation différenciées selon les territoires, dans une logique de résilience systémique et de long terme

Fiche de lecture – Plan Delta 2025

Auteur(s) et institution

Le document a été rédigé par le **Delta Commissioner** néerlandais, **Prof. J.C. (Co) Verdaas**, commissaire gouvernemental pour le Programme Delta. Il est publié avec l'appui du **Ministère de l'Infrastructure et de la Gestion de l'Eau** des Pays-Bas, en collaboration avec les autorités provinciales, municipales, les agences de l'eau, le monde économique et des institutions de recherche.

Le document a été lu dans sa version anglaise.

Mots-clés et définitions

- **Delta Programme** : politique nationale néerlandaise de gestion des risques liés à l'eau (inondation, sécheresse, salinisation) dans une perspective d'adaptation au changement climatique.
- **Adaptation spatiale** : intégration des enjeux climatiques dans l'aménagement du territoire pour créer des environnements résilients face à des aléas hydriques croissants.
- **Eau et sol comme facteurs directeurs (Water and Soil as Leading Factors)** : principe selon lequel l'aménagement et les usages du sol doivent respecter les capacités écologiques et hydrologiques du territoire, pour ne pas aggraver les déséquilibres climatiques.
- **Scénarios delta (Delta Scenarios)** : projections combinant modèles climatiques (KNMI'23) et scénarios socio-économiques, utilisés pour anticiper les évolutions possibles de la situation hydrologique d'ici 2050 et 2100.
- **Résilience climatique AAA** : ambition de maintenir une robustesse maximale face aux chocs hydrologiques (sécheresse, inondations, montée des eaux), par des stratégies combinant ingénierie, planification et culture du risque.

Analyse du contenu

Problématique

Le rapport part d'un constat sans ambiguïté : l'optimisation du système de gestion de l'eau ne suffit plus à garantir la sécurité et la qualité de vie face au dérèglement climatique. Les Pays-Bas, delta densément peuplé, doivent désormais repenser en profondeur leur rapport à l'eau, en misant sur une transformation systémique : « *Optimising what we have been doing excellently for centuries – managing the water system – will not get the job done* » (p. 9).

Méthodologie

Le rapport s'appuie sur un ensemble cohérent de méthodes prospectives : scénarios climatiques KNMI'23, concertations territoriales, évaluations périodiques des décisions antérieures, analyses systémiques à l'échelle régionale. L'approche est à la fois quantitative (modélisation hydrologique, coûts budgétaires) et qualitative (ateliers participatifs, design territorial). L'outil central est l'élaboration de **scénarios delta**, qui « *show where there will be difficulties and help to find solutions* » (p. 27).

Résultats et axes stratégiques

Trois axes structurent le rapport :

1. **Penser plus large, voir plus loin** : planifier sur le long terme malgré les incertitudes, notamment pour l'allocation de l'eau douce et la gestion côtière.
2. **Donner de l'espace à l'eau** : libérer du foncier pour les excès et les pénuries d'eau, via des zones réservées et des aménagements adaptatifs.
3. **Investir dans les capacités opérationnelles** : assurer des budgets pérennes et former les professionnels de demain.

Le document insiste sur l'importance de la conception spatiale : « *Climate adaptation as a design challenge* » (p. 20), affirmant que toute réponse doit être autant technique qu'urbanistique, culturelle et participative.

Enjeux et limites

Le principal enjeu est d'ordre systémique : il s'agit de faire converger politiques de l'eau, de l'habitat, de l'agriculture et de l'énergie, dans un cadre spatial contraint. Toutefois, le rapport reste parfois prudent sur les modalités concrètes de cette convergence. Par exemple, les mesures de répartition équitable des ressources entre acteurs ou régions sont peu détaillées, tout comme les arbitrages politiques dans des contextes conflictuels.

Résumé approfondi par chapitre du *National Delta Programme 2025*

Chapitre 1 – Introduction administrative : changer d'approche, une nécessité vitale

Ce chapitre affirme que le climat néerlandais a déjà changé : les Pays-Bas font face à une alternance plus fréquente d'événements extrêmes – pluies torrentielles, sécheresses prolongées, élévation du niveau marin. Le cœur du message est que la stratégie nationale doit basculer d'une logique d'**optimisation technique** du système hydraulique vers une logique de **transformation spatiale**. Le rapport affirme : « *A different approach to too much and too little water [...] is not a choice but a necessity* ». L'intégration de l'eau et des sols dans la planification devient impérative, car les stratégies classiques (digues, pompes, compartimentage) ont atteint leurs limites physiques, économiques et sociales.

Chapitre 2 – Évolutions internes et externes : science, société et nouvelles références stratégiques

Le chapitre présente les bases techniques et sociales du programme. Il s'appuie sur les nouveaux **scénarios climatiques KNMI'23**, lesquels modélisent des futurs plus humides ou plus secs, intégrés dans quatre **delta scenarios** publiés en 2024. Ces scénarios permettent de projeter les besoins d'adaptation pour 2050 et 2100 dans un cadre combinant climat, croissance démographique et développement économique.

Le chapitre souligne aussi l'évolution du paradigme avec le principe **“Water and Soil as Leading Factors”**, officiellement adopté par le gouvernement en 2022, qui demande que toute décision spatiale soit fondée sur les capacités écosystémiques des sols et de l'eau. Des efforts de **participation citoyenne** (recommandations OFL⁶, mobilisation de la jeunesse, groupes de signalement) et de coordination avec le secteur financier (Netherlands AAA Climate-Resilient) sont également mis en avant.

Enfin, il insiste sur le rôle du **Sea Level Rise Knowledge Programme** qui évalue les scénarios d'élévation de la mer jusqu'à +5 mètres, en identifiant les seuils critiques de robustesse des ouvrages actuels (digues, dunes, barrages).

Chapitre 3 – Gestion des risques d'inondation : préparer des décisions structurantes

Ce chapitre développe la stratégie nationale de protection contre les inondations. Il note que 2 000 km de digues nécessitent une modernisation d'ici 2050, contre 1 500 initialement prévus, pour un coût de 16 à 33 milliards d'euros. Le programme réactive une approche de type **“Room for the River”**, qui redonne de l'espace au système fluvial pour amortir les crues.

Les défis identifiés incluent la saturation du système de drainage en zones basses (où la mer empêche parfois l'écoulement) et la vulnérabilité en zones élevées (ruissellements, débordements de cours d'eau). Il est question de renforcer la coordination entre les niveaux local, régional et national pour décider des **zones de réserve d'espace** nécessaires à la sécurité future.

Chapitre 4 – Ressources en eau douce : arbitrer les usages dans un contexte de pénurie structurelle

Ce chapitre traite de la raréfaction croissante de l'eau douce, due à la sécheresse, la salinisation, et une demande excédentaire. Le programme *Freshwater Delta Plan* organise la concertation entre les régions et les secteurs utilisateurs pour identifier des **“waterbalansen”** régionaux tenables.

⁶ L'**Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving (OFL)**, ou *Physical Environment Consultative Council* (*Conseil consultatif pour l'environnement physique*), est une instance indépendante néerlandaise chargée de favoriser la coopération entre l'État, les citoyens, les entreprises et les organisations de la société civile sur les enjeux liés à l'environnement physique (eau, climat, mobilité, urbanisme). Il élabore des recommandations et expérimente de nouvelles formes de gouvernance participative pour orienter les politiques publiques.

Il s'agit de déterminer combien d'eau est disponible annuellement, comment elle est répartie entre les usages agricoles, écologiques, domestiques et industriels, et quelles mesures peuvent optimiser cette répartition : stockage, réduction des pertes, priorisation des usages, changement de cultures, etc. Des solutions analogues à celles du programme sur la montée du niveau marin seront explorées pour sécuriser les usages d'ici 2028.

Chapitre 5 – Adaptation spatiale : faire évoluer l'aménagement du territoire vers la résilience

Ce chapitre marque une évolution stratégique : l'adaptation au climat devient une question de design territorial. L'eau n'est plus une contrainte secondaire mais une **condition structurante de l'urbanisme**. Le programme propose une série d'outils nationaux pour guider cette transformation, notamment le *National Yardstick for a Green Climate-Adaptive Built Environment* et le *Climate-Adaptive Spatial Assessment Framework*.

Il s'agit d'identifier les zones compatibles avec les projets de logement, d'agriculture ou d'énergie en tenant compte des risques hydriques. De nouvelles règles sont introduites pour interdire certaines fonctions dans les zones à risque (notamment dans le lit majeur des rivières) via la révision de la *Beleidslijn Grote Rivieren* (Bgr). L'enjeu est aussi de sécuriser le financement et la gouvernance de cette adaptation à long terme.

Chapitre 6 – Mise en œuvre territoriale : neuf régions, neuf stratégies différenciées

Ce chapitre détaille l'état d'avancement et les perspectives d'adaptation par **zones hydrographiques**. Les neuf régions sont :

1. **Zone de l'IJsselmeer** : gestion fine des niveaux d'eau et du stockage en période de sécheresse.
2. **Hollande centrale** : adaptation urbaine et salinisation croissante.
3. **Rivières** : redistribution des débits et prévention des inondations latérales.
4. **Estuaire Rhin-Meuse** : question de la future barrière Maeslant, résilience côtière.
5. **Delta Sud-Ouest** : maintien des fonctions naturelles et économiques.
6. **Côte** : gestion sédimentaire et lutte contre l'érosion.
7. **Wadden** : écosystèmes fragiles menacés par la montée de la mer.
8. **Zones hautes à sols sableux** : recharge des nappes, agriculture vulnérable.
9. **Régions en-dehors des digues** : stratégie d'acceptation contrôlée des inondations.

Citations commentées

- « *Learning to live with water again* » (p. 15) — Cette formule synthétise l'inflexion culturelle visée par le rapport : passer d'une logique de maîtrise à une logique de cohabitation avec l'eau.
- « *Every euro invested [...] will have to be spent in a climate-robust way* » (p. 17) — Cette exigence de durabilité budgétaire renvoie à la notion de non-regret : toute action entreprise aujourd'hui doit résister aux incertitudes climatiques de demain.
- « *Water and soil should, from now on, actually guide spatial planning* » (p. 19) — Cette déclaration marque un renversement de paradigme : l'eau n'est plus un paramètre à prendre en compte, mais une structure directrice de l'action publique.

Réflexion personnelle

Ce rapport constitue un jalon crucial dans la transition vers une gouvernance résiliente des territoires hydrauliques. Il a le mérite de l'honnêteté : les limites des approches classiques sont reconnues, et l'accent est mis sur la transformation systémique, culturelle et spatiale. Cependant, la complexité de la mise en œuvre est telle qu'elle appelle une mobilisation transversale rarement atteinte, notamment dans d'autres pays européens. Ce modèle néerlandais soulève une question essentielle : jusqu'où sommes-nous prêts à adapter nos modes de vie et nos usages du sol pour respecter les logiques naturelles ?

Questions pour aller plus loin

1. Comment articuler les scénarios delta avec les politiques locales d'urbanisme dans un contexte de fortes tensions foncières ?
2. La démarche néerlandaise est-elle transposable à des pays moins dotés en infrastructures et en moyens financiers ?
3. Quels indicateurs permettraient d'évaluer, dans dix ans, l'impact réel de la stratégie Delta 2025 ?
4. Comment concilier équité sociale et efficacité hydrologique, notamment dans les zones vulnérables aux inondations ?
5. La culture du risque promue par le rapport peut-elle véritablement s'ancrer dans les mentalités, au-delà des cercles d'experts ?

III.3.1.2b.3 – Thèse sur la Submersion marine d'Eile Chevilliot-Miot

Ce quatrième document en lien avec le changement climatique à Bordeaux est une thèse d'Elie Chevilliot-Miot, soutenue en 2017 à l'université de Nantes, qui propose une approche innovante de la résilience territoriale face au risque de submersion marine. À partir de terrains en Charente-Maritime et dans la Somme, l'auteur combine entretiens, cartes mentales, « résiliogrammes » et un indice composite (IRG⁷) pour analyser les dimensions spatiales, temporelles et sémantiques de la résilience. Ce travail met en lumière la diversité des perceptions du risque, l'inégale anticipation territoriale et la nécessité d'une gouvernance adaptée aux dynamiques locales.

⁷ L'**Indice de Résilience Global (IRG)** est un outil synthétique conçu pour mesurer la résilience des territoires exposés au risque de submersion marine. Il intègre la résilience dans ses dimensions spatiale et temporelle, découpée en quatre phases : proactive, réactive, post-active et proactive nouvelle. Construit à partir d'indicateurs issus d'enquêtes auprès d'acteurs locaux, l'IRG repose sur une méthode combinant une analyse des correspondances multiples (ACM) et une classification hiérarchique ascendante selon la méthode de Ward. Il permet d'identifier des profils de résilience (forts, moyens ou faibles) en regroupant les individus selon leurs capacités d'action. Cet indice constitue un outil d'aide à la décision publique pour adapter les stratégies de prévention aux spécificités territoriales, économiques et professionnelles.

Fiche de lecture – Thèse submersion marine d'Elie Chevillot-Miot

Auteur : Elie Chevillot-Miot

Année : 2017

Université : Nantes

École doctorale : DEGEST

Spécialité : Géographie des risques littoraux

Introduction

La thèse d'Elie Chevillot-Miot s'inscrit dans le contexte post-Xynthia, où les territoires littoraux français, notamment la Charente-Maritime et la Somme, sont confrontés à une intensification du risque de submersion marine. L'auteur propose une approche innovante de la résilience territoriale, en croisant méthodologie qualitative, analyse spatiale, et outils théoriques issus de la géographie, de l'écologie et des sciences sociales. Le travail repose sur une démarche empirique solide, reposant sur 43 entretiens, des cartes mentales, des « résiliogrammes » et un Indice de Résilience Global (IRG). Ce résumé développe les résultats en suivant la structure de la thèse, tout en mettant l'accent sur les apports scientifiques majeurs.

Chapitre 1 : La résilience dans les textes

Ce chapitre théorique retrace l'évolution du concept de résilience depuis ses origines en physique des matériaux (Charpy, 1901), en passant par la psychologie (Cyrulnik, Werner) et l'écologie (Holling, Walker et Salt), jusqu'à son appropriation en géographie des risques.

La résilience est définie tantôt comme capacité de résistance, tantôt comme aptitude au rebond, selon les champs disciplinaires. L'auteur propose une typologie des usages du concept : résilience technique, résilience sociale, résilience systémique.

Dans le champ géographique, la notion reste polysémique et fait débat. Chevillot-Miot retient une vision systémique et dynamique, où la résilience s'exprime à travers un continuum spatial et temporel, articulé autour de la 'vulnérabilité « résiliençaire » (Provitolo, 2009).

Chapitre 2 : La résilience dans le discours des acteurs

À partir d'entretiens semi-directifs menés en Charente-Maritime et dans la Somme, l'auteur analyse les représentations et les pratiques de la résilience par les acteurs de terrain, professionnels et institutionnels.

Les résultats montrent que le terme « résilience » est souvent mal compris, ou employé de manière intuitive. Certains acteurs le relient à la reconstruction, d'autres à l'adaptation ou à la prévention. Le sens varie selon les territoires, les expériences vécues et les fonctions occupées.

Un exercice sémantique mené lors des entretiens révèle un ancrage différencié du concept selon les profils : les acteurs charentais, ayant vécu Xynthia, mobilisent davantage la mémoire du risque ; les samariens privilégient une vision préventive et prospective.

Chapitre 3 : La résilience dans l'espace

L'approche cartographique est ici centrale. À travers l'usage de cartes mentales, Chevillot-Miot examine comment les acteurs localisent les zones vulnérables et les territoires de résilience.

Arthur Tarroux

Avril – Août 2025

M. Alain Sauvart

Rapport de Stage

Mme. Mathilde Gralepois

Les résultats mettent en lumière une meilleure connaissance spatiale du risque en Charente-Maritime, sans pour autant impliquer une meilleure anticipation. La Somme, bien que moins marquée par des événements récents, montre une plus grande intégration des enjeux dans les documents de planification.

L'auteur conclut que la spatialisation de la résilience est conditionnée par la mémoire des événements, la nature des enjeux exposés (zones urbanisées vs zones naturelles), et les dynamiques institutionnelles locales.

Chapitre 4 : La résilience dans le temps

Ce chapitre propose une innovation méthodologique : les « résiliogrammes », des représentations graphiques des temps de récupération post-crise, différenciés selon les acteurs et les secteurs (agriculture, tourisme, secours, énergie).

Les trajectoires temporelles de la résilience apparaissent fortement contrastées. Par exemple, les agriculteurs charentais mettent plus de deux ans à retrouver un fonctionnement économique normal, tandis que les services de secours recouvrent leur pleine capacité opérationnelle en quelques semaines.

