



HAL
open science

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

Alexandre K. Magnan, Virginie Duvat

► **To cite this version:**

Alexandre K. Magnan, Virginie Duvat. 6. Trajectoires d'adaptation des littoraux d'outre-mer dans un contexte de changement climatique. Trajectoires de transition écologique et adaptative des territoires, Quae, pp.105-120, 2023, 978-2-7592-3766-1. hal-04336659

HAL Id: hal-04336659

<https://hal.science/hal-04336659>

Submitted on 16 Dec 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Magnan A.K., Duvat V.K.E., 2023. *Trajectoires d'adaptation et habitabilité future des littoraux Outre-Mer dans un contexte de changement climatique*. In: Briche E. (Ed.), *Trajectoires de transition écologique : vers une planification dynamique et adaptative des territoires*, *Quae editions*, pp. 105-120 — <https://www.quae.com/produit/1838/9782759237661/trajectoires-de-transition-ecologique>

Trajectoires d'adaptation et habitabilité future des littoraux Outre-Mer dans un contexte de changement climatique

Alexandre K. Magnan, Virgine K. E. Duvat

Il suffit de regarder une carte du monde n'étant pas centrée sur l'Europe pour constater que la France est avant tout un territoire maritime et insulaire, et ce du fait de ses départements et territoires d'Outre-Mer et des zones économiques exclusives qui leurs sont associées (Figure 1). Près d'une décennie après la première synthèse publiée par l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC) à propos des impacts du changement climatique sur les Outre-Mer (ONERC, 2012), ceux-ci restent une cible prioritaire des politiques nationales, par exemple du deuxième Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC, 2018-2022), en cours de révision dans le cadre de la Stratégie Française pour l'Energie et le Climat (SFEC) à l'horizon 2030.

Les Outre-Mer français sont majoritairement situés en zone tropicale. Leur situation, et en particulier celle de leurs littoraux aménagés, illustre le cumul des facteurs de risque climatique : fortes densités de population, bâtiments et infrastructures majeures dans la bande côtière ; altitudes de quelques mètres par rapport au niveau de la mer ; écosystèmes sensibles comme les récifs coralliens ; et intensification des aléas climatiques comme les cyclones qui associent forts vents et pluies intenses. Rappelons par exemple qu'en Martinique, plus de la moitié des infrastructures et de la population se concentre sur une surface de seulement 170 km² fortement soumise aux aléas météo-marins. Des situations similaires s'observent dans quasiment tous les Outre-Mer, par exemple en Polynésie française (Tahiti) ou en Guyane où, de fait, plus de 70% des habitants de Cayenne sont exposés aux risques d'érosion côtière, de submersion marine et d'inondation par les cours d'eau (ONERC, 2012). Plus largement, les caractéristiques environnementales et socioéconomiques des Outre-Mer français les placent à l'avant-poste des impacts du changement climatique puisque, par exemple, ils abritent 80% de la biodiversité française sur seulement 22% du territoire (terrestre) national, dépendent fortement de secteurs économiques climato-sensibles (tourisme, pêche et agriculture), et font face à de lourds défis en matière d'indépendance énergétique (laquelle est un pilier de réduction de la vulnérabilité des infrastructures et du fonctionnement d'ensemble des territoires). Les Outre-Mer illustrent cependant aussi la situation de territoires français qui se sont lancés concrètement dans la mise en œuvre de réponses pour l'adaptation, par exemple en matière de relocalisation dans la commune du Prêcheur en Martinique (Caussanel *et al.*, 2019). Reste néanmoins une question majeure et qui mérite aujourd'hui toute l'attention des territoires, des élus aux populations en passant par les acteurs économiques : comment

anticiper, à l'échelle du siècle, l'inévitable évolution des conditions d'habitabilité¹ des littoraux bas, espaces-clés de développement en outre-mer ? L'approche par les "trajectoires d'adaptation" propose, nous le verrons dans ce chapitre, des perspectives intéressantes.



Figure 1 : La France vue depuis l’Outre-Mer. Les départements et territoires d’Outre-mer français, insulaires et continentaux, occupent les trois grands bassins océaniques et quasiment toutes les latitudes, et permettent à la France de posséder la deuxième Zone Économique Exclusive mondiale.

