

## L'archipel de Kiribati entre développement non durable et changement climatique : quelles recherches pour quelle adaptation ?

Alexandre Magnan (Iddri), Virginie Duvat (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Université de La Rochelle-UMR LIENSs 7266), Frédéric Pouget (Université de La Rochelle-UMR LIENSs 7266)

**L**es États coralliens présentent une configuration territoriale tout à fait particulière qui explique que leurs ressources terrestres soient très limitées. Ce sont par ailleurs des pays relativement pauvres, qu'ils soient indépendants (Kiribati, Tuvalu, Maldives) ou associés à leur ancienne puissance coloniale (Niue ou îles Marshall, par exemple). Souvent qualifiés de pays « les plus vulnérables au changement climatique », ils démontrent en tous cas combien les menaces futures prennent d'abord racine dans des problèmes actuels de non durabilité du développement (en particulier une forte dégradation des écosystèmes et une urbanisation incontrôlée), que le changement climatique va par ailleurs exacerber.

Le cas de Kiribati (Pacifique Central) permet d'illustrer ce propos. Un rappel succinct des contraintes naturelles et des mutations socio-économiques des deux derniers siècles permet d'expliquer les pressions qui pèsent actuellement sur ce pays, et en quoi le changement climatique va les amplifier. Dans ce contexte, des recherches de terrain croisant les dimensions environnementales et humaines sont cruciales pour comprendre les risques naturels actuels dans toutes leurs dimensions, et ainsi soutenir les réflexions autour des risques futurs sur la base de connaissances tirées d'une réalité de terrain. Cette approche empirique du futur constitue un enjeu majeur pour l'élaboration de stratégies d'adaptation pragmatiques.

\* Les auteurs remercient l'Agence nationale de la recherche dans le cadre de son soutien aux projets CapAdapt (ANR-2011-JSH1-004 01) et Labex (programme « Investissements d'avenir », ANR-10-LABX-01), ainsi que le CNRS (programme GéoKiribati). Ils remercient également Raphaël Billé, Pierre Barthélémy et Benoît Martimort-Asso pour leurs commentaires sur une version précédente.

## UN ENVIRONNEMENT NATUREL TRÈS CONTRAIGNANT

Comme Tuvalu et les Maldives, Kiribati est constitué d'atolls dont l'évolution dépend des réponses des coraux aux variations des conditions météorologiques<sup>1</sup>. Ce pays est intrinsèquement maritime, avec une zone économique exclusive (ZEE) de 3,5 millions de km<sup>2</sup> pour une surface émergée de 726 km<sup>2</sup> morcelée en un grand nombre d'îles<sup>2</sup>. À l'échelle de l'atoll, l'élément dominant est le lagon, délimité par un anneau de corail qui porte des îles d'une superficie en général inférieure à 1 km<sup>2</sup>. Celles-ci ne sont par ailleurs pas habitables sur toute leur surface du fait de la présence de marécages et vasières à mangrove, de la forte instabilité de leurs côtes et de leur faible altitude. Culminant entre 3 et 4 m, elles sont en effet très exposées au risque de submersion marine. Parce qu'elles sont jeunes (entre 2 000 et 4 000 ans), faites de sable et de débris de corail, et exposées aux agents marins, leurs sols sont pauvres et les ressources végétales peu diversifiées. L'eau y est rare, saumâtre (2 à 3 g. de sel/l) et très sensible aux fluctuations climatiques. Elle provient des précipitations qui s'infiltrèrent pour constituer une lentille souterraine peu profonde (2 m environ) de taille proportionnelle à celle des îles. Dans les atolls du sud de Kiribati, les sécheresses liées aux épisodes El Niño rendent la présence d'eau aléatoire.

## LES MUTATIONS RÉCENTES D'UNE SOCIÉTÉ PLURI-MILLÉNAIRE

Environ trois mille ans d'histoire ont façonné une organisation territoriale basée initialement sur une double stratégie : assurer à chaque famille un accès aux ressources terrestres et marines dans toute leur diversité ; et gérer rationnellement ces ressources. Le découpage des îles en lanières transversales reliant le lagon à l'océan permettait à chaque famille d'exploiter les différents milieux (figure 1). L'habitat était implanté à 20-30 m de la côte lagonaire, abritée de la houle. À l'intérieur des terres étaient cultivés le cocotier et le pandanus (bois, palmes et fruits) et, dans les zones très basses, le taro<sup>3</sup>. Les familles se partageaient

1. Selon les conditions et les espèces, ils pourront suivre l'élévation du niveau marin (au même rythme ou de manière un peu différée dans le temps) et perdurer, ou se laisser distancer et mourir.

