



## Dynamiques environnementales

Journal international de géosciences et de l'environnement

37 | 2016

L'archipel du Cap-Vert : risques, géopatrimoine et sociétés

---

# Le problème de l'eau à Fogo (archipel du Cap-Vert)

*Water problems in Fogo (Cape Verde archipelago)*

*O problema da água em Fogo (arquipélago do Cabo Verde)*

Yannick Lageat et Jean-Claude Vigneau

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/dynenviron/877>

DOI : 10.4000/dynenviron.877

ISSN : 2534-4358

### Éditeur

Presses universitaires de Bordeaux

### Édition imprimée

Date de publication : 1 janvier 2016

Pagination : 98-113

ISBN : 979-10-300-0067-2

ISSN : 1968-469X

### Référence électronique

Yannick Lageat et Jean-Claude Vigneau, « Le problème de l'eau à Fogo (archipel du Cap-Vert) », *Dynamiques environnementales* [En ligne], 37 | 2016, mis en ligne le 01 janvier 2017, consulté le 28 novembre 2019. URL : <http://journals.openedition.org/dynenviron/877> ; DOI : 10.4000/dynenviron.877

---



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.

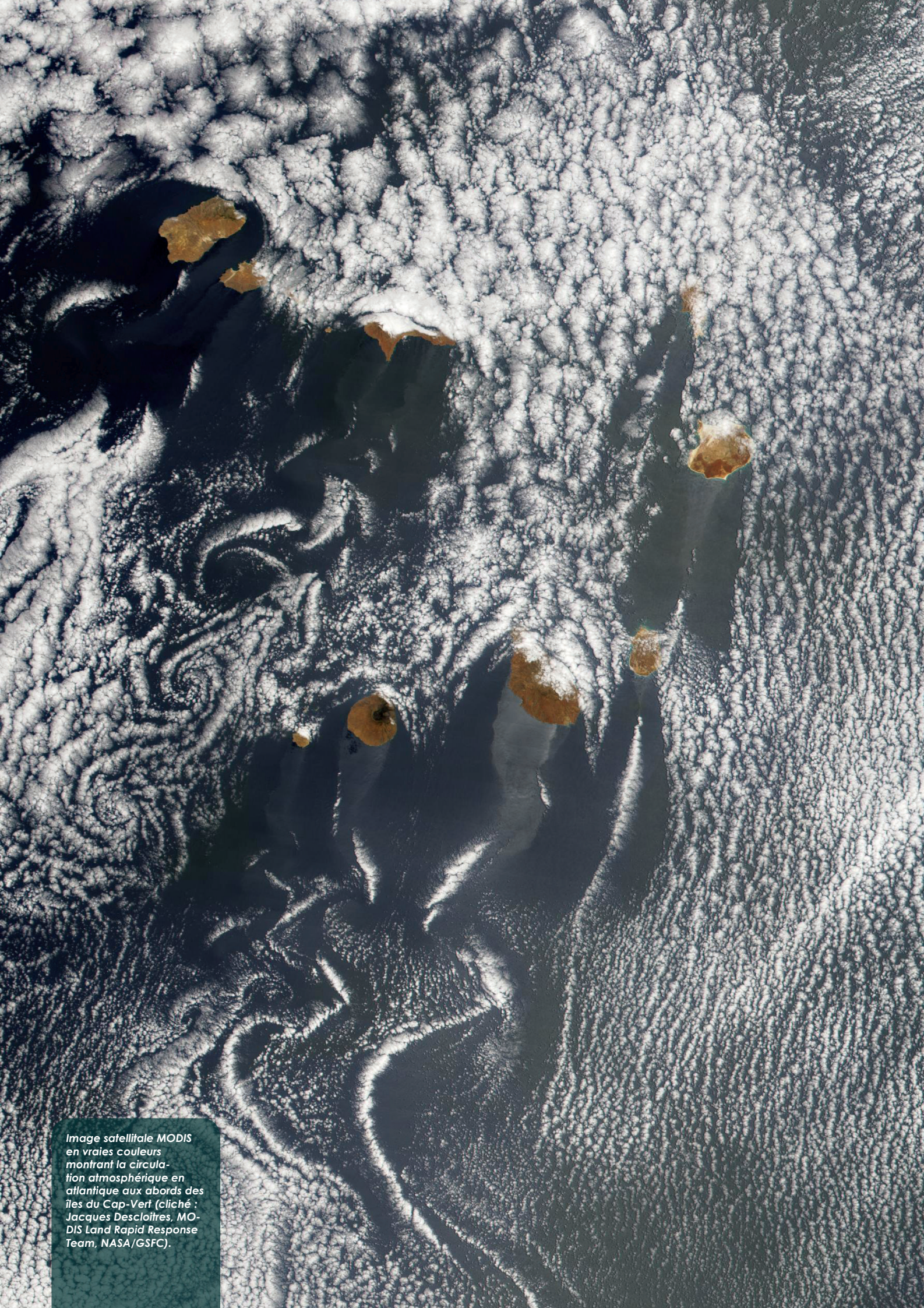
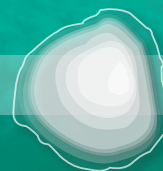


Image satellitale MODIS en vraies couleurs montrant la circulation atmosphérique en atlantique aux abords des îles du Cap-Vert (cliché : Jacques Descloitres, MODIS Land Rapid Response Team, NASA/GSFC).



## Le problème de l'eau à Fogo (archipel du Cap-Vert)

Yannick Lageat<sup>1</sup> et Jean-Claude Vigneau<sup>2</sup>

### Résumé/Abstract/Resumo

Fogo se distingue des autres îles de l'archipel cap-verdien parce qu'elle est associée à un stratovolcan de forme en plan circulaire – d'environ 25 km de diamètre – culminant à 2 800 m, mais, comme les autres, elle participe de la même incertitude pluviométrique et a subi, tout au long de son histoire longue de cinq siècles, des ajustements morbides que n'aurait pas désavoués Malthus. Il a fallu attendre les années 1950 pour que les envois de fonds par les émigrés et les interventions des organismes internationaux mettent un terme à la récurrence de famines meurtrières. En l'absence de correctifs, toute carence pluviométrique réduit les niveaux de production de la nourriture de base, le maïs, au-dessous des besoins de survie, et cette culture pluviale constitue une véritable loterie. Le caractère erratique de la pluviométrie découle de l'inefficacité pluviale du flux ultra-dominant (l'alizé océanique), porteur de stratus et de rosée côté nord, et de l'extrême irrégularité des interventions de l'équateur météorologique. Celui-ci avance parfois jusqu'à l'archipel. Mais, l'essentiel des chutes provient de remontées "ponctuelles" d'air de la mousson déclenchées par des mécanismes d'origine extratropicale : en saison ce sont les lignes de grains qui l'instabilisent ; hors saison ce sont les circulations de style "heug" qui le mobilisent, à haut niveau. Orographie et trajectoires des flux les plus efficaces expliquent le net avantage du versant nord-est.

#### Water problems in Fogo (Cape Verde archipelago)

Unlike the other islands Fogo consists of a single stratovolcano, which explains why it has the shape of a nearly spherical cone about 25 km in diameter with a 2,800 m-peak at its summit. From the earliest years more than five centuries ago, its history has been punctuated by periodic and catastrophic droughts and famines. These Malthusian disasters have repetitively lowered the number of its inhabitants to a more sustainable level. During the last decades private remittances from abroad and international assistance have lightened the critical reliance of an increasing population upon corn production which, due to the lack of irrigated fields, remains a lottery. The greatest climatic constraint is the erratic occurrence of rain during the agricultural season between July-August and October-November. This erratic pluviometry results from the lack of rain with the most frequent flux (the oceanic trade winds only bringing stratus or dew on the northern side) and from the weak direct rôle of ITCZ (the latter rarely reaching the archipelago), but, most of the rain is brought by localized northward pulses of monsoon driven by extratropical mechanisms. During the rainy season there are Squall Lines triggering its instability; out of the season the "mango rains" result from the effects of polar Trough Lines. Orography and flux trajectories account for the obvious advantage of the north-eastern slopes.

