

## LA RESILIENCE DES TERRITOIRES : PROPOSITION D'UN CADRE D'ETUDE SYSTEMIQUE

### Author(s) / Auteur(s) :

Richard CANTIN  
Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, Université de Lyon  
Rue Maurice Audin 60120 Vaulx-en-Velin, France  
[richard.cantin@entpe.fr](mailto:richard.cantin@entpe.fr)

Bernard GUÉZO  
Cerema, Territoires et ville  
Ministère de la Transition Écologique et Solidaire  
2 rue Antoine Charial, 69003 Lyon  
[guezo.bernard@wanadoo.fr](mailto:guezo.bernard@wanadoo.fr)

---

### Résumé

*La gestion des territoires est confrontée à de nombreux défis du fait des changements globaux et de la dynamique d'urbanisation qui les affectent. Manifestant les limites des approches fonctionnelles et sectorielles, ce contexte sensible invite à investir les approches systémiques pour éviter ce que certains qualifient de catastrophe civilisationnelle.*

*Une de ces approches systémiques convoque la résilience comme mode d'action collective pour agir sur le futur des territoires. La résilience cherche en effet à influencer leur trajectoire dans un sens désirable, en associant les populations. Suscitant un véritable engouement, la résilience nécessite encore de stabiliser un cadre d'étude des espaces les plus exposés aux effets systémiques, en lien avec les changements globaux, en y adjoignant des leviers d'action.*

*L'objet de cet article est de répondre à ce besoin des gestionnaires en mobilisant différents travaux récents. Trois séminaires organisés par le Cerema en 2016, 2017 et 2019 permettent de disposer d'un cadre de référence de la résilience des territoires exposés à des crises de natures multiples et devant relever des défis majeurs. Ce cadre de référence résulte des travaux collectifs des universitaires et de nombreux experts de plusieurs disciplines ayant mis en évidence l'apport des approches transversales.*

*En s'appuyant sur ces travaux, l'article propose un cadre d'étude systémique des territoires. Deux exemples sont utilisés : celui de Givors, espace urbanisé situé au sud de la métropole de Lyon et celui de Semarang, ville littorale indonésienne exposée aux aléas naturels dont la subsidence. En mobilisant ces deux cas représentatifs des défis à relever par les gestionnaires des territoires, l'article montre comment le cadre d'étude renvoie à la résilience.*

*L'article définit ce cadre en proposant plusieurs éléments caractéristiques d'un territoire exposé à de fortes interactions entre ses composantes humaines ou non humaines, à savoir : le cadre dominant, l'empreinte écologique, les notions d'espaces limites et d'espaces critiques, les types de perturbations, l'approche tripolaire et les leviers de résilience utiles aux gestionnaires.*

*Enfin, la résilience nécessite d'associer étroitement les populations. A ce titre, l'article aborde dans le cadre prédéfini la question de l'habitat résilient et de l'habitabilité des territoires, et suggère quelques perspectives pour que cette préoccupation soit prise en compte.*

### Mots-clés :

*territoire, systémique, résilience, risque, changement, climat, urbanisation, Givors, Semarang*

---

## CONTEXTE, ENJEUX ET PROBLÉMATIQUE

Les travaux scientifiques documentent régulièrement les changements en cours des milieux physiques, naturels et humains (GIEC, 2019. ONU, 2019. IEA, 2019. EU, 2019. MTES, 2019).

Pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, Ces changements dits globaux, parmi lesquels le changement climatique, traduisent l'impact de l'activité humaine sur le devenir de la Terre. Par son empreinte, cette activité modifie le monde. Les transformations planétaires enclenchées sont rapides, accélérées et cumulatives aboutissant à une moindre habitabilité du monde, ce que traduit le concept d'anthropocène (Crutzen et Stoermer, 2000).

Ces transformations soulèvent des défis majeurs en matière d'adaptation des populations, de capacité d'atténuation des effets de l'activité humaine et plus globalement de résilience des territoires et des organisations face aux perturbations et événements dommageables qui se produiront. Ces défis se posent à des échelles globales et locales. Tous les territoires y sont ou seront confrontés à court, moyen ou long terme.

L'anthropocène révèle l'ampleur des interactions non maîtrisées entre humains et non-humains alors que le développement industriel des derniers siècles s'est fait en séparant les fonctions (agriculture, industrie, services etc.) pour mieux les définir et les optimiser. Relever les défis nécessite par conséquent de reconsidérer le référentiel de connaissances pour y intégrer des approches systémiques sur lesquelles reposent les réponses à apporter aux défis posés.

Ce nouveau contexte de la relation de l'homme à son environnement questionne par conséquent les modalités d'aménagement et de gestion des territoires mises en œuvre depuis des décennies, dans leur capacité à prendre en compte les interactions qui se produisent entre urbanisation et milieux physiques et biologiques.

En France, les pratiques sont principalement déterminées par des outils de planification conventionnels tels que le Scot (Schéma de cohérence territoriale), le PLU (Plan Local d'Urbanisme) ou le PCAET (Plan climat-air-énergie territorial) (ADEME, 2019). Si ces outils peuvent intégrer un certain nombre d'exigences nouvelles comme par exemple reconsidérer la place de l'agriculture et des milieux naturels dans les choix d'aménagement, ils reflètent une fragmentation des problématiques territoriales qui rend difficile une vision systémique des changements globaux. Il semble que la connaissance scientifique produite sur les changements globaux et leur dimension systémique n'ait pas une valeur de découverte fondamentale sur laquelle fonder un nouvel outillage alors même qu'elle fonde un nouveau paradigme (Kuhn, 2008).

De ce fait, les gestionnaires des territoires sont démunis pour aborder certains espaces marqués par leur hybridité ou encore par les perturbations générées par l'interpénétration des milieux humains et naturels en présence, en lien avec des mutations d'échelle locale relevant souvent de dynamiques plus globales. Confrontés à des problèmes difficiles à appréhender, ils expriment un engouement autour du concept de résilience (Quenault, 2013). La question est par conséquent posée d'apporter aux gestionnaires des méthodes ou des outils de nature à les aider à appréhender ce type d'espaces.

\*\*\*

Clarifier la notion de résilience dans son application à la gestion et l'aménagement des territoires est apparue comme une première étape à franchir vers la prise en compte des effets systémiques avant de proposer un cadre d'étude systémique. Cette première étape a fait l'objet d'une réflexion collective conduite par le Centre français d'études et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (Cerema) lors de trois séminaires réunissant des universitaires et des experts de plusieurs disciplines (Cerema, 2017, 2018, 2019a, 2019b). Les travaux menés avaient pour objet de produire des éléments de référence issus d'un travail collectif, les experts étant différents d'un séminaire à l'autre, tandis que les représentants du monde académique étaient inchangés de façon à assurer la cohérence d'ensemble de la réflexion. Ces travaux ont conduit à chaque fois à définir la notion de résilience d'un territoire comme étant sa capacité à anticiper ou à faire face à des agressions de différentes natures en intégrant la population.

Un objectif du premier séminaire était d'analyser les conditions d'applicabilité du concept de résilience aux crises urbaines et territoriales (Cerema, 2017). Menée en septembre 2016 dans un cadre franco-allemand, cette analyse des mécanismes en jeu a montré l'importance de considérer le risque dans ses effets systémiques, dans sa capacité de muer, de muter et de changer d'échelle. Sauf à innover dans les réponses, les crises ont vocation à se propager en jouant sur les fragilités du système territorial et urbain. Celui-ci est en effet vulnérable aux transformations socio-économiques, aux changements environnementaux, aux évolutions sociétales, au cloisonnement des organisations et plus généralement à une insuffisance d'anticipation d'effets non désirés.