2. Leur nombre exact est inconnu.

3. Tubercule emblématique de la civilisation océanienne (consommation et cérémonies). Chaque famille possédait une portion du « jardin à taro ».

également l'exploitation d'écluses à poissons côté océan, et ramassaient des coquillages et crustacés sur l'estran vaseux du lagon. Ce système a permis de diversifier autant que possible l'alimentation de la population et d'amortir les crises dues à la fluctuation des différentes ressources. Il n'a quasiment plus cours aujourd'hui, en particulier dans les îles urbanisées, les plus peuplées.

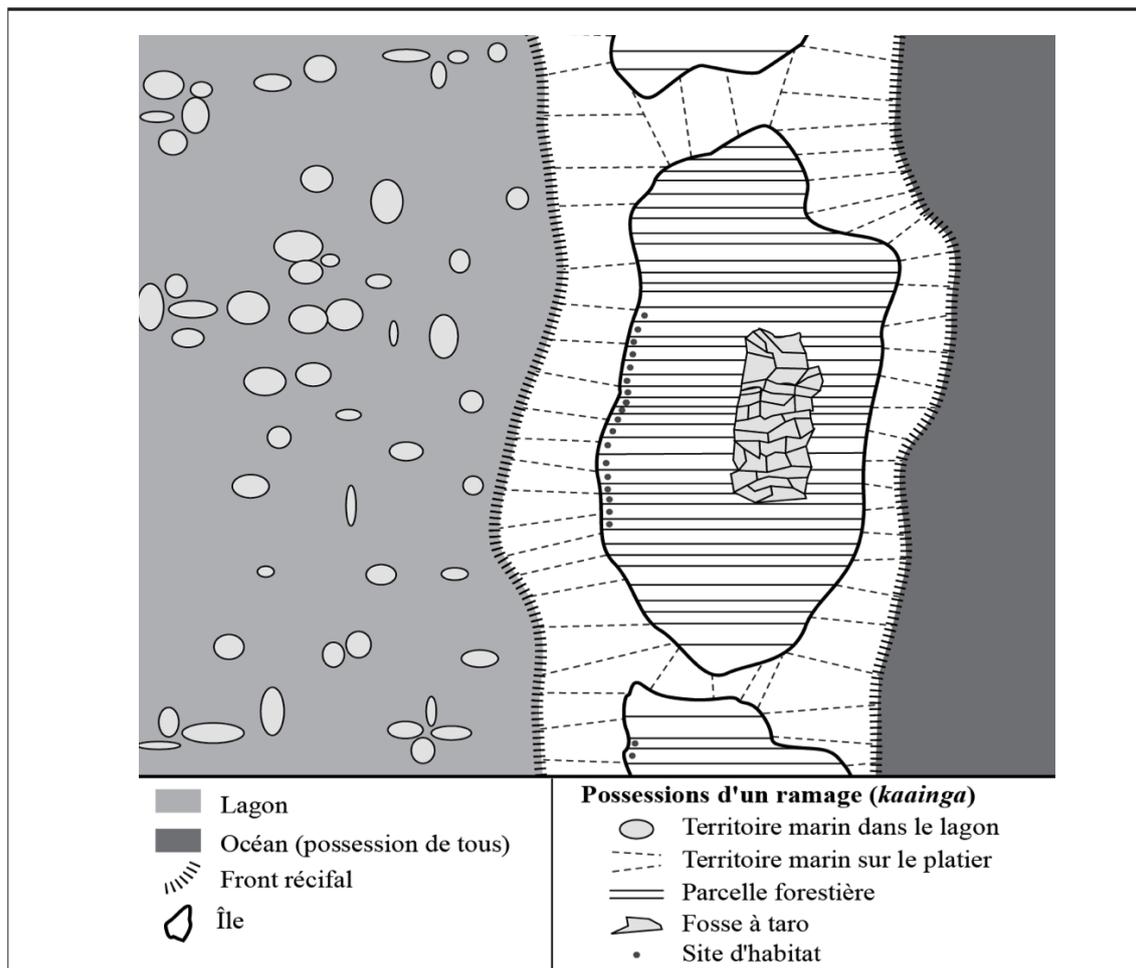
En moins de deux siècles, Kiribati a connu cinq grandes mutations : (a) le regroupement de l'habitat en villages dans les atolls ruraux et en zones urbaines dans l'atoll de Tarawa ; (b) la concentration du pouvoir dans l'atoll-capitale de Tarawa, avec l'abandon du système d'autogestion à l'échelle de chaque atoll ; (c) le passage d'un droit coutumier complexe à un droit écrit simplificateur ; (d) le remplacement d'une économie de subsistance par une économie marchande ; et (e) la déstructuration du système foncier traditionnel. Les dernières décennies se sont par ailleurs caractérisées, notamment sous l'impulsion des progrès réalisés dans le domaine de la santé, par une explosion démographique. La population est passée de 38 000 habitants en 1963 à plus de 103 000 habitants en 2010 (+171 % !). Cette croissance s'est surtout concentrée dans le district urbain de Tarawa Sud, qui abrite aujourd'hui la moitié de la population du pays et dont la densité moyenne atteint 3 125 hab./km<sup>2</sup>. Cette situation est à l'origine (i) d'une dégradation rapide des écosystèmes et des ressources, (ii) d'une perte du lien identitaire et culturel à l'environnement, (iii) d'une forte exposition des populations aux aléas météo-marins due à l'occupation de zones submersibles et instables, et (iv) d'une dépendance croissante vis-à-vis de l'aide internationale et des importations alimentaires. De telles transformations expliquent en grande partie la vulnérabilité de Kiribati au changement climatique (Duvat et Magnan, 2012).

## LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, AMPLIFICATEUR DES PRESSIONS ACTUELLES

L'augmentation de la concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère va avoir trois conséquences principales, qui mettront à mal le système de ressources actuel.

D'abord, une élévation du niveau de la mer. Des mesures réalisées à l'échelle de l'océan Pacifique indiquent une hausse comprise entre + 2,5 et + 5,5 mm/an depuis 1950, avec une accélération sur la période récente (Becker *et al.*, 2012). Par ailleurs, le quatrième rapport d'évaluation du GIEC, daté de 2007, estimait une fourchette d'élévation

Figure 1. Organisation traditionnelle des communautés insulaires I-Kiribati.



Source : Longépée et Duvat, 2013.

moyenne comprise, à l'échelle mondiale et par rapport à 1990, entre + 0,18 m et + 0,59 m à l'horizon 2100. Toutefois, nombre de scientifiques envisagent désormais un dépassement de la limite haute de cette fourchette, et parlent d'une élévation qui pourrait être supérieure à 1 m d'ici 2100 (voir par exemple Rahmstorf, 2007). Bien que de nombreuses incertitudes persistent, tant sur l'ampleur du changement climatique que sur la réponse des îles et des écosystèmes coralliens à ses impacts, la nature des menaces qui pèsent sur un pays comme Kiribati est connue : il faut s'attendre à la submersion définitive des zones les plus basses et à des submersions temporaires plus fréquentes, à la salinisation des sols et des lentilles d'eau saumâtre, à la dégradation de la végétation terrestre et, probablement, à une diminution de surface de certaines îles ; d'autres pourraient au contraire continuer à s'agrandir sous l'effet d'apports de matériaux par les vagues et d'actions humaines (remblaiement des platiers, par exemple). Il faut

