

Trajectoires de vulnérabilité et adaptation au changement climatique à la Réunion

Alexandre K. Magnan (IDDRI), Virginie K.E. Duvat (LIENSs-CNRS)

La notion de « trajectoire de vulnérabilité », illustrée ici par l'exemple de l'île de la Réunion (océan Indien), consiste à analyser les facteurs explicatifs de la vulnérabilité sur les dernières décennies dans le but d'identifier les leviers et barrières à l'adaptation au changement climatique. Cette approche innovante de l'adaptation ne vise donc pas à évaluer directement la vulnérabilité future, mais davantage à comprendre quels sont les fondements de la vulnérabilité actuelle en identifiant les tendances lourdes qui ont opéré jusqu'à aujourd'hui et qui risquent d'opérer encore sur les prochaines décennies, aux côtés des impacts du changement climatique lui-même. Cette approche permet d'appréhender l'adaptation à l'échelle locale sur des bases à la fois dynamiques (prise en compte des évolutions de long terme) et empiriques (mobilisation des tendances observées plutôt que de scénarios prospectifs construits *ex nihilo*).

Ce *Policy Brief* présente les principaux résultats d'une recherche menée sur une période de 4 ans sur l'évolution des composantes critiques de la vulnérabilité des littoraux de la Réunion, confrontés à la fois à des problèmes d'érosion côtière et de submersion marine lors de cyclones ou d'épisodes de houles australes, et à une urbanisation importante. Il met ensuite ces résultats en perspective avec la vision prospective que les acteurs locaux ont de la gestion des risques météorologiques, et avec la perception des risques actuels et futurs qu'ont les résidents du littoral. En découlent des recommandations pour engager dès aujourd'hui une démarche d'adaptation de long terme.

RECOMMANDATIONS

Cinq axes majeurs émergent pour réduire la vulnérabilité des littoraux réunionnais dans le futur.

- (i) Il est incontournable de contrôler la pression de l'urbanisation littorale, facteur majeur de vulnérabilité, pour à terme la réduire, et ce notamment au travers de la relocalisation des biens et personnes dans certains secteurs.
- (ii) Il est nécessaire que les zones tampons terrestres naturelles (systèmes plage-dune) recouvrent leur fonction protectrice initiale, ce qui doit passer par une politique volontariste de restauration des morpho-éco-systèmes dégradés.
- (iii) Il y a un enjeu majeur à renforcer la cohérence et l'efficacité de la politique et des pratiques de protection des enjeux humains. Cela implique d'abord de considérer la cellule sédimentaire comme étant l'échelle d'intervention pertinente pour la gestion du risque, et ensuite de mieux coordonner les réponses aux événements extrêmes (État/communes ; public/privé).
- (iv) Initier ces changements suppose de faire évoluer les mentalités des acteurs institutionnels et économiques, du national au local, pour sortir du « maintien systématique des positions sur le littoral », stratégie qui n'est pas (sou)tenable face au changement climatique ;
- (v) De sensibiliser les populations à l'enjeu d'anticiper les impacts du changement climatique, afin d'éviter des actions individuelles mal-adaptées (formation des résidents sur les prérequis techniques des ouvrages de défense et leurs effets à l'échelle de la cellule sédimentaire) et de favoriser l'acceptation de mesures potentiellement contraignantes et aux bénéfices différés dans le temps.

Les auteurs remercient la Fondation de France (convention n°00021940) et la Région Réunion (convention n°DGADD/2013 0210) pour leur soutien au projet VulneraRe, le programme « Risque Décision Territoire » (RDT) du ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer pour son soutien au projet Réomers ; et l'Agence nationale de la recherche (ANR) dans le cadre du programme « Investissement d'avenir » (ANR-10-LABX-14-01) et du projet STORISK (ANR-15-CE03-0003).

Institut du développement durable
et des relations internationales
27, rue Saint-Guillaume
75337 Paris cedex 07 France

RENSEIGNER LE PASSÉ POUR INFORMER LE FUTUR

L'analyse classique de la vulnérabilité d'un territoire au changement climatique consiste schématiquement à faire une « photographie » de la vulnérabilité actuelle, sur la base d'une série d'indicateurs, puis de confronter cette photographie aux projections climatiques les plus pertinentes, pour ensuite définir un ou plusieurs scénarios d'évolution probable de cette vulnérabilité. Généralement, le pas de temps retenu est celui imposé par les modèles climatiques, à savoir plutôt la seconde moitié du xxi^e siècle. Cette approche pose cependant un problème fondamental, puisqu'elle tend à négliger le fait qu'à l'horizon de plusieurs décennies, les caractéristiques de la société considérée auront changé et, avec elles, les mécanismes sous-jacents de la vulnérabilité. L'approche par les « trajectoires de vulnérabilité » propose dès lors de décaler le regard : plutôt que d'essayer de se projeter dans le futur en cumulant les incertitudes (sur les impacts locaux du changement climatique et sur les caractéristiques de la société future), on cherche à comprendre les logiques territoriales qui ont présidé à l'émergence et au renforcement de la vulnérabilité jusqu'à aujourd'hui pour ensuite en tirer des enseignements clés sur les options d'ores et déjà disponibles pour éviter que cette vulnérabilité ne continue de croître sous l'effet combiné des processus de développement et de changement climatique. Il s'agit donc de s'intéresser au « cheminement plus qu'à la photographie ».