#### O problema da água em Fogo (arquipélago do Cabo Verde)

Fogo destaca-se das outras ilhas do arquipélago cabo-verdiano por estar associada a um estratovulcão que explica a forma de cone quase esférico - com cerca de 25 km de diâmetro - culminando a 2800 m, mas, tal como as outras, beneficia da mesma incerteza pluviométrica e sofreu ao longo dos seus cinco séculos de história ajustamentos mórbido dignos de Malthus. Foi preciso esperar pelos anos 1950 para que os envios de fundos de emigrados e as intervenções dos organismos internacionais acabem com a repetição de fome homicida. Na falta de correctivos, toda carência pluviométrica reduz os níveis de produção da comida básica, o milho, abaixo das necessidades de sobrevivência, e esta cultura em sequeiro torna-se uma verdadeira loteria. O carácter errático da pluviometria decorre da ineficácia pluvial do fluxo mais frequente (o vento alísio oceânico), portador de estratos e orvalho do lado norte, e da extrema irregularidade das intervenções da zona de convergência intertropical. Este avança às vezes até ao arquipélago. Mas maior parte da chuva provem de subidas pontuais de ar da monção provocadas por mecanismos de origem extratropical: durante a época da chuva a frente de rajadas ativa a sua instabilidade; fora da época são as circulações tipo "heug" que o mobilizam, a todos níveis. Orografia e trajectórias dos fluxos mais eficazes explicam a nítida vantagem da encosta nordeste.

### Mots clés/Key-words/Palavras-chave

Fogo, archipel du Cap-Vert, sécheresses, dynamiques atmosphériques, maïs, famines, importations, émigration.

Fogo island, Cabo Verde archipelago, droughts, dynamics of atmospheric circulation, corn, famines, importations, emigration.

Ilha Fogo, arquipélago do Cabo Verde, secas, dinâmicas atmosféricas, milho, fome, importações, emigração.

1. LETG-UMR 6554, Université de Bretagne Occidentale, France - yannick.lageat@univ-brest.fr  
2. Université de Paris X-Nanterre, France - jvigneau@u-paris10.fr

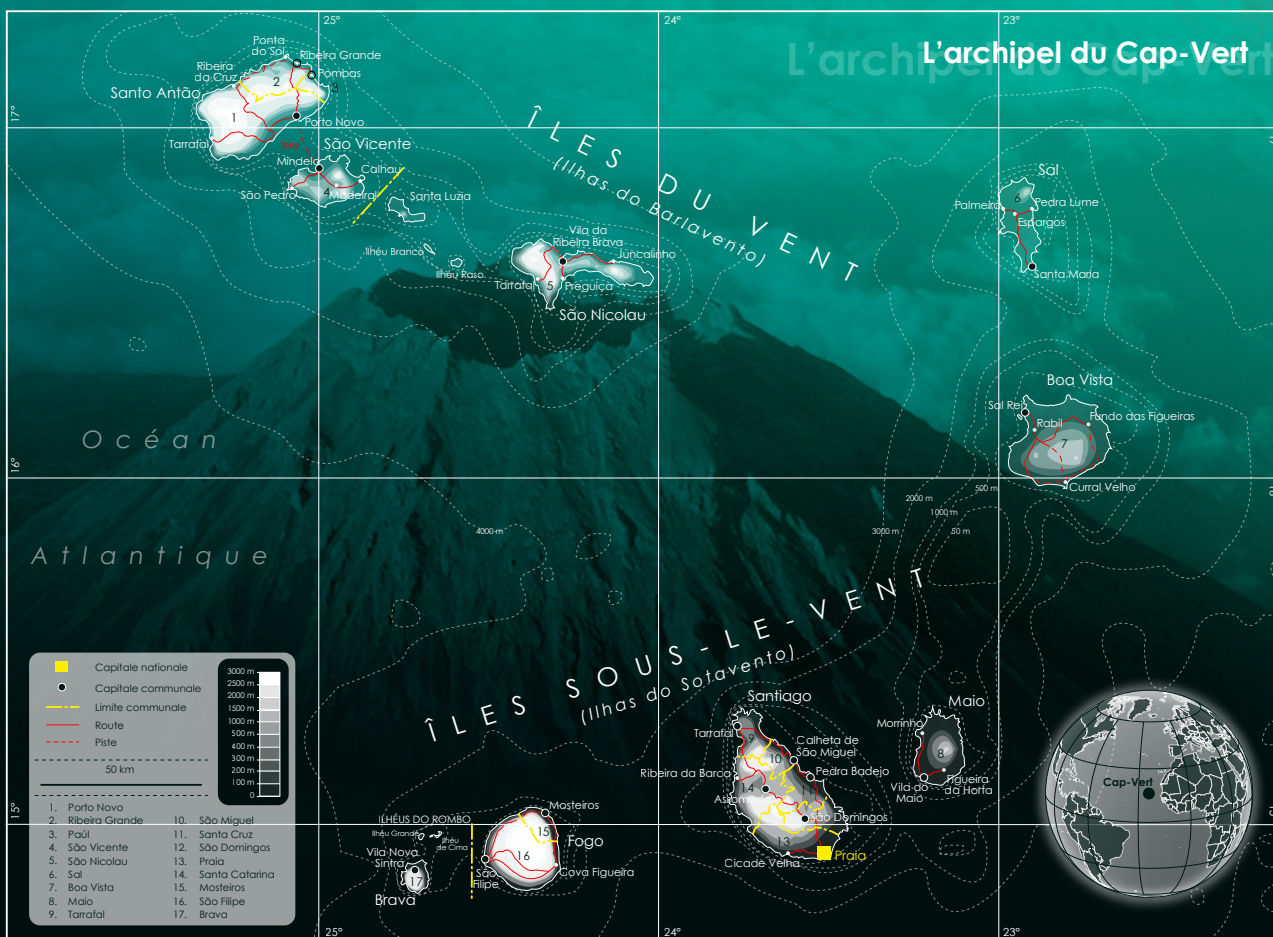


Figure 1 : l'archipel du Cap-Vert.

## Introduction

Rendant compte d'un ouvrage d'Orlando Ribeiro (1954), Pierre Gourou (1958) insistait sur un paradoxe géographique illustré par Fogo. Comment une population trop nombreuse, se chiffrant à 37 000 habitants en 2010, peut-elle se presser sur un strato-volcan aussi mal doué pour porter un aussi grand nombre d'hommes ? Quatrième île par sa superficie (476 km<sup>2</sup>) d'un archipel qui en compte dix, dont neuf sont habitées, sa densité est de 80 habitants au km<sup>2</sup>, mais atteint 500 habitants par km<sup>2</sup> de terres emblavées. Plus encore que ses voisines, elle « offre un exemple très pédagogique de défense et d'illustration de l'absence de déterminisme des lieux géographiques » (M. Lesourd, 1995), tant son histoire, longue de six siècles, est celle d'une lutte constante contre la soif, et donc contre la faim, puisque la vie y est conditionnée par ce facteur limitant qu'est la disponibilité de l'eau. L'hostilité du milieu a fait de la survie de ses habitants un perpétuel combat, toute carence pluviométrique réduisant les niveaux de production de leur nourriture de base, le maïs, au-dessous de leurs besoins de survie (figures 1 et 2).

### I- Une « trappe malthusienne »

Au Cap-Vert, la mise en parallèle de la dynamique de la population et de l'évolution des ressources renouvelables donne prise aux thèses catastrophistes d'obédience malthusienne. « Que de fois la sécheresse

et le manque de récoltes ont amené d'effroyables famines », notait Élisée Reclus en 1887. « Dans l'espace de quelques mois, la mort a souvent fauché plus d'individus que des années n'en avaient fait naître. »

On estime que, depuis le début du XVIII<sup>e</sup> siècle, l'archipel a connu une centaine d'années de secas, dont une quinzaine ont duré trois ans et plus. K. D. Patterson (1988), qui s'en est fait le chroniqueur, isole des *major famines*, dont les bilans ne peuvent faire l'objet que d'estimations grossières avant le premier recensement de 1878 :

- celle de 1730-1732 ou 1733, qui fit perdre à Fogo les deux tiers de ses 13 000 habitants ;
- celle de 1774 qui réduisit à nouveau sa population de 60 % ;
- celle de 1830-1833 : quand le Beagle fit relâche en janvier 1832 à Porto-Praya, « dans l'île Santiago, l'île la plus considérable de l'archipel du Cap-Vert », Darwin nota qu'elle était privée de pluie depuis plus d'une année ; en se prolongeant, cette seca engendra une terrible famine qui aurait fait 30 000 morts, enlevant à Fogo les deux tiers de la population, soit 12 000 individus ;
- celle de 1863-1866 : à la fin de l'année 1865, c'était au tour du médecin-major du vaisseau le Jean-Bart, lors d'une escale à Praia, de décrire des îles « dans un état de désolation extrême, dépeuplées par une famine qui dure depuis trois ans et qui a enlevé déjà, nous assure notre agent consulaire, près de 32 000 personnes », dont 7 000 à Fogo, soit quelque 40 % de ses effectifs.



figure 2 : Image satellitale représentant l'île de Fogo. La caldeira du Pico del Fogo fait 8 kilomètres de diamètre et son mur ouest s'élève de 1 kilomètre au-dessus du plancher du cratère. Ce volcan a récemment été actif : en 1995, des villageois ont évacué les lieux (crédit : Jesse Allen, 10 juin 2009, NASA Earth Observatory, Wikimedia commons).