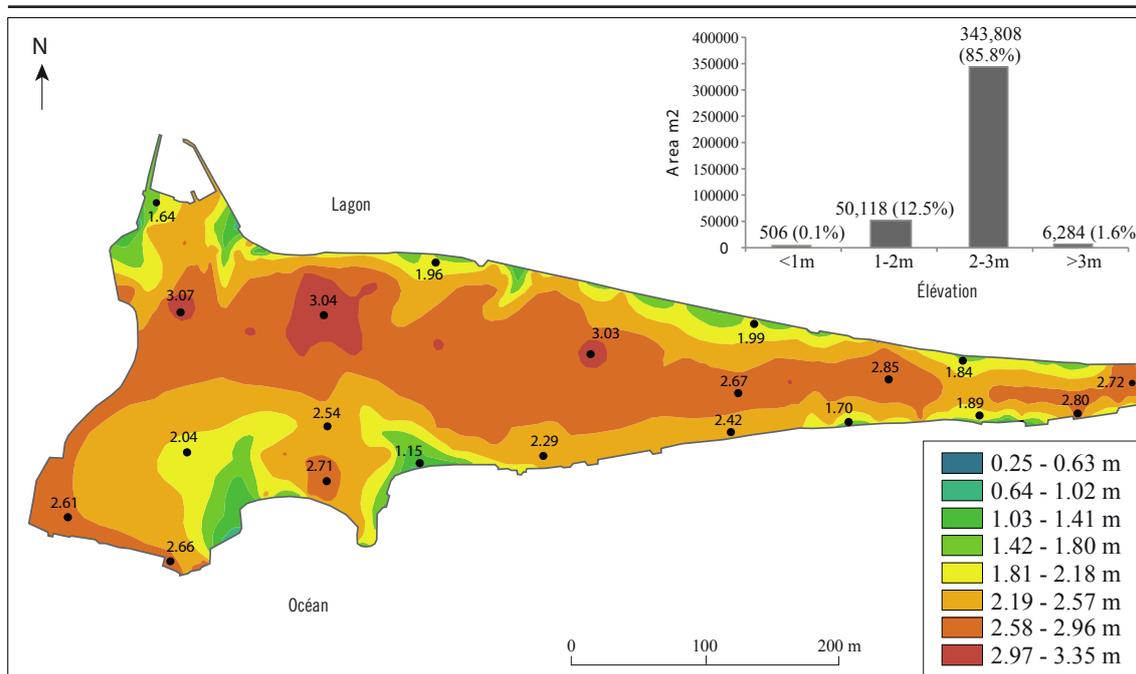
néanmoins s'attendre globalement à une dégradation des ressources terrestres des atolls.

L'augmentation de la température des eaux océaniques de surface est un autre problème, qui va se combiner au précédent. Lorsque le seuil de tolérance des coraux, qui avoisine 30°C, est dépassé, les coraux expulsent les zooxanthelles (algues symbiotiques qui assurent la photosynthèse), et blanchissent. L'augmentation de la fréquence des épisodes de blanchissement fait redouter la mort définitive des coraux dans certaines régions.

Enfin, la pollution par les gaz à effet de serre a commencé à générer, en parallèle du changement climatique, une augmentation de la teneur des eaux océaniques en CO<sub>2</sub> dissous, plus connue sous le nom d'acidification de l'océan<sup>4</sup>. Ce phénomène engendre une chute de calcification chez de nombreux organismes à squelette calcaire, comme les

4. Voir sur ce sujet Billé *et al.*, 2012. « Que faire face à l'acidification des océans ? », Iddri, *Policy Briefs* n°17/12.

Figure 2. Modèle numérique de terrain de Bairiki dans le district urbain de Tarawa Sud



Note : Les relevés d'altitude au GPS permettent de réaliser des modèles numériques de terrain qui illustrent la répartition des altitudes.  
Source : Duvat *et al.*, 2013.

coraux, qui s'en trouvent fragilisés. Si les conséquences de l'acidification sur les coraux sont d'ores et déjà dommageables, les spécialistes estiment qu'elles deviendront ingérables au-dessus d'une concentration en CO<sub>2</sub> atmosphérique de 500 ppm (Hoegh-Guldberg *et al.*, 2007)<sup>5</sup>.

Parce que les coraux contribuent, par la production sédimentaire qu'ils assurent, à alimenter les îles en sable et en corail, leur dégradation fait redouter une augmentation de l'érosion côtière là où le récif corallien actuel joue un rôle majeur dans le système sédimentaire<sup>6</sup>. La dégradation attendue des récifs coralliens aura par ailleurs pour effet de réduire les ressources halieutiques disponibles sur les atolls.

Les coraux et les îles auront d'autant plus de mal à faire face aux stress climatiques futurs qu'ils sont aujourd'hui soumis à de fortes dégradations et pressions d'origine anthropique. En réduisant leur capacité naturelle d'adaptation aux changements futurs, les problèmes induits par la non durabilité

de nos modes de développement sont au cœur des menaces posées par le changement climatique.

## DÉVELOPPER DES RECHERCHES DE TERRAIN POUR MIEUX APPRÉHENDER LES RISQUES FUTURS

Les recherches de terrain sont nécessaires pour appréhender de manière fine les risques actuels et futurs. Elles permettent en effet de collecter des données empiriques qui sont indispensables pour penser des stratégies réalistes d'adaptation au changement climatique.