Le « résiliogramme » devient ainsi un outil d'évaluation du temps long de la résilience, mettant en lumière les déséquilibres intersectoriels ainsi que la lenteur des dispositifs d'indemnisation ou d'adaptation structurelle.

Ci-dessous, un exemple de « résiliogramme » illustre la résilience du Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS). On y observe une résilience très élevée pendant la crise ; de plus, le niveau atteint en sortie de crise dépasse celui de la situation initiale. Les événements pris en compte pour construire ce « résiliogramme » sont listés à la suite.

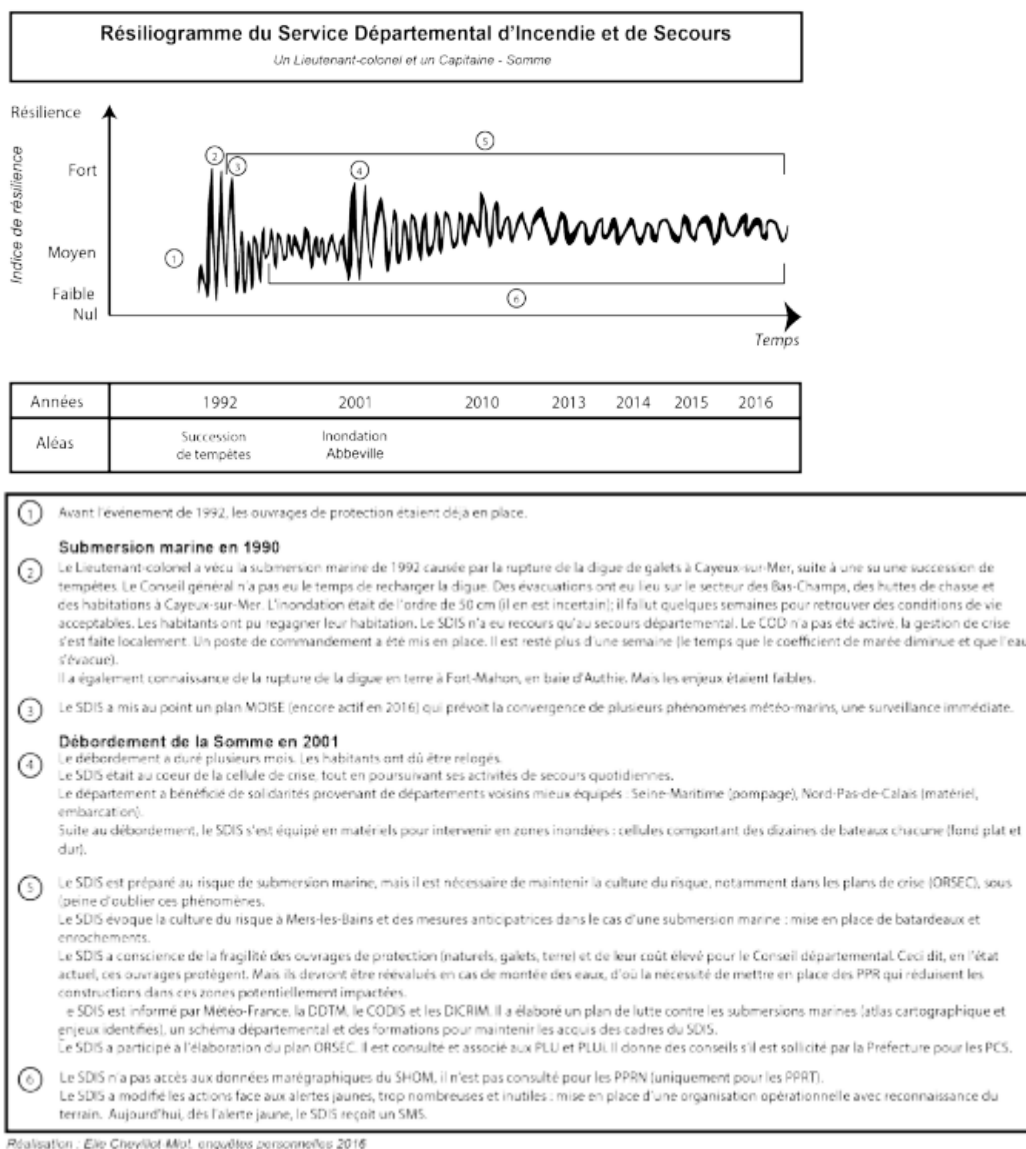


Figure 1: « résiliogramme » SDIS

Source : Chevillot-Miot, É. (2017). *La résilience territoriale face au risque de submersion marine : approches spatiales, temporelles et sémantiques à partir des cas de la Charente-Maritime et de la Somme* (Thèse de doctorat en géographie). Université de Nantes.

Chapitre 5 : L'indice de résilience global (IRG)

L'auteur construit un indice composite à partir de trois dimensions : sémantique (discours des acteurs), spatiale (cartes mentales), et temporelle (résiliogrammes). Cet Indice de Résilience Global (IRG) permet de classer les profils territoriaux selon leur niveau de résilience effective.

L'IRG met en évidence des contrastes nets : la Charente-Maritime présente une résilience post-crise élevée mais peu anticipative ; la Somme, au contraire, affiche une résilience projetée forte, liée à une culture du risque et à la planification.

L'IRG se veut un outil de pilotage pour les politiques publiques, adaptable à d'autres territoires littoraux. Il ouvre la voie à une gouvernance différenciée des risques selon les dynamiques locales et les temporalités de récupération.

Conclusion générale

La thèse d'Elie Chevillot-Miot fournit un cadre théorique et méthodologique original pour appréhender la résilience territoriale. Elle démontre que la résilience ne peut être réduite à une simple capacité de rebond ou de résistance, mais doit être pensée comme un processus multi-échelle, inscrit dans le temps long et ancré dans les dynamiques sociales.

Ce travail appelle à renforcer la culture du risque, à intégrer la diversité des acteurs et des temporalités, et à concevoir la résilience comme un levier de transformation durable des territoires face aux changements climatiques.

Transposition aux territoires d'étude

La thèse d'Elie Chevillot-Miot éclaire la situation de la ZE de Bordeaux, également exposée aux risques de submersion marine. Elle souligne l'importance d'une approche systémique de la résilience, qui dépasse la seule réponse technique pour intégrer les perceptions des acteurs, les dynamiques spatiales et les temporalités de récupération. L'Indice de Résilience Global (IRG) offre un cadre utile pour évaluer ces dimensions, à condition de l'adapter au contexte bordelais, plus urbain, dense et probablement institutionnellement plus complexe. Ce travail invite à renforcer la culture du risque et à penser la résilience comme un levier d'adaptation durable.

III.3.1.2b.3 – Recension par Denis Mercier sur l'ouvrage de Freddy Vinet sur le risque inondation

Ce cinquième document en lien avec le changement climatique à Bordeaux est une recension⁸ de Denis Mercier sur l'ouvrage *Le risque inondation* de Freddy Vinet. Il met en lumière une approche critique de la gestion traditionnelle des inondations, en insistant sur la vulnérabilité des sociétés, l'acceptation du risque et la nécessité de responsabiliser les acteurs plutôt que de tout miser sur la maîtrise de l'aléa.

Fiche de lecture – Recension par Denis Mercier sur l'ouvrage de Freddy Vinet sur le risque inondation

Denis Mercier, Recension de : Vinet (Freddy), 2010. *Le risque inondation. Diagnostic et gestion*

Revue Norois, 218 | 2011/1

⁸ Une recension désigne un compte rendu critique d'un ouvrage, d'un article ou d'un ensemble de textes, qui en présente le contenu, en analyse les apports et en évalue la portée scientifique. Elle peut être descriptive, analytique ou réflexive selon l'objectif poursuivi.

Présentation de l'auteur

Denis Mercier est professeur de géographie physique et spécialiste des risques naturels. Dans cet article, il propose une recension critique de l'ouvrage de Freddy Vinet consacré au risque inondation, en soulignant ses principales qualités et ses positions originales.

Résumé de l'article

Denis Mercier présente l'ouvrage de Freddy Vinet comme un travail clair, structuré et engagé, divisé en quatre parties et seize chapitres, avec une riche iconographie (bien que pénalisée par l'absence de couleurs).

Vinet s'interroge sur l'inefficacité persistante de la lutte contre les inondations malgré d'importants investissements. Son approche rompt avec le modèle classique dit *natur-centré* (focalisé sur l'aléa) pour promouvoir une approche intégrée prenant en compte la vulnérabilité des sociétés.

Selon Mercier, Vinet prône l'acceptation du risque et propose de dépasser la vision guerrière (« lutte contre les inondations ») au profit d'une adaptation au phénomène. Il critique également certaines logiques institutionnelles françaises, telles que l'indemnisation automatique des catastrophes, qui freinent la responsabilisation des acteurs.

L'article de Mercier souligne aussi la portée politique et géographique de la réflexion de Vinet, qui invite à repenser la gestion territoriale face aux risques.

Concepts importants

- *Approche natur-centrée* : Politique de gestion focalisée sur la menace naturelle elle-même (inondation) plutôt que sur les conditions sociales de vulnérabilité.
- *Vulnérabilité* : Fragilité d'une société face aux aléas, amplifiée par des choix d'aménagement et de développement.
- *Acceptation du risque* : Philosophie consistant à vivre avec les risques naturels plutôt que de chercher à les éliminer entièrement.
- *Principe du risqueur/payeur* : Proposition visant à faire porter une part du coût de la protection sur ceux qui choisissent de s'exposer aux risques.

Citations clés de Denis Mercier

- « Gérer le risque, c'est accepter de vivre avec. »
- « Le paradigme de l'extrême peut conduire à des surcoûts des projets de prévention. »
- « Le problème est celui de la responsabilité des acteurs. »

Analyse critique

Mercier salue la richesse conceptuelle de l'ouvrage et l'ancrage réaliste de Vinet, qui oppose la gestion abstraite des risques aux réalités du terrain. Il met en lumière un discours courageux et provocateur à certains égards, notamment sur la critique de la loi de 1982 et sur la nécessité d'adapter les politiques de prévention aux réalités locales.

Denis Mercier considère que cette œuvre constitue une contribution essentielle aux débats sur la gestion des risques, en particulier en France, et espère qu'elle trouvera un écho large auprès des décideurs.

Transposition aux territoires d'étude

La recension de Denis Mercier sur l'ouvrage de Freddy Vinet apporte un éclairage intéressant, mais son apport direct pour l'analyse de la ZE de Bordeaux reste limité. Il ne s'agit pas d'un travail de recherche original, mais d'une lecture critique d'un ouvrage existant, sans données nouvelles ni étude de cas spécifique. Néanmoins, certaines idées générales peuvent nourrir la réflexion, notamment la critique d'une gestion du risque centrée uniquement sur l'aléa, et l'appel à une meilleure prise en compte de la vulnérabilité sociale et territoriale. Pour Bordeaux, déjà engagée dans des politiques de prévention, cela invite à interroger l'efficacité réelle des dispositifs existants, et à intégrer davantage les logiques d'adaptation, d'acceptation du risque et de responsabilisation des acteurs.

III.3.1.3 Leçon et transposition aux territoires

Les fiches de lecture réalisées au cours du stage ont permis de croiser plusieurs entrées disciplinaires (géographie, aménagement, climat, gouvernance) à travers une série de documents traitant de contextes territoriaux variés. En confrontant ces lectures à la situation des zones d'emploi de Bordeaux et de Saint-Flour, il est possible d'identifier plusieurs éléments transposables à la problématique du « bien vivre durablement dans un territoire aux ressources limitées ».

Tout d'abord, plusieurs documents (notamment *Paris à 50 °C*, *Plan Delta 2025* et les articles sur les Pays-Bas) mettent en évidence les défis liés à l'adaptation climatique dans des contextes urbains denses. Les enseignements de ces textes soulignent l'intérêt d'une approche systémique des risques : anticipation par scénarios, coordination interinstitutionnelle, mobilisation des habitants, et intégration des contraintes naturelles dans l'aménagement. Si ces démarches sont déployées dans des grandes villes, elles restent pertinentes pour des territoires comme Bordeaux, exposés à des canicules de plus en plus fréquentes, à la montée des eaux et à une forte pression sur les ressources (eau, foncier, infrastructures). La logique du « vivre avec » (plutôt que du « lutter contre ») y apparaît centrale.

Dans un autre registre, la thèse d'Élie Chevillot-Miot sur la résilience face à la submersion marine propose une méthode d'évaluation territoriale croisant dimensions spatiales, temporelles et sémantiques. Cette approche peut éclairer la situation bordelaise, marquée par des vulnérabilités différenciées selon les secteurs, et fournir des pistes pour une lecture plus fine des capacités d'adaptation locales.

Du côté de la zone d'emploi de Saint-Flour, les apports théoriques de l'article sur les *Shrinking Cities* permettent de penser autrement la durabilité dans des territoires en décroissance. Le texte insiste sur l'importance de sortir du réflexe de croissance systématique, pour privilégier des stratégies

d'aménagement adaptées à la contraction : recentrage des services, sobriété foncière, maintien des fonctions essentielles. L'exemple de Lannion, abordé dans deux textes complémentaires, montre également que le développement à partir d'une ressource unique (ici les télécoms) peut produire des effets de dépendance à long terme. Ces éléments rappellent l'intérêt d'une diversification maîtrisée, même dans des territoires de petite taille.

Enfin, bien que les ressources soient de nature différente (hydrauliques aux Pays-Bas, économiques à Saint-Flour, foncières à Bordeaux), les lectures convergent sur un point : l'importance d'adapter les politiques d'aménagement aux spécificités locales, en intégrant les contraintes structurelles dans une vision de long terme. Cela suppose une connaissance fine des dynamiques territoriales, une capacité à faire évoluer les représentations (du risque, du déclin, de la densité), et une volonté de maintenir les conditions minimales du bien vivre, qu'il s'agisse de sécurité climatique, de services de base ou de qualité du cadre de vie.

Ces différents apports ne constituent pas des modèles à appliquer tels quels, mais des ressources utiles pour nourrir la réflexion sur des trajectoires territoriales différenciées. Dans le cadre de cette recherche sur le bien vivre durablement dans un territoire aux ressources limitées, ils offrent un ensemble de repères pour penser l'adaptation non pas uniquement en termes d'innovation ou de rupture, mais aussi de continuité, de rééquilibrage, et de réinterrogation des priorités collectives.

III.3.2 Tests de résilience

L'une des missions que j'ai assurées durant mon stage a porté sur l'appui à la construction d'une série de tests de résilience territoriaux, visant à évaluer la capacité des territoires à faire face à des ruptures systémiques dans les fonctions essentielles : énergie, alimentation, eau potable, etc. Cette démarche s'inscrit dans un contexte plus large de réflexion sur l'adaptation des territoires à des risques de plus en plus complexes, qu'ils soient d'origine naturelle, technologique, sanitaire, géopolitique ou sociale. Elle repose sur l'idée que pour être en capacité d'anticiper les crises à venir, il est nécessaire de se confronter à des scénarios extrêmes mais plausibles, et d'en analyser les conséquences concrètes pour l'organisation des services, des réseaux, des mobilités et de la vie quotidienne.

Identification et délimitation des thématiques critiques

La première étape du travail a consisté à identifier et délimiter les thématiques qui pourraient faire l'objet de tests. L'objectif n'était pas d'être exhaustif, mais de sélectionner un nombre réduit de domaines jugés critiques pour le bon fonctionnement des territoires. Ainsi, les tests ont porté sur les ruptures d'approvisionnement en électricité, en carburants pétroliers, en gaz, en alimentation, et en eau potable. Ces cinq thèmes ont été retenus sur la base de leur caractère vital et de leur interdépendance : une coupure électrique durable, par exemple, peut affecter à la fois les stations de pompage, les chaînes logistiques et les communications. J'ai participé à la structuration de ces choix, en m'appuyant sur une grille de lecture fondée à la fois sur les usages essentiels, les risques historiques avérés, et les projections à moyen terme.

Recherche documentaire et événements dimensionnants

Une fois ces thématiques définies, j'ai mené un travail de recherche documentaire approfondi visant à identifier des « événements dimensionnants » survenus en France ou en Europe au cours des dernières décennies. L'objectif était de disposer d'une base factuelle solide pour définir des hypothèses de crise suffisamment crédibles, tout en étant significatives en termes d'impact. Il s'agissait, par

Arthur Tarroux

Avril – Août 2025

M. Alain Sauvart

Rapport de Stage

Mme. Mathilde Gralepois

exemple, de s'appuyer sur la tempête Lothar pour le cas du réseau électrique, sur les crises pétrolières des années 1970 pour les carburants, sur la guerre en Ukraine pour le gaz et les céréales, ou encore la tempête Xynthia pour les enjeux de ressource en eau potable. À partir de ces cas, j'ai reconstitué les caractéristiques principales de chaque crise : intensité, durée, causes, effets, réponses institutionnelles, vulnérabilités révélées.

