



## Dynamiques environnementales

Journal international de géosciences et de l'environnement

38 | 2016

Entre ciel et mer : environnements insulaires et sociétés

---

# Des déficits en eau paradoxaux en milieu hypertropical : l'île de Fongafale (archipel de Tuvalu)

*The paradox of water shortages in an equatorial climate : Fongafale island (Tuvalu archipelago)*

Yannick Lageat et Caroline Rufin-Soler

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/dynenviron/718>

DOI : 10.4000/dynenviron.718

ISSN : 2534-4358

### Éditeur

Presses universitaires de Bordeaux

### Édition imprimée

Date de publication : 1 juillet 2016

Pagination : 140-159

ISBN : 979-10-300-0068-9

ISSN : 1968-469X

### Référence électronique

Yannick Lageat et Caroline Rufin-Soler, « Des déficits en eau paradoxaux en milieu hypertropical : l'île de Fongafale (archipel de Tuvalu) », *Dynamiques environnementales* [En ligne], 38 | 2016, mis en ligne le 01 juillet 2017, consulté le 10 décembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/dynenviron/718> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/dynenviron.718>

---



La revue *Dynamiques environnementales* est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.



Vue aérienne de l'île-capitale de Fongafale, atoll de Funafuti, Tuvalu (cliché : Tomoaki INABA, 2011, flickr).



# Des déficits en eau paradoxaux en milieu hypertropical : l'île de Fongafale (archipel de Tuvalu)

Yannick Lageat<sup>1</sup> et Caroline Rufin-Soler<sup>2</sup>

## Résumé/Abstract

En dépit de son appartenance au domaine hypertropical, qui ne connaît aucun mois « sec », l'île de Fongafale, de l'atoll de Funafuti (Tuvalu), subit, de manière irrégulière, de sévères déficits hydriques qui ne peuvent que se multiplier dans l'avenir. En effet, ayant été promue au rang de capitale depuis l'indépendance du pays en 1878, elle est confrontée à une demande croissante, la population ayant décuplé dans l'intervalle. Ainsi, durant un intense épisode La Niña en 2011, l'état d'urgence a dû être décrété le 28 septembre et n'a pu être levé que le 9 novembre, à la faveur de la mobilisation de la communauté internationale. Malgré la fourniture de citernes individuelles, tous les foyers qui en disposent sont susceptibles d'être confrontés à un rationnement drastique de l'eau potable dès que le total pluviométrique d'un mois est inférieur à 90 mm, situation qui peut survenir quand la Zone de Convergence du Pacifique-Sud migre au sud-ouest de sa position moyenne.

### **The paradox of water shortages in an equatorial climate: Fongafale island (Tuvalu archipelago)**

In spite of its equatorial climate, and the virtual lack of « rainless » months, Fongafale, the main islet in Funafuti atoll in the western central Pacific (8°30'S and 179°10'E), can irregularly experience water shortages which are expected to be more frequent in the future because of an increasing demand. Fongafale, with 1.42 km<sup>2</sup> in area, is the capital of Tuvalu Republic, with a population of more than 5 000 residents, which did not exceed 500 in 1978 when the Ellice Islands gained independence. Rainfall data have been available since July 1927, and during that period annual rainfall averaged 3 100 mm and ranged from 6 700 mm in 1940 to 2 100 in 2011. Droughts may have a significant social impact because rain is the only source of fresh water as the groundwater lens is contaminated by salt water intrusions and organic pollutions. The 2011 event provides an example of vulnerability to seasonal climate risk: on the 28<sup>th</sup> of September critically low water supplies cause the government of Tuvalu to declare a state of emergency. In October Australia, New Zealand, Korea and Japan delivered fresh water supplies and portable desalination units. The physical cause of the lack of rainfall was cooler than normal waters in the west equatorial Pacific associated with the strongest La Niña episode in recent recorded history, a positive departure of the Southern Oscillation Index (normalised pressure differences between Papeete and Darwin) and a southern migration of the South Pacific Convergence Zone. The rainwater harvesting systems should collect enough water to provide a minimum of 40 l/person/day to an average of 6,5 people per household. However, as the cumulative volume captured cannot exceed the storage capacity of the tanks (ca. 10 m<sup>3</sup>), the household will run out of water at some time during the year if a 90 mm threshold for monthly values is not attained. The widespread speculation about global environmental issues, and especially about the climate change-induced sea-level, does not take the vulnerability of a low-lying atoll to a slight intra-annual rainfall variability into account.

## Mots clés/Key-words

Tuvalu, ressources naturelles, déficits hydriques, risques, ENSO.

Tuvalu, natural resources, water shortages, risks, ENSO.

## Introduction

« La légende de la nature paradisiaque des « îles des Mers du Sud » est tout aussi fautive que celle de leur climat enchanteur. L'homme doit toujours y rester sur ses gardes », rappelait François Doumenge en 1966. Toutefois, à aucun moment, au long de sa thèse forte

de 600 pages, il n'envisageait que, parmi les contraintes aléatoires auxquelles pût être confronté l'habitant de ces îles, figurât une sécheresse que l'on peut qualifier de « sociétale ». À plusieurs reprises, à Fongafale, île de l'atoll de Funafuti promue au rang de capitale de l'État de Tuvalu (**figure 1**), une demande en augmentation rapide a considérablement accru la sensibilité de sa population à la variabilité climatique en dépit d'une

1. Université de Bretagne occidentale, Géomer, UMR LETG 6554 CNRS, Institut Universitaire Européen de la Mer - yannick.lageat@univ-brest.fr  
2. Université du Littoral-Côte d'Opale, TVES EA-4477 - rufin@univ-littoral.fr