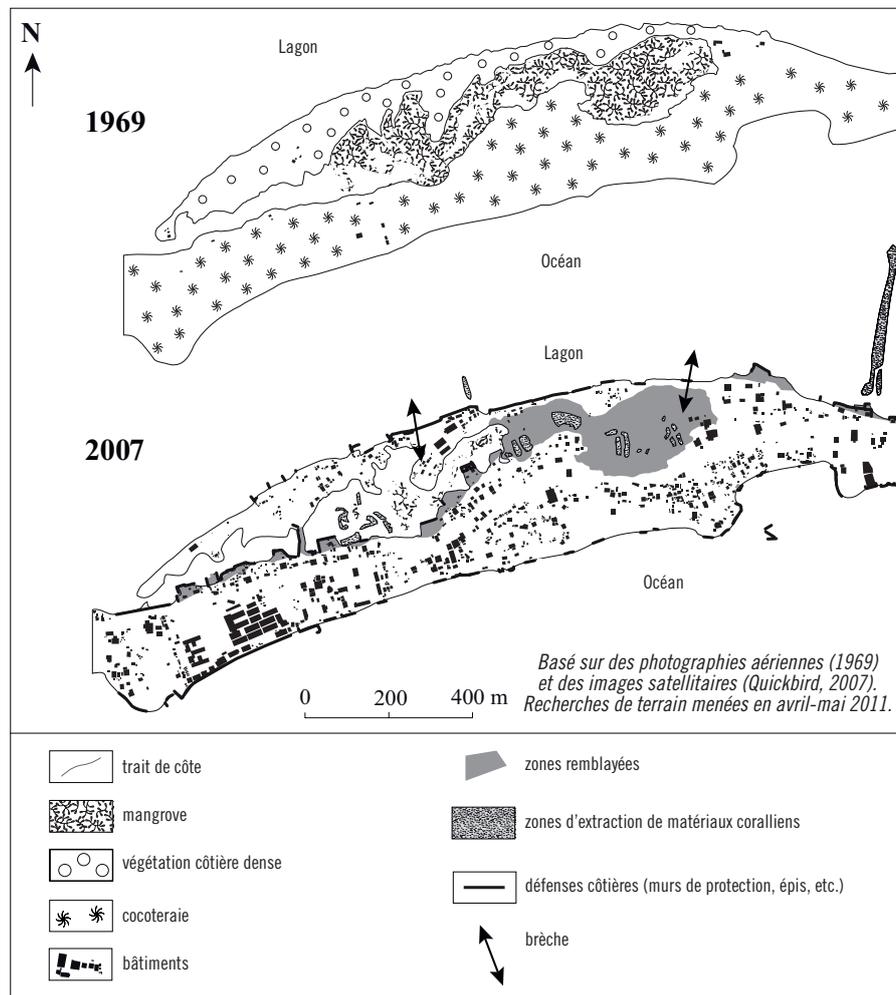
Pour cartographier les zones les plus exposées à la submersion, il est indispensable de réaliser des relevés d'altitude à haute résolution à l'aide de GPS<sup>7</sup>. Le levé de centaines de points d'altitude par km<sup>2</sup> permet de déterminer avec précision le relief des îles au travers de modèles numériques de terrain qui mettent en évidence les variations entre les zones les plus hautes et les plus basses (figure 2). En complément, l'étude détaillée de la morphologie littorale fournit des éléments sur le degré actuel d'exposition à la submersion des zones aménagées, ainsi que sur leur exposition probable à ce

5. Le seuil de concentration en CO<sub>2</sub> atmosphérique de 400 ppm a été franchi en mai 2013 dans la station de mesure de l'observatoire Mauna Loa (Hawaii). À cette même station, il était par exemple de 386 ppm en 2009.

6. Ce n'est pas le cas partout : dans certains atolls, des sédiments inertes, hérités de périodes anciennes, contribuent de manière significative à l'alimentation des îles.