Comparaison des approches : l'exemple de l'approvisionnement gazier

Pour illustrer concrètement cette approche et la méthodologie développée, voici comment a été traité le risque d'approvisionnement gazier dans le rapport manuel initial et dans le rapport généré par l'IA :

Extrait du rapport manuel - Tests de résilience territoriaux v3 :

« 3.3. Approvisionnement gazier

3.3.1. Événements dimensionnants rencontrés dans le passé

L'évènement le plus marquant en matière d'approvisionnement gazier en Europe est la crise déclenchée en 2022 à la suite du conflit en Ukraine. Celle-ci a entraîné une chute brutale des importations de gaz russe, qui représentaient environ 40 % des approvisionnements européens avant le conflit. La situation a conduit à une flambée des prix, à une remise en question de la dépendance stratégique au gaz russe, et à des ajustements économiques rapides, notamment dans l'industrie. On peut également citer les précédentes crises gazières survenues en 2006 et 2009, lors des litiges commerciaux entre la Russie et l'Ukraine, qui ont perturbé temporairement l'approvisionnement en gaz d'une partie de l'Europe centrale et orientale. Un autre cas technique, bien que plus limité, concerne l'explosion du gazoduc Yamal en 2005, affectant temporairement l'approvisionnement de la Pologne et de l'Allemagne. Plus récemment, la destruction des gazoducs Nord Stream en 2022 a illustré la vulnérabilité physique des infrastructures gazières européennes.

Les conséquences de ces événements ont principalement été économiques (hausse des prix), industrielles (ralentissement ou arrêt temporaire de certaines productions) et sociales (hausse des factures d'énergie, précarité énergétique dans les ménages chauffés au gaz). Si aucune interruption totale d'approvisionnement n'a touché la France, les risques de tensions sur les réseaux sont devenus plus concrets.

3.3.2. Intensité et durée

La crise gazière de 2022 a connu une phase aigüe de plusieurs mois, principalement entre l'été 2022 et l'hiver 2023, période durant laquelle les prix ont atteint des sommets sur les marchés européens, parfois jusqu'à dix fois les niveaux moyens historiques. La tension sur les prix et les approvisionnements s'est toutefois prolongée au-delà de cette phase initiale, encore perceptible en 2024, bien que partiellement atténuée par des politiques de sobriété et de diversification des sources. En France, la consommation de gaz a baissé d'environ 15 % entre 2021 et 2023, traduisant une adaptation relativement rapide. À l'échelle européenne, la baisse a été de l'ordre de 20 %. Certaines industries fortement consommatrices ont dû suspendre temporairement leurs activités. Le secteur résidentiel a quant à lui subi des hausses de prix sans que la fourniture soit coupée.

3.3.3. Tendances à l'aggravation ou pas

À moyen et long terme, la dépendance au gaz naturel devrait diminuer dans le cadre des politiques de transition énergétique, en particulier dans le résidentiel et la production d'électricité. Cette baisse programmée de la demande structurelle constitue un facteur d'atténuation des risques. Néanmoins, certains usages résiduels, notamment dans l'industrie lourde (sidérurgie, verrerie, chimie), demeurent fortement captifs et difficiles à substituer à court terme. De plus, le développement de gaz renouvelables (biogaz, gaz de synthèse, hydrogène vert) pourrait maintenir un certain niveau d'utilisation des infrastructures existantes. »

Extrait du rapport IA - RAPPORT SUR LES TESTS DE RÉSILIENCE TERRITORIAUX v1 :

« 2.3. Approvisionnement gazier

L'approvisionnement gazier représente une vulnérabilité significative mais inégalement répartie sur le territoire français. La crise gazière européenne déclenchée en 2022 suite au conflit en Ukraine constitue l'événement de référence le plus récent et le plus significatif. Cette crise a entraîné une réduction drastique des importations de gaz russe, qui représentaient environ 40% des approvisionnements européens, provoquant une flambée des prix et des tensions sur les approvisionnements.

La phase aiguë de cette crise a duré plusieurs mois (été 2022 à hiver 2023), avec des prix atteignant jusqu'à dix fois les niveaux historiques moyens. La tension s'est progressivement atténuée grâce à des politiques de sobriété énergétique et de diversification des sources, conduisant à une réduction de la consommation de gaz d'environ 15% en France et 20% à l'échelle européenne entre 2021 et 2023. Comme l'analysent Stern et Yafimava (2017), cette crise a démontré la capacité d'adaptation rapide mais aussi les limites du système gazier européen face à un choc majeur.

Les perspectives d'évolution présentent des dynamiques contrastées. D'une part, la dépendance au gaz naturel devrait diminuer progressivement dans le cadre des politiques de transition énergétique, particulièrement dans le secteur résidentiel et la production d'électricité. D'autre part, certains usages industriels demeurent fortement captifs et difficiles à substituer à court terme. De plus, le développement des terminaux méthaniers et la dépendance accrue au GNL introduisent de nouveaux points de vulnérabilité logistique.

Les moyens raisonnables de réduction des risques comprennent la diversification des sources d'approvisionnement, l'optimisation des capacités de stockage saisonnier existantes, et le développement de filières locales de biogaz injecté dans les réseaux. Dans le résidentiel, le déploiement des pompes à chaleur, conjugué à l'amélioration de l'isolation thermique, permettrait de réduire significativement la dépendance au gaz. Les travaux de Percebois (2020) sur la "sécurité énergétique européenne" soulignent l'importance d'une approche multifactorielle combinant diversification des sources, réduction structurelle de la demande et renforcement des capacités de stockage. »

Cette comparaison illustre bien la complémentarité des deux approches : le rapport manuel privilégie une analyse opérationnelle directe avec une structure méthodique point par point, tandis que le rapport IA enrichit l'analyse avec des références académiques et une mise en perspective théorique plus approfondie, intégrant des citations de chercheurs et une contextualisation plus large des enjeux.

Élaboration de la méthodologie de test

Arthur Tarroux

Avril – Août 2025

M. Alain Sauvart

Rapport de Stage

Mme. Mathilde Gralepois

Ce travail m'a ensuite conduit à élaborer une méthodologie de test, consistant à modéliser les effets d'un scénario de rupture à l'échelle territoriale. Chaque scénario est conçu comme un test de résistance à partir d'un événement simulé, par exemple une panne électrique de plusieurs jours dans une grande métropole, ou une pénurie de carburant prolongée dans un territoire rural. J'ai contribué à définir, pour chacun de ces tests, un ensemble de paramètres : l'origine de la perturbation, la chaîne des conséquences directes et indirectes, les temporalités en jeu (crise aiguë, dégradation lente, retour à la normale), les ressources critiques impliquées, et les acteurs concernés (collectivités, opérateurs, services de secours, citoyens). L'un des enjeux majeurs était d'articuler les effets systémiques et les effets différenciés selon les types de territoires.

Analyse territoriale différenciée : Bordeaux vs Saint-Flour

C'est pourquoi une part importante de la démarche a consisté à comparer deux types de territoires contrastés : d'une part, la métropole de Bordeaux, territoire dense, fortement interconnecté, disposant d'une infrastructure développée mais aussi plus dépendante de certains réseaux critiques ; d'autre part, la zone d'emploi de Saint-Flour, territoire rural, moins bien desservi en infrastructures, mais présentant parfois une capacité d'autonomie plus importante.

Pour chaque scénario, j'ai été amené à réfléchir aux conséquences concrètes de la crise pour ces deux configurations :

- Un black-out électrique pourrait avoir des effets très rapides sur les transports et les télécommunications dans une métropole, tandis qu'il impacterait plus lentement mais plus durablement les zones rurales en raison de délais de rétablissement plus longs
- Une pénurie de carburant affecterait différemment les deux territoires : Bordeaux dispose de transports en commun et de solutions de mobilité alternatives, tandis que Saint-Flour présente une dépendance quasi-totale à l'automobile
- Pour l'approvisionnement alimentaire, les zones rurales ont un accès plus direct à la production agricole locale, mais restent dépendantes des chaînes logistiques pour la transformation et la distribution

Cette approche m'a permis de poser les bases d'une analyse territorialisée de la résilience, attentive aux spécificités locales.

Identification des moyens de réduction des risques

L'analyse ne s'est pas arrêtée à la description des impacts. Elle a également intégré une évaluation des moyens raisonnables pour atténuer la fréquence, l'intensité, la durée et les conséquences des crises simulées. Il s'agissait ici d'identifier les leviers d'action disponibles pour les acteurs publics ou les opérateurs, sans entrer dans des solutions irréalistes ou disproportionnées.

Cela m'a amené à faire la distinction entre :

- **Les réponses pertinentes** : renforcement ciblé des réseaux lors des opérations de renouvellement, diversification des sources d'approvisionnement, mutualisation locale des moyens de secours, développement de capacités d'autonomie énergétique locale, mise en place de dispositifs de sobriété organisée

- **Les solutions peu viables à grande échelle** : stockage massif d'eau ou de carburant (coûts prohibitifs), durcissement systématique des infrastructures hors opérations programmées, relocalisation alimentaire complète (contraintes de foncier et de main-d'œuvre)

Ce travail d'analyse qualitative s'appuie sur une logique de bon sens et de coût-efficacité, en tenant compte des contraintes budgétaires et opérationnelles des territoires.

Effets d'interdépendance et de cascade

Enfin, j'ai contribué à une première synthèse transversale sur les effets d'interdépendance et de cascade entre les scénarios. Par exemple, une crise de l'électricité peut déclencher une panne des télécommunications, affecter les réseaux d'eau (arrêt des pompes), interrompre les paiements électroniques ou paralyser les transports publics. Le développement croissant des technologies dites « intelligentes » et des objets connectés pourrait accentuer ces effets en chaîne. Dans le même temps, le changement climatique pourrait renforcer les aléas initiaux (tempêtes, sécheresses), tandis que la géopolitique mondiale et l'instabilité des marchés peuvent accélérer la déstabilisation.

Apport de l'intelligence artificielle dans l'analyse

Une étape supplémentaire et expérimentale a été de fournir l'ensemble de ces travaux à l'IA Claude, et de lui demander de produire un rapport sur les tests de résilience. Cette démarche a permis de confronter notre analyse opérationnelle à une synthèse générée par intelligence artificielle, offrant ainsi une perspective complémentaire enrichie de références académiques et d'une structuration théorique plus approfondie.

Le rapport généré, disponible en annexe 3, illustre le potentiel de l'IA comme outil d'assistance à l'analyse stratégique, tout en confirmant la pertinence de l'approche terrain initialement développée. L'IA a notamment permis d'enrichir certaines analyses sectorielles, de structurer davantage les recommandations stratégiques, et d'apporter une dimension académique complémentaire à notre approche opérationnelle.

III.3.3 Contrôle des statistiques de l'IA.

Durant mon stage, une expérimentation a été menée afin d'évaluer l'utilité d'un outil d'intelligence artificielle (Claude) pour produire un premier bilan intermédiaire de la mission en cours. Dans cette première version, l'IA a généré un brouillon de rapport de 47 pages, structuré de manière cohérente et comportant plusieurs parties, dont une synthèse chiffrée de la situation socio-économique de deux territoires : la zone d'emploi de Bordeaux et celle de Saint-Flour.

L'IA ne disposait pas, à dessein pour réaliser ce test, dans cette première version d'un jeu de données fourni explicitement. Elle a donc généré des résultats à partir d'informations accessibles dans son modèle d'apprentissage et de recherches autonomes sur des sources en ligne, sans qu'aucune base de données chiffrée ne lui ait été explicitement fournie. Cette autonomie pose la question de la fiabilité des données produites par une IA générative, notamment lorsqu'aucune source précise n'est fournie.

Afin d'évaluer la robustesse de ces données, j'ai mené une vérification ciblée de 52 indicateurs extraits de la partie statistique du document, dont 26 pour la ZE de Bordeaux et 26 pour la ZE de Saint-Flour. Pour chacun, j'ai recherché les données officielles disponibles dans les bases de l'INSEE, de l'Observatoire des territoires ou de diverses sources, puis j'ai comparé ces valeurs à celles produites par l'IA. J'ai calculé les écarts relatifs afin d'identifier les divergences significatives, puis classé les écarts selon leur nature : périmètre géographique, période de référence, définition des indicateurs, mode d'agrégation ou absence de source.

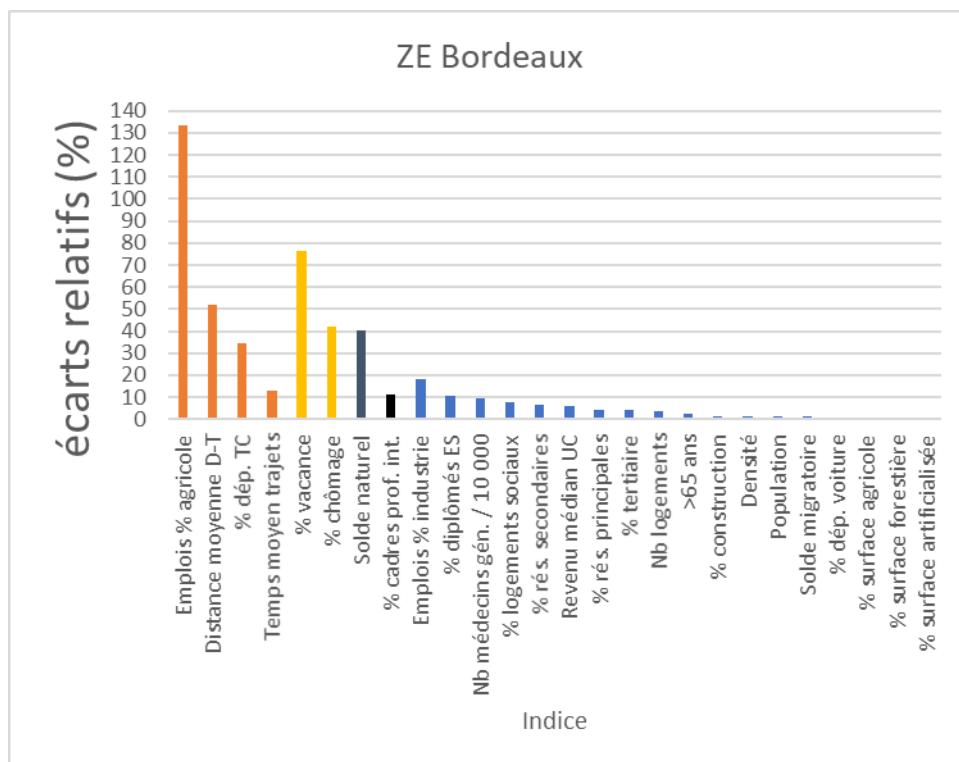


Figure 2: Graphique des écarts relatifs ZE Bordeaux

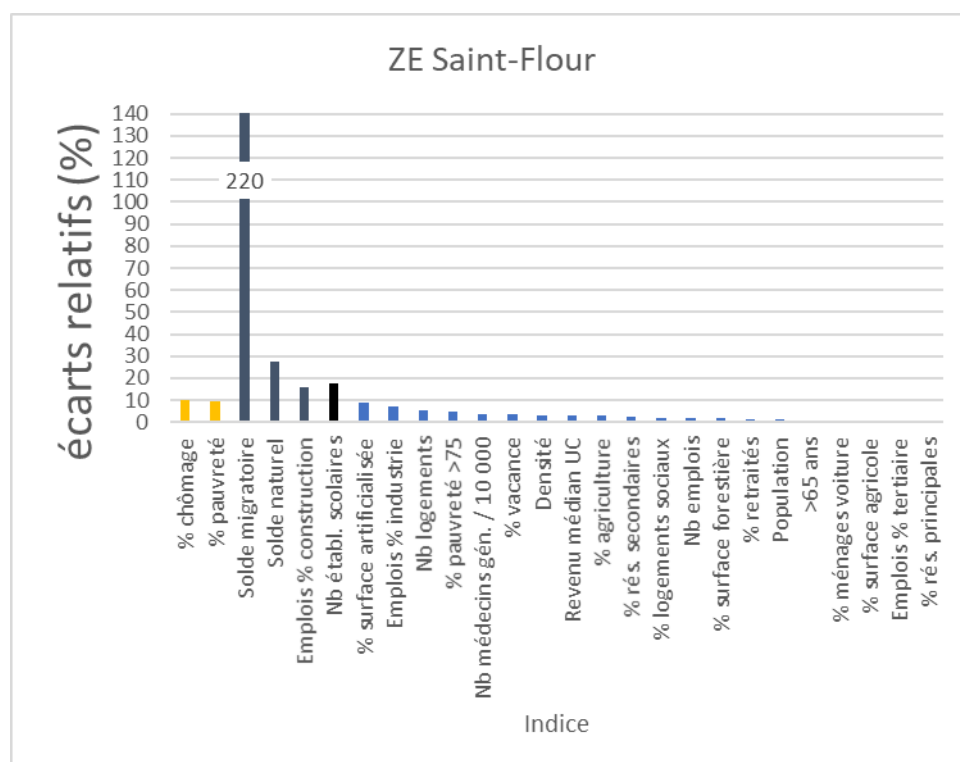


Figure 3: Graphique des écarts relatifs ZE Saint-Flour

Code couleur des typologies des sources principales d'écarts : Orange - périmètre ; Jaune - définition ; Bleu foncé - temporalité ; Noir - agrégation

Sur les 52 indicateurs vérifiés :

- 15 sur 52 soit 29 % présentent un écart relatif supérieur à 10 %, dont 10 sur 26 soit 38% pour Bordeaux et 5 sur 26 soit 19% pour Saint-Flour ;
- Les écarts les plus fréquents concernent des confusions de périmètre (zone d'emploi vs métropole, par exemple), une absence de précision temporelle, ou une définition insuffisamment des indicateurs.