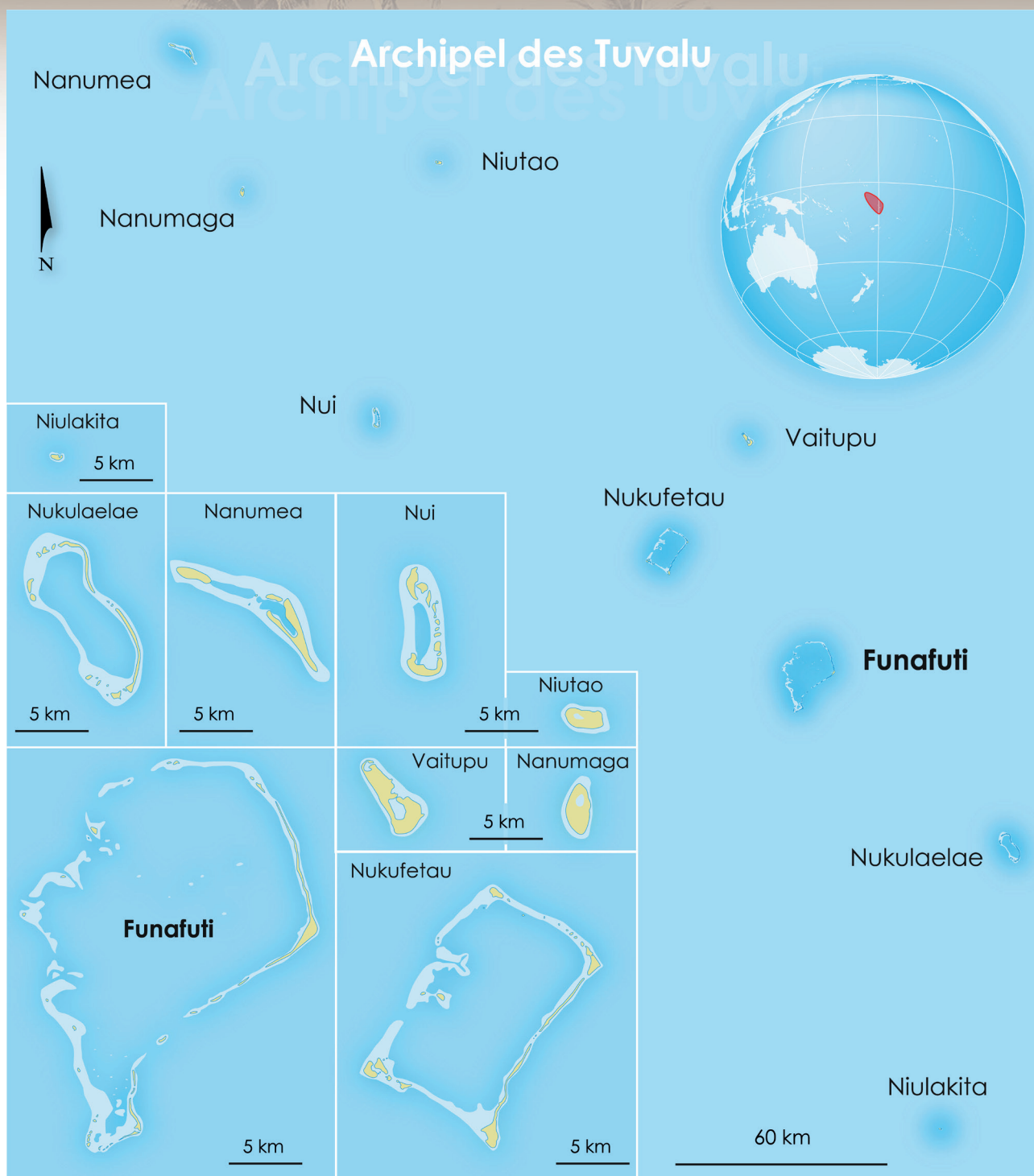


figure 1 : Localisation de l'archipel de Tuvalu et de l'atoll de Funafuti.

abondance pluviométrique exceptionnellement élevée. Bien loin des préoccupations que devrait engendrer la perspective, certes plus lointaine et très mal « contrainte », de la submersion marine programmée à l'échéance de la fin du XXI<sup>e</sup> siècle...

**I- Une abondance pluviométrique exceptionnellement élevée**

Il n'est guère, à la surface des aires océaniques, de terres qui, ne dépassant pas 5 m d'altitude, soient aussi arrosées que les atolls de l'ouest du Pacifique : on peut

leur appliquer le terme d'« hypertropical », emprunté à Ch.-P. Péguy (1970), pour désigner un type climatique qui réunit une double condition : 12 mois chauds et humides ( $P > 4T$ ) et une amplitude thermique inférieure à 6 °C. Toutefois, contrairement au centre et à l'est de l'océan, le « pot au noir » se dédouble, les dispositifs pluviogènes privilégiant Jaluit aux îles Marshall (5°50'N) et Funafuti (8°30'S) qui appartient à un archipel s'étirant sur 700 km entre les 5<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> degrés de latitude sud (figure 2).

Le total annuel moyen de l'atoll de Funafuti s'élève à quelque 3 100 mm (normale 1980-2009), et a même

atteint 3 500 mm (normale 1960-1989). Depuis juillet 1927, date du début du fonctionnement continu de la station météorologique de Fongafale, il n'est pas un seul mois, pendant 66 ans, qui n'ait été telle année le plus humide et telle autre année le plus sec (en dehors, pour cette dernière recension, de décembre). C'est dire le remarquable étalement de la pluviométrie en année moyenne (**tableau 1**).

Il est néanmoins évident, à la lecture de ces chiffres, que leur distribution saisonnière montre une prédominance des précipitations, accompagnée d'une plus forte intensité, durant l'été austral qui reçoit 60 % du total annuel entre novembre et avril (Thompson, 1987) (**figure 3**).

Ces modestes variations saisonnières sont enregistrées au sein de la « Zone de Convergence du Pacifique-Sud » (*South Pacific Convergence Zone*), qui est une structure pluvigène quasi-permanente dont la désignation est généralement attribuée à K.E. Trenberth (1976). Il semble qu'elle ait été reconnue dès 1930 par T. Bergeron à partir des analyses de surface, mais, en raison de l'extrême dispersion des stations insulaires dans le centre et l'est du Pacifique Sud, il fallut attendre l'imagerie satellitaire pour que pût être pleinement appréciée la vaste extension, tant spatiale que temporelle, de cette ZCPS. Depuis lors, nombre d'études ont été consacrées à « ce phénomène plutôt intrigant » - *this rather intriguing phenomenon* -, selon D.G. Vincent (1994).

Rares sont les climatologues français qui se sont interrogés sur la spécificité de la circulation atmosphérique au-dessus d'un océan où coexistent l'équateur météorologique (ou Zone de convergence intertropicale), segment d'orientation zonale localisé vers 5° N, et cette autre dorsale humide qui s'en détache pour joindre la Papouasie-Nouvelle-Guinée (5°S-140°E) à l'extrémité méridionale de l'archipel des Tuamotu (vers 30°S-120°W). On suivra J.-P. Vigneau (2000) qui la désigne comme « la confluence de flux d'alizés d'origines différentes », le flux du nord-est originaire de l'anticyclone de l'île de Pâques et le flux plus frais et moins humide de sud-est engendré par des anticyclones migrants circulant entre Tasmanie et Nouvelle-Zélande (parfois désignés sous l'expression de « Hautes Pressions de Kermadec »). Il n'est toutefois pas indifférent que la ZCPS s'étire à l'aplomb d'un appendice de la « piscine chaude du Pacifique occidental » (*Western Pacific Warm Pool*) s'étendant de 10°N à 18°S, de l'Indonésie à la ligne de changement de date près de l'équateur, et de l'Australie à la Polynésie française dans sa partie méridionale. Ces eaux chaudes de surface (température > 28 °C et salinité < 35 ‰) induiraient un affaiblissement des pressions qui, à leur tour, dirigeraient les vents de basse altitude dont