En prenant en compte ces fragilités, il est possible de prévenir la propagation des crises et des perturbations. Pour ce faire, enrichir les liens entre les scientifiques, les techniciens et les décideurs est primordial. Multiplier de la sorte les passerelles entre la politique, la gestion opérationnelle et la recherche ouvre des perspectives, favorise le recours aux nouvelles approches et technologies, donne leurs places à des solutions innovantes. Des modes de faire transversaux sont apparus importants tels que développer les relations et la coopération entre les acteurs, relier en réseau des entités de gestion distinctes, structurer un corpus de méthodes, partager des expériences ou se doter d'un référentiel de connaissances. Enfin, a été identifiée la nécessité pour les décideurs de se doter d'une vision stratégique conduisant à identifier des défis majeurs.

Doté de cette base conceptuelle, le deuxième séminaire tenu en octobre 2017 a analysé des cas concrets en France (Cerema, 2018). Deux territoires ont été étudiés : les Alpes-Maritimes au travers des inondations de 2015 et le Nord de Marseille exposé aux incendies de forêts au travers des événements d'août 2016. La boucle nord de la Seine a également été étudiée au travers de sa vulnérabilité à une crue centennale de la Seine. En lien avec ces exemples, recouvrant des situations très différentes, des configurations typées ont été identifiées recouvrant des processus dommageables d'échelles spatiales et temporelles très variables : local, étendu d'un côté, brutal, progressif de l'autre. Chaque configuration appelle des caractérisations différentes en matière de besoins de résilience. Plusieurs éléments de réponse ont également été identifiés dont le besoin d'intégrer les différentes échelles spatiales et temporelles, d'enrichir les liens entre les acteurs et d'assurer une veille anticipative pour développer les capacités d'agir.

En janvier 2019, le troisième séminaire a abordé les grands défis à relever par les territoires et les métropoles (Cerema, 2019a). Plusieurs de ces défis sont en lien avec les changements globaux. Les enjeux économiques et sociaux sont également présents. Les travaux menés ont confirmé que les stratégies à déployer devaient s'inscrire dans une approche globale, multiscalaire et intégrer les effets systémiques. Ces stratégies doivent recomposer les modes d'occupation de l'espace, mobiliser des solutions alternatives, organiser des fonctionnements en mode dégradé lorsque nécessaire. Il est également apparu utile d'identifier un ou plusieurs outils qui puissent être des vecteurs de résilience pour le territoire, au-delà de leur seule fonctionnalité.

Constituent des leviers de résilience ce qui permet de structurer des démarches transversales. Une nouvelle fois, les travaux ont mis l'accent sur le besoin de relier les acteurs, de valoriser les initiatives prises au-delà de leur domaine d'emploi initial, d'articuler des outils relevant de registres différents (par exemple, planification et aménagement opérationnel, gestion de l'eau et gestion des risques, etc.). L'activation de toutes ces passerelles démultiplie les possibilités offertes par les approches sectorielles en matière de réponses à apporter pour la résilience.

Il est ainsi apparu pertinent de combiner des technologies high-tech et low-tech, d'utiliser l'ingénierie pour analyser et représenter les vulnérabilités et simuler des situations critiques. Le nécessaire développement de modèles non-hiérarchisés peut recourir à des techniques de l'intelligence artificielle. Des référentiels sont à créer sur des problématiques qui en sont dépourvues, leur validation et leur actualisation devant systématiquement intégrer des confrontations in situ régulières à la réalité complexe et changeante des territoires.

Les travaux menés lors de ces trois séminaires ont confirmé le bien-fondé de mobiliser la notion de résilience pour traiter des interactions qui se produisent sur certains espaces complexes et exposés de ce fait à des perturbations de grande ampleur. Ils ont mis en évidence les limites des outils

conventionnels existants, le besoin de développer des processus de collaboration entre les acteurs, les difficultés d'associer la population. Ils ont révélé le besoin de proposer un nouveau cadre d'étude des territoires ouvrant sur la prise en compte des effets systémiques et de la vulnérabilité des populations.

Le présent article a pour objet de proposer les éléments de ce nouveau cadre à l'aide de deux études de cas approfondies ayant initié le cadre recherché. Ces études de cas permettent d'interroger les éléments d'une résilience de deux territoires exposés à une forte dynamique d'urbanisation mais confrontés à des configurations très contrastées. Le premier territoire est l'agglomération urbaine de Givors située près de Lyon en France, et le second est l'agglomération littorale de Semarang située sur l'île de Java en Indonésie.

En s'appuyant sur ces deux études et les trois séminaires du Cerema, l'approche systémique est mise en œuvre afin de dégager les notions d'espaces limites et d'espaces critiques qui façonnent un nouveau cadre d'étude de la résilience des territoires (Guézo, 2012 pour Givors, Cerema, 2017, 2018, 2019a, 2019b pour Semarang).

### **CAS D'UN TERRITOIRE URBAIN : GIVORS EN FRANCE**

Située en France au sud de Lyon, excentrée dans le département du Rhône, à proximité immédiate des départements de la Loire et de l'Isère, l'agglomération de Givors connaît une activité industrielle importante dès le XVIII<sup>e</sup> siècle (charbonnage, verrerie, etc.). Elle réunit les communes de Givors (19 312 hab. avec 1 114 hab. /km<sup>2</sup>) et de Grigny (9 615 hab. avec 1 672 hab. /km<sup>2</sup>) (INSEE, 2019). Intégrée en 2007 à la communauté urbaine devenue métropole de Lyon (1,4 million d'hab., soit 1850 habitants/km<sup>2</sup>), cette ancienne agglomération industrielle est une des 21 polarités urbaines de la métropole. A distance de trois concentrations urbaines (20 km de Lyon, 40 km de Saint-Etienne et 15 km de Vienne), elle forme un carrefour géographique générant par lui-même une polarité urbaine de petite extension mais d'importance régionale en matière commerciale et de transport interurbain.

L'agglomération de Givors s'inscrit dans le Scot 2030 de l'agglomération lyonnaise qui fixe des orientations générales en matière d'aménagement, d'habitat, d'environnement et de déplacement. Les deux communes disposent de PLU. Elles comptent plusieurs quartiers d'habitation avec de nombreux logements sociaux hérités d'un important passé industriel.

L'agglomération imbrique aussi dans un espace très resserré plusieurs types et niveaux de réseaux de transports. Elle est inscrite dans le périmètre du Syndicat Mixte des transports pour le Rhône et l'agglomération lyonnaise, autorité organisatrice des mobilités pour le territoire de la métropole de Lyon et pour le département du Rhône. Les réseaux multiscalaires ont évolué au fil du temps privilégiant successivement la voie d'eau, le fer, la route et, de nouveau le fer. Desservant l'agglomération, la ligne ferroviaire TER (Transport Express Régional) et TGV (Train à Grande Vitesse) entre Saint-Etienne et Lyon est une des lignes de province les plus fréquentées de France.

Cette configuration nodale a conduit à la concentration d'activités industrielles et commerciales. Elle a fait de l'espace givordin un pôle dit « d'équilibre » qui regroupe les services apportés aux territoires attenants (services publics de proximité, hôpital, gare TER d'importance régionale, etc.).

L'agglomération intercepte différents réseaux hydrographiques : le Rhône, le Gier, le Garon et les rus des collines voisines au relief souvent marqué. Les infrastructures hydrauliques et de transport compartimentent fortement le tissu urbain. Les digues et les remblais associés aux voies ferrées, comme les passages routiers sous les voies, modifient les conditions d'écoulement des eaux lors des crues et affectent régulièrement les circulations urbaines.