Après des récurrences en 1902-1904 et 1920-1923, l'île a été plus dramatiquement frappée en 1941 et 1942, quand elle perdit 7 500 habitants, soit 27 % de sa population : 2 876 en 1941 et 4 758 en 1942, alors que la mortalité moyenne annuelle se chiffrait à 330. Et elle n'échappa pas à la dernière famine de 1946-1948, qui aurait, selon certaines sources, emporté 20 000 habitants de l'archipel, soit le cinquième de la population, dans l'indifférence de la puissance coloniale et l'ignorance de l'opinion internationale. Au total, Fogo, dont la population a stagné entre 1943 et 1950, n'a recouvré le chiffre de 1940 que vingt ans plus tard.

Il fallut attendre qu'un programme de travaux publics généralisés fût lancé par le gouverneur Silverio Marques, entre 1958 et 1964, pour injecter de l'argent frais dans les foyers paysans et réduire la tentation de l'exode rural. Depuis la proclamation de

l'indépendance en 1975, l'aide internationale a largement contribué à limiter les conséquences dramatiques d'une vie économique fondée sur la maïsiculture pluviale.

Même s'il ne fut pas confronté à une crise humanitaire, dont le caractère inédit explique la médiatisation, l'ensemble de l'archipel fut affecté par la « Grande Sécheresse » des années 1968-1985, avec deux paroxysmes en 1972-1973 et 1983-1984. Dès 1973, il s'associa à huit pays continentaux du « rivage » sud-saharien au sein du Comité permanent inter-États de lutte contre la sécheresse au Sahel (C.I.L.S.S.) : Burkina Faso, Gambie, Guinée-Bissau, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal et Tchad. On sait que, sur cette marge semi-aride, à la différence du désert franc, où toute culture est exclue en dehors des oasis linéaires ou ponctuelles, une série de bonnes années expose à la tentation du semis. Le

drame s'y est noué entre 1950 et 1967, quand cet « espace de circulation », dont le nomadisme pastoral était considéré comme le seul moyen de tirer parti, a été imprudemment transformé en « espace de production » à la faveur d'une période d'excédents pluviométriques.

Le Sahel continental avait certes enregistré des déficits hydriques de longue durée, probablement comparables en intensité à ceux des années 1912-1916 ou 1939-1944, largement occultés par les deux conflits mondiaux, mais, à Fogo, les sécheresses, s'étendant sur une année entière, voire plusieurs années consécutives, y ont traversé les siècles. Cette île, confrontée à des conditions précaires, a toujours vécu dans l'insécurité alimentaire, et son peuplement est considéré comme « une gageure » par Pierre Gourou : « Quelle étrange idée, pour des colonisateurs à la recherche de terres nouvelles, que de s'établir sur une île qui présentait de façon bien évidente tous les défauts que voici : pas de port facilitant l'accès ou permettant une aimable escale ; pentes rapides peu propices à l'établissement de larges étendues cultivées ; importantes surfaces radicalement inutilisables, du fait de la pente ou de l'affleurement de laves non décomposées ; danger des éruptions et des tremblements de terre ; climat marginal, où les pluies moyennes annuelles sont en deçà du minimum indispensable à l'agriculture en pays de hautes températures, et où des sécheresses très rudes peuvent supprimer les récoltes ; eau douce peu abondante ; aucune possibilité d'irrigation. [...] Pourquoi s'établir là où on devait être si mal ? »

L'explication réside dans l'enfermement insulaire depuis la découverte, dans les années 1460, d'un archipel désert par les Portugais. Une partie du trafic des esclaves à destination de l'Amérique, dont l'île de Santiago fut la plaque tournante jusqu'au milieu du XVII<sup>e</sup> siècle, a été détournée vers une utilisation locale : la production de sucre, de café et d'arachides. Établie de force dans une petite île d'où elle ne pouvait fuir, la population s'y est entassée, par « accumulation démographique », prise au piège, alors que les cultures d'exportation ne trouvaient même plus preneurs dans la « métropole ». La culture sous pluie y est certes possible, mais pas tous les ans, et elle constitue, de ce fait, une véritable loterie en raison des importantes variations pluviométriques interannuelles qu'elle connaît. Une conjonction d'années sèches, et la catastrophe s'abat.

Contrairement à l'Afrique occidentale proche, où sont cultivés le mil et le sorgho, céréales de cycle hâtif, rustiques et peu exigeantes, la base alimentaire cap-verdienne est le maïs, introduit par les Portugais depuis le Brésil en 1515. Or, les agronomes le considèrent comme un cultigène inadapté aux conditions environnementales, qui conviennent mieux à des plantes plus tolérantes à la sécheresse et plus productives, comme le « petit » et le « gros » mils. Visitant l'archipel entre juin et octobre 1934, Auguste Chevalier, professeur au Muséum national d'histoire naturelle, notait que « les seules pluies qui permettent au maïs

de se développer sont celles qui surviennent de juillet à octobre », observant qu'en 1931, « il ne tomba pas une goutte d'eau dans cette période ; il n'y eut pas de récoltes : une famine suivit, accompagnée d'une grande mortalité », que les chroniques n'ont guère retenues. À la faveur d'un séjour d'un mois à Fogo, du 18 juillet au 18 août 1934, il soulignait l'extrême variabilité interannuelle de la pluviométrie à São Filipe, ville principale de l'île : 23 mm en 1931, 178 en 1930, 243 en 1932, et 117 en 1933. La date d'installation des pluies, la longueur de la saison où elles peuvent se produire, leur distribution et leur intensité sont autant de paramètres qui participent de l'incertitude de la vie.

## II- Une pluviométrie erratique

À Fogo, et dans tout l'archipel, « le manque de pluie ne doit pas être considéré comme un accident climatique, mais comme entrant dans la norme » (P. Pagny, 1991). La spécificité de ce climat tropical insulaire tient à sa position : du côté oriental de l'océan Atlantique à quelque 600 km du littoral africain et autour de 15° N de latitude. Sa longitude implique un