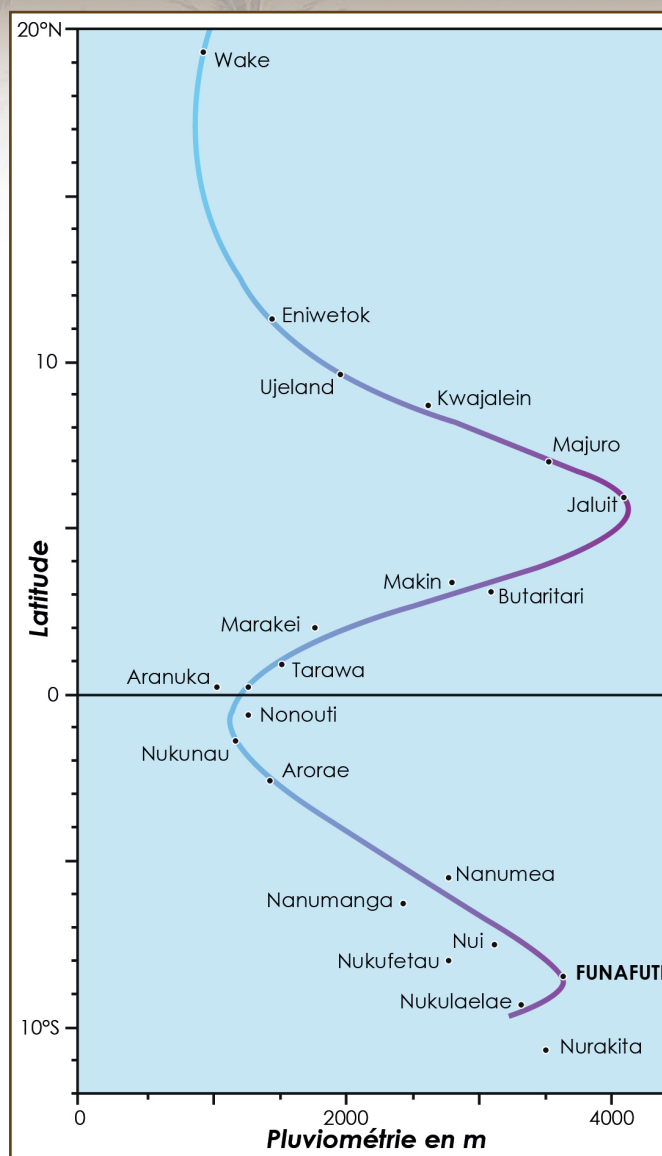


figure 2 : Les totaux pluviométriques en relation avec la latitude dans le Pacifique tropical à l'ouest de la ligne de changement de date (d'après Stoddart D.R. et Walsh R.P.D., 1992).

résulterait une convergence humide (Kiladis et al., 1989). « Une théorie explicative de la ZCPS manque encore », admettaient encore en 2007 K. Takahashi et D.S. Battisti (**figure 4**).

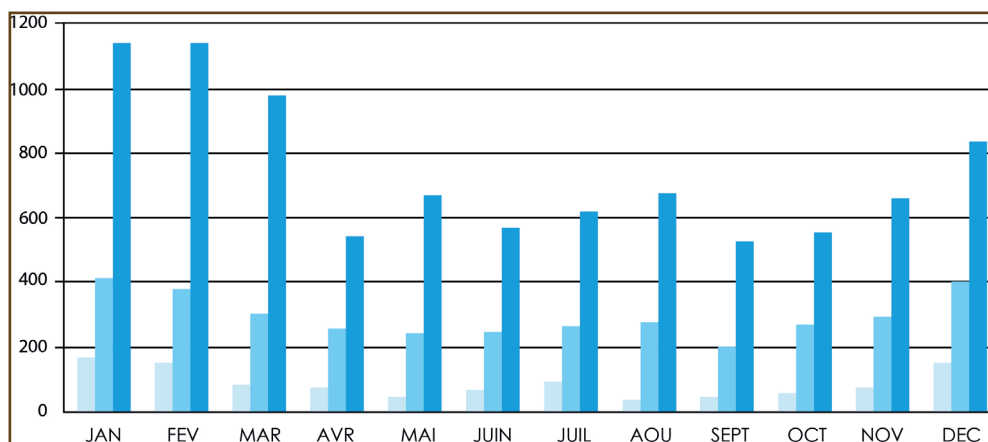


figure 3 : Distribution minimale, moyenne et maximale des précipitations mensuelles à Fongafale.

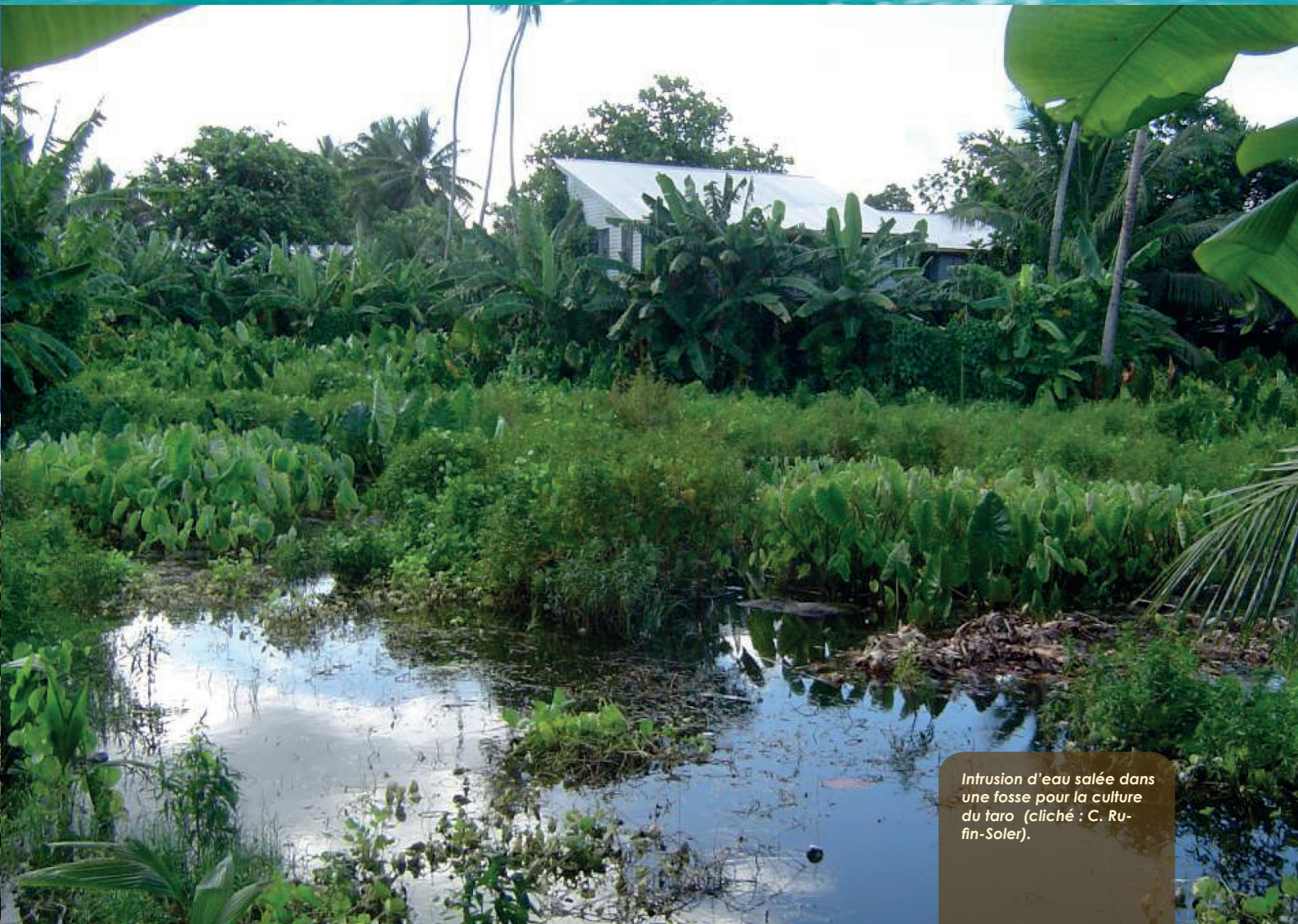
Façade lagonaire de l'île de Fongafale (cliché : C. Rufin-Soler).