Du fait de ces concentrations d'habitants, d'activités, de milieux naturels et de flux, le territoire urbain givordin est exposé à différentes perturbations (Figure 1). Celles-ci sont de trois types : le choc, le grippage et l'altération :

- Ayant des origines diverses, les chocs effectifs et potentiels sont de différentes natures : crises sociales liées à la déprise industrielle, risque d'accident industriel de type Seveso, accident de transport de matière dangereuse (fer, route), l'autoroute, le centre commercial des Trois-

Vallées, débordements soudains des rus envahissant le centre-ville, crues violentes de la rivière Gier et des cours d'eau le Garon et le Mornantet, affectant des quartiers d'habitation.

- Ce territoire connaît de fréquents effets de grippage, accident de son fonctionnement, par exemple lors de la saturation du parc de stationnement TER ou lors d'une coupure de l'autoroute liée à des travaux, un accident de circulation, une inondation par le Gier. Ces perturbations paralysent la circulation sur l'ensemble du réseau routier. La vulnérabilité liée à la mise hors service du pont autoroutier de Chasse-sur-Rhône affecte l'autoroute A7 et la mobilité à l'échelle métropolitaine. Les tentatives de créer un nouveau barreau routier de contournement nord de Givors n'ont pas abouti face aux réticences locales et aux difficultés d'obtenir un consensus territorial sur le projet.
- Ce territoire est aussi affecté par des altérations telles que par exemple des pollutions et des contaminations des agents naturels (terre, eau, air), des aménagements urbains et par le vieillissement des infrastructures (fer, route). Ces altérations résultent de la déprise industrielle (friches), de l'étalement urbain, des phénomènes de paupérisation (habitat insalubre), de l'augmentation du trafic routier et de la congestion automobile. Il est aussi sujet aux altérations lentes d'origine globale telles que le réchauffement climatique et la raréfaction de la biodiversité.

Ces différentes perturbations révèlent des interdépendances entre des composantes du territoire alors que celles-ci sont souvent considérées séparément dans leur gestion comme dans leurs évolutions. La juxtaposition des aménagements et des infrastructures de transport complexifie les conditions locales, révélant les dimensions systémiques du fonctionnement du territoire. Interfèrent fortement à Givors l'espace public géré par les collectivités territoriales, l'espace privé géré par les entreprises et les opérateurs, dont certains d'importance nationale et internationale, et l'espace social associé aux habitants eux-mêmes.

Dans ce morceau d'espace métropolitain (Ascher, 2009), l'espace urbain est dense mais aussi densément perturbé. Sa vulnérabilité se révèle en puisant dans l'histoire, en recourant aux enquêtes menées sur place, en tirant des plans (Guézo, 2012). Cette vulnérabilité est composite, faite de social, de topologie spatiale et de biologie, et des mouvements browniens qui s'y déploient. Elle affecte l'échelle locale mais également les échelles métropolitaine et régionale d'où le caractère critique de ce lieu, de cet espace.

Cet espace peut être qualifié de critique dès lors que sa complexité met en jeu les limites des politiques sectorielles gérant la ville et les risques. Cette criticité impose la mise en relation des gestionnaires aux différentes échelles tant pour des raisons d'enchevêtrement des enjeux que pour la recherche de réponses en matière de résilience.

L'observation de l'espace critique givordin montre des capacités de résilience de ce territoire. Par exemple, des travaux d'adaptation sont réalisés localement : reconstruction de ponts, création d'échangeur autoroutier, réalisation de nouveau franchissement, aménagements urbains. Les ouvrages anciens donnent lieu à des travaux de réhabilitation comme le pont autoroutier de Givors lors de l'été 2019. A l'échelle métropolitaine, la construction du barreau autoroutier de l'A89 au nord de Lyon déleste une partie du trafic des véhicules poids lourds et soulage la tension existante sur le nœud autoroutier givordin. Les collectivités publiques agissent pour réduire les risques technologiques et naturels (plans de prévention des risques, programmes d'actions de prévention des inondations). Les acteurs économiques se préoccupent d'une réorganisation foncière de la zone commerciale des Trois-Vallées, menacée par les débordements du Gier. Les structures de gestion se transforment ce que traduit particulièrement l'intégration de Givors à la métropole de Lyon en 2007. Les autoroutes, les voies ferrées et le fleuve Rhône, les activités économiques de niveau régional, national et international, qui y sont exercées, justifient cette intégration.

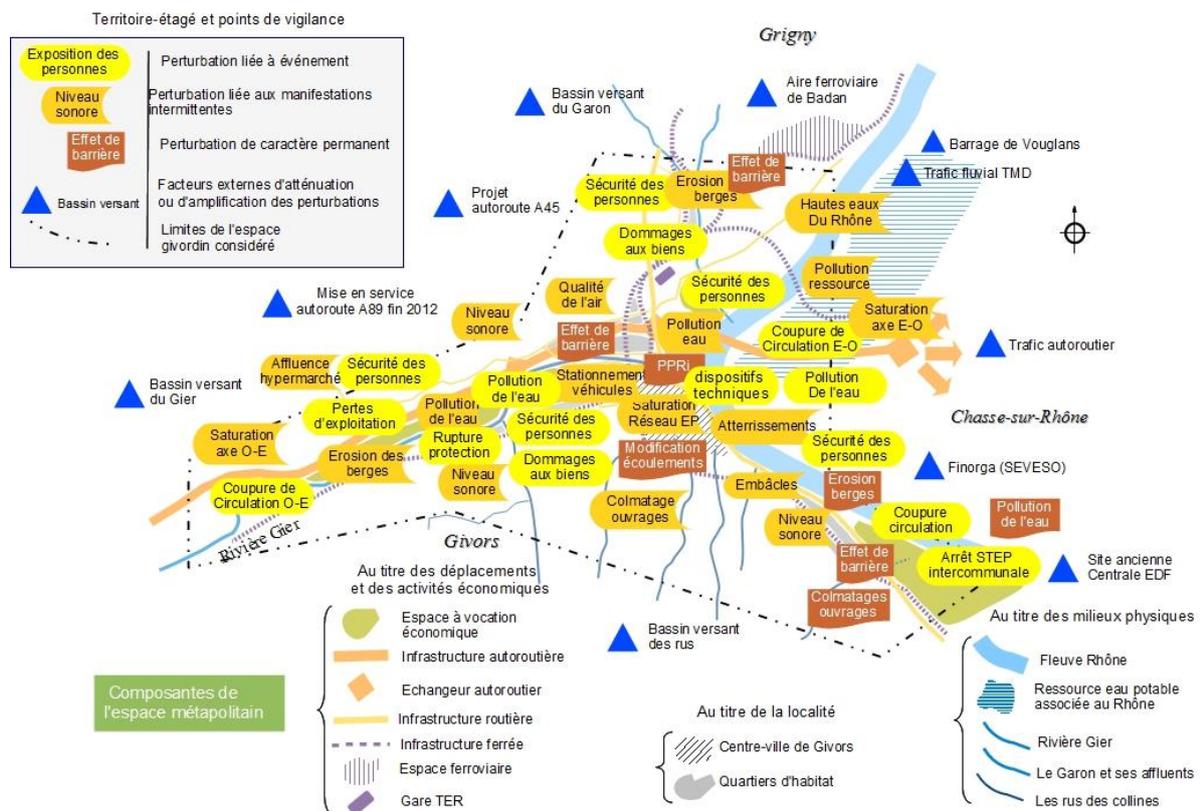


Figure 1. Représentation du territoire givordin sous l'angle des perturbations ou points de vigilance (Guézo, 2012)

La conclusion de l'analyse menée sur la criticité de ce territoire a montré qu'il manquait un monitoring de cet espace qui permette l'anticipation, la surveillance des évolutions, des contextes, des événements et des mutations ainsi qu'une gestion collective de la connaissance, la mise en relation organisée des acteurs publics et privés (Guézo, 2012). Cette transversalité, en faveur d'une lecture systémique de cet espace, permettrait de mieux coordonner les projets et d'anticiper des crises pouvant être d'extension métropolitaine même lorsque les événements ou évolutions qui se produisent semblent très locaux et très spécialisés.