Une méthodologie spécifique a été élaborée pour reconstruire ces trajectoires de vulnérabilité (Duvat *et al.*, 2016a). Elle s'appuie sur quatre indicateurs structurants (position du trait de côte ; exposition du bâti et des infrastructures aux aléas météo-marins ; zone tampon terrestre naturelle constituée selon les cas de plages de sable ou de galets, ou de systèmes plages-dunes ; protection des enjeux humains par des ouvrages de défense), dont les évolutions respectives ont été retracées des années 1950 à aujourd'hui grâce au traitement de photographies aériennes prises à différentes dates et à la constitution d'une base de données SIG (système d'information géographique). La démarche a été appliquée aux côtes basses de 4 communes réunionnaises : les deux plus grands pôles urbains de l'île (Saint-Denis et Saint-Pierre) et les principales zones industriel-portuaire (Le Port) et touristique (Saint-Paul).

TRAJECTOIRE DE VULNÉRABILITÉ : SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Les résultats, détaillés dans une récente étude Iddri (Duvat *et al.*, 2016a), mettent en lumière des combinaisons de phénomènes relativement

similaires d'une commune à une autre. (i) D'une part, sous l'effet conjugué du recul du trait de côte et de l'urbanisation croissante des dunes, on observe entre 1950 et 2011 un quasi-doublement (de 960 à 3 158) du nombre de bâtiments situés à moins de 100 m du trait de côte et une forte hausse (de 17 à 58 ha) de la surface bâtie située dans la bande côtière des 100 m. Cela explique l'augmentation *de facto* de l'exposition potentielle du bâti et des routes (constructions de plus en plus près du rivage et dans des zones basses) à l'érosion côtière et à la submersion marine. Ainsi, lorsqu'on considère la distance au trait de côte et l'altitude de chaque bâtiment à l'échelle des quatre communes étudiées, la surface bâtie en situation critique (< 30 m du trait de côte et < 6 m d'altitude) a plus que triplé sur les 60 dernières années ; et celle en situation très critique (< 30 m du trait de côte et < 3 m d'altitude) a été multipliée par plus de 9. (ii) D'autre part, la zone tampon terrestre naturelle des communes étudiées a connu à la fois une réduction de sa surface de près de 70 % (de 673 à 208 ha entre 1950 et 2011) et une dégradation de ses fonctions (par ex., sous l'effet du défrichement de la végétation indigène). L'homme a eu tendance à compenser la compression de la zone tampon par une fixation progressive du trait de côte au travers d'ouvrages de défense (murs et cordons d'enrochement, principalement). Le linéaire côtier équipé d'ouvrages représente aujourd'hui 44 % des 41 km de côtes étudiés, contre 6 % en 1950. La majorité des 216 ouvrages recensés sont artisanaux, car édifiés par des particuliers, et ne sont par conséquent pas calibrés pour résister aux pressions météo-marines auxquelles ils sont exposés (Duvat et Salmon, 2015).

Ce diagnostic met en lumière l'importante contribution des facteurs anthropiques à l'augmentation de la vulnérabilité des territoires littoraux de la Réunion, et ce dans un contexte d'événements météo-marins dévastateurs (cyclones tropicaux et houles australes) relativement fréquents et intenses. La départementalisation en 1946, qui a encouragé le processus de développement, et la forte croissance démographique qui l'a accompagnée (260 000 habitants en 1950, 845 000 en 2014) ont joué un rôle majeur dans l'émergence (au Port et à Saint-Paul) et dans l'augmentation (à Saint-Pierre et à Saint-Denis) de la vulnérabilité des littoraux.