Façade océanique de l'île de Funafara (cliché : C. Rufin-Soler).



*Le décor de carte postale : l'île de Fongafale vue du lagon (cliché : Y. Lageai)*



*Intrusion d'eau salée dans une fosse pour la culture du taro (cliché : C. Ruffin-Soler).*

Classement des mois	humides	secs
janvier	24 (36 %)	1
février	6 (9 %)	5 (8 %)
mars	6 (9 %)	3 (5 %)
avril	2 (3 %)	6 (9 %)
mai	3 (5 %)	11 (17 %)
juin	1	12 (18 %)
juillet	2 (3 %)	2 (3 %)
août	3 (5 %)	8 (12 %)
septembre	2 (3 %)	10 (15 %)
octobre	1	3 (5 %)
novembre	1	5 (8 %)
décembre	15 (23 %)	0

tableau 1 : Variabilité mensuelle dans l'abondance pluviométrique.

L'atoll de Funafuti se localise, en année « neutre » (Vincent *et al.*, 2011), près de l'axe de la SCPZ et est donc, en toutes saisons, surmonté par cette cheminée d'ascendance. C'est moins l'atténuation des précipitations pendant l'hiver austral qui singularise son rythme climatique que la contribution apportée, au cours de l'été, par des vents d'ouest, du nord-ouest et du nord : 42 %, contre 3 % en juin-juillet-août, et, de fait, la provenance du vent modal est de 300° en janvier et de 80° en juillet. On suivra donc G.M. Griffiths *et al.* (2003) qui, en été, introduisent une distinction, au sein de cette « zone » de basses pressions, entre un segment diagonal à l'est de la ligne de changement de date vers lequel convergent toujours les alizés austraux, et un segment d'orientation zonale, appartenant à l'équateur météorologique,

l'« auge de mousson » (*monsoon trough*) vers laquelle s'opèrent des incursions de l'alizé boréal dévié d'une plus grande efficacité pluviale.

**II- Une croissance démographique étonnamment forte**

Lors de la visite de l'atoll de Funafuti par une mission de la Royal Society of London en 1896, l'île de Fongafale couvrant 270 ha, n'hébergeait que 256 habitants, soit 7 % de la population tuvaluane (Yamamoto *et al.*, 2007). Cette proportion, qui n'était encore que de 15 % en 1973, s'est considérablement accrue puisque, lors du dernier recensement de 2002, elle atteignait 47 %, soit 4 500 personnes. Tandis que la population de six îles (Nanumea, Nanumaga, Niutao, Nui, Nukufetau et Nukulakita) régressait durant la période intercensitaire 1991-2002, celle de la capitale augmentait de 5 % par an. Le chiffre de 5 000 résidents est désormais dépassé puisque la population de Tuvalu, qui s'est longtemps accrue à un rythme annuel de 36 %, était estimée à quelque 12 000 individus en 2011 (Rufin et Lageat, 2015) (figures 5 et 6).

Une telle progression s'explique par le choix inopiné de l'armée américaine, durant la guerre du Pacifique, de s'installer massivement en 1941 sur ce Cendrillon de l'Empire britannique qui a rassemblé jusqu'à 6 000 soldats en 1942, ses habitants ayant été relogés sur l'île voisine de Funafara. Attaquée à neuf reprises en 1943 par l'aviation japonaise, Fongafale a été rendue opérationnelle par des aménagements massifs : construction d'un aéroport, création d'une aire de stationnement pour hydravions, édification d'un quai d'embarquement, ouverture de chenaux de navigation à travers l'anneau corallien... Les stigmates de cette présence se lisent dans le paysage