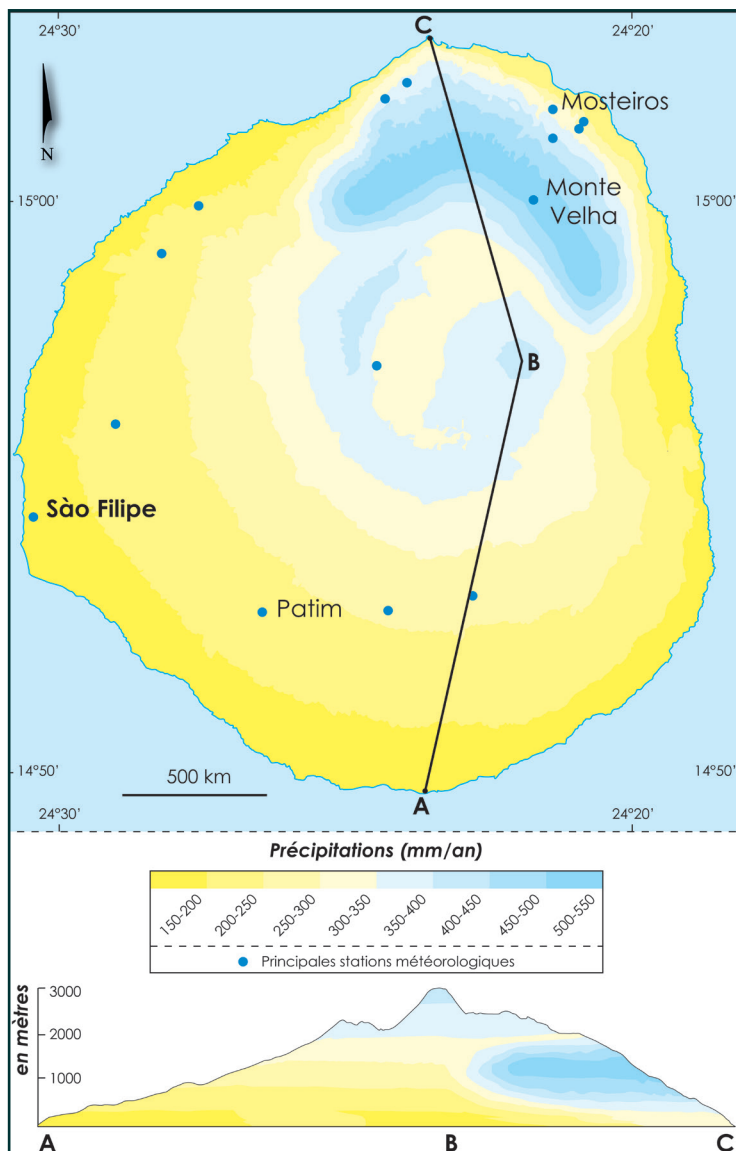


figure 3 : Carte et coupe pluviométriques de Fogo (d'après C. Olehowski et al., 2008).



alisez à structure stable ; sa latitude implique l'intervention des mécanismes de l'équateur météorologique – on écrira EM –, au gré de son battement saisonnier. L'alternance entre les deux modes de circulation se fait à parts très inégales. Même si, un temps, l'île a possédé deux aérodromes pour faire face à chacun des flux opposés, ceux de nord-est l'emportent largement. Le *tempo das aguas*, la saison à pluies (plutôt que des pluies), est donc bien plus réduit que le *tempo das brisas*. Le régime pluviométrique moyen s'apparente à celui de Dakar, avec un démarrage plus tardif des chutes éventuelles, au plus tôt, en juillet.

Plus précisément, la pluviométrie s'y caractérise par :

- l'irrégularité considérable des cumuls selon les années,
- la relative rareté des chutes généralisées,
- l'écart très marqué entre la faiblesse du total recueilli sur les basses terres et la surabondance des averses frappant la montagne,
- la distribution spatiale qui donne au front nord-oriental un net avantage sur la partie sud-occidentale. Ainsi, Patim, à 500 m d'altitude au sud, présente une moyenne annuelle de 223 mm (période 1945-2014), sans grande signification puisque le rapport entre les années la plus et la moins arrosées s'établit à 80 (679 mm en 2011, 8 mm en 1994). Pour autant que ses données soient totalement fiables, Monte Velha, à 1 300 m sur le versant nord-oriental du volcan, peut totaliser moins de 250 mm (1972, 1974, 1976, 1994, 1995, 2006) comme plus de 1 400 (1962, 1965, 1967, 1999). Les relevés des années 1950 affichent même des totaux supérieurs, atteignant 2 000 mm : de telles valeurs, bien qu'étonnantes, présenteraient une certaine cohérence s'agissant de la phase pluvieuse qui précéda la « Grande Sécheresse ». Comprendre ces

aspects passe par la description des temps et des types de pluviogenèse (figures 3 et 4).

Parmi les temps d'alizé, il faut mentionner l'alizé continental qui provient du secteur est. Entre novembre et mai, il peut atteindre les deux groupes d'îles : du vent (*Barlavento*) et sous le vent (*Sotavento*, dont Fogo fait partie). Son « haleine embrasée » (É. Reclus, 1887), chargée de poussières, voire d'acridiens, est réputée griller les cultures. Ce temps de *Lestada* (D. de Brum-Ferreira, 1989) constitue un facteur aggravant des ambiances atmosphérique (instantanée) et climatique (globale). Mais la prédominance appartient à l'alizé de nord-est, au trajet purement océanique (maladroïtement dénommé « maritime »). Son empreinte est décisive sur le paysage végétal : Darwin avait noté que les branches des arbres, ces « girouettes naturelles », s'alignent du nord-est au sud-ouest. Il est caractérisé par sa stabilité, due moins à la température de l'eau qu'à la stratification thermique, génératrice d'une puissante inversion sous laquelle s'écoule une couche d'alimentation « polaire » récente. L'ascendance étant bloquée, sa charge en vapeur ne peut être convertie en précipitations. Et pendant au moins 7 mois (de décembre à juin), les jours de pluie sont très rares : quelque 5 % des cas à Patim. Toutefois, à l'inversion peut correspondre un niveau de condensation en nuages stratiformes. Dans un flux régulier, il se situe autour de 1 000 m ; dans un flux animé par des « lignes de pulsation », qui marquent la limite entre des injections successives de noyaux de haute pression, la couverture prend un peu d'épaisseur. Les flancs montagneux exposés au secteur nord sont donc nimbés de pseudo-brouillards. En outre, la condensation par contact, sur les végétaux par exemple, y dépose une abondante rosée (ce qu'on nommait naguère les précipitations occultes). Pour preuve, A. Chevalier a noté que l'espèce

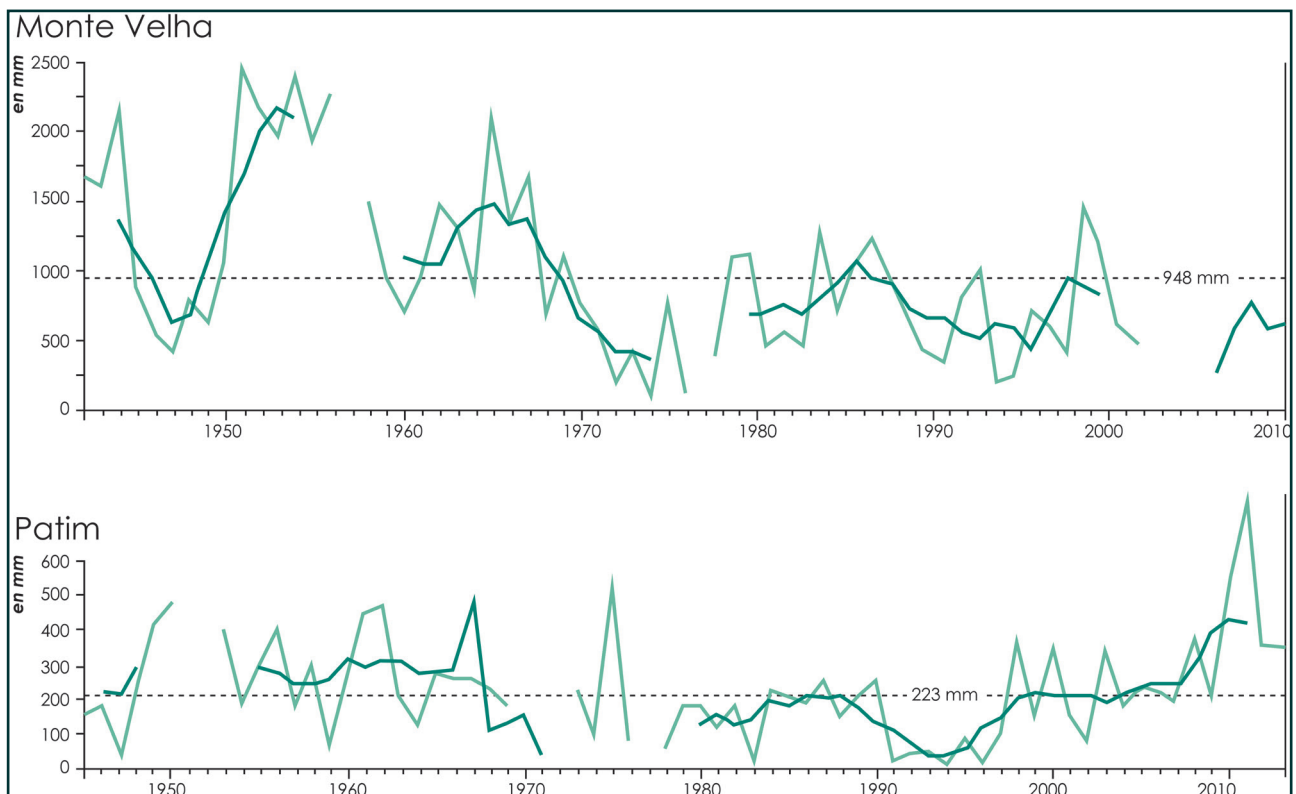


figure 4 : Précipitations annuelles et moyennes mobiles quinquennales à Monte Velha et Patim.

caractéristique est une fougère (*Adiantum Capillus-Veneris*) et que mousses et lichens garnissent les troncs des lauracées. Selon F. Reis Cunha (1964), le capteur, d'origine bavaroise, qui a fonctionné en 1962 à Monte Velha, a évalué l'eau reçue à un total de 2 790 mm (doublant la valeur mesurée au pluviomètre). De fait, depuis les années 1940, des agaves et des palmiers y sont utilisés comme arbres-fontaines. Des aspects qui disparaissent vers le sud de l'île.