En pratique les écarts constatés proviennent essentiellement des éléments suivants :

- le périmètre de la zone d'emploi est souvent oublié par l'IA ; ce qui ne prête pas à conséquence majeure pour certaines variables peu dépendantes du périmètre (par exemple des taux d'emplois dans la mesure où le nombre d'emplois est faible dans la périphérie lointaine), mais peut amener des écarts importants pour d'autres (par exemple les taux de superficie agricole ou autres, les distances domicile travail. Un exemple à Bordeaux illustre ce point : la part de l'emploi agricole est estimée par l'IA à 2,8 % en 2020. Or, l'Observatoire des territoires indique une valeur de 1,2 % dans la zone d'emploi en 2021, de 2,0 % dans l'aire d'attraction des villes (AAV), et de 2,8 % dans cette même AAV, mais en 2010. Il semble donc que l'IA ait mobilisé une donnée un peu ancienne et surtout sur un périmètre inadapté.
- l'IA interpole souvent des données entre les années où la donnée a été recueillie, ce qui peut amener à de légers écarts, qui peuvent être cependant élevés dans des phases d'évolution forte ou de crise marquée, comme la crise sanitaire récente.
- Certains indicateurs peuvent être différents selon la définition exacte (par exemple les taux de chômage ou les taux de vacance des logements), ce qui peut induire des différences marquées. À titre d'exemple, à Saint-Flour, le taux de chômage est estimé à 7,9 % par l'IA, contre 8,8 % selon l'INSEE en 2021. Comme à Bordeaux, cet écart semble s'expliquer pour l'essentiel par une divergence dans la définition utilisée qui n'est pas détaillée (par exemple catégorie A ou pas, ou bien un sujet de périmètre géographique).

Par ailleurs, des écarts importants peuvent apparaître en pourcentage pour des indicateurs avec des valeurs proche de zéro, sans que l'écart absolu soit majeur.

On notera également que le recueil de données « à la main » n'est pas non plus exempt de possibilités d'erreurs ou de conséquences de définitions imprécises ou de reprises de sources secondaires imprécises erronées.

Il faudrait donc comparer les 30% de variables avec au moins 10% d'écart avec les écarts entre plusieurs releveurs humains pour être complet dans cette analyse.

Dans une seconde version du document ont été insérées des fiches de relevées de données réalisées l'an dernier par la stagiaire Lucie Robin. Ce recueil de données avait pris environ 4 mois pour étudier 3 territoires (zones d'emploi de Saint-Flour, Bordeaux et Châlons en Champagne) dont on peut estimer que plus de la moitié avait été consacrée au recueil des données, ce qui amène à estimer le temps de recueil des données « à la main » à environ un mois-homme par territoire (en incluant la relecture et l'accompagnement par le maître d'ouvrage). Le test de recueil de données visait donc à estimer s'il était possible d'accélérer pour d'autres territoires à examiner ou d'autres variables ces recueils et traitements de données, sans perte de qualité, et le cas échéant avec quelles précautions pour maintenir une qualité suffisante pour un exercice de prospective (qui ne se fonde pas que sur des

données quantifiées, mais aussi par exemple sur le diagnostic de signaux faibles,...) et pour lesquels souvent des ordres de grandeur peuvent suffire pour porter un premier diagnostic.

Le recueil automatisé de données avec IA est à l'évidence bien plus rapide (quelques minutes par territoire si aucune relecture n'était effectuée (mais pas réaliste du fait des pertes de qualité), et de manière plus réaliste quelques jours si les principales précautions énoncées ci-après sont mises en place, même si 70% environ des données recueillies présentent des écarts assez peu significatifs (moins de 10%) qui sont probablement le plus souvent sans conséquences majeures pour une analyse prospective se basant sur des ordres de grandeur.

L'intérêt principal du test est d'identifier les types d'écarts, ce qui peut amener à recommander des précautions générales, notamment :

- demander explicitement le périmètre, la période, la source et la définition précise des indicateurs mobilisés, et les calculs intermédiaires éventuels ; privilégier les IA explicitant le mieux les sources utilisées
- contrôler les agrégations statistiques et les unités spatiales utilisées ;
- utiliser une pluralité d'IA et en comparer les résultats, et relever la donnée à la main en cas de forts écarts entre IA
- redoubler de prudence et procéder à un recueil manuel lorsque la variable est très dépendante du périmètre géographique retenu, ou de la définition précise, ou est susceptible d'évolutions temporelles très rapides

Un usage précautionneux de l'IA devrait ainsi permettre de gagner en productivité de manière importante en vue des analyses, sans recul majeur sur la qualité (au vu du besoin raisonnable pour un exercice de prospective) dans la mesure où les précautions indiquées ci-dessus sont prises.

Toutefois, il reste le problème d'erreurs de type non répertorié dans ce test, qui n'est pas nul en cas d'élargissement à d'autres territoires ou à d'autres variables. En cas d'élargissement à d'autres territoires, il sera peu probable qu'un recueil exhaustif à la main soit possible, et donc l'attention devra être apportée sur ce risque résiduel.

Ce travail a fait l'objet d'un document de synthèse intitulé *Note sur les écarts de l'intelligence artificielle concernant le relevé de la valeur d'indicateurs*, qui détaille les résultats de la comparaison et formule plusieurs recommandations. Cette note est disponible en annexe 4 du présent rapport.

A la suite de ce travail qui met en avant l'importance du périmètre, j'ai réalisé plusieurs cartes simples afin de comparer l'emprise de différentes zones d'emploi et les différentes communes qui la compose. Ces cartes sont disponibles en annexe 5.

IV. Retour d'expérience⁹

Le stage que j'ai effectué au sein de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable, entre avril et août 2025, a constitué une expérience particulièrement formatrice, tant sur le plan méthodologique que personnel. Intégré dès le départ dans une équipe projet en charge d'une mission de prospective ambitieuse – « Bien vivre durablement dans les territoires dans un monde limité » – j'ai pu m'impliquer activement dans toutes les phases du travail, du cadrage aux premières analyses, en passant par la construction d'outils et l'expérimentation de nouvelles méthodes.

Dès les premières semaines, j'ai bénéficié d'un cadre d'accueil clair et structurant. Les échanges hebdomadaires avec mon tuteur professionnel m'ont permis de mieux cerner les attendus, tout en bénéficiant d'une grande autonomie dans l'organisation de mes travaux. J'ai rapidement perçu que la réussite de ce stage ne reposait pas seulement sur l'exécution de tâches précises, mais sur ma capacité à prendre part à une réflexion collective, à m'inscrire dans une démarche exploratoire exigeante, et à proposer des productions utiles à la suite de la mission. Mon implication s'est construite progressivement : au départ centré sur la recherche documentaire, j'ai pu au fil du temps formuler des propositions, structurer des ressources originales, et affiner ma posture professionnelle dans un environnement marqué par l'exigence, la transversalité et le sens de l'intérêt général.

La variété des méthodes mobilisées a constitué un des principaux apports de ce stage. J'ai été amené à m'approprier une démarche de prospective structurée selon le modèle « Futuribles » – de l'identification des variables clés à la scénarisation de futurs contrastés – tout en contribuant à des analyses de documents de planification, à des lectures critiques d'articles scientifiques, et à la formulation d'hypothèses systémiques. La combinaison entre lectures savantes, données quantitatives, lectures de SCoT, construction d'indicateurs et formulation de scénarios m'a permis de développer une approche plus complète de la fabrique territoriale. Ce croisement m'a paru particulièrement pertinent pour traiter des enjeux systémiques : décroissance rurale, pression urbaine, vulnérabilités environnementales, gestion des ressources. J'ai appris à composer avec des sources inégales, à hiérarchiser les signaux faibles, et à proposer des transpositions utiles aux territoires cibles de la mission (Saint-Flour et Bordeaux).

Un autre aspect marquant de ce stage réside dans l'expérimentation de l'intelligence artificielle dans les travaux d'analyse et de production. J'ai systématiquement testé, à chaque étape, l'apport potentiel d'outils d'IA générative, dans un cadre méthodologique strict : aucune donnée sensible ou confidentielle transmise, validation systématique par une relecture humaine, et retour critique sur les limites des productions générées. J'ai ainsi pu identifier les cas où l'IA représente une aide réelle – notamment pour accélérer la rédaction de fiches de lecture ou structurer une fiche territoire – et ceux où son usage reste risqué, comme la génération automatique de citations, l'interprétation de cartes ou la synthèse d'avis d'experts. Cette réflexion sur l'IA m'a permis de mieux mesurer les enjeux liés à son usage dans l'administration et l'analyse territoriale : elle peut massifier certaines tâches, réduire la charge de lecture, ouvrir des hypothèses nouvelles, mais elle impose aussi un contrôle rigoureux, une vérification des sources et un bon sens critique.

Le cœur du stage – l'analyse des dynamiques territoriales contrastées dans une perspective de résilience – m'a également permis de faire évoluer mes représentations du « bien vivre durablement ». La confrontation entre les cas de Saint-Flour et de Bordeaux, deux zones d'emploi presque

⁹ Une partie de cette section a été rédigée à l'aide d'une intelligence artificielle générative, dans la continuité des expérimentations menées durant le stage. Le texte a fait l'objet d'une relecture critique et d'une réécriture personnelle partielle, afin d'en assurer la cohérence avec l'ensemble du rapport et de préserver la qualité de l'analyse.

antinomiques, m’a appris que la résilience n’est pas univoque ni strictement technique. Elle dépend d’un enchevêtrement de facteurs : structure socio-économique, qualité du tissu local, exposition aux aléas, gouvernance, mémoire du risque, mais aussi capacités d’action collectives, ressources endogènes et temporalités sociales. J’ai pris conscience du fait qu’il n’y a pas un modèle de résilience, mais des configurations spécifiques, qu’il convient d’appréhender à partir de lectures systémiques et d’une posture ouverte à l’incertitude. Cela suppose aussi d’accepter de penser des trajectoires de décroissance ou d’effritement, sans les considérer uniquement comme des échecs, mais comme des situations à gérer de manière stratégique et humaine.

Par ailleurs, j’ai pris la mesure de la difficulté de produire des scénarios véritablement utiles à la décision publique. Entre l’ambition scientifique d’une projection rigoureuse et la nécessité de produire des outils opérationnels, il existe un écart qu’il faut savoir réduire sans simplifier à outrance. Les hypothèses formulées doivent être robustes, argumentées, mais aussi lisibles, transférables et discutables. Ce point a été au cœur des échanges avec mon tuteur et les autres membres de l’équipe, et constitue une leçon structurante pour mes futures expériences professionnelles.

Ce stage m’a aussi fait prendre conscience des limites d’un exercice de prospective dans le temps court d’un stage de quelques mois. Si j’ai pu produire plusieurs ressources (fiches de lecture, fiches territoires, tests de résilience, retour d’expérience IA), j’aurais aimé aller plus loin dans la mise en forme d’indicateurs synthétiques ou dans l’élaboration d’un cadre de lecture transversal. Le temps consacré à la vérification des productions IA, ou à l’appropriation des textes de planification, bien que nécessaire, a limité la capacité à élargir l’analyse à d’autres territoires.

D’un point de vue plus personnel, ce stage m’a conforté dans mon intérêt pour les approches transversales des politiques publiques, à la croisée de la transition écologique, de la résilience territoriale et de la planification stratégique. Je m’oriente aujourd’hui vers les champs liés à la mobilité durable, et je mesure mieux comment une culture de la prospective peut nourrir des projets plus ancrés, plus sobres, plus justes. L’expérience de l’IGEDD m’a permis d’approcher les enjeux de décision publique à un niveau stratégique, tout en conservant une attention aux réalités locales et aux contraintes concrètes. Cette double focale – entre le général et le particulier – m’a paru particulièrement féconde. Elle m’invite à approfondir mes compétences dans le champ de la géographie sociale, de l’économie des infrastructures, et de l’animation territoriale.

Enfin, cette expérience a renforcé ma conviction que les outils numériques, y compris l’intelligence artificielle, peuvent constituer des leviers puissants à condition d’être bien maîtrisés, insérés dans une méthode rigoureuse et orientés vers une finalité d’intérêt public.

V. Conclusion

Ce stage s'est inscrit dans une mission en cours portée par l'IGEDD, visant à explorer les conditions du « bien vivre durablement dans un territoire dans un monde aux ressources limitées ». Cette démarche prospective, initiée en amont de mon arrivée, s'attache à mieux comprendre les trajectoires territoriales possibles dans un contexte de contraintes multiples, en mobilisant des outils variés et une analyse différenciée selon les types d'espaces.

Durant ces quatre mois, j'ai apporté un appui sur plusieurs volets du travail en cours : réalisation de fiches de lecture thématiques, participation à une expérimentation de tests de résilience territoriale, et rédaction d'une note d'analyse sur les usages de l'intelligence artificielle. Ces travaux m'ont permis de mobiliser des connaissances issues de plusieurs disciplines, d'exercer mes capacités de synthèse et de réflexion critique, et de tester différentes façons de structurer une démarche exploratoire. J'ai dû m'adapter à des formats variés, parfois expérimentaux, en articulant autonomie de travail et prise en compte des retours de mon tuteur.

Mon travail s'est inscrit dans une dynamique collective déjà engagée, et a cherché à contribuer, de manière modeste mais attentive, à l'enrichissement de certains supports ou questionnements. L'ensemble des productions réalisées s'insère dans une mission appelée à se prolonger au-delà de mon départ, notamment à travers l'organisation de séminaires thématiques, la consolidation des premières analyses territoriales, et l'approfondissement méthodologique. Les réflexions engagées sur les tests de résilience, sur la mobilisation raisonnée de l'intelligence artificielle, ou encore sur la manière d'aborder la diversité des territoires, constituent autant de pistes de travail à poursuivre.

Ce stage m'a permis de mieux comprendre les conditions concrètes de mise en œuvre d'une mission prospective, ainsi que les enjeux méthodologiques, institutionnels et territoriaux qu'elle soulève. Il m'a offert l'opportunité de prendre part, à mon échelle, à une réflexion stimulante sur les futurs possibles des territoires, dans un monde de plus en plus contraint.