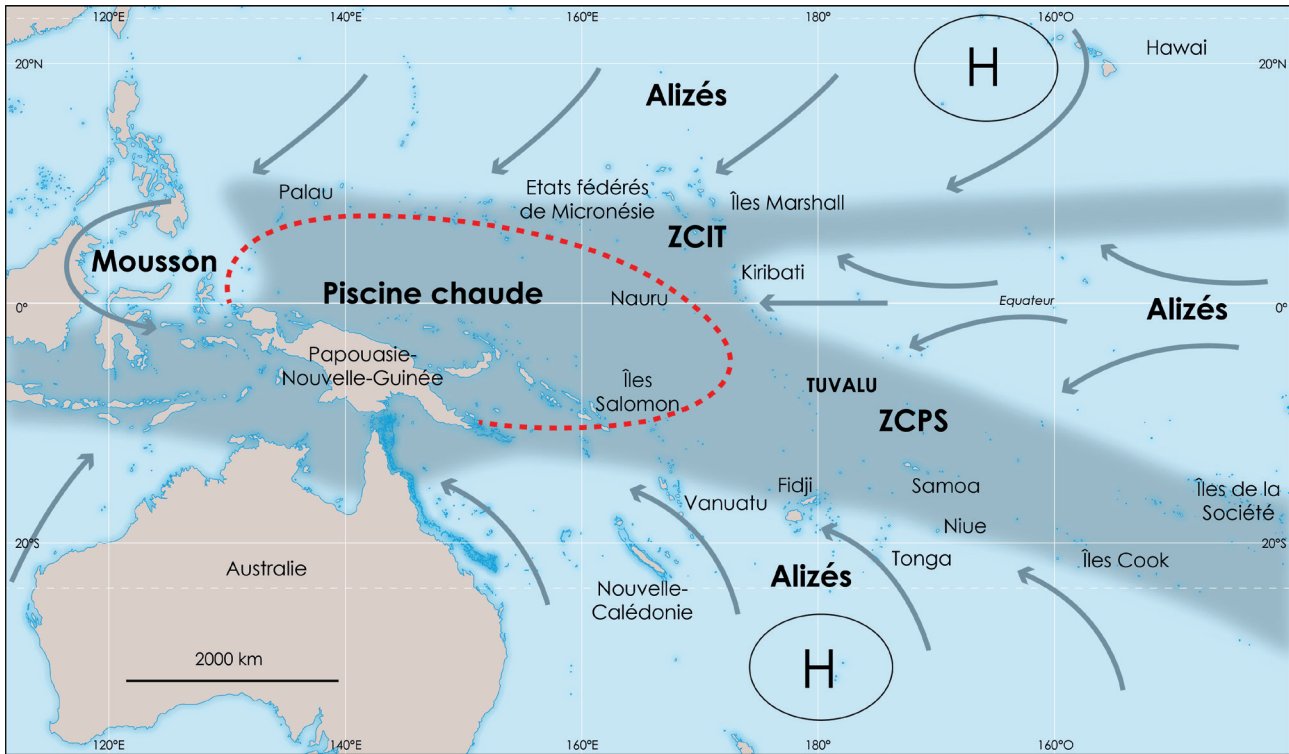


figure 4 : L'espace aérologique du Pacifique occidental (d'après l'Australian Bureau of Meteorology-CSIRO, 2011).





par la présence de dix *borrow pits*, cavités béantes qui occupent 52 ha de terres constructibles ou cultivables, les prélèvements lagunaires n'ayant pas suffi à répondre aux besoins en matériaux de construction (Yamano et al., 2007).

Grâce à cet héritage, l'île de Fongafale a été promue au rang de capitale au moment où l'archipel des Ellice s'est séparé des îles Gilbert en 1975, avant d'accéder à l'indépendance en 1978. Dès lors, les migrations en provenance des *outers islands* se sont multipliées, et, par exemple, la population du quartier de Lofeagai est passée, entre 2002 à 2011, de 399 à 637 individus, dont 75 % sont originaires du reste de l'archipel. À partir de 1999, s'est ajouté le retour des travailleurs employés dans les îles à phosphate de Nauru et Banaba (Kiribati). Aucun État dans le Pacifique n'a connu un exode rural et une urbanisation aussi rapides, suite à l'installation des départements ministériels, à l'implantation de nouvelles infrastructures et à la création d'emplois citadins (Connell, 2003). Cette forte croissance démographique, qui engendre des conflits fonciers en lien avec un considérable morcellement des terres, s'accompagne d'un développement spontané du bâti. La densité de population de la capitale de Tuvalu est passée de 280 habitants au km<sup>2</sup> au sortir de l'indépendance à 3 500 (contre 220 dans les *outer islands*) d'après les dernières études, et une telle croissance s'est évidemment accompagnée de modifications considérables de son environnement, mais aussi d'une contraction des ressources en eau douce (figure 7).



figure 5 : L'atoll de Funafuti (C. Rufin-Soler, 2004).

Selon P. Roy et J. Connell (1991), toutes les îles coralliennes de 1,5 ha et de 200 m de diamètre sont pourvues d'une nappe d'eau douce « flottant » hydrostatiquement sur l'eau salée en raison de sa

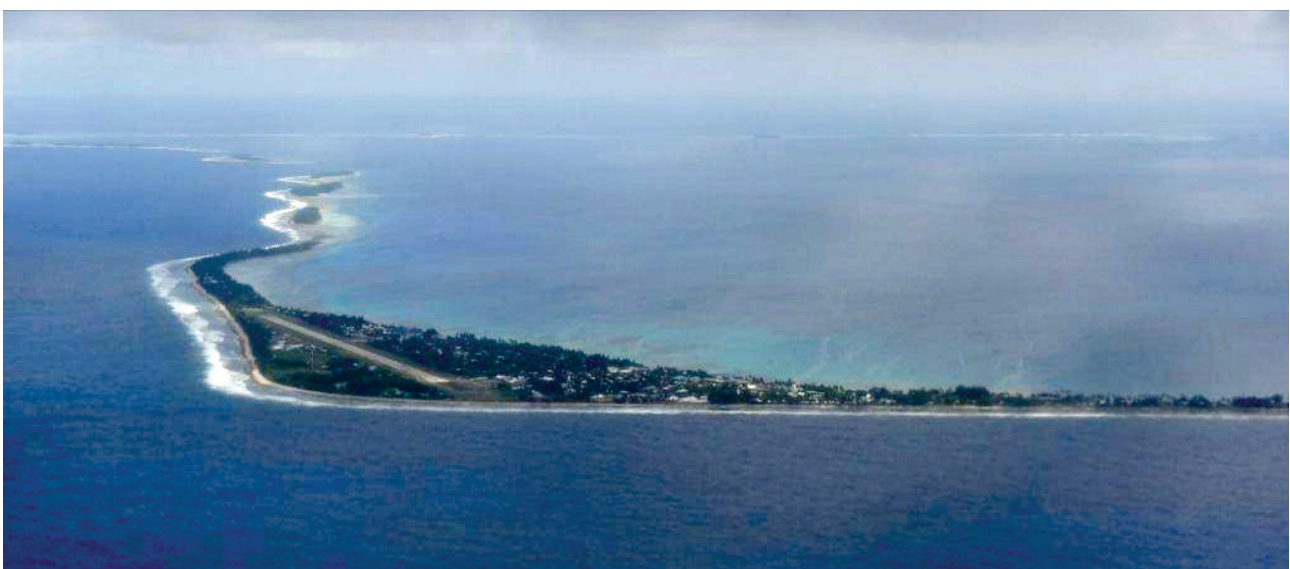


figure 6 : Vue de l'île-capitale de Fongafale (cliché : Y. Lageat, 2012).



Laisse de pleines mers sur  
le motu de Tefala (cliché :  
Y. Lageat).