Cette question de l’habitabilité reste encore un tabou dans les sphères politiques. Elle a pourtant été clairement posée lors des négociations internationales sur le climat — Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique CCNUCC) — par certains territoires, et ce depuis près de quarante ans. Des États comme les Maldives (océan Indien) ont été les pionniers de cette diplomatie climatique en parlant des « risques existentiels » que faisait peser l’élévation du niveau de la mer sur les territoires insulaires (Ourbak et Magnan, 2017). Par « risques existentiels », les États insulaires notamment entendent la perte définitive de leur territoire, c’est-à-dire leur disparition en tant que nations,

¹ Dans le contexte du changement climatique, l’habitabilité peut être définie comme « la capacité d’un espace à soutenir la vie humaine en fournissant une protection contre les aléas qui menacent la survie, et en assurant des zones adéquates pour l’organisation sociale, la production de nourriture et la fourniture en eau potable » (GIEC, 2019, p. 688). Le concept d’habitabilité renvoie donc au potentiel des espaces à générer des opportunités économiques et ainsi à contribuer à la santé et au bien-être humains (Bennett *et al.*, 2019), aujourd’hui et pour les futures générations (Horton *et al.*, 2021). Enfin, ce concept revêt une forte connotation culturelle puisque « les qualités qui font d’un espace une zone “habitabile” sont par nature spécifiques au contexte culturel et historique qui se fondent sur les savoir locaux, la cosmologie et l’attachement aux lieux » (Farbotko et Campbell, 2002, p. 182).

et ce sous l'effet de la montée du niveau de l'océan global. Les littoraux de basse altitude sont ainsi, avec les marges des déserts et de l'Arctique, en première ligne des impacts du changement climatique.

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

1. Risques littoraux et réponses d'adaptation

1.1. Les risques littoraux

Le **risque climatique** s'appréhende à la croisée des **aléas naturels** générés ou modifiés par le changement climatique (cyclones, pluies intenses, sécheresses, *etc.*), de l'**exposition** du système (configuration géographique, urbanisation à faible distance de la mer, *etc.*) et de la **vulnérabilité** du système (sensibilité des récifs coralliens, déclin de la culture du risque, *etc.*). Pour ce qui est des littoraux, l'élévation du niveau de la mer est un problème majeur qui — bien qu'il ne sera pas le seul — va générer ou accentuer trois types d'impacts (Figure 2) :

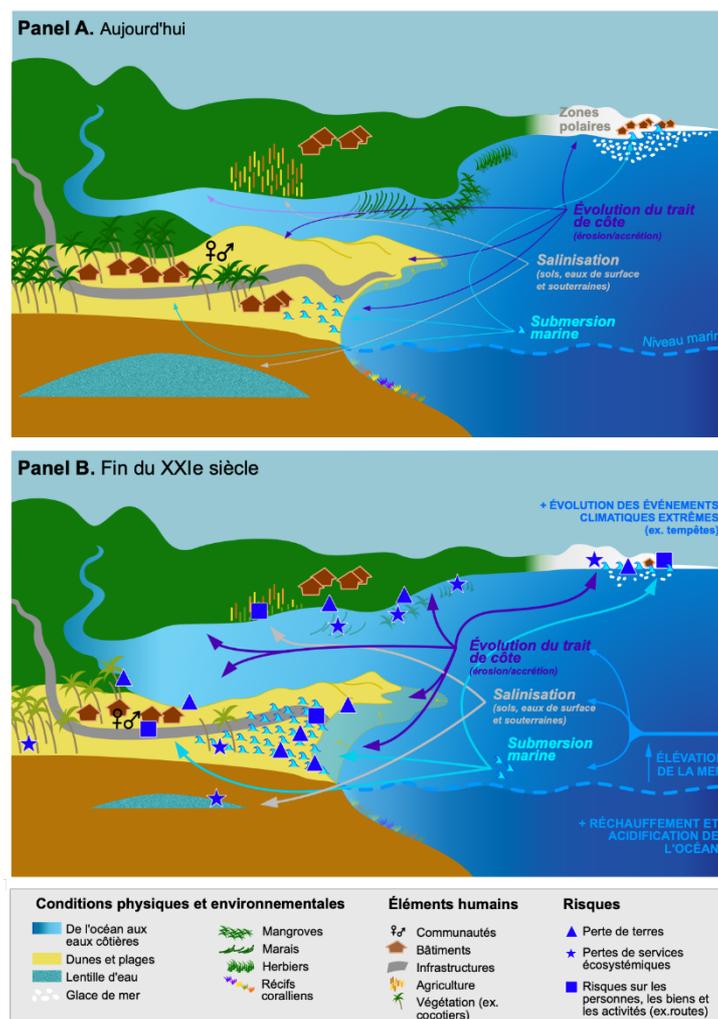


Figure 2 : L'influence du changement climatique sur les aléas côtiers. Dans le panel B, l'intensification des aléas est

illustrée par l'épaisseur accrue des flèches; et les conséquences associées sont illustrées par la modification des figurés des composantes environnementales et humaines.