VI. Bibliographie

Ouvrages, articles scientifiques et de recherche

- Chevillot-Miot, É. (2017). *La résilience territoriale face au risque de submersion marine : approches spatiales, temporelles et sémantiques à partir des cas de la Charente-Maritime et de la Somme* (Thèse de doctorat en géographie). Université de Nantes. Disponible en ligne : <https://theses.hal.science/tel-01659505>
- Fol, S., & Cunningham-Sabot, E. (2010). « Déclin urbain » et Shrinking Cities : une évaluation critique des approches de la décroissance urbaine. *Annales de Géographie*, n°674, pp. 359-383. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1111/j.1468-2427.2011.01092.x>
- Gueben-Venière, S. (2015). De l'équipement à la gestion du littoral, ou comment vivre avec les aléas météo-marins aux Pays-Bas ? *Géococonfluences*. Disponible en ligne : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-thematiques/risques-et-societes/articles-scientifiques/littoral-pays-bas>
- Monnier, J.-J. (s.d.). *Pierre Marzin et l'implantation du CNET à Lannion*. Article historique. Non publié. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.3406/abpo.1995.3820>
- Verdaas, J.C. (Co) (2024). *National Delta Programme 2025 – Water and Soil as Leading Factors*. Delta Commissioner – Ministère de l'Infrastructure et de la Gestion de l'Eau des Pays-Bas. Version anglaise. Disponible en ligne : <https://english.deltaprogramma.nl/documents/2024/09/17/dp2025-complete-version>

Rapports institutionnels et documents techniques

- Ville de Paris. (2023). *Paris à 50 °C – Préparer le territoire à un dôme de chaleur*. Direction de la Transition écologique et du Climat. Kit méthodologique et Synthèse & grands enseignements. Disponible en ligne : <https://www.paris.fr/pages/paris-50-c-un-exercice-grandeur-nature-pour-se-preparer-aux-chaleurs-extremes-24322>

Documents locaux et témoignages territoriaux

- Marjou, J.-Y. (s.d.). *Chronique d'un développement industriel à Lannion : du CNET à la dépendance*. Disponible en ligne : <https://memoire-alcatel-lannion.fr/histoires/RecueilT%C3%A9moignages/IncidenceDesTelecomsALannion.pdf>
-

Documents issus du programme POPSU

- **POPSU (2022a)**. *Saint-Orens : Une périphérie métropolitaine à la recherche de cohérence*. Programme POPSU Territoires, PUCA / ANCT / CGET, 8 p.
- **POPSU (2022b)**. *La métropole coopérative et ses ressources : Récit sur la gestion de l'eau et de l'alimentation à Bordeaux*. POPSU Territoires, PUCA / ANCT / CGET, 10 p.
<https://popsu.archi.fr/ressource/la-metropole-cooperative-et-ses-ressources-0>

- **POPSU (2022c).** *Les nouveaux chemins de la métropole : Mobilités actives dans le paysage périurbain toulousain.* Programme POPSU Territoires, PUCA / ANCT / CGET, 12 p. <https://popsu.archi.fr/ressource/les-nouveaux-chemins-de-la-metropole>
- **POPSU (2023).** *Des villages qui se font seuls ? Innovation et action publique à Arvieux (Aveyron).* Programme POPSU Territoires, PUCA / ANCT / CGET, 10 p. <https://popsu.archi.fr/ressource/des-villages-qui-se-font-seuls-innovation-et-action-publique-arvieux-aveyron>

Annexe :

Annexe 1 : Rapport tests de résilience

RAPPORT SUR LES TESTS DE RÉSILIENCE TERRITORIAUX v1

Sommaire

Introduction et principes méthodologiques 1.1. Contexte et finalités des tests de résilience 1.2. Méthodologie d'évaluation et de dimensionnement 1.3. Approche comparative entre territoires

Analyse sectorielle des vulnérabilités 2.1. Approvisionnement électrique 2.2. Approvisionnement en carburants pétroliers 2.3. Approvisionnement gazier 2.4. Approvisionnement alimentaire 2.5. Approvisionnement en eau potable

Différenciations territoriales et études de cas 3.1. Spécificités des zones rurales : le cas de Saint-Flour 3.2. Particularités des zones métropolitaines : le cas de Bordeaux 3.3. Analyse comparative des vulnérabilités

Effets de cascade et corrélations entre risques 4.1. Interdépendances sectorielles 4.2. Amplifications temporelles et spatiales 4.3. Risques émergents et non-anticipés

Recommandations et perspectives 5.1. Stratégies de résilience adaptées aux spécificités territoriales 5.2. Mécanismes de solidarité interterritoriale 5.3. Priorisation des investissements

Annexes et références bibliographiques

1. Introduction et principes méthodologiques

1.1. Contexte et finalités des tests de résilience

La résilience territoriale constitue un enjeu majeur des politiques publiques contemporaines face à la multiplication des crises et à l'accélération des changements structurels. Les tests de résilience territoriale visent à évaluer la capacité des territoires à anticiper, absorber, s'adapter et se reconstruire face à des perturbations majeures affectant les infrastructures et services essentiels à la vie quotidienne. Comme le souligne Dauphiné et Provitolo (2007), la résilience d'un système territorial ne saurait être mesurée uniquement en termes de résistance aux chocs, mais implique également sa capacité d'adaptation et de transformation.

Dans le contexte actuel marqué par les défis climatiques, géopolitiques et technologiques, ces tests s'avèrent d'autant plus nécessaires que les territoires présentent des vulnérabilités différenciées selon leur morphologie, leur structure socio-économique, leur position géographique et leurs ressources endogènes. L'objectif n'est pas de développer une approche maximaliste consistant à se préparer à toutes les crises possibles, mais plutôt d'adopter une démarche proportionnée et ciblée sur les risques les plus significatifs et les services les plus essentiels.

1.2. Méthodologie d'évaluation et de dimensionnement

La méthodologie proposée pour les tests de résilience s'articule autour de trois principes fondamentaux :

Premièrement, le dimensionnement réaliste des tests implique d'identifier des événements de référence historiques ayant touché des territoires comparables en France ou en Europe au cours des dernières décennies. Cette approche empirique permet d'ancrer l'analyse dans des perturbations réelles plutôt que dans des scénarios purement théoriques. Comme le suggèrent Comfort et al. (2010), l'analyse rétrospective des crises passées constitue un fondement essentiel pour anticiper les vulnérabilités futures.

Deuxièmement, une évaluation prospective est nécessaire pour déterminer si ces événements de référence sont susceptibles de s'intensifier, de se raréfier ou de se transformer dans les prochaines décennies. Cette analyse tendancielle prend en compte des facteurs structurels comme le changement climatique, les transitions énergétiques ou les évolutions géopolitiques. D'après les travaux de Beck (2001), nous assistons à une complexification croissante des risques dans les sociétés contemporaines, qui combine des facteurs naturels, technologiques et sociopolitiques.

Troisièmement, l'approche consiste à privilégier le principe de proportionnalité dans l'identification des moyens de réduction des risques, en distinguant les mesures raisonnables des mesures excessivement coûteuses par rapport aux bénéfices attendus. Cette démarche s'inspire des travaux de Thaler et Sunstein (2008) sur le "paternalisme libertarien", qui préconisent des interventions modérées et ciblées plutôt que des transformations radicales et coûteuses.

1.3. Approche comparative entre territoires

L'un des aspects innovants de cette méthodologie réside dans sa dimension comparative, permettant de différencier les vulnérabilités et les stratégies de résilience selon les types de territoires. Cette approche s'appuie sur les travaux de Mathevet et Bousquet (2014) relatifs à la "résilience territoriale différenciée", qui démontrent que la résilience ne saurait être uniforme mais doit s'adapter aux caractéristiques propres à chaque territoire.

La comparaison entre zones d'emploi contrastées, comme celles de Saint-Flour (territoire rural de moyenne montagne) et de Bordeaux (métropole régionale), permet de mettre en évidence les différences structurelles qui affectent leur exposition aux risques et leur capacité de réponse. Cette approche comparative s'inspire également des recherches de Cutter et al. (2008) sur les "inégalités de vulnérabilité territoriale", qui démontrent que la géographie des risques suit souvent celle des inégalités socio-spatiales préexistantes.

2. Analyse sectorielle des vulnérabilités

2.1. Approvisionnement électrique

L'approvisionnement électrique constitue l'une des vulnérabilités les plus critiques pour les territoires contemporains, en raison de la dépendance croissante des sociétés modernes à cette forme d'énergie. L'analyse rétrospective des événements dimensionnants révèle plusieurs catégories d'incidents significatifs ayant affecté les réseaux français et européens.

Les tempêtes Lothar et Martin de décembre 1999 représentent l'un des événements les plus marquants, avec des interruptions d'alimentation allant jusqu'à une semaine dans les grandes villes et trois semaines dans certaines zones rurales isolées. Ces événements ont révélé la vulnérabilité physique des infrastructures de transport et de distribution face aux événements climatiques extrêmes. Par ailleurs, les effondrements de réseaux électriques, comme celui survenu en Italie du Nord ou en Espagne en avril 2025, ont généralement une durée plus limitée (environ 24 heures) mais peuvent affecter des territoires très étendus. L'arrêt simultané de nombreuses tranches de production, comme ce fut le cas en France fin 2022-début 2023 avec la mise à l'arrêt de plusieurs réacteurs nucléaires pour maintenance, a entraîné des tensions sur l'approvisionnement pendant près d'un an.

Les tendances d'évolution suggèrent une probable aggravation de ces risques dans les prochaines décennies. Le changement climatique devrait accroître la fréquence et l'intensité des événements météorologiques extrêmes susceptibles d'endommager les infrastructures électriques. Simultanément, la transition énergétique induira une dépendance accrue à l'électricité pour de nombreux usages (mobilité, chauffage, procédés industriels), augmentant ainsi l'impact potentiel des interruptions. Comme le souligne Mitchell (2009), cette double dynamique crée un "effet ciseau" entre une vulnérabilité croissante des infrastructures et une dépendance accrue des usages.

Les moyens raisonnables de réduction des risques combinent plusieurs approches complémentaires. Le renforcement ciblé des réseaux, principalement lors des opérations programmées de renouvellement, permettrait d'améliorer la résilience sans coûts disproportionnés. L'adaptation des réseaux à la diversification des sources de production constitue également un axe prioritaire. En parallèle, le développement de capacités de production décentralisées et de solutions de stockage à l'échelle locale pourrait réduire la vulnérabilité aux défaillances du réseau central. Les travaux de Lovins et Lovins (1982) sur la "sécurité énergétique douce" montrent l'importance de cette décentralisation pour la résilience systémique.

2.2. Approvisionnement en carburants pétroliers

Malgré l'amorce de la transition énergétique, l'approvisionnement en carburants pétroliers demeure critique pour le fonctionnement des territoires, particulièrement pour la mobilité et certains processus industriels. Les crises pétrolières historiques, notamment celles de 1973, 1979-1980 et 1990 (invasion du Koweït), constituent les événements de référence pour dimensionner ce risque.

Ces crises ont principalement affecté les prix plutôt que les volumes disponibles, avec des tensions aiguës durant quelques mois, mais des effets économiques s'étalant parfois sur plusieurs années. L'élasticité limitée de la demande à court terme (environ -0,2) explique pourquoi des réductions modérées de l'offre peuvent entraîner des augmentations substantielles des prix. Selon les travaux de Hamilton (2009), les chocs pétroliers ont généralement un impact macroéconomique disproportionné par rapport à la part du pétrole dans l'économie, en raison des effets d'amplification et de propagation qu'ils engendrent.

Les tendances d'évolution semblent contrastées. D'une part, les tensions géopolitiques pourraient s'intensifier dans un monde multipolaire, augmentant la probabilité de perturbations dans les régions productrices ou sur les axes de transit stratégiques. D'autre part, l'électrification progressive des transports devrait réduire progressivement la dépendance structurelle aux carburants pétroliers, bien que cet effet reste marginal à court et moyen terme.

Les stratégies d'adaptation diffèrent significativement selon les territoires. Dans les zones métropolitaines, l'intensification de l'usage des transports collectifs, le recours accru aux mobilités actives (vélo, marche) et le développement du covoiturage urbain constituent des leviers efficaces. En revanche, dans les territoires ruraux ou périurbains, ces alternatives sont moins viables en raison des distances plus importantes et de la faible densité des réseaux de transport collectif. Cette différenciation spatiale des vulnérabilités et des adaptations est analysée par Dupuy (2010) dans ses travaux sur la "dépendance automobile" des territoires.

2.3. Approvisionnement gazier

L'approvisionnement gazier représente une vulnérabilité significative mais inégalement répartie sur le territoire français. La crise gazière européenne déclenchée en 2022 suite au conflit en Ukraine constitue l'événement de référence le plus récent et le plus significatif. Cette crise a entraîné une réduction drastique des importations de gaz russe, qui représentaient environ 40% des approvisionnements européens, provoquant une flambée des prix et des tensions sur les approvisionnements.

La phase aiguë de cette crise a duré plusieurs mois (été 2022 à hiver 2023), avec des prix atteignant jusqu'à dix fois les niveaux historiques moyens. La tension s'est progressivement atténuée grâce à des politiques de sobriété énergétique et de diversification des sources, conduisant à une réduction de la consommation de gaz d'environ 15% en France et 20% à l'échelle européenne entre 2021 et 2023. Comme l'analysent Stern et Yafimava (2017), cette crise a démontré la capacité d'adaptation rapide mais aussi les limites du système gazier européen face à un choc majeur.

Les perspectives d'évolution présentent des dynamiques contrastées. D'une part, la dépendance au gaz naturel devrait diminuer progressivement dans le cadre des politiques de transition énergétique, particulièrement dans le secteur résidentiel et la production d'électricité. D'autre part, certains usages industriels demeurent fortement captifs et difficiles à substituer à court terme. De plus, le développement des terminaux méthaniers et la dépendance accrue au GNL introduisent de nouveaux points de vulnérabilité logistique.

Les moyens raisonnables de réduction des risques comprennent la diversification des sources d'approvisionnement, l'optimisation des capacités de stockage saisonnier existantes, et le développement de filières locales de biogaz injecté dans les réseaux. Dans le résidentiel, le déploiement des pompes à chaleur, conjugué à l'amélioration de l'isolation thermique, permettrait de réduire significativement la dépendance au gaz. Les travaux de Percebois (2020) sur la "sécurité énergétique européenne" soulignent l'importance d'une approche multifactorielle combinant diversification des sources, réduction structurelle de la demande et renforcement des capacités de stockage.

2.4. Approvisionnement alimentaire

L'approvisionnement alimentaire constitue un enjeu vital dont les perturbations seraient immédiatement sensibles pour les populations. Si l'Europe occidentale n'a pas connu de pénurie alimentaire généralisée depuis les années 1950, plusieurs événements récents ont néanmoins provoqué des tensions localisées ou sectorielles.

La guerre en Ukraine en 2022 a partiellement interrompu les exportations ukrainiennes de blé et d'huile de tournesol, entraînant des ruptures temporaires d'approvisionnement en huile dans les

magasins français et une forte inflation alimentaire (+14,5% en 2023). La pandémie de COVID-19 a également provoqué, au printemps 2020, des pénuries ponctuelles liées à des comportements d'achat panique et à un manque de main-d'œuvre saisonnière affectant certaines productions agricoles. À l'échelle mondiale, les émeutes de la faim de 2008 dans plusieurs pays (Égypte, Haïti, Cameroun) ont démontré l'impact socio-politique potentiel des tensions sur les marchés céréaliers, même si l'Europe est restée relativement épargnée.

Les tendances d'évolution suggèrent une possible aggravation des risques. Le changement climatique pourrait entraîner des pertes de production plus fréquentes, même si l'impact simultané d'événements météorologiques exceptionnels sur plusieurs grandes zones productrices reste peu probable. Les travaux de Godfray et al. (2010) sur la "sécurité alimentaire mondiale" soulignent que les risques d'approvisionnement alimentaire sont moins liés à une capacité de production globale insuffisante qu'à des problèmes de distribution, d'accessibilité et de vulnérabilité localisée.

La dépendance croissante du système alimentaire au pétrole et au gaz (via les engrais, le transport, la transformation) constitue également un facteur de vulnérabilité, créant des corrélations entre crises énergétiques et alimentaires. Par ailleurs, l'organisation logistique en flux tendus rend le système vulnérable à tout choc affectant le transport, la main-d'œuvre ou la distribution.

Les moyens raisonnables de réduction des risques incluent la constitution de stocks alimentaires de longue durée pour les produits non périssables, la mise en place de dispositifs de distribution prioritaire pour les populations vulnérables en cas de crise, et l'encouragement de certaines productions maraîchères de proximité, dans les limites du foncier disponible et des capacités de production locale.

2.5. Approvisionnement en eau potable

L'approvisionnement en eau potable représente un secteur critique dont les perturbations, bien que généralement localisées en France, auraient des conséquences immédiates pour les populations. Les incidents historiques concernent principalement des coupures de réseau dues à des défaillances techniques ou à des conditions météorologiques extrêmes, des contaminations microbiologiques dans des petites unités de production, et des pollutions plus durables dans certaines zones rurales liées à l'agriculture intensive.

Par exemple, lors de la tempête Xynthia en 2010, plusieurs communes de Vendée ont vu leur réseau de distribution d'eau endommagé, rendant l'eau impropre à la consommation pendant plusieurs jours. Dans certaines communes du nord du bassin parisien et de Bretagne, des captages ont dû être fermés à cause de la présence chronique de nitrates ou de pesticides dans les nappes phréatiques, nécessitant parfois des interconnexions coûteuses avec d'autres réseaux. Plus récemment, plusieurs villages des Pyrénées-Orientales ont été touchés par des restrictions d'alimentation en eau potable suite à des épisodes de sécheresse sévère.