Les véritables situations pluvieuses, bien que peu nombreuses, témoignent d'une diversité certaine, dictée par le jeu des circulations intra et extra-tropicales.

Les précipitations « de saison » résultent des avatars de l'EM, c'est-à-dire des divers mécanismes qui lui sont associés. Mais on ne peut comprendre ce que cet EM apporte et n'apporte pas à Fogo, sans préciser que, par rapport à lui, l'archipel occupe une position à la fois charnière et marginale.

La position charnière résulte de la dualité de cette composante majeure du fonctionnement aérologique. On sait que l'EM, espace de rencontre des circulations des deux hémisphères, se présente sous un double aspect : d'une part, une organisation verticale caractérisant les océans (le « Pot au Noir ») et dont le développement latitudinal reste limité – on parle d'équateur météorologique vertical (EMV) – ; d'autre part, une organisation continentale qui raccorde un EMV occupant niveaux moyens et supérieurs (au-dessus de 1 500 m) et se décalant modérément en latitude d'une saison l'autre, à un « biseau » à pente faible de basses couches montant beaucoup plus loin en latitude et correspondant à l'avancée du flux de mousson : c'est l'équateur météorologique incliné (EMI). En situation océanique, mais point trop loin du rivage, l'archipel se trouve aux longitudes où s'opère la mutation. Il est donc malaisé de définir, pour un jour donné, la structure qui peut toucher l'archipel : pur EMV ou EMI à pente forte (parce que raccourci).

La position marginale tient au déplacement différentiel des deux types d'EM que contribue à expliquer le contraste d'inertie thermique, et qu'illustre le **figure 5**. Sur l'océan, de décembre à février, l'EM se rapproche de l'Équateur (géographique) ; en mars, il entame une remontée en latitude ; de mai à juin, ce glissement plus lent sur l'océan que sur le continent a pour effet de couder le secteur de transition, au droit du rivage de Guinée – Sierra Leone. Ce retard se réduit en juillet sans disparaître – ce qui justifie la médiocrité de l'apport de ce mois. L'EM atteint sa latitude maximale en août-septembre. Bien que les tracés moyens s'alignent au sud de l'archipel, c'est en ces mois que les îles ont le plus de chances d'être atteintes. Mais elles le sont uniquement lors d'activations, dues à des pulsations australes, donc plutôt rarement et pour de courtes séquences. Il arrive même que l'activité de l'EM se réduise fortement ; ainsi en août 1994, Patim et Monte Velha ont connu leurs plus faibles cumuls : les valeurs citées plus haut, respectivement 8 et 200 mm, sont à la fois celles du mois et celles de l'année ! En revanche, le repli de l'EM vers le sud s'avère plus ou moins lent en octobre et novembre, d'où la possibilité de prolongation de la saison à pluies.

Dans le détail, les mécanismes ne se résument pas à la notation de « climat vécu » que le romancier de Sousa (2002) prête à l'un de ses personnages : « Quand la pluie débarque à São Filipe venant du sud-ouest, elle tombe sur toute l'île », formulation dans laquelle nous pouvons lire l'irruption de l'EM en position avancée. En effet, ce scénario n'est guère fréquent : certes trois quarts des jours pluvieux à Patim le sont pour l'île entière, mais cela représente entre 0 et 7 jours par an (pour la période 1992-2016). Plus nombreux sont ceux où le flux arrive d'un autre secteur et ceux où seul le haut pays est arrosé.

Ainsi, dans la mousson, il arrive que, sous l'effet de pulsations animant l'alizé continental, s'organise une circulation de sens cyclonique. Sa courbure active

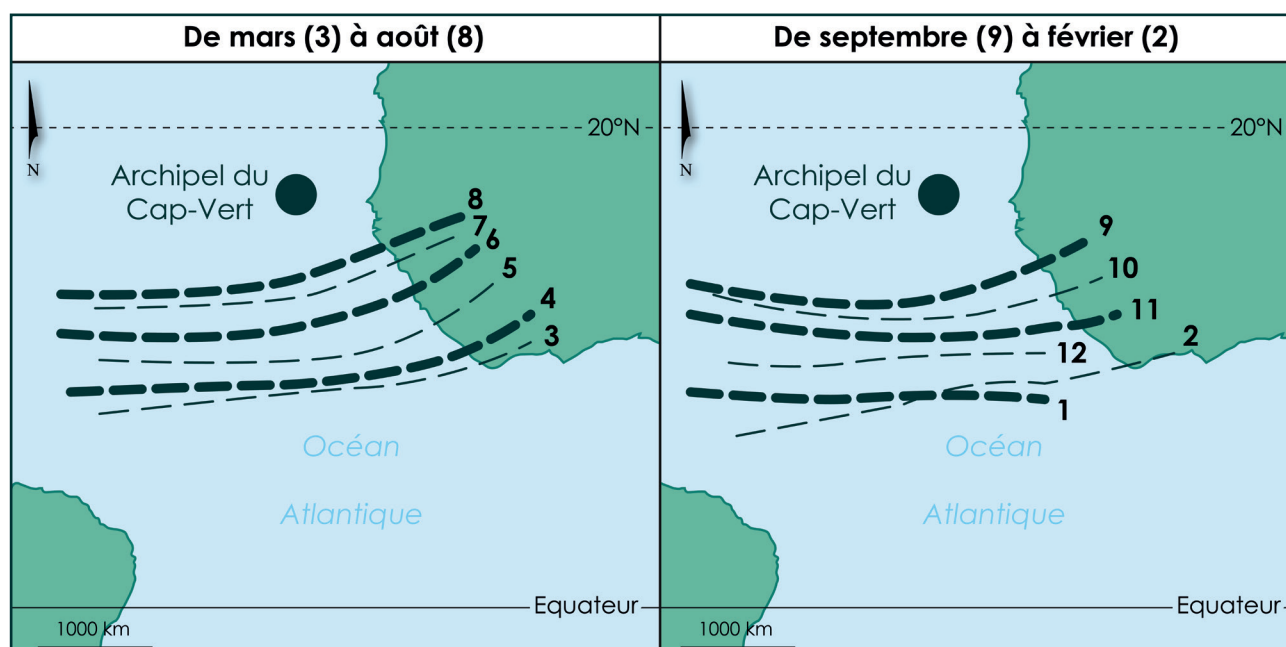


figure 5 : Positions moyennes mensuelles de l'Équateur Météorologique au large de l'Afrique occidentale, d'après Veille Climatique Satellitaire (1995 et 1996) : occurrences moyennes mensuelles des nuages à sommet froid.