7. Global Positioning System.

Figure 3. Densité de population dans le secteur d'Eita-Bangantebure (Tarawa Sud)



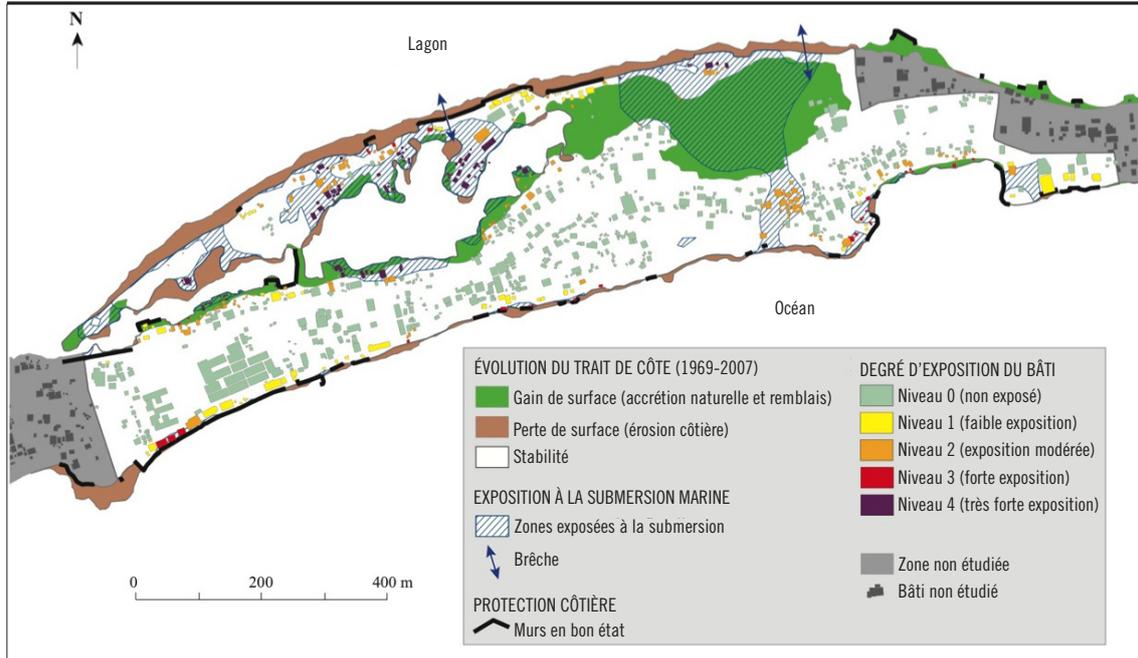
Note : Les îles de l'atoll-capitale sont passées en une quarantaine d'années d'un mode d'occupation rural caractérisé par de faibles densités à une configuration urbaine anarchique. Les densités de population dans certaines îles de Tarawa Sud dépassent 13 000 hab./km<sup>2</sup>. Ici, le secteur d'Eita-Bangantebure.  
Source : Duvat *et al.*, 2013.

risque dans le futur. Par exemple, une zone basse peut être protégée de la submersion marine par un alignement de crêtes de débris coralliens qui font barrage aux vagues. Dans ce cas, l'évolution de ces barrières naturelles jouera un rôle majeur dans son exposition future à la submersion. Ces crêtes peuvent s'éroder, ce qui accroîtrait l'exposition des zones aménagées, ou au contraire continuer à se développer, ce qui maintiendrait leur protection. Il importe donc, pour pouvoir anticiper sur les niveaux de risque futurs, de mesurer et d'analyser avec précision leur évolution en comparant des photographies aériennes prises à différentes dates.

En parallèle, d'autres éléments, d'origine anthropique ceux-là, contribuent à définir le niveau de risque, comme les ouvrages de défense (murs de protection, protections végétales, etc.) édifiés par

les autorités et les populations pour se protéger des assauts de la mer. Ces ouvrages peuvent tout autant avoir des effets protecteurs, s'ils sont bien conçus, que déstabilisateurs, s'ils sont mal placés et mal calibrés, auquel cas ils augmentent les risques d'érosion côtière, et même de submersion marine. Il est donc utile de caractériser aussi ce trait de côte artificiel à partir de levés de terrain systématiques, et d'évaluer l'efficacité de ces ouvrages ainsi que leurs impacts négatifs (Duvat, 2013a). L'analyse comparée de photographies aériennes à différentes dates, lorsqu'elle est possible, permet également de mettre en évidence l'évolution des modes d'occupation de l'espace et les processus de dégradation des écosystèmes (mangroves, récifs coralliens, etc.) qui exacerbent les risques (figure 3). Dans le contexte d'explosion démographique qui

Figure 4. Exposition du bâti aux risques d'érosion et de submersion à Eita-Bangantebure (district urbain de Tarawa Sud, Kiribati)



Source : Duvat *et al.*, 2013.

caractérise l'atoll-capitale de Tarawa, cette analyse met en évidence la rapidité de l'urbanisation qui se fait au détriment des écosystèmes protecteurs. Enfin, d'autres axes d'analyse comme les nouveaux rapports de la population à l'environnement (aléas et ressources), la déliquescence ou la transformation des mécanismes traditionnels de solidarité, ou encore les politiques publiques en matière de gestion du risque, sont autant d'éléments qui expliquent, en complément des précédents, la capacité du territoire tant à être résilient aux événements qui surviennent qu'à anticiper les risques futurs.