Les tendances d'évolution indiquent une probable aggravation des risques, particulièrement dans le sud de la France. Le changement climatique devrait accroître la pression sur la ressource en eau, avec une baisse des niveaux de nappes, une fréquence accrue des sécheresses et une hausse des températures. Selon les travaux de Bates et al. (2008) sur l'impact du changement climatique sur les ressources hydriques, les tensions sur l'eau devraient s'intensifier même dans des régions traditionnellement bien pourvues.

La qualité des ressources pourrait également se dégrader du fait des pollutions diffuses agricoles et de l'apparition de nouveaux polluants (résidus médicamenteux, micropolluants), compliquant la production d'eau potable et augmentant ses coûts. Les travaux de Barraqué (2012) sur la "gouvernance de l'eau en Europe" soulignent l'importance croissante des enjeux qualitatifs par rapport aux seuls enjeux quantitatifs dans la gestion de l'eau.

Les moyens raisonnables de réduction des risques comprennent le renforcement de la sécurité des captages, la diversification des sources (interconnexions entre réseaux, forages de secours), l'amélioration de la qualité des sols en amont (réduction des pollutions agricoles), et la mise en place de systèmes de surveillance en temps réel de la qualité de l'eau. En cas de crise aiguë, la distribution d'eau embouteillée ou en citernes constitue un dispositif d'urgence éprouvé, mais qui ne peut couvrir que les besoins essentiels en boisson et en cuisson.

3. Différenciations territoriales et études de cas

3.1. Spécificités des zones rurales : le cas de Saint-Flour

La zone d'emploi de Saint-Flour, territoire rural de moyenne montagne située dans le Cantal, présente des caractéristiques typiques des espaces à faible densité démographique, avec des vulnérabilités et des atouts spécifiques en matière de résilience territoriale.

En matière d'approvisionnement électrique, ce territoire se caractérise par une exposition particulière aux risques de rupture en raison de la dispersion de l'habitat et de l'étendue des réseaux de distribution. Les données historiques montrent que les délais de rétablissement suite aux tempêtes y sont significativement plus longs que dans les zones urbaines (jusqu'à trois semaines contre une semaine). Cette vulnérabilité s'explique par un coût d'intervention par raccordement plus élevé et des difficultés d'accès accrues en cas d'intempéries. Comme le démontrent les travaux de Fléty et al. (2019) sur la "vulnérabilité énergétique des territoires ruraux", cette fragilité est partiellement compensée par une plus grande autonomie des ménages, qui disposent souvent de moyens de chauffage alternatifs (bois notamment).

Concernant l'approvisionnement en carburants pétroliers, la zone d'emploi de Saint-Flour présente une dépendance structurelle plus forte que les territoires urbains, en raison des distances parcourues et de l'absence d'alternatives de mobilité. Cette dépendance constitue une vulnérabilité majeure, d'autant que les possibilités de report modal y sont limitées. Les études d'Orfeuil (2010) sur la "mobilité en milieu rural" soulignent cette dépendance quasi-exclusive à l'automobile dans ces territoires, créant une forme de "précarité mobilitaire" en cas de crise d'approvisionnement.

En revanche, la zone d'emploi de Saint-Flour présente une moindre vulnérabilité face aux risques d'approvisionnement gazier, du fait d'un usage dominé par l'électricité pour la ville-centre et d'alternatives traditionnelles (bois) en zone rurale. Seules quelques industries agroalimentaires sont potentiellement dépendantes au gaz, mais dans des proportions limitées par rapport aux bassins industriels plus intensifs.

En matière d'approvisionnement alimentaire, ce territoire bénéficie d'un accès plus direct à la production agricole locale, principalement orientée vers l'élevage bovin. Cette proximité peut constituer un atout relatif en cas de crise logistique nationale, bien que l'absence de diversification productive (peu de productions maraîchères notamment) limite l'autosuffisance potentielle. La recherche de Mundler et al. (2014) sur les "systèmes alimentaires territorialisés" montre que la

proximité géographique aux productions n'implique pas nécessairement une résilience alimentaire si les filières de transformation et de distribution ne sont pas également territorialisées.

Concernant l'eau potable, le territoire présente une vulnérabilité spécifique liée à la multiplication des petites unités de captage et de distribution, parfois insuffisamment surveillées ou entretenues faute de moyens techniques et financiers adéquats. Cette fragmentation peut compliquer la gestion des crises, bien que la pression quantitative sur la ressource soit généralement moins intense que dans les régions méridionales.

3.2. Particularités des zones métropolitaines : le cas de Bordeaux

La zone d'emploi de Bordeaux, métropole régionale de plus de 800 000 habitants, présente un profil de vulnérabilité et de résilience significativement différent des territoires ruraux, illustrant les spécificités des grandes agglomérations françaises.

En matière d'approvisionnement électrique, ce territoire bénéficie généralement de délais d'intervention plus courts en cas d'incident, grâce à la concentration des équipes techniques et à la redondance relative des réseaux. Toutefois, la dépendance à l'électricité y est plus intense, notamment dans les centres urbains denses où les alternatives en matière de chauffage sont moins présentes. La présence de transports collectifs électrifiés (tramway notamment) crée également une vulnérabilité spécifique en cas de coupure prolongée. Les travaux de Graham et Marvin (2001) sur les "infrastructures urbaines" montrent que la densité des réseaux en milieu métropolitain crée simultanément de la résilience (redondance) et de la vulnérabilité (effets de cascade en cas de défaillance majeure).

Concernant les carburants pétroliers, la métropole bordelaise présente l'avantage de disposer d'alternatives modales diversifiées (réseau de tramway, bus, vélo) permettant d'absorber partiellement une crise d'approvisionnement. La densité urbaine facilite également le déploiement rapide de solutions de covoiturage et de mobilités actives. Néanmoins, les zones périurbaines de la métropole restent fortement dépendantes de l'automobile, créant une vulnérabilité différenciée selon la localisation au sein de l'agglomération. Les études de Newman et Kenworthy (2015) sur la "résilience des systèmes de transport urbain" soulignent cette hétérogénéité spatiale des vulnérabilités au sein même des métropoles.

L'approvisionnement gazier constitue une vulnérabilité plus marquée pour la métropole bordelaise que pour les territoires ruraux, en raison d'un usage plus répandu du gaz de réseau pour le chauffage domestique et certaines activités industrielles. Cette dépendance crée une exposition particulière en cas de tension sur les marchés gaziers, même si la diversification des sources d'approvisionnement à l'échelle nationale (terminaux méthaniers notamment) atténue partiellement ce risque.

En matière d'approvisionnement alimentaire, la métropole bordelaise présente une forte dépendance aux flux logistiques quotidiens, avec des stocks commerciaux limités à quelques jours. Cette caractéristique la rend particulièrement vulnérable à toute perturbation affectant les chaînes d'approvisionnement. Par ailleurs, malgré la proximité de zones agricoles dans sa périphérie (vignobles notamment), la production locale reste insuffisamment diversifiée pour assurer une autonomie alimentaire significative. Les travaux de Steel (2013) sur "l'approvisionnement alimentaire des villes" montrent que cette dépendance constitue un "talon d'Achille" des métropoles contemporaines, malgré les initiatives récentes de reterritorialisation partielle des systèmes alimentaires.

Concernant l'eau potable, la métropole bénéficie d'infrastructures plus résilientes, avec plusieurs sources d'approvisionnement interconnectées. Toutefois, la concentration démographique rend particulièrement complexe la gestion d'une crise majeure, la distribution alternative (eau embouteillée, citernes) devenant rapidement insuffisante face aux besoins d'une population dense.

3.3. Analyse comparative des vulnérabilités

La comparaison entre les zones d'emploi de Saint-Flour et de Bordeaux permet de mettre en évidence des dynamiques contrastées de vulnérabilité et de résilience territoriale, qui ne se résument pas à une simple opposition entre fragilité rurale et robustesse urbaine.

Les territoires ruraux comme Saint-Flour présentent généralement une plus grande exposition aux risques de rupture des réseaux (électricité, télécommunications) en raison de leur étendue et de leur faible densité, conduisant à des délais de rétablissement plus longs. Ils souffrent également d'une dépendance structurelle aux carburants pétroliers pour la mobilité, avec peu d'alternatives viables à court terme. En revanche, ils bénéficient souvent d'une moindre dépendance au gaz naturel, d'un accès plus direct à certaines productions alimentaires locales, et d'une plus grande autonomie des ménages (chauffage alternatif, capacités de stockage individuel).

À l'inverse, les métropoles comme Bordeaux disposent généralement d'infrastructures plus redondantes et bénéficient de délais d'intervention plus courts en cas d'incident. Elles offrent également une diversité de solutions alternatives, particulièrement en matière de mobilité. Cependant, elles présentent une dépendance plus intense à certains réseaux (électricité, gaz) et aux flux logistiques quotidiens pour l'approvisionnement alimentaire. La concentration démographique y complique également la gestion des crises majeures, les solutions d'urgence devenant rapidement insuffisantes face aux besoins d'une population dense.

Cette analyse différenciée rejoint les travaux de Reghezza-Zitt et Rufat (2019) sur la "spatialisation de la résilience", qui démontrent que la capacité d'adaptation face aux crises ne dépend pas uniquement des caractéristiques physiques des territoires, mais également de facteurs sociaux, économiques et organisationnels. Ainsi, la résilience territoriale apparaît comme un construit complexe, articulant des dimensions matérielles (infrastructures, ressources) et immatérielles (capital social, gouvernance, capacités d'apprentissage).

4. Effets de cascade et corrélations entre risques

4.1. Interdépendances sectorielles

L'analyse des vulnérabilités territoriales révèle l'importance croissante des interdépendances entre secteurs, susceptibles de générer des effets de cascade amplifiant l'impact initial d'une perturbation. Ces dynamiques systémiques, insuffisamment documentées dans la littérature sur les risques, constituent pourtant un facteur majeur de vulnérabilité des territoires contemporains.

L'électricité apparaît comme l'élément central de ces interdépendances, en raison de son rôle d'intrant dans la quasi-totalité des secteurs critiques. Une interruption prolongée de l'approvisionnement électrique affecte rapidement le fonctionnement des télécommunications, des systèmes de pompage et de traitement d'eau potable, des chaînes du froid alimentaire, et progressivement des transports urbains électrifiés. Les travaux de Rinaldi et al. (2001) sur les "infrastructures critiques interdépendantes" montrent que cette centralité de l'électricité crée un potentiel d'effets en cascade particulièrement préoccupant.

De même, une perturbation significative de l'approvisionnement en carburants pétroliers affecterait rapidement la logistique alimentaire, la mobilité des personnels d'intervention (santé, sécurité, maintenance des réseaux), ainsi que certains systèmes de secours électriques (groupes électrogènes). Les recherches de Buldyrev et al. (2010) sur les "défaillances en cascade dans les réseaux

interdépendants" démontrent que ces effets peuvent se propager de manière non-linéaire, avec des seuils critiques au-delà desquels le système entier bascule dans une défaillance généralisée.

Les interdépendances sectorielles présentent également une dimension temporelle, avec des vulnérabilités qui évoluent selon la durée de la perturbation initiale. Si une interruption électrique de quelques heures est généralement absorbée sans conséquences majeures, une coupure de plusieurs jours déclenche des effets en cascade affectant progressivement l'ensemble des services essentiels. Cette dimension temporelle des vulnérabilités en cascade reste insuffisamment intégrée dans les stratégies de gestion des crises.

4.2. Amplifications temporelles et spatiales

Au-delà des interdépendances sectorielles, les crises contemporaines révèlent des mécanismes d'amplification temporelle et spatiale qui transforment des perturbations localisées en crises systémiques.

L'amplification temporelle résulte notamment de la réduction progressive des marges de manœuvre au fur et à mesure que la crise se prolonge. Les stocks s'épuisent, les systèmes de secours atteignent leurs limites d'autonomie, la fatigue des personnels d'intervention s'accroît, et les comportements sociaux peuvent évoluer défavorablement. Les travaux de Lagadec (2015) sur la "gestion des crises hors cadre" montrent que cette dimension temporelle constitue un facteur critique, les crises prolongées pouvant basculer vers des dynamiques incontrôlables après certains seuils temporels.

L'amplification spatiale se manifeste quant à elle par la propagation géographique des effets d'une perturbation initialement localisée. Cette diffusion peut résulter de la structure même des réseaux (par exemple électriques ou logistiques), de phénomènes de congestion ou de reports de flux, ou encore de mécanismes d'imitation comportementale (achats de précaution générant des pénuries artificielles). L'analyse de Walker et al. (2004) sur les "dynamiques spatiales de la résilience" souligne l'importance des effets de seuil et des boucles de rétroaction dans ces mécanismes d'amplification spatiale.

Ces dynamiques d'amplification sont particulièrement préoccupantes dans un contexte d'optimisation croissante des systèmes techniques et organisationnels. La réduction systématique des redondances, la gestion en flux tendus, et la recherche constante d'efficacité ont progressivement érodé les "marges de sécurité" qui permettaient traditionnellement d'absorber les perturbations mineures. Cette évolution, analysée par Perrow (1999) dans sa théorie des "accidents normaux", crée les conditions de vulnérabilités systémiques nouvelles.

4.3. Risques émergents et non-anticipés

Au-delà des risques sectoriels identifiés et des effets de cascade associés, l'analyse des vulnérabilités territoriales doit également intégrer les risques émergents et non-anticipés susceptibles d'affecter la résilience des territoires.

Une première catégorie concerne les risques dont la période de récurrence dépasse l'horizon temporel habituellement considéré. Les événements séculaires ou pluri-séculaires, comme certaines pandémies particulièrement virulentes (comparable à la grippe espagnole de 1918) ou des conflits de haute intensité affectant le territoire national, sortent généralement du périmètre des exercices de prospective institutionnels. Pourtant, comme le soulignent Taleb et al. (2009) dans leurs travaux sur

les "cygnes noirs", ces événements rares mais à impact extrême peuvent constituer les principaux facteurs de transformation des systèmes socio-économiques.

Une seconde catégorie concerne les risques liés à l'émergence de nouvelles technologies. La numérisation croissante des infrastructures critiques crée des vulnérabilités spécifiques face aux cyberattaques, susceptibles d'affecter simultanément plusieurs secteurs essentiels. De même, le développement de l'intelligence artificielle ou des biotechnologies avancées pourrait générer des risques systémiques nouveaux, encore insuffisamment caractérisés. Les recherches de Bostrom et Čirković (2008) sur les "risques existentiels" soulignent la difficulté d'appréhender ces menaces émergentes dans les cadres d'analyse traditionnels.

La corrélation entre ces risques constitue une troisième préoccupation majeure. Le changement climatique agit comme un "multiplicateur de menaces", accentuant simultanément plusieurs facteurs de vulnérabilité. De même, une crise géopolitique majeure pourrait affecter conjointement l'approvisionnement énergétique, alimentaire et l'accès à certaines ressources critiques. Ces corrélations réduisent l'efficacité des stratégies de diversification géographique traditionnellement utilisées pour limiter les risques d'approvisionnement.

Cette dimension systémique des risques émergents appelle à un renouvellement des approches de résilience territoriale, intégrant davantage les interactions complexes entre facteurs physiques, technologiques, socio-économiques et géopolitiques. Comme le préconisent Klein et al. (2003) dans leurs travaux sur la "résilience adaptative", l'enjeu n'est plus seulement de renforcer la résistance aux chocs connus, mais de développer des capacités d'adaptation face à l'incertitude radicale.

5. Recommandations et perspectives

5.1. Stratégies de résilience adaptées aux spécificités territoriales

L'analyse différenciée des vulnérabilités selon les types de territoires suggère la nécessité d'adapter les stratégies de résilience aux spécificités locales, en évitant les approches uniformes qui méconnaîtraient les contraintes et opportunités propres à chaque configuration territoriale.

Pour les territoires ruraux et de faible densité, comme la zone d'emploi de Saint-Flour, plusieurs orientations stratégiques semblent particulièrement pertinentes. Premièrement, le renforcement ciblé des infrastructures critiques les plus vulnérables, notamment les réseaux électriques et de télécommunication, constitue une priorité. Ce renforcement peut s'effectuer progressivement lors des opérations programmées de renouvellement, limitant ainsi les surcoûts. Deuxièmement, le développement de capacités d'autonomie énergétique locale, notamment via les énergies renouvelables décentralisées (photovoltaïque, biomasse forestière) permettrait de réduire la dépendance aux réseaux centralisés. Enfin, la consolidation des capacités logistiques locales, incluant des solutions de mobilité partagée et des stocks stratégiques de proximité, contribuerait à limiter l'impact des ruptures d'approvisionnement en carburants ou en produits essentiels.