STRATÉGIES D'ADAPTATION

En conséquence, et dans la perspective de réduire la vulnérabilité à l'avenir, trois stratégies à la fois incontournables et complémentaires s'imposent. (i) D'abord, il est indispensable de contrôler la pression de l'urbanisation pour la freiner dans un

premier temps, puis la réduire dans la mesure du possible dans un second temps. (ii) Ensuite, il faut permettre aux zones tampons terrestres naturelles de recouvrer leur fonction protectrice initiale, ce qui doit en partie passer par une restauration des morpho-éco-systèmes dégradés et par une protection active de ceux qui sont encore en bon état de santé. (iii) Enfin, il y a un enjeu fondamental à réviser la stratégie de défense des côtes pour que celle-ci soit cohérente, c'est-à-dire conçue à l'échelle des cellules sédimentaires (unités morphologiques cohérentes) et tenant compte des changements environnementaux en cours. Selon les situations locales, cela passera soit par l'amélioration des ouvrages existants, soit par la relocalisation d'enjeux menacés. Il est en particulier important que toutes les autorités publiques reconnaissent le rôle joué par les réponses non coordonnées des particuliers, à la suite d'un épisode d'érosion et/ou de submersion, sur la perturbation du fonctionnement morpho-sédimentaire de long terme et sur la complexification de la gestion du risque (conflits entre particuliers, et entre particuliers et autorités). L'exemple récent du cyclone Bejisa en janvier 2014 (Duvat *et al.*, 2016b) doit inspirer une autre manière de gérer collectivement les risques météo-marins.

Si les conclusions précédentes (limiter les pressions, préserver les écosystèmes, mieux gérer, etc.) renvoient à des recommandations courantes et connues, celles-ci restent d'actualité dans le contexte relativement nouveau imposé par le changement climatique. Ce dernier va en effet d'abord exacerber des pressions qui existent déjà sur les littoraux et qui, comme susmentionné, sont en partie inhérentes à des processus anthropiques. Dès lors, agir sur ces processus d'exacerbation des risques relève des « incontournables de l'adaptation ». Cela renvoie au principe selon lequel une première étape fondamentale du processus d'adaptation de long terme consiste à commencer par éviter d'aggraver les problèmes déjà existants du fait, soit de décisions et de pratiques de court terme faisant fi des contraintes environnementales (ici, les impacts des phénomènes météo-marins) et de leur évolution future dans un contexte de changement climatique, soit de la mise en œuvre face à un problème donné d'une réponse uniforme ne prenant pas en compte la variabilité des situations locales. S'adapter au changement climatique dès aujourd'hui à la Réunion suppose donc en partie de repenser le rapport de la société à l'espace littoral, ce qui sous-entend à la fois une prise de conscience des acteurs locaux et l'acceptation par la population locale de mesures *a priori* contraignantes. Sur ces deux points, qui ensemble renseignent en partie l'aptitude d'une société à changer de modèle de

développement littoral, d'autres travaux que nous avons menés complètent la réflexion.

LE FUTUR VU PAR LES ACTEURS ET PAR LA POPULATION

Des entretiens réalisés début 2015 auprès d'une trentaine d'acteurs de la Réunion (collectivités territoriales, acteurs économiques du littoral) révèlent une certaine convergence de leurs « visions du futur » autour de la poursuite, dans un avenir proche (2025) comme lointain (2050), des tendances récentes pour les grandes composantes de la vulnérabilité : accroissement de l'érosion côtière, augmentation de l'exposition des enjeux humains, diminution de la surface et de l'extension spatiale des zones tampons terrestres naturelles, et renforcement de la politique de protection des enjeux (Magnan et Charpentier, 2016). Partant de là, les acteurs plébiscitent essentiellement le maintien des positions sur le littoral, en appelant nécessairement à un renforcement progressif de la lutte contre la mer. Selon eux, si une telle stratégie de réponse pourra passer par la restauration des zones tampons terrestres naturelles, elle devra surtout s'appuyer sur une politique de défense lourde, c'est-à-dire sur l'augmentation du linéaire côtier équipé d'ouvrages de plus en plus massifs. Au-delà de son coût économique exponentiel sur le long terme – dont on peut se demander s'il sera assumé, les défaillances dans ce domaine ayant prouvé leur contribution importante à des catastrophes comme celles de Katrina aux États-Unis en 2005 ou de Xynthia en France métropolitaine en février 2010 –, une telle approche pose un problème fondamental du point de vue de la démarche d'adaptation au changement climatique. En effet, du fait du caractère désormais partiellement inéluctable d'un certain nombre de phénomènes comme l'élévation du niveau de la mer, s'adapter implique par nature une transformation profonde des modes d'occuper le littoral, laquelle suppose à son tour de remettre en cause le principe jusque-là pensé inaliénable de « garder systématiquement les positions ». Un point encourageant ressort néanmoins des entretiens réalisés : un acteur sur cinq à dix (selon les sujets) est porteur d'une vision alternative, celle du « retrait stratégique ». Si cette vision reste encore largement minoritaire, elle semble indiquer l'émergence d'un changement dans les mentalités.