- **La submersion marine** caractérise l'envahissement de la terre par la mer. Elle est temporaire lorsque des vagues générées par une tempête au large déferlent sur la côte. Une montée progressive du niveau de la mer se traduira nécessairement par un accroissement de l'ampleur des submersions marines déjà à l'œuvre, et il faudra aussi compter avec l'évolution du régime des tempêtes et des vagues. Le phénomène peut affecter les plaines côtières sur plusieurs centaines de mètres à l'intérieur des terres, comme l'a montré le cyclone Oli (2010) sur l'île de Tubuai (archipel des Australes, Polynésie française) (Salmon *et al.*, 2019), voire traverser les îles basses coralliennes dans leur intégralité, comme sur l'atoll de Tikehau, toujours en Polynésie française, à la suite des houles distantes de 1996 (Duvat *et al.*, 2017 ; Magnan *et al.*, 2018). La submersion peut également être permanente, du fait de l'élévation du niveau de la mer en tant que tel, posant alors la question de la perte définitive d'espace terrestre et donc de l'inhabitabilité de territoires dont les surfaces sont soit très petites (par exemple, les atolls des Tuamotu en Polynésie française), soit majoritairement situées à très faible altitude (par exemple, les plaines côtières de Saint-Paul à la Réunion ou de Saint-Martin dans les Antilles).
- **L'érosion côtière** caractérise le recul de la côte sous l'effet des vagues. Ce phénomène touche déjà de nombreux littoraux ultra-marins bien que de manière variable (ONERC, 2012). Une étude de l'évolution du trait de côte depuis les années 1960-70 de 127 îles coralliennes et sections d'îles de trois atolls du nord-ouest des Tuamotu montre, par exemple, que si les îles ont dans leur grande majorité été stables ou ont gagné de la surface, 12% d'entre elles se sont contractées (Pillet, 2020). Ces résultats doivent toutefois être interprétés avec précaution, car la stabilité du trait de côte peut être liée à sa fixation par des ouvrages de défense, lesquels peuvent contribuer à l'augmentation du risque sur le temps long — paradoxalement, l'histoire a montré, de la Nouvelle-Orléans (USA) à la Charente-Maritime, en passant par la Réunion, que la densification du bâti a tendance à s'accroître à l'arrière des ouvrages de défense, ce qui démultiplie les problèmes lorsque la mer se fraye un chemin à travers les brèches qui se forment dans les ouvrages en l'absence d'un entretien rigoureux de ces derniers au fil des décennies. Enfin, des événements extrêmes comme les cyclones intenses qui ont frappés la Caraïbe en 2017 peuvent aussi avoir des effets marqués sur l'évolution du trait de côte (Pillet *et al.* 2019, 2020).
- **La salinisation des sols et des nappes d'eau souterraines** devrait avoir un impact croissant sur l'agriculture et sur les sources d'eau potable dans certains territoires (notamment les puits). Il n'existe cependant que très peu d'information sur ce sujet au niveau des Outre-Mer français.

Ces trois conséquences de l'élévation du niveau de la mer combinée à l'évolution des paramètres des événements extrêmes comme les tempêtes (fréquence, durée et intensité), vont interagir entre eux et également avec des facteurs de risque d'origine humaine, comme la densification du bâti dans les zones littorales naturellement exposées aux aléas météo-marins, par exemple. De telles combinaisons de facteurs opèrent déjà partout dans les Outre-Mer, par exemple sur l'île de Saint-Martin marquée depuis les années 1980 par des dépendances de

sentier (dérégulation de la fiscalité et de l'économie, croissance de l'immigration illégale, etc.) qui expliquent en grande partie les dévastations des cyclones au fil du temps, dont les plus récents en septembre 2017 (Duvat *et al.*, 2021b).

Enfin, pour ce qui est du futur, l'élévation du niveau de la mer dans les Outre-Mer en général suivra probablement les moyennes mondiales d'ici à 2100 : entre +45 cm et +78 cm selon le scénario de réchauffement (Fox-Kemper *et al.*, 2021), voire bien davantage (plusieurs mètres) si la calotte ouest de l'Antarctique notamment venait à fondre à un rythme accéléré. En l'absence d'une quantité suffisante de modélisations spécifiques aux Outre-Mer, ces résultats doivent être considérés comme relativement conservateurs, si l'on tient compte du fait que, d'une part, les projections du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Climat (GIEC) ne considèrent pas nécessairement les scénarios extrêmes et que, d'autre part, sur la seconde moitié du XX^{ème} siècle, l'élévation du niveau de la mer en Polynésie française, par exemple, a été largement supérieure à la moyenne globale (environ +2,4 mm/an contre +1,7 mm/an entre 1950 et 2009; Becker *et al.*, 2012). À cela il faudra ajouter les niveaux marins extrêmes associés notamment aux cyclones tropicaux, dont la fréquence des plus intenses risque d'augmenter dans la zone non-équatoriale (Duvat *et al.*, 2021b).