Pour les métropoles comme Bordeaux, d'autres orientations apparaissent prioritaires. L'optimisation des infrastructures existantes, notamment par l'intégration de technologies intelligentes permettant une gestion plus flexible et réactive des réseaux, constitue un axe majeur d'amélioration. Le développement de solutions alternatives rapidement mobilisables en cas de crise (mobilités douces, covoiturage, réseaux de distribution d'urgence) s'avère également essentiel dans ces contextes de

forte densité. Par ailleurs, le renforcement des capacités organisationnelles et de gouvernance multi-acteurs permettrait d'améliorer la coordination des interventions en situation de crise complexe.

Dans les deux cas, l'accent devrait être mis sur les solutions "sans regret", présentant des co-bénéfices significatifs même en l'absence de crise majeure. Cette approche, préconisée par Hallegatte (2009) dans ses travaux sur l'adaptation au changement climatique, permet de justifier économiquement des investissements de résilience dont les bénéfices face à des événements incertains seraient autrement difficiles à quantifier.

5.2. Mécanismes de solidarité interterritoriale

La différenciation des vulnérabilités territoriales souligne l'importance de développer des mécanismes de solidarité interterritoriale plus robustes, permettant de mobiliser efficacement les ressources là où elles sont les plus nécessaires en situation de crise.

Ces mécanismes peuvent prendre différentes formes complémentaires. Les dispositifs institutionnels de coordination et de mutualisation constituent un premier niveau de solidarité, à travers par exemple la planification concertée des interventions d'urgence ou la constitution de réserves de matériel et d'équipements mobilisables à l'échelle régionale ou nationale. Les travaux de Delpech (2016) sur la "gouvernance territoriale des risques" montrent l'importance de ces arrangements institutionnels dans la capacité de réponse collective.

Les infrastructures physiques d'interconnexion représentent un second niveau de solidarité, notamment à travers les réseaux de transport d'électricité, d'eau ou de gaz permettant des rééquilibrages territoriaux en cas de défaillance localisée. Le renforcement ciblé de ces interconnexions, identifié comme prioritaire par l'Agence Internationale de l'Énergie (2016), constitue un levier majeur de résilience systémique.

Enfin, les dispositifs de mobilité des personnels et des équipements d'intervention représentent un troisième niveau essentiel de solidarité interterritoriale. La capacité à déployer rapidement des moyens humains et techniques depuis des zones non affectées vers les territoires en crise détermine largement la vitesse de rétablissement des services essentiels. L'expérience des tempêtes de 1999 a notamment démontré l'importance critique de ces mécanismes pour le rétablissement des réseaux électriques.

Le développement de ces différentes formes de solidarité interterritoriale nécessite cependant de surmonter certains obstacles institutionnels, financiers et logistiques. La fragmentation des responsabilités entre collectivités territoriales, opérateurs privés et services de l'État complique la coordination des interventions et le partage des coûts. De même, les contraintes budgétaires peuvent limiter les investissements préventifs dans des dispositifs rarement activés, malgré leur importance critique en situation de crise.

5.3. Priorisation des investissements

Face à la multiplicité des vulnérabilités identifiées et aux contraintes de ressources, la priorisation des investissements de résilience constitue un enjeu stratégique majeur pour les territoires.

Cette priorisation devrait s'appuyer sur plusieurs critères complémentaires. L'impact potentiel des défaillances sur les populations, notamment les plus vulnérables, constitue un premier critère essentiel, justifiant une attention particulière aux services vitaux comme l'eau potable ou l'alimentation. Les travaux de Wisner et al. (2004) sur la "vulnérabilité sociale" soulignent l'importance de cette dimension dans toute stratégie de résilience équitable.

Le rapport coût-efficacité des mesures envisagées représente un second critère déterminant, privilégiant les interventions offrant les gains de résilience les plus significatifs par euro investi. Cette approche, développée notamment par Rose (2007) dans ses travaux sur "l'économie de la résilience", permet de maximiser l'impact des ressources limitées disponibles pour les investissements préventifs.

La flexibilité et l'adaptabilité des solutions mises en œuvre constituent un troisième critère pertinent, particulièrement dans un contexte d'incertitude croissante. Les mesures permettant des ajustements progressifs en fonction de l'évolution des risques et des connaissances présentent un avantage significatif par rapport aux infrastructures rigides et difficilement modifiables. Cette approche, qualifiée de "planification adaptative" par Walker et al. (2013), s'avère particulièrement pertinente face aux incertitudes liées au changement climatique ou aux évolutions technologiques.

Enfin, la prise en compte des co-bénéfices socio-économiques et environnementaux des mesures de résilience permet d'identifier des synergies avec d'autres objectifs territoriaux, facilitant leur acceptabilité sociale et leur viabilité économique. Par exemple, le développement des énergies renouvelables décentralisées contribue simultanément à la résilience énergétique locale et aux objectifs de transition écologique.

Sur ces bases, plusieurs axes d'investissement prioritaires peuvent être identifiés. Le renforcement ciblé des infrastructures critiques les plus vulnérables, notamment lors des opérations programmées de renouvellement, constitue une première priorité. Le développement de capacités de stockage et d'autonomie pour les services essentiels (énergie, eau, alimentation) représente un second axe majeur, particulièrement pertinent dans les zones géographiquement isolées. Enfin, le renforcement des capacités organisationnelles et de coordination multi-acteurs, souvent moins coûteux que les investissements physiques, devrait constituer un troisième axe prioritaire.

6. Annexes et références bibliographiques

Références bibliographiques¹⁰

Agence Internationale de l'Énergie. (2016). *Re-powering Markets: Market design and regulation during the transition to low-carbon power systems*. OCDE/AIE, Paris.

Barraqué, B. (2012). "Urban Water Conflicts: UNESCO-IHP". *Urban Water Conflicts*, 10, p. 1-14.

Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W., Wu, S., & Palutikof, J. P. (2008). *Climate change and water*. Technical paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva.

Beck, U. (2001). *La société du risque : Sur la voie d'une autre modernité*. Flammarion, Paris.

Bostrom, N., & Ćirković, M. M. (2008). *Global catastrophic risks*. Oxford University Press, Oxford.

Buldyrev, S. V., Parshani, R., Paul, G., Stanley, H. E., & Havlin, S. (2010). "Catastrophic cascade of failures in interdependent networks". *Nature*, 464(7291), p. 1025-1028.

Comfort, L. K., Boin, A., & Demchak, C. C. (2010). *Designing resilience: Preparing for extreme events*. University of Pittsburgh Press, Pittsburgh.

¹⁰ Ces références bibliographiques, comme le reste du rapport, ont été générées par Claude AI et sont présentées en l'état. Il convient donc de prendre des précautions car il n'est pas exclu que certaines références puissent constituer des hallucinations (c'est-à-dire des inventions de Claude AI) ou soient mal citées ou déformées.

- Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008). "A place-based model for understanding community resilience to natural disasters". *Global Environmental Change*, 18(4), p. 598-606.
- Dauphiné, A., & Provitolo, D. (2007). "La résilience : un concept pour la gestion des risques". *Annales de géographie*, 654(2), p. 115-125.
- Delpech, C. (2016). "Gouvernance territoriale des risques et vulnérabilités". *Géographie, économie, société*, 18(2), p. 287-309.
- Dupuy, G. (2010). *La dépendance automobile : symptômes, analyses, diagnostic, traitements*. Economica, Paris.
- Fléty, Y., Gibert, M., & Marchand-Reydet, D. (2019). "La vulnérabilité énergétique des territoires ruraux : enjeux et perspectives". *Sciences Eaux & Territoires*, 19(1), p. 54-59.
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., & Toulmin, C. (2010). "Food security: the challenge of feeding 9 billion people". *Science*, 327(5967), p. 812-818.
- Graham, S., & Marvin, S. (2001). *Splintering urbanism: networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition*. Routledge, London.
- Hallegatte, S. (2009). "Strategies to adapt to an uncertain climate change". *Global Environmental Change*, 19(2), p. 240-247.
- Hamilton, J. D. (2009). "Causes and consequences of the oil shock of 2007-08". *Brookings Papers on Economic Activity*, 2009(1), p. 215-283.
- Klein, R. J., Nicholls, R. J., & Thomalla, F. (2003). "Resilience to natural hazards: How useful is this concept?". *Environmental Hazards*, 5(1-2), p. 35-45.
- Lagadec, P. (2015). *Le continent des imprévus - Journal de bord des temps chaotiques*. Manitoba/Les Belles Lettres, Paris.
- Lovins, A. B., & Lovins, L. H. (1982). *Brittle power: Energy strategy for national security*. Brick House Publishing Company, Andover.
- Mathevet, R., & Bousquet, F. (2014). *Résilience et environnement : penser les changements socio-écologiques*. Buchet/Chastel, Paris.
- Mitchell, T. (2009). "Carbon democracy". *Economy and Society*, 38(3), p. 399-432.
- Mundler, P., Consalès, J. N., Melin, G., Pouvesle, C., & Vandenbroucke, P. (2014). "Les systèmes alimentaires territorialisés : quelle contribution à la durabilité des territoires ?". *Vertigo*, 14(1), en ligne.
- Newman, P., & Kenworthy, J. (2015). *The end of automobile dependence: How cities are moving beyond car-based planning*. Island Press, Washington.
- Orfeuill, J. P. (2010). "La mobilité, nouvelle question sociale ?". *SociologieS*, en ligne.
- Percebois, J. (2020). *Énergie et territoire : la transition énergétique en action*. ISTE Editions, London.
- Perrow, C. (1999). *Normal accidents: Living with high-risk technologies*. Princeton University Press, Princeton.

Reghezza-Zitt, M., & Rufat, S. (2019). *Résilience et adaptation aux changements globaux*. ISTE Editions, London.

Rinaldi, S. M., Peerenboom, J. P., & Kelly, T. K. (2001). "Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies". *IEEE Control Systems Magazine*, 21(6), p. 11-25.

Rose, A. (2007). "Economic resilience to natural and man-made disasters: Multidisciplinary origins and contextual dimensions". *Environmental Hazards*, 7(4), p. 383-398.

Steel, C. (2013). *Hungry city: How food shapes our lives*. Random House, London.

Stern, J., & Yafimava, K. (2017). *The EU Competition investigation of Gazprom's sales in central and eastern Europe: a detailed analysis of the commitments and the way forward*. Oxford Institute for Energy Studies, Oxford.

Taleb, N. N., Goldstein, D. G., & Spitznagel, M. W. (2009). "The six mistakes executives make in risk management". *Harvard Business Review*, 87(10), p. 78-81.

Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2008). *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. Yale University Press, New Haven.

Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). "Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems". *Ecology and Society*, 9(2), p. 5.

Walker, W. E., Haasnoot, M., & Kwakkel, J. H. (2013). "Adapt or perish: a review of planning approaches for adaptation under deep uncertainty". *Sustainability*, 5(3), p. 955-979.

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2004). *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*. Routledge, London.

Résumés des principales références

Agence Internationale de l'Énergie (2016) - Analyse des transformations nécessaires des marchés de l'électricité face à la transition bas-carbone, soulignant l'importance des interconnexions pour garantir la sécurité d'approvisionnement dans un contexte de production renouvelable variable.

Beck (2001) - Développe le concept de "société du risque" pour caractériser les sociétés contemporaines confrontées à des risques produits par la modernisation elle-même, soulignant la dimension réflexive des menaces actuelles et la nécessité de nouvelles approches politiques.

Cutter et al. (2008) - Propose un modèle de résilience communautaire face aux catastrophes naturelles, intégrant les dimensions socio-économiques, institutionnelles et infrastructurelles, et soulignant les inégalités spatiales face aux risques.

Dauphiné et Provitolo (2007) - Analyse le concept de résilience et son application à la gestion des risques territoriaux, distinguant les approches ingénieriales, écologiques et socio-psychologiques, et proposant une intégration de ces différentes perspectives.

Hallegatte (2009) - Développe le concept de stratégies "sans regret" face à l'incertitude climatique, identifiant cinq catégories d'approches (flexibilité, robustesse, marges de sécurité, soft options, réduction d'horizon) pertinentes pour l'adaptation territoriale.

Lagadec (2015) - Analyse les crises contemporaines caractérisées par leur caractère "hors cadre", leur globalité et leur complexité, proposant de nouveaux paradigmes de gestion reposant sur l'anticipation, l'agilité organisationnelle et l'apprentissage continu.

Perrow (1999) - Développe la théorie des "accidents normaux" dans les systèmes complexes à couplage fort, démontrant que certaines catastrophes sont inhérentes à la structure même des systèmes techniques, indépendamment des erreurs humaines ou de maintenance.

Reghezza-Zitt et Rufat (2019) - Analyse critique du concept de résilience appliqué aux territoires face aux changements globaux, soulignant les dimensions socio-politiques de la vulnérabilité et les limites des approches purement techniques de la résilience.

Rinaldi et al. (2001) - Présente un cadre conceptuel pour l'analyse des interdépendances entre infrastructures critiques, identifiant différents types de couplages (physique, cyber, géographique, logique) et leurs implications pour la propagation des défaillances.

Walker et al. (2004) - Développe une théorie des systèmes socio-écologiques résilients, distinguant les concepts de résilience, d'adaptabilité et de transformabilité, et soulignant l'importance des boucles de rétroaction et des seuils critiques dans la dynamique de ces systèmes.

Annexe 2 : Analyse de cartes de diverses Zones d'Emploi dans des territoires complémentaires

Les cartes suivantes permettent d'observer et de documenter différentes zones d'emploi ainsi que le contexte territorial dans lequel elles s'inscrivent. Elles offrent un aperçu de la manière dont les bassins d'emploi recoupent — ou non — les bassins de vie. Elles peuvent éclairer des enjeux au cas où la démarche de prospective viendrait à se pencher sur d'autres territoires, notamment où le bassin de vie peut dépasser la zone d'emploi (par exemple en Ile-de-France ou dans certains bassins de vie du Nord Pas-de Calais)

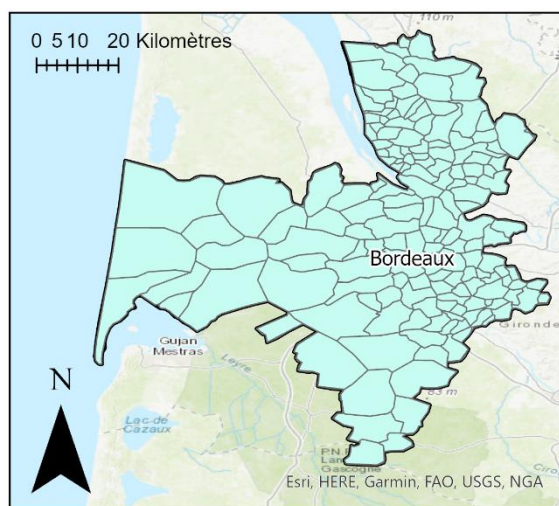
Certaines zones, comme celles de Bordeaux, Saint-Flour, Lyon, Toulouse ou Marseille, semblent globalement englober les communes qui constituent leur bassin de vie. Cela suggère une relative cohérence entre lieux de résidence et lieux de travail.

À l'inverse, dans le cas de Paris, la zone d'emploi apparaît plus restreinte que le bassin de vie francilien, qui s'étend bien au-delà de la capitale. Cela montre que la concentration des emplois dans Paris intra-muros ne reflète pas l'ensemble des dynamiques résidentielles. Il en résulte d'importants flux pendulaires entre Paris et les zones d'emploi voisines, traduisant une forte interdépendance fonctionnelle entre territoires. Cette situation souligne aussi les limites d'un découpage strict par zones d'emploi, dans les cas de très fortes polarisations urbaines.

Le cas de Lille et Roubaix est particulier : bien que formant un ensemble urbain dense et interconnecté, ces deux villes appartiennent à deux zones d'emploi distinctes. Cette configuration semble peu en adéquation avec la réalité des échanges quotidiens et reflète peut-être une segmentation statistique. Le territoire est également marqué par sa situation transfrontalière, à proximité immédiate de la Belgique, ce qui complexifie encore la lecture fonctionnelle.

Enfin, Strasbourg constitue un autre exemple de zone d'emploi frontalière. Bien qu'elle paraisse cohérente avec son bassin de vie français, la proximité immédiate de l'Allemagne implique des dynamiques d'emploi et de mobilité dépassant les limites administratives nationales.