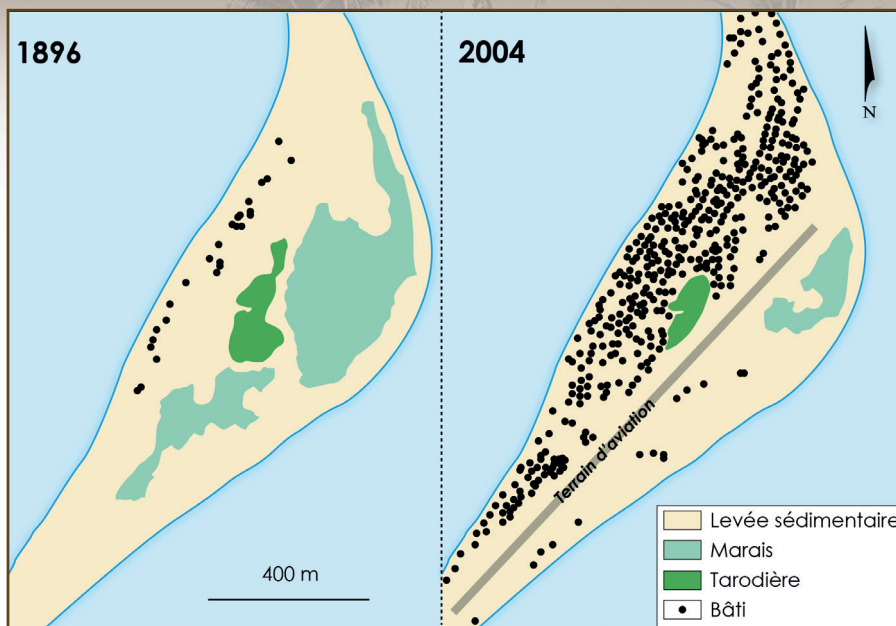


figure 7 : La densification de l'habitat dans la section médiane de l'île de Fongafale (d'après H. Yamano et al., 2007).

moins dense. Il est classiquement admis que cet aquifère, dit de Ghyben-Herzberg depuis les travaux de ces deux géologues à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, revêt la forme d'une demi-lentille dont le bord se raccorde avec la mer et que son volume est proportionnel à la largeur et la surface émergées. Calculée à partir de la formule de Penmann, l'évapotranspiration potentielle s'élève en moyenne annuelle à 144 mm (Thompson, 1987), et une importante fraction des précipitations s'infiltré donc dans le sous-sol poreux de l'île de Fongafale qui ne possède pas de réseau hydrographique de surface et ne porte que des sols squelettiques.

Toutefois, en raison de sa surexploitation, qui engendre une remontée de l'interface eau douce/eau salée au niveau des points de prise d'eau, en raison de la densification du bâti et du goudronnage des rues, qui empêchent son rechargement naturel, en raison des prélèvements, de quelque 150 litres par arbre et par jour, opérés par les cocotiers (*Cocos nucifera*) et les pandanus (*Pandanus tectorius*), la demi-lentille ainsi amincie est vulnérable à l'intrusion latérale d'eau de mer. Cette situation est particulièrement préjudiciable à la culture traditionnelle du tarot géant *palaka* (*Cyrtosperma chamissonis*) qui, cultivé dans des fosses, manifeste une faible tolérance au sel ( $\leq 2 \text{ mS.cm}^{-1}$ , alors que la résistivité électrique révèle des valeurs  $> 5 \text{ mS.cm}^{-1}$ ). Il s'y ajoute les pollutions diverses : effluents animaux dus à l'élevage porcin développé dans les années 1960 pour apporter des engrais naturels aux cultures, et effluents organiques liés à l'usage traditionnel des côtes lagonaires ou océaniques comme lieux d'aisance. En l'absence d'un réseau d'assainissement collectif se posent des problèmes de santé publique, des risques d'hépatite, de typhoïde, de gastro-entérite, étant liés à la contamination de l'eau douce par des bactéries coliformes, que révèlent les analyses bactériologiques. À Fongafale, depuis la Seconde Guerre mondiale, la nappe est sollicitée pour tout usage autre que la consommation courante, les puits étant, selon les mois

de l'année, soit pollués, soit saumâtres, soit même salés, comme l'indiquent les mesures physico-chimiques (Nakata et al., 2012).

De l'eau en bouteilles est certes importée des îles Fidji ou d'Australie - 24 000 litres en 2010 -, mais à un coût qui limite sa consommation dans un pays où le salaire horaire minimum est de 2,20 € pour un travailleur non qualifié et de 2,70 € pour un travailleur qualifié, et où 26 % de la population vivaient sous le seuil de pauvreté. Aussi la seule alternative consistait-elle à recueillir les eaux pluviales qui sont bouillies pour la boisson et la cuisine. Cette collecte, grâce à l'adoption de toits en tôle, a bénéficié de la fourniture des citernes individuelles (*tanks*), dont les premières en ciment avaient

une contenance de 3 600 litres. La capitale dispose par ailleurs de citernes collectives dont l'eau est attribuée gratuitement pendant la saison sèche, tout en étant rationnée, et vendue durant la saison humide : la plus volumineuse de 1 600 m<sup>3</sup> se trouve au sous-sol du bâtiment gouvernemental construit entre 2002 et 2004. La capacité d'emmagasinage de Fongafale, qui n'était que de 5 500 m<sup>3</sup> en 1995, était estimée à quelque 13 000 m<sup>3</sup> en 2006, avant la livraison par la Commission européenne et l'Australie, à partir de 2008, de 900 citernes individuelles en polyéthylène de 10 000 litres (Gerber et al., 2011) (figure 8).

La pénurie de 1999, longue de six semaines, avait conduit à l'achat au Japon d'une usine de désalinisation, laquelle a été remplacée en 2006 par une nouvelle installation à osmose inverse, d'une capacité journalière de 40 000 litres, mais elle ne peut être utilisée qu'en dernier recours à cause de son coût de fonctionnement. La dépendance à l'égard des précipitations demeure donc une contrainte forte pour la population de l'île.

### III- Une vulnérabilité sociétale considérablement aggravée

De manière récurrente, Fongafale est soumise à des accidents climatiques quoique l'irrégularité interannuelle puisse être considérée comme modérée : certes, en 66 ans, le total pluviométrique a oscillé entre 2 055 mm (en 2011) et 6 733 mm (en 1940), mais, selon C.S. Thompson (1987), la probabilité que l'atoll reçoive plus de 3 000 mm chaque année est de 81 %, et quatre années sur cinq, de 75 %, alors qu'elle n'est que de 4 % que ce total ne soit pas dépassé pendant deux années consécutives. Néanmoins, comme les gradients de précipitation sont très forts au voisinage de la SPCZ, de modestes déplacements par rapport à la position moyenne peuvent engendrer des changements drastiques pour les îles de la région, même à l'échelle intra-annuelle.



figure 8 : Citerne individuelle pour la collecte de l'eau de pluie (cliché : Y. Lageat, 2012).

E. M. Vincent *et al.* (2011) ont examiné les « excursions » de la ZCPS (figure 9), dont la plus spectaculaire, en 1982-1983, l'a conduite à un millier de kilomètres au nord-est de son tracé « moyen », et, à la faveur de cette orientation zonale, elle tend à se confondre avec l'équateur météorologique qui, lui-même, se décale sensiblement vers le sud. En ces circonstances exceptionnelles, des îles qu'elle chevauche habituellement (Samoa, Cook...) connaissent une profonde sécheresse, tandis que celles vers lesquelles elle s'est déplacée peuvent connaître des abats d'eau catastrophiques (cas des îles Marquises qui reçurent, durant ce même hiver, 2 400 mm contre 300 mm en moyenne). Cette situation, dite « asymétrique », s'est reproduite en 1991-1992 et en 1997-1998, et elle est associée à des phases El Niño, durant lesquelles l'atoll de Funafuti connaît une plus grande abondance pluviométrique : ainsi, entre septembre 1982

et mars 1983, Fongafale a reçu 3 100 mm. Ce n'est que dans de telles circonstances que l'archipel de Tuvalu subit des événements cycloniques : ce fut notamment le cas en 1997, quand Gavin, Hina et Keli l'ont successivement frappé les 5 et 12 mars et le 10 juillet, alors que, dans le même temps, les îles Fidji étaient durablement affectées par une contraction de leur pluviométrie.