1.2. Les réponses mises en œuvre sur le terrain

Il n'existe pas de synthèse des actions déployées sur les divers terrains Outre-Mer pour répondre aux risques climatiques littoraux. Dans l'ensemble, les actions que l'on voit sur le terrain (murs de protection, plantation de végétation côtière, efforts de surélévation du bâti, etc) reflètent quatre grands types d'interventions que l'on retrouve sur d'autres littoraux du monde. L'un des grands défis est, outre la mise en œuvre concrète des actions les plus pertinentes en fonction des spécificités contextuelles, de comprendre comment celles-ci vont pouvoir se combiner dans le temps, sachant que certaines vont devenir obsolètes, quand d'autres ne sont pas encore nécessairement disponibles. C'est tout l'enjeu de la réflexion autour des trajectoires d'adaptation, et sur lequel nous reviendrons dans la section 2. En ce qui concerne les grands types d'interventions :

- On peut **se protéger, en partant du principe que l'on reste sur place pour se défendre contre les colères de la mer**. L'on peut par exemple construire des ouvrages de défense lourde comme les murs ou les digues, ou restaurer les écosystèmes côtiers qui atténuent l'effet des vagues et leur pénétration dans les terres. La préservation des plages, des récifs coralliens et des mangroves en milieu tropical, constituent un exemple typique de « solution fondée sur la nature ».
- Une autre option renvoie à cette même optique de **rester sur place, mais cette fois-ci en faisant avec le risque**. Cela passe notamment par la construction de bâtiments sur pilotis, d'abris capables de résister à des événements climatiques extrêmes, ou encore par la mise en place de systèmes d'alerte destinés à prévenir les conséquences de la survenue d'une forte tempête.
- **Défier le risque en construisant de nouvelles terres au-dessus du niveau de la mer** est une autre option, bien que pour l'heure pas mise sur la table par les Outre-Mer français. C'est l'une des stratégies choisies par les Maldives qui, depuis les années 1990, ont créé

l'île artificielle de Hulhumalé située à plus de 2 m d'altitude par rapport à la mer, quand les îles naturelles de l'archipel ne culminent guère en moyenne à plus de 1 m. Cette possibilité, rare car très onéreuse, gagne en intérêt, en particulier dans les contextes insulaires en proie à un manque d'espace, comme les îles Marshall ou l'archipel de Tuvalu.

- La dernière possibilité reflète une tout autre approche du problème puisqu'elle prône le « **retrait stratégique** », c'est-à-dire la relocalisation des personnes, des biens (bâtiments et infrastructures) et des activités dans des zones intérieures moins à risque. Cette option est activée dans divers Outre-Mer, de manière opérationnelle comme au Prêcheur en Martinique, ou bien sur un plan plus conceptuel comme en Polynésie française (Section 2).

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

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

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

2. Penser en termes de trajectoire d'adaptation : l'exemple de Rangiroa, Polynésie française

La France est particulièrement concernée par les enjeux de perte d'habitabilité, notamment en ce qui concerne les Tuamotu, lesquels représentent l'une des plus grandes chaînes d'atolls du monde. Les îles des atolls font en effet partie de ces espaces vulnérables qui, comme les régions polaires et de haute montagne, vont être les premiers affectés par le changement climatique. Cela s'explique par leur localisation géographique, la zone tropicale étant très (ré)active aux évolutions climatiques, et par leurs caractéristiques géographiques et environnementales propres : petites surfaces, faibles altitudes, importance des récifs coralliens qui sont eux-mêmes très sensibles aux variations climatiques en termes de température et d'acidité de l'océan notamment (Duvat *et al.*, 2021b). Cela s'explique également par des facteurs de risque non climatiques tels que le développement des infrastructures et les multiples dégradations environnementales associées, qui ont joué un rôle majeur au cours des dernières décennies au travers de l'affaiblissement de la capacité naturelle des îles coralliennes à s'ajuster à la hausse du niveau marin (Duvat et Magnan, 2019). Le cas de l'atoll de Rangiroa dans les Tuamotu (Figure 3) permet d'illustrer les marges de manœuvre de ces espaces face au risque de perte d'habitabilité, et ce notamment au travers de l'élaboration d'une trajectoire d'adaptation favorisant la relocalisation des personnes, des biens et des activités au sein même de l'atoll.