Dans ce melting-pot de matérialités et d'immatérialités, de gestionnaires, de mouvements et de bouleversements, le quartier d'habitation reste celui dont la transformation est la plus hypothétique en matière de réduction des vulnérabilités et de résilience. C'est aussi ce que l'étude systémique montre. Il est une agrégation d'espaces privés ou privatifs.

Les habitants sont faiblement conscients des mutations qui s'opèrent dans leur environnement immédiat. Ils s'en remettent aux capacités de la collectivité publique à protéger leur quartier des aléas qui peuvent les affecter, au risque pour celle-ci de se trouver au banc des accusés lorsque les perturbations surviennent. Dans les cas les plus favorables, l'habitant adapte individuellement sa maison, son habitat, mais sans qu'une réflexion soit toujours produite à l'échelle du quartier ou du secteur urbain. L'autorité publique a pu être amenée à surseoir à des projets d'habitation voire à démolir des constructions lorsque le risque encouru a été jugé trop grand pour les habitants. La question reste posée de la voix des habitants qui ne disposent pas de ressources identifiées pour comprendre les transformations de leur environnement et qui peuvent se trouver confrontés à l'adversité sans y être préparés.

Ces constats font de l'agglomération de Givors un espace critique dans la métropole de Lyon, un territoire où sont identifiées des perturbations multiples (chocs, grippages et altérations). Il sollicite les échelles métropolitaine et régionale et interroge la vulnérabilité des quartiers d'habitation.

### CAS D'UN TERRITOIRE LITTORAL : SEMARANG EN INDONÉSIE

Le second territoire est l'agglomération de Semarang, située en Indonésie, sur l'île de Java. Ancienne ville coloniale, Semarang s'est développée dans la plaine et vers le littoral à partir du XVII<sup>e</sup> siècle en bénéficiant d'infrastructures hydrauliques créées par les Hollandais. Cette ville portuaire est un pôle économique desservi par la principale ligne ferroviaire qui relie Jakarta à Surabaya.

Située sur la grande route côtière du nord de l'île, elle connaît une forte dynamique d'urbanisation. Après avoir presque doublé au cours des années 1950 et 1960, la population s'est accrue entre 1999 et 2014 pour compter environ 1 730 000 habitants avec une densité de 4 600 hab./km<sup>2</sup>. Cette forte croissance démographique, moindre aujourd'hui, se manifeste par un denserment urbain important. En 2014, le taux d'urbanisation de la commune atteignait 44 % alors qu'il n'était que de 15 % en 1999. Délimitée au sud par des hauts reliefs volcaniques et au nord par la mer de Java, l'urbanisation s'est développée prioritairement vers le littoral, envahissant des espaces constitués de terrains sédimentaires compressibles, auparavant occupés par la mangrove (Figure 2).

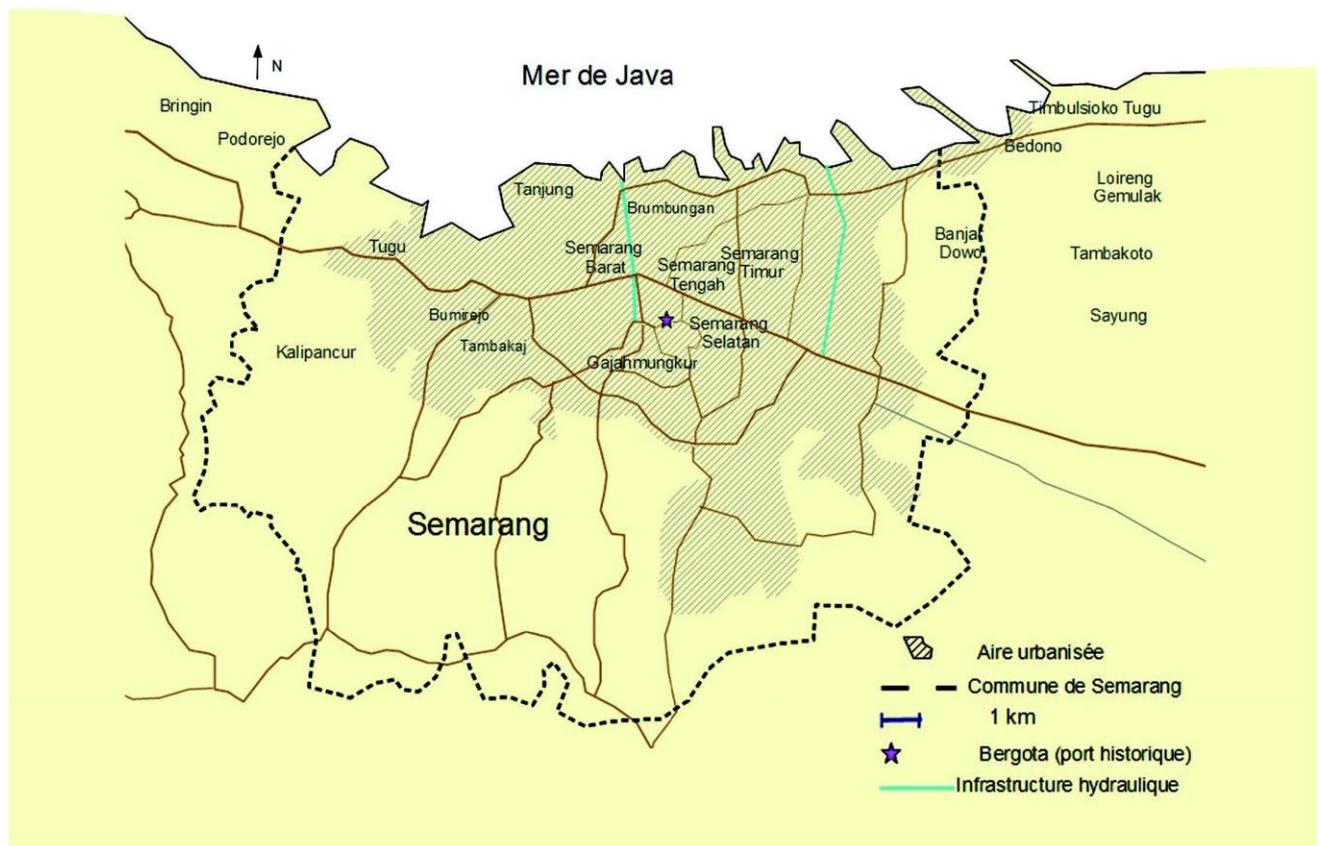


Figure 2. Semarang, un cadre géographique contraint (Guézo, 2012)

Le schéma de planification 2010-2030 prévoit la construction de plusieurs infrastructures routières sous forme d'anneaux périphériques pour réduire la congestion automobile et accompagner l'urbanisation de secteurs non construits. Il prévoit la création d'un écodistrict, la constitution d'un

dossier de candidature à l'inscription de la vieille ville au patrimoine mondial de l'UNESCO et une action de planification de mangroves sur le littoral.