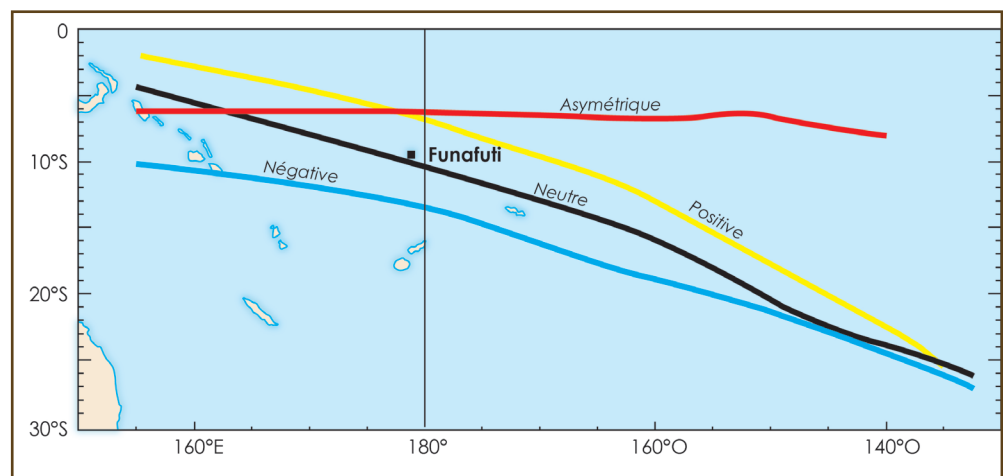


figure 9 : Les positions variables de la Zone de Convergence du Pacifique Sud (selon E.M. Vincent *et al.*, 2011).

Accumulation de galets coralliens observable dans une clairière de Fongafale.



Fixation de l'accumulation sédimentaire par les Pandanus.

*Implantation d'habitations : utilisation des anciens sites d'excavation - borrow pit, île de Fongafale, atoll de Funafuti (cliché : Y. Lageat).*



*Décharge sauvage sur l'île de Tengako, atoll de Funafuti (cliché : Y. Lageat).*





habitants ainsi dépendants eux aussi du complément apporté par les ressources gouvernementales et municipales.

Comme le montre un calcul simple, la seule possession de *tanks* par tous les ménages ne saurait assurer la couverture de leurs besoins en eau. Dans la limite de la contenance maximale des citernes, qui est de 10 000 litres et qui interdit tout cumul des surplus, on peut tenter de calculer le volume capté (V), en dépit de nombre d'approximations concernant la hauteur des pluies (H), la surface de l'impluvium (S) et le coefficient de ruissellement (C) :

$$V \text{ (litres)} = H \text{ (mm)} \times S \text{ (m}^2\text{)} \times Cr \text{ (\%)}$$

Si l'on retient une surface moyenne des toits de 70 m<sup>2</sup> et un coefficient de ruissellement sur tôle de 90 %, le remplissage des citernes est atteint dès que la pluviométrie dépasse 160 mm. La consommation minimale de chaque foyer peut être estimée à 7 900 litres par mois (40 litres x 6,5 individus x 30,4 jours), ce qui suppose un apport d'au moins 125 mm. Aussi le surplus mensuel ne peut-il guère excéder 2 100 litres, et il suffit qu'un seul mois reçoive moins de 90 mm pour que les citernes soient vidées. Si l'on prend en considération trois années successives (2010-2011-2012), il apparaît que chaque foyer disposant d'une citerne a pu être confronté à deux reprises, en novembre-décembre 2010 et de mai à octobre 2011, à un déficit concrétisé par le tarissement des *tanks* (figure 11).

Quelles que soient les incertitudes concernant l'intensification des événements extrêmes en lien avec le réchauffement climatique, Fongafale continue d'être sous la menace de déficits hydriques, et sa sécurité risque d'être d'autant moins assurée que les projections démographiques pour 2026 suggèrent un chiffre de population compris entre 15 200 et 18 800 habitants, avec une concentration accrue des Tuvaluans sur l'île-capitale. Comme l'écrivait J.-F. Dupon (1987), alors que « les ressources locales disponibles servaient naguère de régulateurs aux effectifs de peuplement » sur les atolls, leur restriction est désormais révélatrice d'une vulnérabilité croissante de leurs habitants (figure 12).

## Conclusion

Les atolls des mers tropicales seraient devenus le symbole des effets pervers du changement climatique responsable à la fois de l'élévation inexorable du

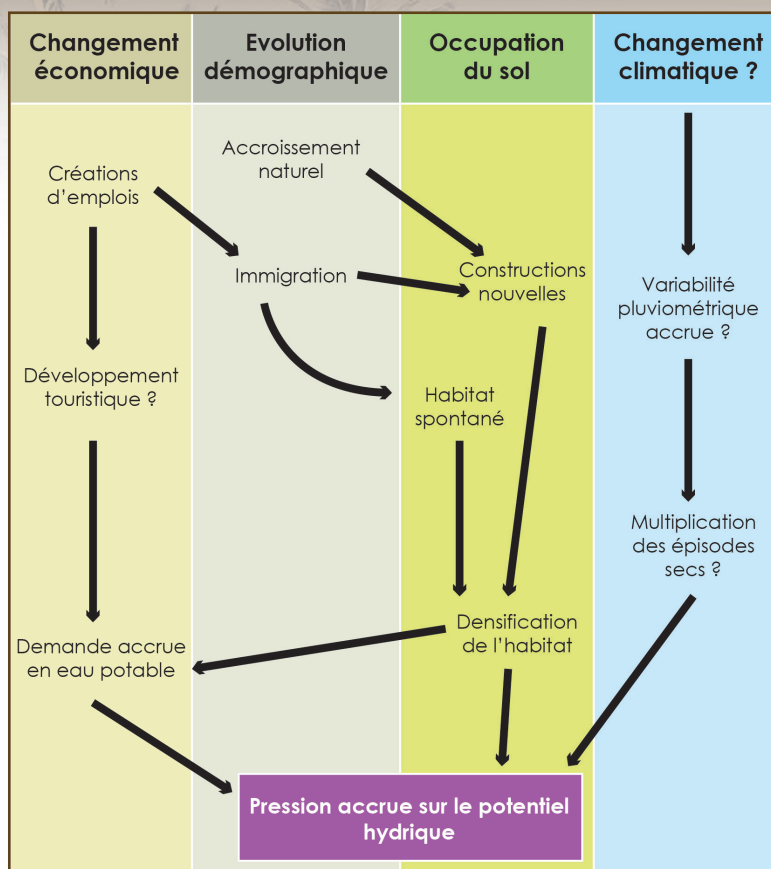


figure 12 : Les contraintes pesant sur la demande en eau à Fongafale.