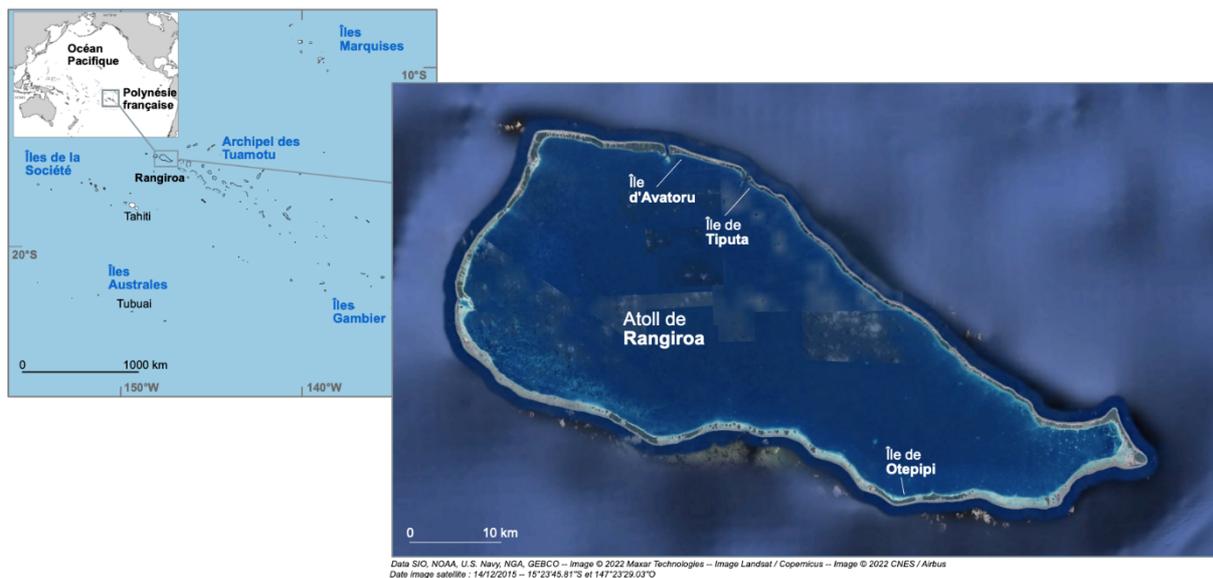


Figure 3 : Localisation de l'atoll de Rangiroa (Pacifique central).

2.1.L'enjeu d'habitabilité à Rangiroa

Les littoraux ont toujours joué un rôle décisif dans le peuplement des îles de Polynésie

française², et ils continuent de concentrer les enjeux de développement. Les principales routes et infrastructures sont littorales, comme l'aéroport international de Faaa' situé à 2 m au-dessus du niveau de la mer. Près de huit habitants sur dix vivent aujourd'hui à moins de 1 km de la mer, avec des densités côtières allant jusqu'à 2 960 hab/km² dans les districts nord-ouest de l'île principale de Tahiti, et 110 hab/km² dans les atolls les plus peuplés comme Rangiroa.

Cet atoll compte 66 km² de surface émergée totale répartie en près de 240 îles, dont les plus grandes font entre 0,67 et 1,35 km² et présentent des altitudes de 3 à 5 m côté océan et de 1 à 3 m côté lagon. Les îles d'Avatoru (1,3 km²) et de Tiputa (0,7 km²) ont été les principaux réceptacles du boom démographique qu'a connu l'atoll à partir de la fin des années 1950 et surtout des années 1980 : de 1 169 à 2 709 habitants (+132 %) sur l'ensemble de Rangiroa entre 1983 et 2017. Le nombre de bâtiments publics et résidentiels a été multiplié par cinq entre 1981 et 2013, augmentant *de facto* l'exposition aux aléas météo-marins. En effet, sur Avatoru et Tiputa, 86 % des habitations sont surélevées d'au mieux 50 cm par rapport au sol, et moins de 7 % d'au moins 1 m (Magnan *et al.*, 2018). Et ce malgré l'article D.332-4 du code de l'urbanisme qui stipule que les habitations en rez-de-chaussée doivent être édifiées sur une plateforme en béton d'au moins 30 cm de hauteur ou sur des pilotis d'au moins 60 à 75 cm de hauteur ; et malgré les Plans de Prévention des Risques qui préconisent de construire à 1,50 m au-dessus du sol (Stahl, 2018). Sur ces mêmes îles, près du quart des habitations sont construites à moins de 30 m de la mer, et une sur deux occupe une zone qui a déjà été submergée au moins une fois au cours des quatre dernières décennies (Magnan *et al.*, 2018). Enfin, les dispositifs de protection les plus répandus sont les murs bétonnés qui ont été construits en majorité par les habitants eux-mêmes, et plus rarement par le gouvernement polynésien au début des années 1990. Ces ouvrages sont cependant insuffisants (dimensions et caractéristiques techniques inadaptées, défaut d'entretien, etc.) pour contenir les risques d'érosion et de submersion marine.

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

2.2.L'option de la relocalisation interne

La relocalisation est un sujet de crispation tant politique que sociale. Si l'histoire de l'atoll a été marquée par des mouvements migratoires entre les îles, et avec d'autres atolls, les dernières décennies de développement ont, comme ailleurs, sédentarisé la population et les activités. Si bien que la relocalisation est souvent perçue aujourd'hui, de par le monde, comme une stratégie de l'échec, celle du renoncement face aux éléments. Des expériences de terrain, en Nouvelle Zélande par exemple, et de nouveaux travaux scientifiques poussent

² La Polynésie française est composée à la fois d'îles montagneuses et d'îles coralliennes basses réparties entre cinq archipels (Îles de la Société, Tuamotu, Îles Gambier, Marquises et Îles Australes ; 4 167 km² de terres émergées au total) au sein d'une zone maritime de plus de 4,5 million km². Elle regroupe aujourd'hui près de 275 900 habitants.