Totalisant plus de 50 000 km de côtes de différentes natures, l'Indonésie est directement concernée par les changements globaux et la montée des eaux. Ses littoraux sont fragilisés par la croissance démographique et le développement des activités qui s'y concentrent comme à Semarang. La particularité de la bande côtière de Semarang est d'être exposée à une subsidence très active, pouvant atteindre un affaissement de 13 cm par an dans certains secteurs. Ce phénomène accentué par l'activité anthropique (remblaiement des terrains, pompages de l'eau souterraine) interagit avec d'autres phénomènes naturels comme la rehausse des niveaux marins, les inondations continentales et la transgression marine. La subsidence et les processus associés génèrent des effets dommageables aussi bien sur les activités économiques que sur les conditions de vie de la population.

Une étude réalisée par le Cerema et l'université Diponegoro de Semarang en concertation avec les acteurs locaux et des experts a permis de développer une vision globale des questions soulevées par la vulnérabilité de la bande côtière, en complétant les représentations partielles détenues préalablement par les différents acteurs (Cerema, 2019b). Une approche du fonctionnement systémique du territoire littoral de Semarang a été conduite (Figure 3).

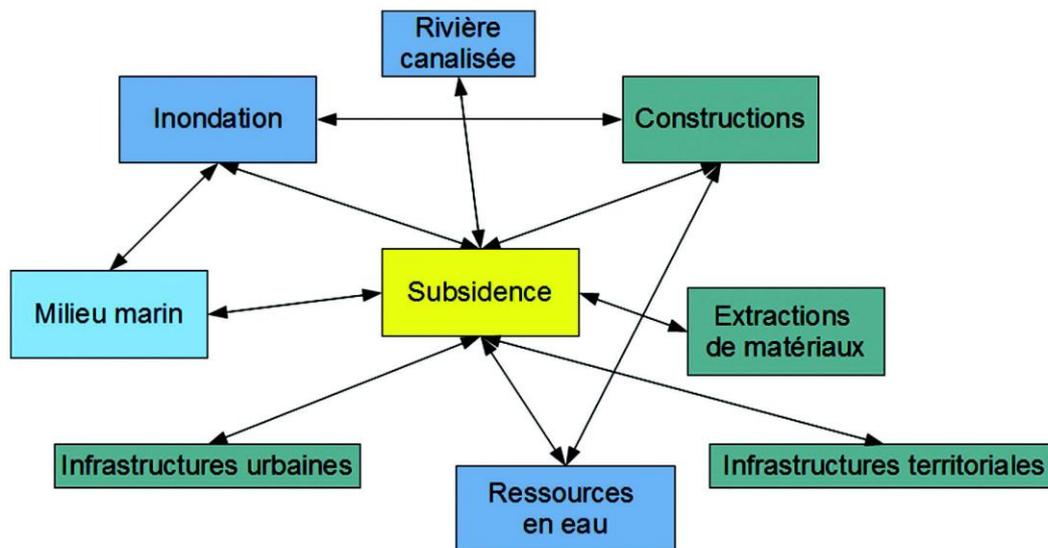


Figure 3. Représentation simplifiée des interactions au sein du territoire de Semarang (Cerema, 2019b)

Les éléments naturels et les activités humaines interagissent, et comme pour l'agglomération de Givors, les perturbations sont de 3 types :

- Choc : inondations continentales sous l'effet de précipitations intenses ;
- Grippage : désordres sur les infrastructures et les constructions pouvant aller jusqu'à affecter les services urbains, l'usage des bâtiments et des habitations, congestion du trafic ;
- Altération : subsidence des sols, extension des surfaces submergées par la mer, dégradation de la qualité de vie des populations résidentes exposées à des aléas permanents (par exemple, villages des pêcheurs).

A l'échelle de l'agglomération, les désordres sont tels que les seuils d'habitabilité sont atteints, compte tenu des possibilités techniques, économiques et environnementales. Ces désordres fixent des limites à l'urbanisation, alors que la demande locale est forte, du fait du desserrement urbain. Ces limites

tendent à réorienter la politique d'aménagement ou les demandes de construction vers d'autres secteurs moins exposés aux perturbations.

Cependant, la réorientation de l'urbanisation entraîne une déforestation qui favorise le ruissellement et l'érosion des sols notamment lors des événements pluvieux intenses. Ces phénomènes accentuent le remplissage sédimentaire des canaux et aggravent ainsi les inondations continentales de la bande côtière. Comme le montre la figure 4, l'habitabilité du territoire se dégrade suivant un processus d'auto-renforcement associant la dynamique d'urbanisation et les phénomènes naturels.

Pour lutter contre ces désordres, des aménagements sont réalisés mais ils sont insuffisants et peu efficaces : élimination des eaux superficielles, dragage des canaux et ouvrages de rétention des eaux (Cerema, 2019b).

Les entreprises adaptent leurs installations en ajoutant des remblais ou en reconstruisant des bâtiments. Leur délocalisation est difficilement envisageable tant par la difficulté de trouver des terrains adaptés que par le fait que ces établissements emploient de 30 à 50% de la population des quartiers populaires alentour. Certains immeubles de bureau situés en zone de forte subsidence sont abandonnés car ils ne peuvent être rénovés.

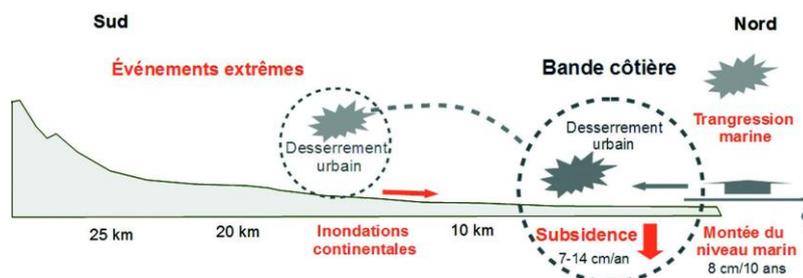


Figure 4. Processus d'auto renforcement des désordres affectant la bande côtière. Auteur B. Guézo (Cerema, 2019b)

Des habitations doivent être reconstruites en fonction des moyens des propriétaires et sans stratégie d'ensemble. D'autres peuvent subir les rehausses de terrain voisins ou de la voirie. La situation des quartiers d'habitation est contrastée. Certains habitants adaptent leur maison, d'autres subissent plus fortement les effets de la subsidence et de la rehausse du niveau marin.

Ces constats font de l'agglomération de Semarang un espace limite, sensible aux aléas naturels, sa configuration littorale illustrant une habitabilité menacée des espaces urbanisés. Impactée par les changements globaux, l'agglomération est aujourd'hui un territoire littoral en cours de fragilisation.

## ÉLÉMENTS DE DÉFINITION D'UN CADRE D'ÉTUDE SYSTÉMIQUE

Ces deux cas d'étude permettent, en interrogeant l'habitabilité des territoires et les conditions de leur résilience, de définir plusieurs éléments constitutifs d'un nouveau cadre d'étude systémique des territoires.