niveau de la mer et de la fréquence et de la violence inédites des typhons. Or, ces deux menaces sont loin de figurer au premier rang des préoccupations des Tuvaluans dont l'attention ne se focalise pas exclusivement sur ce « futur incertain » auquel, selon les propres termes du président Apisai Ielemia, la communauté internationale estime que l'archipel est confronté. Il serait fort mal venu de considérer que, dans l'attente de ce désastre programmé, les habitants de Fongafale continueraient à mener une existence irénique. Bien avant qu'ils soient appelés à devenir des objets de compassion à l'échéance de la fin du XXI<sup>e</sup> siècle, ils risquent d'être plus fréquemment menacés par la raréfaction de l'eau potable, que par la multiplication des submersions temporaires.

**Remerciements** : Ils s'adressent à M. Sumeo Silu, National Disaster Management Officer à Fongafale, pour les informations qu'il a bien voulu nous fournir sur la crise de 2011, à M<sup>me</sup> Hilae Vivae, Director of the Tuvalu Meteorological Service, pour les données pluviométriques des années 2010, 2011 et 2012 qu'elles nous a communiquées, et à notre collègue Jean-Pierre Vigneau, professeur honoraire de l'Université de Paris 10-Nanterre, pour sa relecture attentive d'une première mouture.

## Références bibliographiques

- Bardsley W.E. et Vavae H., (2009).** A simple graphical technique for conditional long range forecasting of below-average rainfall period in the Tuvalu Islands, Western Pacific. *Natural Resources Research*, vol. 18, n° 4, pp. 277-283.
- Bergeron T., (1930).** Richtlinien einer dynamischen Klimatologie. *Meteorologische Zeitung*, vol. 47, pp. 246-262.
- Connell J., (2003).** Losing ground? Tuvalu, the greenhouse effect and the garbage can. *Asia Pacific Viewpoint*, vol. 44, n° 2, pp. 89-107.
- Doumenge F., (1968).** *L'homme dans le Pacifique Sud*. Société des Océanistes, Musée de l'Homme, Paris, 1966, 635 p.
- Dupon J.-F., (1987).** Les atolls et le risque cyclonique. Le cas des Tuamotu. *Cahier des Sciences humaines*, ORSTOM, vol. 23, n° 3-4, pp. 567-599.
- Folland C.K., Salinger M.J., Jiang N. et Rayner N.A., (2003).** Trends and variations in South Pacific Island and ocean surface temperatures. *Journal of Climate*, vol. 16, pp. 2859-2874.
- Gerber F., Holland P. et Lal P., (2011).** *The DCCEE-IUCN project: assessing the social and economic value of climate change adaptation in the Pacific region. Case study: water quality, quantity and sanitation improvements as an adaptation to climate change, Tuvalu – a preliminary assessment*. IUCN Regional Office for Oceania, Suva, Fidji, 97 p.
- Griffiths G.M., Salinger M.J. et Leleu I., (2003).** Trends in extreme daily rainfall across the South Pacific and relationship to the South Pacific Convergence Zone. *International Journal of Climatology*, 23, 847-869.
- Kiladis G.N., von Storch H. et van Loon H., (1989).** Origin of the South Pacific Convergence Zone. *Journal of Climate*, vol. 2, pp. 1185-1195.
- Nakata S., Umezama Y., Taniguchi M. et Yamano H., (2012).** Groundwater dynamics of Fongafale islet, Funafuti atoll, Tuvalu. *Ground Water*, vol. 50, n° 4, pp. 639-644.
- Péguy Ch.-P., (1970).** *Précis de climatologie*. Masson & C<sup>ie</sup>, Paris, 2<sup>e</sup> édition, 468 p.
- Roy P. et Connell J., (1991).** Climate change and the future of atoll states. *Journal of Coastal Research*, vol. 7, pp. 1057-1075.
- Rufin-Soler C., (2004).** *Évolutions environnementales des littoraux des atolls coralliens dans les océans Indien et Pacifique : le cas des archipels maldivien et tuvalu*. Thèse de géographie, Université de Bretagne occidentale, 2 vol., 429 p. + annexes.
- Rufin-Soler C. et Lageat Y., (2015).** Un atoll emblématique des risques environnementaux ? Funafuti (archipel de Tuvalu) entre menace planétaire et contraintes quotidiennes. *Annales de Géographie*, n° 705, pp. 523-540.
- Stoddart D.R. et Walsh R.P.D., (1992).** Environmental variability and environmental extremes as factors in the island ecosystem. *Atoll Research Bulletin*, n° 356, pp. 1-71.
- Takahashi K. et Battisti D.S., (2007).** Processes controlling the mean tropical Pacific precipitation pattern. Part II: the SPCZ and the Southeast Pacific dry zone. *Journal of Climate*, vol. 20, pp. 5696-5706.
- Thompson C.S., (1987).** *The climate and weather of Tuvalu*. New Zealand Meteorological Service, Wellington, Misc. Publ. 188 (6), 50 p.
- Trenberth K.E., (1976).** Spatial and temporal of the southern oscillation. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, vol. 102, pp. 639-653.
- Vigneau J.-P., (2000).** *Géoclimatologie*. Ellipses, Paris, 334 p.
- Vincent D.G., (1994).** The South Pacific Convergence Zone (SPCZ): a review. *Monthly Weather Review*, vol. 122, pp. 1949-1970.
- Vincent E.M., Lengaigne M., Menkes C.E., Jourdain N.C., Marchesiello P. et Madec G., (2011).** Interannual variability of the South Pacific Convergence Zone and implications for tropical cyclone genesis. *Climate Dynamics*, vol. 36, pp. 1881-1896.
- Yamano H., Kayanne H., Yamaguchi T., Kawahara Y., Yokoki H., Shimazaki H. et Chikamori M., (2007).** Atoll island vulnerability to flooding and inundation revealed by historical reconstruction: Fongafale islet, Funafuti Atoll, Tuvalu. *Global and Planetary Change*, vol. 57, pp. 407-416.

Le décor de carte postale : le motu de Tefala  
(cliché : Y. Lageat).



Vue aérienne des îles de  
Fongafale et de Fatato  
(cliché : Y. Lageat).



*L'envers du décor :  
décharge sauvage à l'ex-  
trémité septentrionale de  
l'île de Fongafale (cliché :  
Y. Lageat).*