toutefois en faveur d'une autre vision des choses : si la relocalisation est pensée « en interne », donc vers des territoires voisins plutôt que distants, et planifiée bien en amont du mouvement effectif de personnes, alors elle peut être une stratégie d'adaptation très efficace face à l'inéluctable montée des eaux (Haasnoot *et al.*, 2021), et probablement plus efficace sur le temps long que d'autres options comme, par exemple, la défense lourde par des digues. Sans planification de long terme, en revanche, l'option de la relocalisation est porteuse d'effets contreproductifs sur l'exposition et la vulnérabilité future (marginalisation sociale, déracinement culturel, *etc.*), et donc d'une augmentation insidieuse des niveaux de risque climatique sur les décennies à venir. La relocalisation interne en tant que stratégie d'adaptation suppose donc une action à l'échelle de plusieurs décennies, laquelle doit reposer sur une vision et une feuille de route relativement claires sur le siècle à venir. C'est ce que permet de faire l'élaboration d'une « trajectoire d'adaptation ».

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

A Rangiroa, la réponse à ces deux questions est « *a priori*, oui » (Duvat *et al.*, 2022). (i) Tout d'abord, il existe dans l'atoll des îles à la fois plus grandes et plus hautes que les îles actuellement occupées (habitations, aéroport, *etc.*), avec par exemple des altitudes plus de 6 m parfois, contre au mieux 3 et 4 m pour Avatoru et Tiputa (Duvat *et al.*, 2021c). Dans un scénario de forte élévation du niveau de la mer (plus de 70-80 cm en moyenne à 2100), alors que des îles comme Avatoru ou celle qui porte l'aéroport seront très affectées par la submersion (jusqu'à 100 m à l'intérieur des terres sur l'île aéroport), d'autres comme Tiputa et surtout Otepipi, au Sud (Figure 3), le seront beaucoup moins. Si l'on ajoute à cela l'effet des cyclones, il apparaît que l'ensemble Avatoru-Tiputa ne sera pas épargné par les vagues, alors que d'autres îles, elles, le seront davantage. Il y a donc une certaine pertinence à envisager la relocation sur ces îles plus sûres.

(ii) Ensuite, d'un point de vue social, l'option de la relocalisation interne s'avère être faisable, tout du moins envisageable et sous couvert de certaines conditions. Pour l'heure, il n'y a pas de cadre politique, légal et financier favorable à un projet de relocalisation interne. Par exemple, les outils juridiques permettant de contourner les problèmes d'indivision foncière³ et ainsi de permettre aux ménages d'acquérir une nouvelle terre plus facilement, restent balbutiants, bien qu'un droit de préemption existe dans le Code de l'Urbanisme et via les Plans Généraux d'Aménagement. Quelques expériences passées — logement collectif à l'Est de Tiputa, zone administrative à Avatoru, reconstruction post-cyclone en 2010 à Tubai dans les Îles Australes — indiquent toutefois certaines marges de manœuvre. Sur le plan socioéconomique, l'atoll s'est doté dans son Plan Général d'Aménagement de 2017 d'une stratégie économique reposant notamment sur le développement du tourisme international dans les îles du Sud (Otepipi), offrant de fait de nouvelles perspectives d'emploi et d'infrastructures. Quant à l'acceptabilité sociale d'une éventuelle relocalisation, des enquêtes auprès d'une centaine d'habitants d'Avatoru et Tiputa montrent qu'en dépit d'un sentiment de

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

relative sécurité « au moins jusqu'à la moitié du siècle », près d'un tiers des personnes interrogées déclare préférer avoir à s'installer dans une autre île de l'atoll plutôt qu'ailleurs comme à Tahiti, par exemple. D'autant qu'une personne interrogée sur trois dit avoir des terres familiales à Otepiipi. Ces signes d'acceptabilité sociale sont toutefois conditionnés, selon les personnes interrogées, par un pilotage par les autorités publiques, par l'implication des habitants dès la phase de conception du projet, et bien entendu par la garantie de trouver des emplois et des infrastructures sur les lieux d'installation.