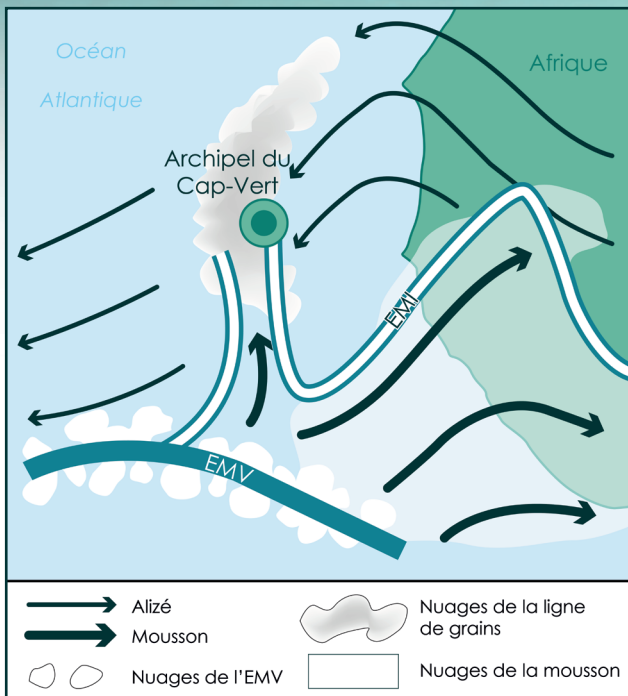


figure 6 : Exemple d'une ligne de grains efficace sur les îles du Cap-Vert (niveau 700 hPa, vers 3 000 m ; d'après A. D. Diouf, 1974 et M. Leroux, 1983, 2000).

la convergence, l'intensité des chutes et modifie constamment l'angle d'attaque, ne privilégiant aucune façade.

Le principal facteur de variété, et d'abondance réside dans les lignes de grains (LG). Sur le continent, elles courent d'est en ouest bousculant le biseau de mousson de l'EMI qui, par manque d'épaisseur, ne pourrait guère produire de précipitations sans elles. Elles résultent de la pénétration, en basses couches, de noyaux de hautes pressions venus de l'ENE. Repoussant l'air de la mousson vers le nord et en altitude, elles construisent un « mur », une violente ascendance que signale, sur les images satellitaires, un arc de nuages convectifs, grossièrement méridien, s'élevant très haut. Elles atteignent leur pleine vigueur quand cette pulsation entre en phase avec les flux d'est des niveaux moyens et supérieurs (M. Leroux, 2000). Ces LG se déplaçant à contre-mousson, depuis la longitude du Tchad en direction de l'Atlantique, n'atteignent pas toutes l'ouest du continent, *a fortiori* l'océan et l'archipel. Celles qui y parviennent, arrivées au contact de l'alizé océanique, présentent des dynamiques souvent affaiblies que, toutefois, l'effet orographique peut réactiver. Pour saisir la dissymétrie pluviométrique, on notera, en outre, qu'au passage de cette onde, la courbure du flux présente une composante de nord. Quant à l'abondance, elle est maximale lorsque de l'air de l'EM/mousson est mobilisé (figure 6).

Sans qu'il y ait de rapport avec leur efficacité sur l'archipel, ces LG constituent souvent le « creuset » des ouragans filant ensuite vers la Caraïbe. Il faut, autour d'eux, la convergence des flux de mousson et des alizés océanique et continental pour abaisser la pression et amorcer la mise en rotation. Leur violence s'affirme plus à l'ouest sur l'océan et on pourrait les passer sous

silence si, de façon exceptionnelle, elles ne frappaient une partie de l'archipel : 12 septembre 1892, 6 septembre 1961, 31 août 2015.

Le tableau serait incomplet si on ne lui ajoutait les pluies hors saison qui n'interviennent pas dans le calendrier agricole. Par exemple, du 1<sup>er</sup> au 4 janvier 1993, Monte Velha a cumulé 465 mm (la moitié du total annuel) en une des plus longues séquences pluvieuses enregistrées, alors que Patim a été épargnée. Ce cas n'est pas exceptionnel ; on en relève quelques autres, fort copieux sur le relief, à des dates parfois moins proches du cœur de l'hiver boréal. Ces précipitations peuvent atteindre Mauritanie et Sénégal, où elles sont désignées par le nom wolof de *Heug* (A. Seck, 1962). Elles se produisent sous des bandes nuageuses étirées du sud-ouest au nord-est qui correspondent à une circulation le long du flanc oriental d'un talweg d'altitude. Selon les théories, l'origine de ces basses pressions se place : soit, aux bas niveaux, dans une brutale poussée vers le sud-est de l'« agglutination

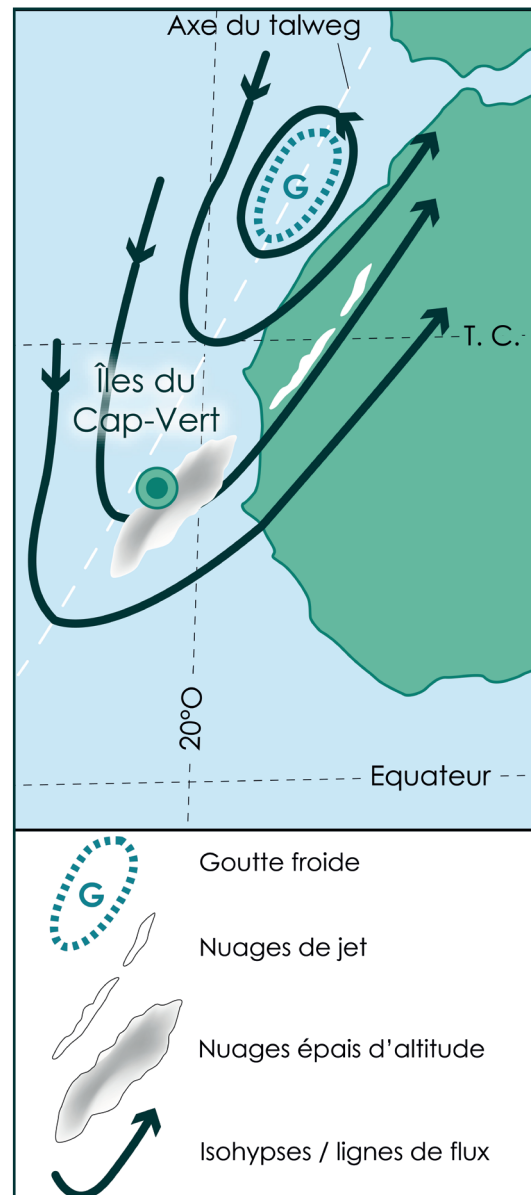


figure 7 : Les pluies hors-saison sur les îles du Cap-Vert : la circulation à 500 hPa (autour de 5 700 m), d'après J.-P. Vigneau et al. (1988).



Paysage vu à partir de la route conduisant vers la caldeira du volcan Pico do Fogo. (cliché : Cayambe, 2011, Wikimedia commons).



anticyclonique » atlantique (M. Leroux, 2000), soit, aux niveaux moyens et supérieurs, dans la descente en latitude d'une goutte froide (**figure 7**), soit, plus raisonnablement, dans la combinaison des mécanismes superposés puisque les deux hypothèses renvoient à l'impact de la circulation polaire. La réponse tropicale consiste en une injection d'air chaud et humide de basse latitude, voire de mousson, qui s'immisce dans le couloir séparant alors des cellules d'AST (anticyclone subtropical).

Au total, les traits recensés relèvent d'une notable complexité aérologique. L'interaction de ces mécanismes avec les jeux de l'orographie et de l'exposition produit une marqueterie contrastée de topo-climats et de climats locaux. La **figure 3** en donne une interprétation, peut-être trop classique avec son niveau de pluviométrie maximale placé assez bas (autour de 1 000 m). Ne mésestime-t-elle pas l'abondance de l'apport sur les points les plus élevés que suggère le rôle prédominant des développements nuageux de forte altitude (LG et Heug) ? En revanche, la faiblesse des cumuls moyens annuels dans les parties basses n'est guère discutable. Jointe à l'irrégularité, largement évoquée, elle peut nourrir une réflexion sur les concepts faussement jumeaux de sécheresse et d'aridité : le premier relevant du temporel, le second du spatial.

La sécheresse peut référer simplement à un état perçu/vécu, comme dans la « Grande Sécheresse ». Plus finement, elle présente des degrés. Ainsi la sécheresse atmosphérique, la moins « grave », qui ne disparaît à Monte Velha qu'un à trois mois par an et à Patim un ou deux mois les « meilleures » années. Ainsi la sécheresse hydrologique largement illustrée au long de ce texte. Par ailleurs, il est possible de rendre l'usage du mot plus performant, en opposant la sécheresse structurelle, « normalement » inscrite dans le cycle saisonnier, revenant donc régulièrement chaque année, et la sécheresse accidentelle qui brouille le scénario habituel, voire lamine la ou les saisons d'ordinaire arrosées. Or, sur Fogo, la première est bien présente et prégnante ; quant à la seconde, elle peut survenir... souvent. Où l'accidentel peut devenir coutumier !