Ces deux territoires ont en commun de générer une empreinte écologique activée par des processus dynamiques à différentes échelles, d'origine essentiellement locale pour Givors et d'origines locale et planétaire pour Semarang. Les interactions dynamiques sont permanentes et s'exercent dans des milieux humains comme entre des milieux humains et naturels. Elles évoluent à des échelles géographiques différentes jusqu'à l'échelle planétaire alors que les territoires préservent leur identité au fil du temps. Cette complexité issue d'interactions multiples suggère que ces territoires se comportent comme des systèmes et donc soient étudiés avec une approche systémique (Donnadieu et al. 2003. Durand, 1994, Le Moigne, 1994. Morin, 2007)

Avec l'approche systémique, il est possible de reconsidérer un territoire dans un environnement changeant comme c'est le cas de Givors et de Semarang. Selon la théorie générale des systèmes, un système peut se concevoir selon trois pôles : son être (dimension ontologique), son faire (dimension

fonctionnelle) et son devenir (dimension génétique) (Le Moigne, 1994). L'approche systémique invite ainsi à considérer un territoire par ce qu'il est, dans une vision statique prise à un instant donné, mais aussi par ce qu'il fait, ce qu'il subit et ce qu'il devient.

La réflexion sur le devenir d'un territoire par une planification pluriannuelle est nécessaire mais seule elle n'est pas suffisante car elle privilégie une vision statique et réductionniste qui n'intègre pas explicitement l'incertitude de la dynamique d'urbanisation et les effets multi-échelles et imprévisibles des changements globaux. Dans ce contexte, l'approche systémique fournit les éléments d'un cadre d'étude de la résilience des territoires qui sont synthétisés dans le tableau 1.

Parmi ces éléments, il y a l'identification des stades de la relation de l'homme à son environnement en considérant l'empreinte écologique (Wackernagel, 1995). En considérant cette empreinte, trois stades de la relation de l'homme à son environnement peuvent être proposés :

- Un premier stade se définit par une empreinte écologique dite « localisée », l'homme transforme son environnement immédiat sans modifier durablement les écosystèmes. Lorsque ses activités cessent, la nature reprend rapidement ses droits. Ce premier stade correspond à une configuration où l'activité de l'homme est centrée sur son habitat.

C'est le cas par exemple au pré-néolithique lorsque les activités humaines n'entachaient pas les agents naturels (terre, eau, air) à une échelle autre que locale. Le patrimoine rural bâti et les cités anciennes fournissent d'autres exemples d'une grande diversité d'habitats ayant une empreinte localisée.

Pour autant, à ce premier stade, les activités humaines n'intègrent pas toujours les risques comme les déchaînements de la nature ou les incendies urbains. Les habitants subissent parfois des calamités destructrices sans pouvoir les anticiper, faute de connaissances et de moyens d'observation.

- Un deuxième stade correspond à une empreinte écologique dite « passive » avec des transformations significatives du milieu naturel, par exemple avec un changement d'usage des sols dans le cas de la déforestation pour établir l'agriculture. Les transformations perdurent pendant plusieurs générations mais sans avoir un impact direct à l'échelle planétaire. Ce stade est celui où l'homme aménage les territoires pour satisfaire ses besoins grandissants.

Ce stade s'observe par exemple à la seconde partie du moyen âge, période gothique durant laquelle l'Europe connaît des bouleversements politiques, religieux et économiques majeurs. L'historien Jean Favier relève ce mouvement : « Avec l'accélération de la croissance démographique et l'amélioration de la sécurité, l'expansion de l'homme dans l'espace naturel prend au XIII<sup>e</sup> siècle son plus fort dynamisme » (Favier, 1984).

Ce mouvement se développe de façon continue et s'amplifie avec la révolution industrielle. Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, l'exploitation du bois comme source d'énergie induit un déboisement généralisé des massifs montagneux. Les grandes crues des fleuves engagent l'action publique dans une lutte contre le déboisement propice au ruissellement et à l'érosion des sols. Néanmoins le développement des techniques incite l'homme à repousser les limites de son action en exploitant de plus en plus intensément les ressources naturelles considérées comme inépuisables.

A ce stade, les dommages produits par les catastrophes sont à relativiser par les gains de richesse obtenus à des échelles plus globales (Pigeon et Rebotier, 2017). Au fur et à mesure que les sociétés se sont organisées, réduire les catastrophes et compenser les dommages subis deviennent des perspectives économiquement viables, offertes par des dispositifs de prévention et par la réalisation de nouveaux aménagements.

- Un troisième stade correspond à une empreinte écologique dite « active » caractérisée par une massification de l'action anthropique. Les interactions entre l'homme et les agents naturels s'intensifient. Des seuils d'acceptabilité des écosystèmes sont franchis à différentes échelles jusqu'à l'échelle planétaire. Les écosystèmes sont sollicités ou altérés au-delà de leur capacité de régénération. Les impacts sont de trois ordres :
  - Augmentation des perturbations locales des milieux humains et biophysiques, de différentes natures ;
  - Propagation de perturbations au-delà de l'échelle locale jusqu'à l'échelle planétaire ;

- Altération en retour des milieux humains et biologiques, accentuation des phénomènes physiques.

Identifier la nature de la relation de l'homme à son environnement dans un territoire justifie une approche systémique compte-tenu de la forte propension des territoires à générer par des interactions multiples une empreinte écologique territoriale importante.

Un autre élément à considérer dans le cadre d'étude (Tableau 1) est le type d'espace associé à une empreinte écologique active générant des perturbations ne pouvant pas être appréhendées par la seule gestion territoriale conventionnelle. Deux types d'espaces peuvent être distingués : les espaces « critiques » et les espaces « limites ».

Illustré par le cas de Givors, l'espace critique est une configuration territoriale liée à la concentration des enjeux et des flux. Ce type d'espace, resserré par construction, met à défaut les dispositifs et les outils de gestion territoriale conventionnels. Il est dit critique car les perturbations qu'il génère sont susceptibles d'affecter différents milieux et donc le système territorial dans son ensemble.

L'existence des espaces critiques résulte de la dynamique d'urbanisation (Bairoch, 1985) qui s'est accentuée dans les dernières décennies à l'échelle planétaire au point de prendre rang comme composante du changement global. Cette transformation a alerté les urbanistes, et en 1995, le concept de « métapole » apparaît pour signifier la diffusion des métropoles dans les territoires (Ascher, 1995). En s'urbanisant, ces derniers connaissent en effet des mutations rapides qui, succédant à des décennies de croissance et de relative stabilité, désorientent les gestionnaires. Dans les dernières décennies, l'urbanisation a fragmenté les territoires entre des espaces qui se densifient à l'extrême et d'autres qui ont décroché, d'où les notions « d'hyper-ruralité » (Bertrand, 2014) ou « d'hyper-lieux » (Lussault, 2017) qui marquent l'inscription des territoires dans le monde « hyper-industriel » (Veltz, 2017).

Illustré par le cas de Semarang, le second type de configuration territoriale est l'espace limite. Il correspond à des espaces en interaction dynamique avec leur environnement naturel, lui-même aujourd'hui très influencé par les changements globaux. Localement, les interactions s'y produisent entre des composantes anthropiques et des composantes biologiques et physiques. Il s'agit d'espaces où l'urbanisation est particulièrement exposée aux contraintes et limitations écologiques. L'espace limite pose la question de son adaptation, particulièrement dans le contexte du changement climatique qui l'expose à des aléas naturels plus fréquents.

Certains espaces attractifs sont particulièrement exposés à ces effets limites, et pendant des siècles, l'urbanisation n'a cessé de repousser les limites de son environnement physique, mais aujourd'hui ce sont ces limites qui la repoussent (Pigeon, 2012). Par exemple, le changement climatique met en jeu la solidité des infrastructures techniques exposées à la fonte du pergélisol. Les espaces limites peuvent se manifester à petite échelle, au cœur des villes, avec par exemple les îlots de chaleur urbains activés lors des canicules. Toujours en relation avec l'environnement climatique, il y a aussi les territoires où le risque incendie s'amplifie chaque année, dès lors que l'urbanisation accroît ses interfaces avec la forêt, ces interfaces étant difficiles à défendre. En 2017, les ouragans Irma et Maria posent également la question de l'espace limite formé par les îles et les espaces côtiers comme autres interfaces entre les zones habitées et les milieux naturels affectés par le changement climatique.