Parallèlement, des enquêtes sur la perception des risques actuels et futurs réalisées auprès d'environ 500 résidents du littoral de la Réunion (Magnan *et al.*, 2015) révèlent par exemple une excellente appropriation des consignes de sécurité en cas d'alerte cyclonique. D'autres conclusions sont en revanche préoccupantes. D'abord, les habitants du

littoral appréhendent mal les instruments de planification et de gestion des risques (par exemple, les plans de prévention des risques), et par voie de conséquence le rôle des diverses institutions en charge de la prévention du risque et de la gestion de crise. Ensuite, s'ils sont bien conscients du problème d'érosion côtière, les résidents tendent à négliger le rôle des facteurs anthropiques dans son déclenchement ou son aggravation, soit par manque de compréhension des processus physiques à l'œuvre, soit peut-être par effet de déni de responsabilité. Enfin, s'ils s'inquiètent du risque d'intensification future de l'érosion côtière et de la submersion marine sous l'effet du changement climatique, ils associent cette menace à un futur lointain (2050 à 2080) et ne la lient pas explicitement à des actions actuelles. Un tel constat questionne bien entendu l'acceptabilité par la population d'éventuelles nouvelles contraintes liées, par exemple, à un renforcement de la protection des zones tampons naturelles, à des opérations de relocalisation, à de nouvelles normes post-crise, etc.

CHANGER DE REGARD SUR LES LIENS PRÉSENT-FUTUR

Il ressort de ces travaux que les implications du changement climatique n'ont pas encore été pleinement intégrées aux schémas de pensée des acteurs et des résidents du littoral. Dès lors que l'influence de changements environnementaux graduels (élévation du niveau de la mer) comme plus ponctuels (évolution de l'intensité des cyclones, par ex.) est minimisée, la stratégie consistant à « garder ses positions sur le littoral » continuera de s'imposer, ce qui posera inévitablement à terme des questions importantes liées à l'augmentation de la vulnérabilité et du risque. L'état d'esprit général semble donc encore en être au renforcement, dans le futur, des tendances lourdes actuelles, avec pour conséquence la poursuite de la trajectoire de vulnérabilité des dernières décennies. La question désormais incontournable de l'adaptation au changement climatique suppose toutefois de sortir d'une telle vision et d'envisager d'autres options pour infléchir la trajectoire de vulnérabilité future. Si l'option visant à « maintenir les positions » au travers d'ouvrages de défense lourde peut être

une solution acceptable en certains endroits, là où les enjeux ne sont pas déplaçables, elle s'avèrera inadaptée (et très onéreuse) en d'autres lieux où les enjeux ne requièrent pas la proximité de la mer, ou lorsque les densités d'enjeux exposés sont faibles. Ainsi, ni le maintien des positions sur le littoral ni le recul stratégique ne doivent s'appliquer systématiquement, le principe d'adaptation suggérant davantage la recherche de compromis. Cela renvoie à des choix de société et d'acceptabilité (politique, sociale et économique) du risque, lesquels vont nécessairement requérir des transformations profondes en termes de logiques foncières, de cadres réglementaires, d'alliances politiques, de stratégies économiques, d'implication des populations, etc. Or, ces transformations vont demander du temps pour être mises en œuvre et être efficaces au moment où les impacts du changement climatique deviendront véritablement contraignants, d'où l'impératif de les engager au plus vite et sans aucune forme de regret. ■

RÉFÉRENCES

- Duvat V., Salmon C. (2015). *Evaluation de la vulnérabilité actuelle des littoraux de la Réunion aux risques liés à la mer (Saint-Denis, Le Port, Saint-Paul, Saint-Pierre)*. Rapport de résultats, Programme VulneraRe. Disponible sur demande auprès des auteurs.
- Duvat V., Salmon C., Magnan A.K. (2016a). Trajectoires de vulnérabilité des littoraux de l'île de la Réunion aux risques liés à la mer (1950-actuel). Iddri, *Study* N°04/16, 72 p.
- Duvat V., Magnan A.K., Etienne S., Salmon C., Pignon-Mussaud C. (2016b). Assessing impacts of and resilience to tropical cyclones in small islands: Tropical Cyclone Bejisa, Reunion Island (Indian Ocean). *Natural Hazards* 83(1) : 601-640 (+ Erratum p. 725-726).
- Magnan A.K., Charpentier C. (2016). Les littoraux de la Réunion face aux risques liés à la mer : quelle(s) vision(s) du futur par les acteurs ? Iddri, *Study* N°05/16, 34 p.
- Magnan A., Duvat V., Guérineau B., Rousseau D. (2015). *La perception des risques liés à la mer à la Réunion*. Rapport de résultats, Programme VulneraRe, 6 volumes, 365 p.

Les auteurs remercient Pierre Barthélemy et Sébastien Treyer (Iddri), pour leurs relectures constructives.