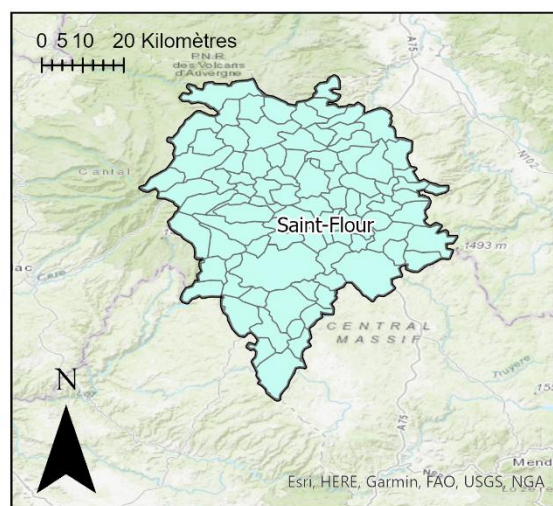
Zone d'emploi et ville-centre



Légende

ZE_BDX

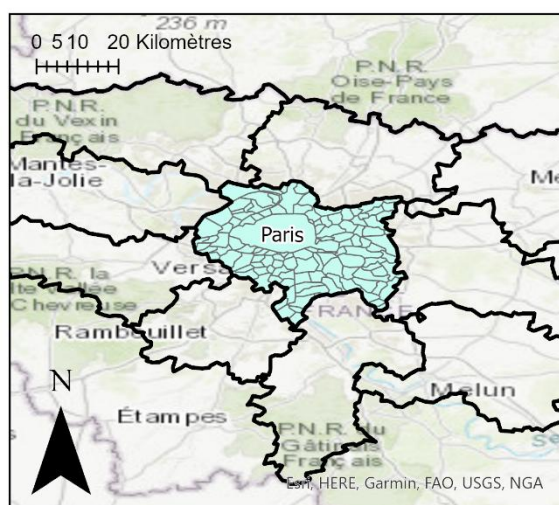
Communes_BDX



Légende

ZE_ST_Flour

Communes_ST_Flour

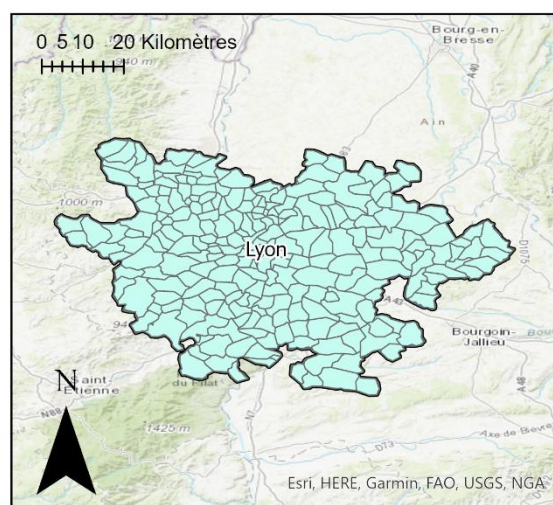


Légende

ZE_Paris

ZE_Paris_IDF

Communes_Paris



Légende

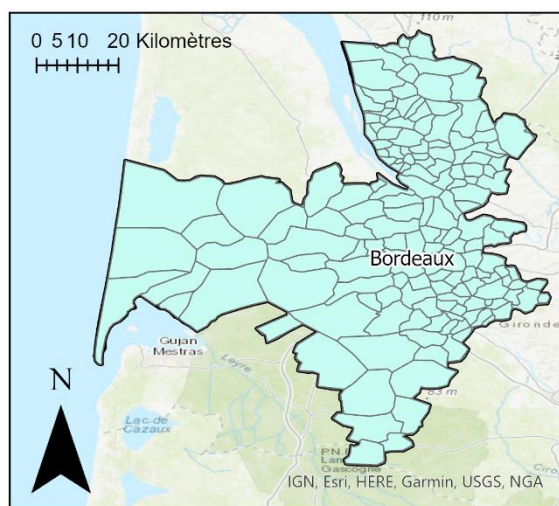
ZE_Lyon

Communes_Lyon

Donnée
commune ADEME / Zone Emploi INSEE

Réalisation
Arthur Tarroux
Stagiaire IGEDD (ESPD)
30/062025

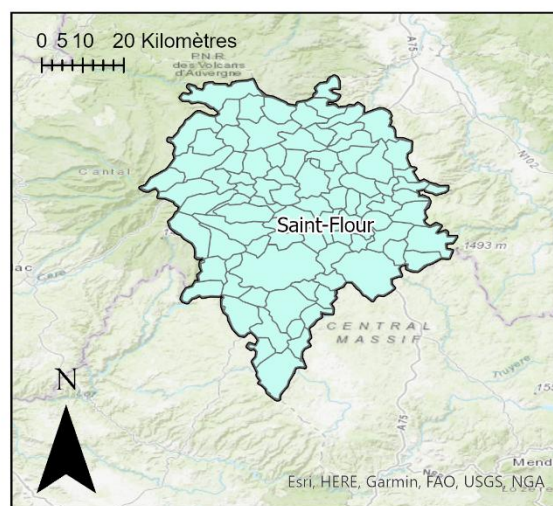
Zone d'emploi et ville-centre



Légende

ZE_BDX

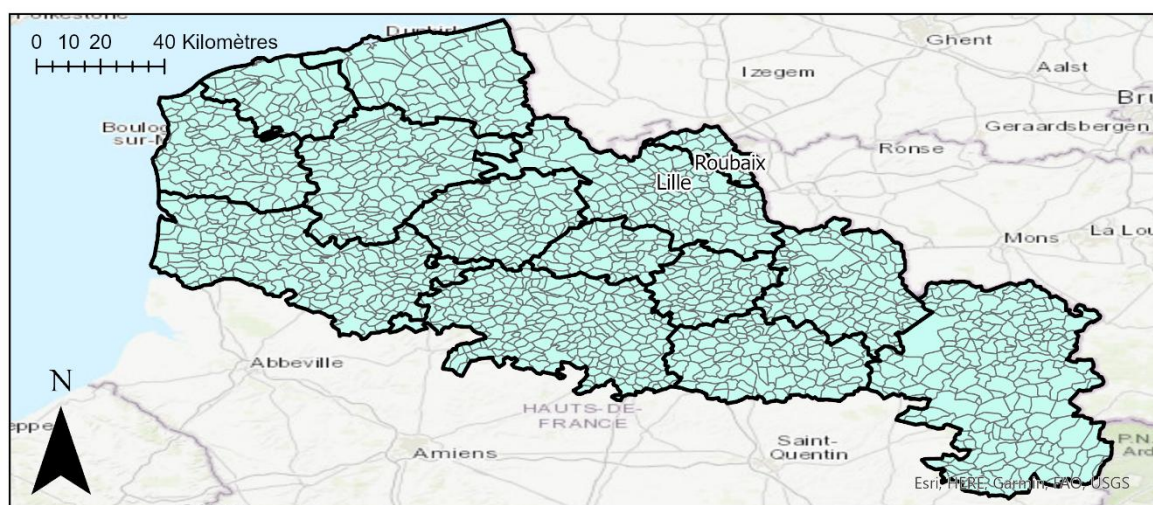
Communes_BDX



Légende

ZE_ST_Flour

Communes_ST_Flour



Légende

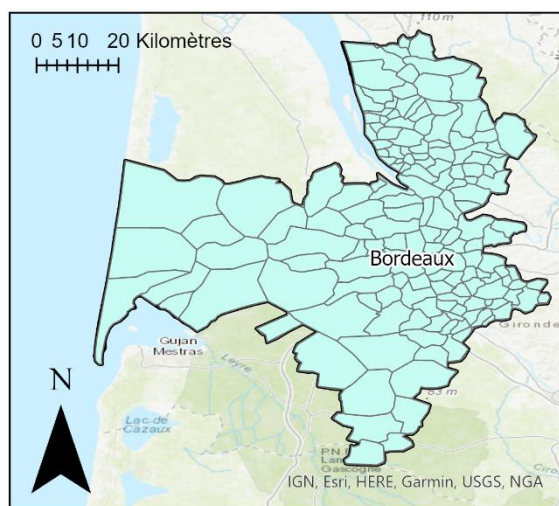
ZE_NPC

Communes_NPC

Donnée
commune ADEME / Zone Emploi INSEE

Réalisation
Arthur Tarroux
Stagiaire IGEDD (ESPD)
30/062025

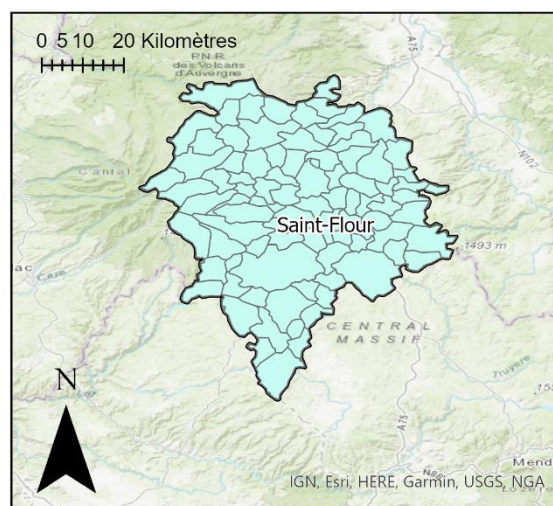
Zone d'emploi et ville-centre



Légende

ZE_BDX

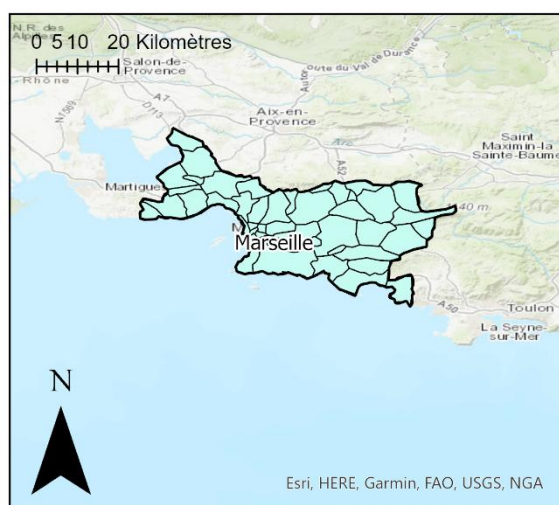
Communes_BDX



Légende

ZE_ST_Flour

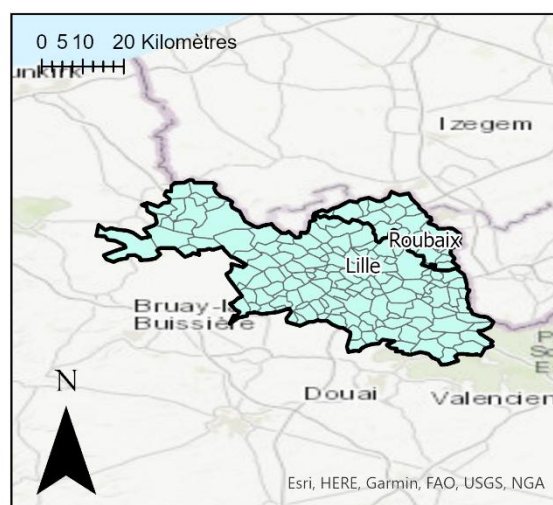
Communes_ST_Flour



Légende

ZE_Marseille

Communes_Marseille



Légende

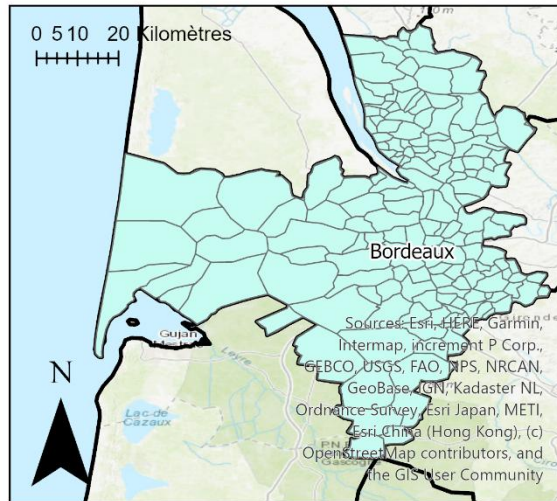
ZE_LilleRoubaix

Communes_LilleRoubaix

Donnée
commune ADEME / Zone Emploi INSEE

Réalisation
Arthur Tarroux
Stagiaire IGEDD (ESPD)
30/062025

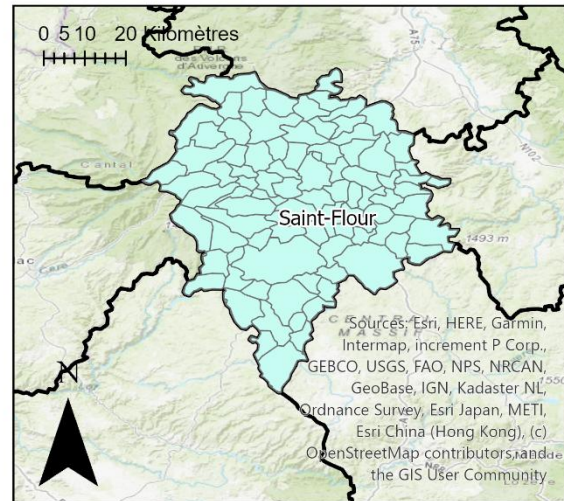
Zone d'emploi et ville-centre



Légende

ZE_BDX

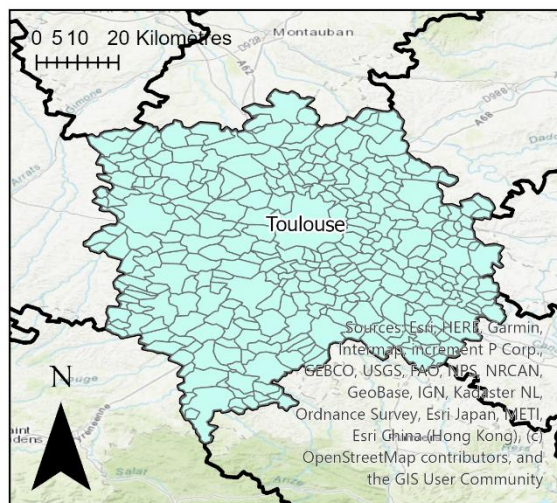
Communes_BDX



Légende

ZE_ST_Flour

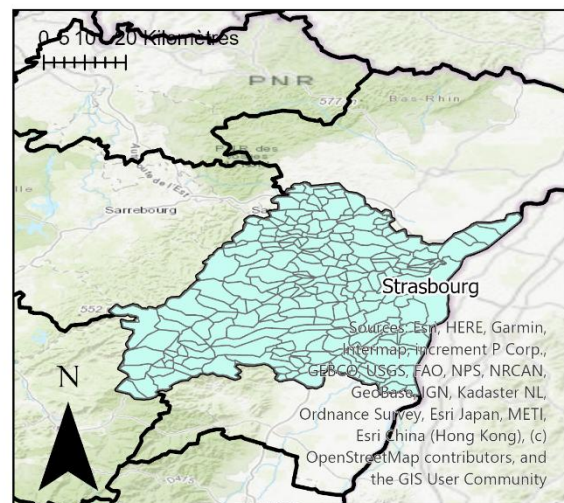
Communes_ST_Flour



Légende

ZE_Toulouse

Communes_Toulouse



Légende

ZE_Strasbourg

Communes_Strasbourg

Donnée
commune ADEME / Zone Emploi INSEE

Réalisation
Arthur Tarroux
Stagiaire IGEDD (ESPD)
30/062025



POLYTECH
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Arthur Tarroux
Étudiant
2024-2025

Bien vivre durablement dans un territoire dans un monde aux ressources limitées

Résumé : Ce rapport de stage, réalisé à l'IGEDD, porte sur la prospective territoriale autour du thème « bien vivre durablement dans un monde aux ressources limitées ». Fondé sur la démarche « Futuribles », il croise analyses territoriales (zones d'emploi de Saint-Flour et Bordeaux), scénarios prospectifs et expérimentation raisonnée de l'IA générative. Il met en évidence les contrastes de vulnérabilités et de trajectoires, ainsi que les leviers de résilience pour une adaptation soutenable.

Abstract: This IGEDD internship report addresses territorial foresight on the theme “Living well sustainably in a world with limited resources.” Using the “Futuribles” approach, it combines territorial analyses (Saint-Flour and Bordeaux), prospective scenarios, and reasoned use of generative AI. It highlights contrasting vulnerabilities and trajectories, along with resilience levers for sustainable adaptation.

Mots Clés : Prospective territoriale, Résilience, Vulnérabilités, Intelligence artificielle

Keywords : Territorial foresight, Resilience, Vulnerabilities, Artificial intelligence

IGEDD :

Tour Séquoia 1 place Carpeaux 92800 Puteaux

Tuteur entreprise :

M. Alain Sauvant

Inspecteur Général

Tuteur académique :

Mme. Mathilde Gralepois