Est aride l'espace où règne une sécheresse permanente ; semi-aride là où elle s'interrompt brièvement ; hyperaride là où le rôle de l'eau est quasi nul. En la matière, Fogo fournit un exemple intéressant : descendre de la montagne, c'est passer en quelques kilomètres des pentes fortes battues par de très copieuses averses à des terres basses caractérisées par une ambiance semi-aride, voire aride.

### III- L'absence de correctifs

À Fogo, comme dans l'ensemble de l'archipel, la vie économique est totalement soumise aux aléas de la saison à pluies qui, apportant abondance ou pénurie, engendrant promesses ou désillusions, fixe la durée du cycle végétatif du maïs, dont a longtemps dépendu la sécurité alimentaire des ménages. Si le risque de famine est désormais effacé, la contrainte hydrique demeure, et parmi les neuf membres du Comité Permanent de Lutte contre la Sécheresse, le

Cap-Vert est le seul qui se situe en deçà du seuil de pénurie d'eau renouvelable, soit 1 000 m<sup>3</sup> par an et par personne, alors que les autres États bénéficient des eaux fluviales et des eaux souterraines.

Contrairement au « modèle boserupien » (1970), la pression démographique a été impuissante à inciter les paysans de Fogo à adopter de nouvelles pratiques plus intensives. Le recrutement de marins par des baleiniers américains, dès la première décennie du XIX<sup>e</sup> siècle, n'a pas suffi à décongestionner les campagnes. Même au prix d'un travail plus important, qui est le seul intransigent, il s'avère impossible d'accélérer le rythme des récoltes sur une même parcelle, et donc de supporter une charge de population plus grande, l'eau demeurant le principal facteur limitant. Un chiffre suffit à illustrer ce blocage : l'île, où la superficie maximale emblavée est de 6 900 ha, ne dispose que d'un périmètre irrigué d'une cinquantaine d'hectares : à Monte Genebra, une ferme d'État, créée en 1975 à 450 m d'altitude, se consacre à des cultures maraîchères et fruitières grâce au pompage d'un aquifère situé au niveau de la mer.

De fait, c'est à l'association maïs-haricot que sont consacrées, sans la moindre rotation, 95 % des terres cultivées en régime pluvial. Ces *sequeiros* ne couvrent guère plus de 14 % de l'île : la raison première est évidemment d'ordre climatique, puisque les trois cinquièmes de sa surface recevraient moins de 350 mm (C. Olehowski *et al.*, 2008) ; il faut ajouter la vigueur inhospitalière des pentes, de 17 % en moyenne jusqu'à 1 200 m et de 33 % au-dessus, compte non tenu du volcan actif, le Pico do Fogo, qui a donné son nom à l'île.

Cet élégant cône aux flancs raides et symétriques, qui culmine à 2 829 m, se dresse au cœur d'une caldeira de 8 km de largeur, bordée par un imposant rempart en forme de fer à cheval ouvert vers l'est. Entourée par un mur vertical, la *Bordeira*, de 800 à 1 000 m de hauteur, elle a été engendrée par un glissement majeur ayant affecté le flanc de l'ancien strato-volcan, connu sous le nom de Monte Amarelo : cet événement a été enregistré sur l'île de Santiago, située à une distance 55 km, par un dépôt de tsunamites d'un âge compris entre 123 et 62 ka. Dans l'atrium de Cha das Caldeiras, qui renferme les meilleures terres de l'île et est dépourvu d'exutoire superficiel, on a longtemps espéré que l'infiltration ait pu nourrir une nappe souterraine. Les chercheurs ont échoué à localiser la *ground-water table* sur les hautes terres, malgré l'utilisation de méthodes géophysiques sophistiquées (M. Descloitres *et al.*, 2000) : elle se localiserait entre 700 et 1 000 m au-dessous du plancher de la caldeira, ce qui exclut toute extraction économique. Seuls, en altitude, des tunnels horizontaux, les *galerias*, exploitent l'eau de quelques nappes perchées en arrière de dykes, et le captage des eaux des brumes par des filets relève de l'anecdote.

En raison de la brutalité des averses et de la raideur des pentes, ruissellement et crues sont instantanés, et les ressources en eau superficielles ne peuvent guère être exploitées, faute de dispositifs de captage et de stockage efficaces. Tout au plus, des puits creusés à la main dans les alluvions fluviales, les *poços*, permettent d'accéder à l'inféro-flux, et rares sont les



digues en gabions, les *captações*, barrant des cours d'eau temporaires ; elles sont absentes des vallées radiales, dont le lit, encombré de blocs démesurés, témoigne de l'énergie des écoulements. Ces *ribeiras*, profondément encaissées, découpent les flancs du strato-volcan en vastes planèzes, les *achadas*.

Une étude hydrogéologique menée sur l'un des huit bassins-versants principaux, celui de Mousteiros, permet de cerner les médiocres disponibilités en eau, alors même que, situé au nord-est de l'île, il est le plus abondamment pourvu (V. M. Heilweil *et al.*, 2012). Couvrant 42 km<sup>2</sup> et possédant une dénivellation de 2 400 m, il est estimé, à partir des relevés de cinq stations, qu'il reçoit en moyenne annuelle 590 mm, soit 68 000 m<sup>3</sup> par jour, alors que le débit des eaux souterraines n'excède pas 620 m<sup>3</sup>. En dehors des cinq puits qui percent la *fajã*, la table basaltique, et atteignent l'aquifère au niveau de la mer, l'exurgence d'eau douce de Monte Vermelho, au contact d'un horizon argileux, le long de la côte, écoulait quotidiennement quelque 500 m<sup>3</sup>.

On n'a pas attendu leur repérage par thermographie infrarouge aéroportée pour que les aiguades soient connues des habitants, même si leur débit a longtemps été sous-évalué dans l'établissement des bilans hydrogéologiques : la ville principale, São Filipe, a longtemps dépendu, pour son alimentation, de la source en bord de mer de Praia de Ladrão qui exige d'élever l'eau de 120 m. Comme les villages ne se localisent pas le long de ce littoral à falaises de 80 km de tour, et que nombre d'entre eux ne sont toujours pas desservis par la route, les sentiers sont encore parcourus par des files d'ânes porteurs d'outres que n'ont pas remplacés les camions-citernes. Toutefois, en raison de pompages intenses, les minces lentilles d'eau douce de ces *aiguadas* sont vulnérables aux intrusions d'eau salée. Aussi l'eau potable provient-elle essentiellement de 2 600 citernes privées ou publiques alimentées par les toits ou les impluviums (figure 8). Au total, la consommation annuelle des ménages s'élèverait à 240 000 m<sup>3</sup> : les trois quarts des habitants ne disposeraient en moyenne que de 15 litres par jour, et seule une minorité bénéficierait de 50 litres, essentiellement à São Filipe, grâce à l'accès au réseau public, et souvent par le biais de bornes-fontaines.

Force est de souscrire au bilan dressé par P. Gourou voici près de 60 ans : « L'homme ne dispose d'aucun moyen de corriger les irrégularités du climat de Fogo. » Il rappelait qu'il « faut approximativement 400 mm de pluie pour assurer une récolte acceptable de maïs », mais une station arrosée en relative abondance, comme Monte Velha, n'a pas atteint ce seuil limitant à 11 reprises entre 1942 et 2010. Même s'il est dépassé, la difficulté est d'ajuster le calendrier agricole à la période la moins critique de la saison pluvieuse (D. de Brum-Ferreira, 1988). Cette céréale effectue son cycle entre 100 et 120 jours, quand la température de croissance accumulée atteint 1 800 à 2 000 °J, et, si les semis se font durant la seconde quinzaine de juillet, la période de plus grande sensibilité à la sécheresse, c'est-à-dire la phase de croissance rapide, se place au mois de septembre. Si les semis sont plus tardifs, pour éviter le faux départ de la saison pluvieuse de juillet, et se placent au milieu d'août, la période critique est repoussée au mois d'octobre : « Août s'est



figure 8 : Exemples d'impluvium : A- dans la caldeira dominée par le volcan actif de Fogo (cliché de G. Marie), et B- dans le bas-pays aride (cliché de Y. Lageat).

montré généreux, on va voir maintenant ce que le sieur octobre va dire », interroge un personnage de Teixeira de Sousa (2002). Or, 12 ans sur 27, Monte Velha n'a enregistré aucune précipitation en juillet, et en octobre, ce sont huit années qui en ont été privées.