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

2.3. Vers une trajectoire d'adaptation

La Figure 4 illustre une trajectoire d'adaptation possible à Rangiroa pour soutenir la relocalisation interne au titre de l'adaptation au changement climatique. Le Panel A remet l'option de relocalisation interne dans une perspective d'action plus large en balayant l'ensemble des réponses possibles face à l'augmentation des risques côtiers. Ce panel indique notamment que certaines réponses risquent de devenir obsolètes, ou en tout cas de moins en moins efficaces en termes de réduction du risque, à mesure que la mer va s'élever, se réchauffer et s'acidifier, et que les vagues s'intensifieront et que les impacts se cumuleront. C'est le cas d'une solution fondée sur la nature comme la restauration des récifs coralliens. De la même manière, les actions visant à minimiser le risque de maladaptation, par exemple au travers de mesures de contrôle de l'urbanisation reposant sur un zonage des niveaux de risque de submersion marine —cadre du Plan de Prévention du Risque intégrant mieux les évolutions climatiques—, une fois mises en place, n'offriront guère plus d'effet additionnel avec le temps, et bien qu'elles soient fondamentales à l'échelle des une à deux prochaines décennies. Il en va de même pour le développement d'ouvrages de défense lourde visant la fortification des côtes les plus densément occupées. D'autres options, en revanche, suivent un schéma différent : si elles ne sont pas encore opérationnelles, elles offrent un certain potentiel de réduction du risque sur le long terme. C'est le cas des opérations de surélévation du sol à grande échelle, comme le font les Maldives (île artificielle d'Hulhumalé) et comme l'envisage Tuvalu (extension et exhaussement progressif de l'île-capitale de Fongafale⁴), ou encore d'un déplacement des habitants hors de l'atoll en cas de scénario extrême de changement climatique. Et c'est bien entendu également le cas de la relocalisation interne.

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

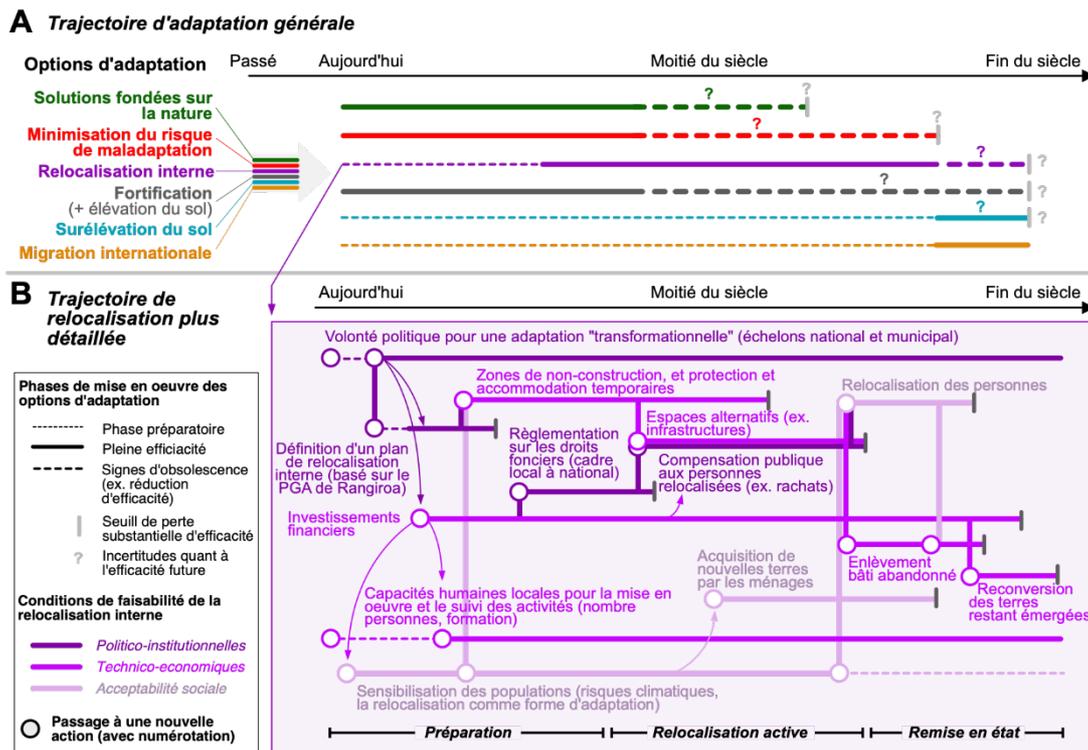


Figure 4. Une trajectoire d'adaptation et de relocalisation interne pour l'atoll de Rangiroa (Polynésie française). Les éléments figurant dans le cadre grisé sont explicités dans le corps du texte.

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

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

- (ii) Si les éléments précédents sont déployés dès maintenant, il est envisageable que la phase effective de relocalisation interne débute autour de la moitié du siècle, soit dans une génération. Par exemple au travers du développement des zones d'accueil en matière d'infrastructure et d'accessibilité des îles. Également, au travers de mécanismes de compensation financière pour permettre aux habitants devant être relocalisés d'acquérir une nouvelle terre et d'y bâtir une maison. Cette phase sera achevée une fois que la majorité des personnes menacées par la submersion marine sur les quelques décennies à venir auront pu s'établir sur des portions d'îles moins à risque.
- (iii) Enfin, il convient de se préoccuper aussi des terres abandonnées par une partie de leurs habitants et qui seront, à terme, submergées. Par exemple, en menant des opérations d'enlèvement du bâti, de sorte à éviter toute pollution additionnelle ou la présence de débris dangereux pour la navigation côtière future. La fonction de ces espaces pourrait également être repensée puisqu'ils pourraient être classifiés comme « nouvelles zones tampon » pour limiter l'extension éventuelle, au-delà de ce siècle, des phénomènes de submersion et ainsi limiter les besoins de relocalisation interne future.