C'est donc par le croisement de données diverses que l'on peut déterminer des évolutions, acquérir une compréhension globale des dynamiques naturelles et anthropiques du territoire, et hiérarchiser les facteurs qui sont à l'origine des risques actuels et qui influenceront fortement sur ceux de demain. De tels travaux peuvent alimenter diverses stratégies de réponse face aux risques actuels et futurs. Ils permettent par exemple, à travers la caractérisation systématique de la nature et de l'état des ouvrages de défense présents sur le littoral, de dresser un diagnostic exhaustif du degré de protection des enjeux. Or, mettre en œuvre des politiques efficaces de défense des côtes est fondamental dans un contexte de renforcement des contraintes, environnementales (hausse du niveau marin) comme anthropiques (augmentation des densités

de population et des perturbations sédimentaires). Ces études apportent des réponses aux questions suivantes : quel est le degré de protection des différentes zones à enjeux ? Quelles sont à partir de là les zones à prioriser dans une stratégie de défense des côtes ? De telles démarches peuvent ainsi aider à mieux calibrer l'aide internationale qui procède généralement « au coup par coup », en intervenant sur les secteurs critiques (protection de l'aéroport international, par exemple) sans vision globale de la situation. Un diagnostic croisé occupation de l'espace/ouvrages de défense est requis pour pouvoir planifier la défense des côtes (quels ouvrages réparer et construire ? Quand ?), et réduire la vulnérabilité des enjeux clés (infrastructures, bâti, etc.).

Le croisement de cartes morphologiques, de modèles numériques de terrain et de cartes d'occupation de l'espace livre par ailleurs des données précieuses pour l'élaboration des politiques de planification territoriale. Il révèle les zones à risque et apporte des éléments utiles pour leur réduction (identification des « points hauts » et des secteurs les moins affectés par l'érosion pour l'accueil de populations menacées, par exemple). Couplés à l'analyse des dimensions socioculturelles (rapports sociaux, foncier, etc.) et économiques (secteurs en émergence, par exemple), ces diagnostics sont cruciaux pour identifier et gérer les prochains fronts pionniers de l'urbanisation, comme l'île de Buota à la jonction des districts de Tarawa Nord

et de Tarawa Sud, à travers des démarches de planification à plus long terme. Buota est facilement accessible par un pont depuis Tarawa Sud et elle recèle d'importantes réserves d'eau souterraine. C'est donc une zone à fort enjeu qu'il faut préserver de l'urbanisation sauvage et de ses impacts (pollution notamment). Il en va de même pour les îles des atolls extérieurs qui ne sont pas touchées par l'urbanisation et constituent des réserves d'espace par ailleurs riches en ressources. En dépit de l'existence d'obstacles fonciers à leur mise en valeur, il n'est pas impossible qu'elles puissent à terme jouer un rôle important dans le redéploiement du peuplement. Il faudrait alors veiller à ne pas reproduire les erreurs de Tarawa Sud. Une connaissance fine des caractéristiques actuelles de ces espaces est donc requise pour anticiper les dynamiques futures et faire en sorte qu'elles ne contribuent pas à accroître fortement les niveaux de risque.

Enfin, les travaux empiriques présentés ci-dessus contribuent à appréhender à une échelle très fine la vulnérabilité des populations aux aléas météo-marins. Parce qu'ils permettent de dresser une cartographie précise de l'exposition aux risques liés à la mer (figure 4), ils mettent en évidence les secteurs les plus menacés. De telles cartes indiquent aux décideurs les zones sur lesquelles il est le plus urgent d'agir pour renforcer la protection des populations. Au-delà, le recours aux systèmes d'information géographique (SIG) – outil déjà utilisé dans certains ministères de Kiribati, qui manquent cependant de données brutes – permet de calculer la part du bâti actuellement exposée à la submersion marine et/ou à l'érosion côtière. Nos travaux nous permettent d'estimer cette part à respectivement 13 % et 17 % des bâtiments de Bairiki et d'Eita-Bangantebure (Duvat *et al.*, 2013). Ce faisant, et puisque l'on croise la localisation du bâti à des données altitudinales, il est possible de simuler l'évolution de l'exposition suivant différents scénarios d'élévation du niveau de la mer. Cela ne requiert pas simplement de faire