Dans ce contexte, la résilience apparaît comme un mode d'action collective pour agir sur le territoire. La résilience cherche à influencer la trajectoire du territoire dans un sens désirable, en impliquant les populations (Cerema 2018, 2019a, 2019b. Cantin, 2018).

C'est en traitant sous l'angle de la résilience les espaces critiques et les espaces limites qu'il est possible de caractériser la vulnérabilité des territoires aux risques globaux. Pour les acteurs territoriaux, il s'agit d'identifier ces espaces et de connaître leur dynamique pour les prendre en compte dans les stratégies des collectivités publiques. Cependant, pour différentes raisons, notamment pour des raisons d'image, celles-ci hésitent à afficher la gestion des perturbations et des fragilités, alors mêmes qu'elles agissent souvent en leur sein pour les réduire et y faire face (Guézo, 2019).

Au vu des deux cas étudiés, un indicateur de cette résilience est la vulnérabilité des quartiers d'habitation et un second indicateur est la capacité des acteurs à coordonner leurs interventions, au titre de la prévention des perturbations en cas d'événement déclencheur.

La résilience invite à monitorer les espaces critiques c'est-à-dire à tisser le système urbain et territorial aux différentes échelles. Ce monitoring est un levier de la résilience lorsque les perturbations et leurs effets sont anticipés et minorés pour protéger les populations et pour éviter que la mise hors service d'un élément essentiel au système urbain ne porte atteinte à ses fonctions vitales. La redondance au sein des réseaux urbains, de même que leur durcissement, sont des techniques pratiquées depuis longtemps pour réduire leur vulnérabilité. Mettant en relation des systèmes distincts, des opérateurs ou des organisations qui s'ignorent habituellement car relevant de différentes échelles d'intervention, le tissage est plus élaboré. Cette transversalité permet la mobilisation de ressources initialement insoupçonnées. Elle est primordiale car les catastrophes se propagent dans les brèches que crée le cloisonnement. La limitation des risques de rupture en chaîne nécessite une action collective puissante (Guézo, 2019).

L'approche par les perturbations est un levier de résilience pertinent pour aborder les problématiques territoriales. Avec l'exemple de Givors, il est possible de distinguer différents types de perturbation : chocs, grippages et processus permanents d'altération. Les espaces critiques sont particulièrement propices à combiner ces perturbations avec le risque de générer des perturbations plus importantes affectant des territoires ayant une plus grande échelle. Quant à Semarang, un exemple de territoire exposé à un processus d'altération s'auto-renforçant au fil du temps est explicitement mis en évidence (Figure 4).

Pour favoriser la résilience de Semarang aux risques naturels, la création d'un observatoire de la bande côtière dans sa partie urbanisée est proposée (Cerema, 2019b). Pouvant être étendu à des communes limitrophes, cet observatoire vise à fédérer les acteurs, partager la connaissance et favoriser la concertation associant la population aux différents projets.

Au sein de l'observatoire, une composante relative à l'habitat résilient et à l'habitabilité territoriale doit permettre de constituer un nouveau corpus de connaissances interdisciplinaires visant à mieux connaître les constructions exposées aux risques, leurs fonctions, à améliorer les conditions de vie des habitants et à développer la résilience des populations. Elle doit permettre de répertorier les espaces les plus vulnérables, de dresser l'état des constructions, d'assurer leur suivi dans le temps, de renseigner la capacité des habitats à absorber les perturbations (chocs, grippages, altérations), de gérer les zones désaffectées et de développer la connaissance pour la mettre à disposition des acteurs territoriaux.

L'ensemble des éléments présentés ci-avant constitue une proposition de cadre d'étude systémique des territoires (Tableau 1).

Éléments du cadre d'étude systémique	Givors	Semarang	Commentaires
<b>Cadre dominant</b>	Urbain	Littoral	Approche systémique du territoire
<b>Élément historique</b>	A partir du XVIIe siècle Passé industriel	A partir du XIXe siècle Passé colonial	Dynamique d'urbanisation
<b>Empreinte localisée Stade 1 « habitat »</b>	Faible conscience et capacité d'adaptation	Forte conscience et capacité d'adaptation	Empreinte localisée, contenue dans un même milieu « habitat » (A)
<b>Empreinte passive Stade 2 « cause – effet »</b>	Déprise industrielle entraînant des crises sociales et des friches	Desserrement urbain entraînant déforestation des reliefs et densification côtière	Liaisons Cause-Effet entre deux milieux A → B
<b>Empreinte active Stade 3 « interaction »</b>	Espace critique	Espace limite	Interactions et boucles rétroactives entre les milieux A → B → A

<b>Perturbations</b>	Effet en cascade Effet domino Changement d'échelle	Auto renforcement des processus Intensification des aléas	3 types : choc, grippage, altération
<b>Approche tripolaire</b>	Origine locale des perturbations	Origine locale et planétaire des perturbations	Dimensions ontologique, fonctionnelle et génétique
	Effets locaux et métropolitains	Effets locaux	
<b>Levier de résilience/ point de vigilance</b>	Monitoring / Vulnérabilité des quartiers	Observatoire / Accentuation des perturbations	Impliquer les acteurs et associer la population Action collective

Tableau 1. Eléments d'un cadre d'étude systémique de la résilience des territoires

## BILAN ET PERSPECTIVES

Les changements globaux observés à l'échelle planétaire transforment les territoires. Ils génèrent localement des configurations multidimensionnelles difficiles à appréhender par les dispositifs conventionnels de gestion territoriale. Les connaissances et les outils de planification ne sont plus suffisants pour identifier les transformations en cours, les connaître, les anticiper et agir pour prévenir les perturbations. Dans ce nouveau contexte, l'approche systémique fournit des concepts pour compléter les approches sectorielles et appréhender ces espaces de façon propice à développer leur résilience.

Les travaux réalisés par les experts et les représentants du monde académique lors des séminaires successifs organisés par le Cerema sur la question de la résilience des territoires ont mis en évidence les possibilités offertes par la mise en relation des acteurs et le développement des approches transversales. Ils ont établi la nécessité de construire de nouvelles approches pour appréhender les configurations complexes et prévenir les crises de toute nature dont celles activées par les changements globaux. A l'issue de ces travaux, il restait en particulier à proposer un cadre d'étude systémique des territoires pour répondre aux besoins des gestionnaires.

Pour élaborer un tel cadre, il a été nécessaire de s'appuyer sur les études approfondies de deux territoires à la fois similaires par leur propension aux perturbations systémiques et complémentaires dans leur configuration géographique. Le cas de l'agglomération de Givors en France est marqué par sa configuration urbaine. La dynamique d'urbanisation agit dans toutes ses composantes pour générer des interactions multiples y compris avec les milieux naturels. Le cas de l'agglomération de Semarang en Indonésie est marqué par sa configuration littorale. La dynamique des phénomènes physiques littoraux interagit avec la dynamique d'urbanisation pour générer également des interactions multiples. Ces deux cas d'étude ont permis d'illustrer les éléments d'un cadre d'étude de la résilience des territoires. Celui-ci se structure avec un cadre géographique dominant, l'empreinte écologique (localisée, passive, active), les perturbations (choc, grippage, altération) et les dimensions systémiques (ontologique, fonctionnelle et génétique) du territoire.