Autant dire que la production de maïs dépend entièrement des « caprices » de la saison à pluies. Un pic est associé à un niveau exceptionnel de précipitations, comme en 1999, quand ont été mesurés des rendements de 1,2 t par ha, alors qu'ils sont en moyenne de 300 kg, chiffre habituellement trop faible pour assurer la sécurité alimentaire des foyers ruraux qui ne disposent guère d'exploitations de plus de 1,5 ha. Familier de l'Afrique « soudanienne », P. Gourou jugeait « éloquente la petitesse des greniers ». De fait, le déficit vivrier est une donnée permanente de l'archipel où les statistiques par îles font défaut, quoiqu'on puisse estimer la contribution de Fogo au tiers de la production nationale de maïs. Depuis 1988, cette dernière a oscillé entre 1 300 et 25 000 tonnes : les besoins alimentaires, évalués à quelque 100 000 tonnes, soit 200 kg par habitant et par an, ne sont donc couverts que par le recours aux importations commerciales et l'intervention des organismes internationaux.

En l'absence de toute stratégie d'atténuation, ce déficit vivrier est appelé à perdurer, seulement atténué par une perfusion extérieure sans fin. Il est symbolique que la *catchupa*, plat traditionnel à base de maïs et de haricots, soit progressivement remplacée par une consommation accrue de riz importé.

## Conclusion

Dans l'archipel du Cap-Vert, une succession de disettes, voire de famines, a longtemps suggéré une fatalité cyclique aux conséquences mortifères. À Fogo, en particulier, il n'y avait d'évidence pas place pour tous au « banquet de la nature ». Confrontée à la dureté du milieu, ce n'est pas la croissance de la production qui a récemment permis d'éloigner les démons malthusiens, le potentiel agricole de l'île étant inexorablement limité par le climat. Elle n'a pas pu y répondre par la fluidité sociale, les alternatives non-agricoles n'ayant pas permis une échappée définitive de la trappe malthusienne. Reste la mobilité géographique, mais, longtemps, « le travail de la terre empêcha de bien voir la mer », écrivait Baltasar Lopes da Silva (1990), auteur du premier roman de la littérature cap-verdienne. Le seul palliatif est désormais l'horizon, l'ailleurs synonyme d'un avenir meilleur, et, à la faveur d'une émigration forcée développée

par Lisbonne, entre 1920 et 1975, vers ses autres colonies africaines, et d'une émigration spontanée depuis le milieu du XX<sup>e</sup> siècle, ce sont désormais 700 000 des 1 200 000 Cap-Verdiens qui vivaient à l'étranger, dont la moitié aux États-Unis. Grâce à la diaspora, l'attente anxieuse de la « mousson » (terme générique pour désigner l'arrivée des précipitations) est révolue, puisque les envois de fonds par les émigrés – les remessas –, qui équivalent au cinquième du produit national brut, « arrosent le territoire d'une pluie autrement fidèle » (B. Lopes da Silva).

**Remerciements :** *Les données météorologiques récentes nous ont été obligeamment communiquées par M. Antonino Carlos da Veiga Pereira, ingénieur à l'Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, par l'entremise de M. Jacques Tavares, chercheur à l'Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrario.*



*Paysage du versant menant vers le Chã das Caldeiras, caldeira dans laquelle se trouve le volcan Pico do Fogo (cliché : Cayambe, 2011, wikimedia commons).*

## Références bibliographiques

- Avezac (d') M., (1848).** *Îles d'Afrique*, Firmin Didot frères éditeurs, Paris, 300 p.
- Boserup E., (1970).** *Évolution agraire et pression démographique*, Nouvelle Bibliothèque scientifique, Flammarion, 221 p.
- Brum-Ferreira (de) D., (1988).** « Les vicissitudes des cultures pluviales en 1984 dans l'île de Santiago (Cap-Vert) », p. 99-105, *Climats et climatologie. Volume d'hommage offert au Professeur Pierre Pagny*, Dijon, 537 p.
- Brum-Ferreira (de) D., (1989).** *Le climat de l'Atlantique orientale des Açores aux îles du Cap-Vert. Contribution à l'étude du système océan-atmosphère*, Thèse de doctorat d'État, Université de Paris-Sorbonne, 3 t., 1 657 p.
- Chevalier A., (1935).** *Les îles du Cap Vert. Flore de l'archipel*, Muséum d'Histoire naturelle, Paris, 140 p. + annexes.
- Darwin C., (1882).** *Voyage d'un naturaliste autour du monde. 1. Des îles du Cap-Vert à la Terre de Feu*, Librairie François Maspero, Paris, 255 p.
- Descloîtres M., Guérin R., Albouy Y., Tabbagh A. et Ritz M., (2000).** « Improvement in TDEM sounding interpretation in presence of induced polarization. A case study in resistive rocks of the Fogo volcano, Cape Verde Islands », *Journal of Applied Geophysics*, vol. 45, p. 1-18.
- Diouf A.D., (1974).** *L'Équateur météorologique au voisinage du littoral ouest-africain : F.I.T. semi-continentale et Z.I.C.*, T.E.R., Département de Géographie, Université de Dakar, 86 p.
- Gourou P., (1958).** « Fogo ou une géographie de la pauvreté », *Cahiers d'Outre-Mer*, t. XI, p. 9-24.
- Heilwell V. M., Healy R. W. et Harris R. N., (2012).** « Noble gases and coupled heat/fluid flow modeling for evaluating hydrogeologic conditions of volcanic island aquifers », *Journal of Hydrology*, vol. 464-465, p. 309-327.
- Leroux M., (1983).** *Le climat de l'Afrique tropicale*, Éditions Champion, Paris, 633 p.
- Leroux M., (2000).** *The Meteorology and Climate of tropical Africa*, Springer Praxis, Chichester, 548 p. + CD.
- Lesourd M., (1995).** *État et société aux îles du Cap-Vert*, Éditions Karthala, Paris, 524 p.
- Lopes da Silva B., (1990).** *Chiquinho*, Actes Sud, Arles, 256 p.
- Olehowski C., Naumann S., Fischer D. et Siegmund A., (2008).** « Geo-ecological spatial pattern analysis of the island of Fogo (Cape Verde) », *Global and Planetary Change*, vol. 64, p. 188-197.
- ORSTOM, (1983).** *Précipitations journalières de l'origine des stations à 1977*, République du Cap-Vert, 1 039 p.
- ORSTOM, Météo France et Ministère de la Coopération, (1981 à 1996).** *Veille Climatique Satellitaire*.
- Pagny P., (1991).** « Les pluies, les vents et les hommes dans les archipels tropicaux », p. 351-361, *Aspects du monde tropical et asiatique. Hommage à Jean Delvert*, Presses de l'Université de Paris-Sorbonne, Paris, 382 p.
- Patterson K. D., (1988).** « Epidemics, famines, and population in the Cape Verde Islands, 1580-1900 », *International Journal of African Historical Studies*, vol. 21, n° 2, p. 291-313.
- Pina (de) M. A., (1996).** *Aspectos climatológicos da ilha do Fogo*, Bacharel em geographia, Instituto superior de Educação, Praia, 73 p. + annexes.
- Reclus É., (1887).** *L'Afrique occidentale*, Nouvelle Géographie Universelle, Hachette, Paris, t. XII, 750 p.
- Reis Cunha F., (1964).** « O problema da captação da água do nevoeiro em Cabo Verde », *Garcia de Orta*, vol. 12, n° 4, p. 719-756.
- Ribeiro O., (1954).** *A Ilha do Fogo e as suas erupções*, Junta de Investigações do Ultramar, Lisbonne, 319 p.
- Seck A., (1962).** « Le Heug ou pluie de saison sèche au Sénégal », *Annales de Géographie*, n° 385, p. 225-246.
- Sousa (de) H.T., (2002).** *Un domaine au Cap-Vert*, Actes Sud, Arles, 447 p.
- Vigneau J.-P. et al, (1988).** « Perturbations subtropicales et circulation tempérée », *Photo-Interprétation*, n° 4, p. 23-24.



Vue du Pico do Fogo  
(cliché : Michael, 2011,  
flickr).