La Figure 4 met en lumière, au-delà des temporalités des actions (lignes horizontales violettes), un autre élément important des trajectoires d'adaptation, à savoir les points (a) de bifurcation et/ou (b) d'engagement d'action complémentaire (bulles blanches à bordures violettes).

- (a) **Une bifurcation** est nécessaire lorsque qu'une action a atteint, ou est sur le point d'atteindre, son objectif initial, soutenant ainsi la mise en œuvre d'une ou plusieurs actions suivantes. La mise au point d'un plan concret de relocalisation, par exemple, a vocation à être achevée en quelques années, et est un préalable à l'identification, par exemple, de zones inconstructibles sur les franges littorales à risque.
- (b) Dans d'autres cas, **l'action initiale doit se poursuivre** (par ex., les investissements financiers) mais commence à porter suffisamment de ses fruits pour permettre le déploiement d'une autre action (par ex., le système de compensation aux personnes délocalisées). De la même manière, un travail de longue haleine est nécessaire en termes de sensibilisation de la population et de renforcement des capacités institutionnelles de pilotage pour qu'au moment où toutes les autres conditions auront été réunies, la relocalisation effective des habitants commence et se poursuive.

Conclusion

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

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

Bibliographie

- Becker M. et al., 2012. Sea level variations at tropical Pacific islands since 1950. *Global and Planetary Change* 80-81, 58-98.
- Bennett N.J. et al., 2019. Towards a sustainable and equitable blue economy. *Nature Sustainability*, 2, 991–993.
- Caussanel J. et al., 2019. Rester au Prêcheur. L'horizon d'un nouveau paradigme (Martinique, 2016). *Paysages de l'eau*, 20, en ligne. <http://journals.openedition.org/paysage/645>
- Duvat V.K.E. et al., 2017. Drivers of shoreline change in atoll reef islands of the Tuamotu Archipelago, French Polynesia. *Global and Planetary Change*, 158, 134-154.
- Duvat V.K.E., Magnan A.K., 2019. Rapid human-driven undermining of atoll island capacity to adjust to ocean climate-related pressures. *Scientific Reports*, 9, 15129.
- Duvat V.K.E. et al., 2021a. Understanding interlinkages between long-term trajectory of exposure and vulnerability, path dependency and cascading impacts of disasters in Saint-Martin (Caribbean). *Global Environmental Change*, 67, 102236.
- Duvat V.K.E. et al., 2021b. Risk to future atoll habitability from climate-driven environmental changes. *WIREs Climate Change*, e700.
- Duvat V.K.E. et al. 2021c. Assessing atoll island physical robustness: Application to Rangiroa Atoll, French Polynesia. *Geomorphology*, 390, 107871.
- Duvat V.K.E. et al., 2022. Internal relocation as a relevant and feasible adaptation strategy in Rangiroa Atoll, French Polynesia. *Scientific Reports*, 12, 14183.
- Farbotko C., Campbell J., 2022. Who defines atoll 'uninhabitability'? *Environmental Science & Policy*, 138, 182-190.
- Fox-Kemper, B. et al., 2021. Ocean, Cryosphere and Sea Level Change in Climate Change

2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds. Masson-Delmotte, V. et al.) 1-257 (World Meteorological Organization, Geneva).

GIEC, 2019. Glossaire in Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (eds. Pörtner, H.-O. et al.) 677–702 (Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York).

Haasnoot M., Lawrence J., Magnan A.K.M, 2021. Pathways to coastal retreat. *Science*, 372, 1287–1290.

Horton R.M. et al., 2021. Assessing human habitability and migration. *Science*, 372, 1279–1283.

Magnan A.K. et al., 2018. L'exposition des populations des atolls de Rangiroa et de Tikehau (Polynésie française) au risque de submersion marine. *VertigO* 18 (31).

ONERC, 2012. Outre-Mer et changement climatique. Rapport au Premier Ministre et au Parlement, Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC, France), La Documentation Française.

Ourbak T., Magnan A.K., 2017. The Paris Agreement and climate change negotiations: small islands, big players. A commentary. *Regional Environmental Change*. doi.org/10.1007/s10113-017-1247-9.

Pillet V. et al., 2019. Assessing the impacts of shoreline hardening on beach response to hurricanes: Saint-Barthélemy, Lesser Antilles. *Ocean and Coastal management*, 174, 71-91. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.03.021>

Pillet V., 2020. Détection et attribution des changements morphologiques côtiers récents en milieu insulaire tropical : Polynésie française, Caraïbe. Thèse de géographie, La Rochelle Université, 504 p.

Salmon C. et al., 2019. Human- and climate-driven shoreline changes on a remote mountainous tropical Pacific Island: Tubuai, French Polynesia. *Anthropocene*, 25, 100191.

Stahl L., 2018. Les défis présents et à venir des plans de prévention des risques naturels polynésiens. *Études caribéennes* 41.