Par une réflexion collective associant les acteurs locaux, des scientifiques et des experts, ces études ont montré que les réponses technologiques conventionnelles telles que la réalisation d'ouvrages hydrauliques, la rehausse des bâtiments ou la surélévation des infrastructures routières sont insuffisantes pour contrer les effets des changements globaux. Prises séparément, ces actions correctrices agissent comme des palliatifs sans parvenir à enrayer les processus en cours.

De même, la planification ne parvient pas à saisir la spécificité de ces espaces pour ouvrir sur le besoin d'y développer la résilience. Parmi les leviers possibles, le monitoring (cas de Givors) et l'observatoire (Semarang) permettraient tout à la fois de fédérer les acteurs publics et privés, d'orienter de façon stratégique le développement urbain et de mettre en œuvre des actions contribuant à la résilience du territoire.

Face à ces défis du XXI<sup>e</sup> siècle, il convient également d'impliquer les acteurs territoriaux et chercheurs pour qu'ils s'investissent, soutiennent et développent ensemble, à très court terme, de nouvelles actions publiques de recherche et de formation adaptées aux problématiques territoriales.

Il peut s'agir d'initier à la hauteur des enjeux économiques, sociaux et environnementaux de chaque territoire des programmes de recherche pluriannuels visant à produire des solutions adaptées aux nouveaux problèmes : diagnostics interdisciplinaires aptes à appréhender la complexité in situ, ingénierie avancée des territoires et des risques, stratégies prospectives de conservation, de sauvegarde, de construction, de réhabilitation, d'exploitation et de déconstruction, systèmes d'information et de communication, systèmes de contrôle de la qualité scientifique, juridique et financière (évaluation des politiques publiques locales et globales), etc.

Les travaux menés ont également mis en évidence un enjeu d'association des populations résidant dans les espaces étudiés. Compte-tenu des dynamiques de transformation à l'œuvre dans ces espaces, ces populations sont en effet particulièrement vulnérables. Elles disposent rarement des éléments de compréhension de ces évolutions et des moyens d'y faire face. Les acteurs peuvent être tentés de faire sans elles. De façon pratique, il convient de prendre en compte les populations en considérant leur habitat. Un objectif du monitoring comme de l'observatoire devrait être par conséquent de traiter les problématiques de l'habitat résilient et de l'habitabilité des territoires face aux changements globaux.

Ces nouvelles connaissances et les réponses proposées doivent pouvoir être diffusées largement par des enseignements accompagnant le développement de compétences relevant de l'intérêt général et d'une responsabilité éthique individuelle et collective.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERTRAND, A. (2014) L'hyper-ruralité, Paris, La documentation française.
- ASCHER, F. (1995). *Métapolis ou l'avenir des villes*, Paris : Odile Jacob.
- ADEME (2019). Une diversité de démarches pour une diversité de territoires. <https://www.territoires-climat.ademe.fr/ressource/30-9>
- BAIROCH, P. (1985). *De Jéricho à Mexico ; villes et économie dans l'histoire*. Paris, Gallimard, Coll. "Arcades", 707 p.
- CANTIN, R. (2018). *Principes de résilience de l'habitat. Mutabilité des territoires*. Forum des politiques de l'habitat privé. Demain l'habitat ? Quelles mutabilité, réversibilité, adaptabilité des territoires et des logements ? Paris.
- Cerema (2017). Actes du séminaire franco-allemand Résilience urbaine et gestion de crise Collection connaissances. Cerema, Bron
- Cerema (2018). Actes du séminaire Résilience urbaine et sécurité des territoires. Crises redoutées, résiliences escomptées et étapes à franchir. Collection : connaissances. CEREMA, Bron.
- Cerema (2019a). Actes du séminaire Sécurité globale et résilience des territoires - Ingénierie effets de levier et stratégies à promouvoir. Collection : connaissances. CEREMA, Bron.
- Cerema (2019b). Résilience du littoral indonésien aux risques naturels. Semarang et la subsidence. Collection Connaissances. CEREMA, Bron.
- CGDD/Cerema (2015). *Villes et territoires résilients*.
- CRUTZEN, P. J. & STOERMER, E.F. The "Anthropocene", Global Change, NewsLetter, no 41, p. 17-18. IGBP, 2000.
- DONNADIEU, G. & DURAND, D. NEEL, D. NUNEZ, E. & SAINT-PAUL, L. (2003). L'Approche systémique : de quoi s'agit-il ? AFSCET, Paris.
- DURAND, D. (1994). *La systémique*. PUF, Paris.
- EU. European Union Union Européenne. Construire l'Europe ensemble. 2019. [https://ec.europa.eu/info/index\\_fr](https://ec.europa.eu/info/index_fr)
- FAVIER, J. (1984). *Le temps des principautés, de l'an mil à 1515*. Fayard, Le livre de poche, p.146.
- GIEC. Rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2019. <https://www.ipcc.ch/about/>

- GUEZO, B. (2012). *Le territoire-étagé : un outil d'ingénierie pour agir sur la vulnérabilité des espaces métropolitains*. Thèse. Géographie. Université de Grenoble.
- GUEZO, B. et PIGEON P., (2014). "Les défis liés à la prévention des désastres dans les aires métropolitaines : exemple de Givors dans l'aire métropolitaine lyonnaise (France)". *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 14 Numéro 3 | Décembre 2014,
- GUEZO, B., Transition et résilience. Pour un nouveau paradigme urbain ! *Construction 21* <https://www.construction21.org/france/articles/fr/transition-et-resilience-pour-un-nouveau-paradigme-urbain.html>. [Consulté en décembre 2019]
- GUEZO B., (2019). Changement climatique et risques globaux : les signaux forts de l'été 2019, <https://www.linkedin.com/pulse/changement-climatique-et-risques-globaux-les-signaux-forts-guezo/> [Consulté en décembre 2019]
- IEA. International Energy Agency. *Shaping a secure and sustainable energy future*, 2019. <https://www.iea.org/>
- INSEE (2019). Populations légales 2016 - Commune de Givors (69091) <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3681328?geo=COM-69091>.
- KUHN, T. (2008). *La structure des révolutions scientifiques*. Flammarion.
- LE MOIGNE, J.-L. (1994). *Théorie du système général*. Vendôme, PUF, Paris.
- LUSSAULT, M. (2017). *Hyper-Lieux*, Paris, Seuil.
- MORIN, E. (2007). *Introduction à la pensée complexe*. Points, Paris.
- MTE. Ministère de la transition écologique et solidaire, 2019. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/>.
- ONU. Organisation des Nations Unies. *Façonnons notre avenir ensemble*, 2019. <https://www.un.org/fr/>
- PIGEON, P. (2012). *Paradoxes de l'urbanisation : Pourquoi les catastrophes n'empêchent-elles pas l'urbanisation ?* Paris, L'Harmattan.
- PIGEON, P. & REBOTIER, J. (2017). *Les politiques de prévention des désastres ; penser et agir dans l'imperfection*. ISTE Editions, Collection Système terre-Environnement, 231 p.
- PIGEON, P., REBOTIER, J., GUÉZO, B. (2018). « Ce que peut apporter la résilience à la prévention des désastres : exemples en Lavours et en Chautagne (Ain, Savoie) », *Annales de géographie*, n° 719, p 5-28.
- QUENAULT, B. (2013). Retour critique sur la mobilisation du concept de résilience en lien avec l'adaptation des systèmes urbains au changement climatique, *EchoGéo*, 24.
- VELTZ P. (2017). *La société hyper-industrielle*, Paris, Seuil.
- WACKERNAGEL, M., REES, W.E. & TESTEMAL, P. (1995). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers.