monter mécaniquement le niveau moyen de la mer, mais également d'intégrer des composantes comme l'évolution de l'urbanisation (sur la base de l'analyse des tendances passées), notamment. Ces simulations, parce qu'empiriquement fondées, sont alors à même d'accompagner les décideurs dans l'élaboration de stratégies d'anticipation probantes car avant tout fondées sur les réalités locales (topographiques et foncières, par exemple).

## UNE PROBLÉMATIQUE PARTAGÉE

Tous les littoraux du monde sur lesquels se sont installées des sociétés humaines sont menacés par les événements météo-marins extrêmes. La tempête Sandy sur les côtes du New Jersey (États-Unis), en novembre 2012, l'a par exemple rappelé. Ainsi, si leurs caractéristiques physiques placent les États coralliens en première ligne des menaces associées au changement climatique, leur situation pose des questions plus universelles. Ces territoires ne sont donc pas marginaux et sont porteurs d'enseignements majeurs, dont un principal ressort de ce texte : si le changement climatique est une menace réelle – il est irresponsable et dangereux de le nier –, les problèmes de demain sont intimement liés à des modes actuels d'occupation de l'espace et d'exploitation des ressources qui ne sont pas durables. Cela signifie très concrètement qu'engager dès maintenant des politiques volontaristes de réaménagement de nos territoires et de protection de l'environnement constitue un pas majeur vers l'adaptation au changement climatique. Ce n'est plus une option, mais un impératif. Il est dès lors crucial que des travaux de recherche soient développés à des échelles géographiques suffisamment fines pour pouvoir appréhender dans leur complexité les processus qui génèrent aujourd'hui le risque, car ils constituent autant de leviers sur lesquels agir pour limiter les risques futurs. ■

## BIBLIOGRAPHIE

- Barnett, J. et J. Campbell (2010). *Climate change and small island states: power, knowledge and the South Pacific*. Earthscan, Londres.
- Becker, M.B. et al. (2012). "Sea level variations at tropical Pacific islands since 1950". *Global and Planetary Change* 80-81: 85-98.
- Duvat, V. (2013a). "Coastal protection structures in Tarawa Atoll, Republic of Kiribati". *Sustainability Science. Understanding and Managing Global Change in Small Islands*. DOI: 10.1007/s11625-013-0205-9.
- Duvat, V. (2013b). « Les impacts du changement climatique dans les îles tropicales françaises », p. 72-73, In Veyret, Y. et R. Laganier (dir.), *Atlas des risques en France : prévenir les catastrophes naturelles et technologiques*. Autrement, Paris.
- Duvat, V. et A. Magnan et F. Pouget (2013). "Exposure of atoll population to coastal erosion and flooding: a South Tarawa assessment, Kiribati". *Sustainability Science. Understanding and Managing Global Change in Small Islands*. DOI: 10.1007/s11625-013-0215-7.
- Duvat, V. et A. Magnan (2012). *Ces îles qui pourraient disparaître*. Le Pommier, Paris.
- Hoegh-Guldberg O., Mumby, P.J. Hooten, A.J. et al. (2007). "Coral Reefs under Rapid Climate Change and Ocean Acidification". *Science* 318(5857) :1737-1742.
- Longépée, E. et V. Duvat (2013). « Recomposition des territorialités rurales dans un petit État insulaire en développement. Kiribati (Océan Pacifique) », p.177-190, In : Charlery de la Masselière, B., Thibaud, B. et V. Duvat (dir.), *Dynamiques rurales dans les pays du sud. L'enjeu territorial*. Presses Universitaires du Mirail, 402 p.
- Magnan, A., (2013). *Changement climatique : tous vulnérables ? Repenser les inégalités* (préface de H. Le Treut). Éditions de la Rue d'Ulm, Paris.
- ONERC (2012). *Les Outre-Mer face au défi du changement climatique*. La Documentation Française, Paris.
- Rahmstorf, S (2007). "A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise". *Science* 315 :368-370.