Dynamiques environnementales

Journal international de géosciences et de l'environnement

37 | 2016

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

Une saline en contexte volcanique tropical : Pedra Lume (Île de Sal, Cap-Vert)

A salt works in tropical volcanic context : Pedra Lume (Sal Island, Cape Verde)

Uma solução salina em um contexto vulcânico tropical : Pedra Lume (Ilha do Sal, Cabo Verde)

Frédéric Hoffmann

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/dynenviron/893>

DOI : 10.4000/dynenviron.893

ISSN : 2534-4358

Éditeur

Presses universitaires de Bordeaux

Édition imprimée

Date de publication : 1 janvier 2016

Pagination : 130-151

ISBN : 979-10-300-0067-2

ISSN : 1968-469X

Référence électronique

Frédéric Hoffmann, « Une saline en contexte volcanique tropical : Pedra Lume (Île de Sal, 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/893> ; DOI : 10.4000/dynenviron.893

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.

Efflorescence saline. Comme son nom l'indique la cristallisation du sel provoque la formation d'un dépôt en surface de l'eau et qui prend souvent la forme d'une « fleur ». On parle également de « fleur de sel » pour ces cristaux formés en surface. Ici, l'eau de mer rentre dans le fond de la saline et sous l'effet de la faible tranche d'eau et de la sécheresse combinée, subit une évaporation intense ; résultat : l'évaporation très forte provoque une sursaturation de la concentration en sel dans l'eau, sel qui cristallise immédiatement. Ce mécanisme est à la base du fonctionnement de toutes les salines du monde. (cliché : F. Hoffmann).

Une saline en contexte volcanique tropical : Pedra Lume (Île de Sal, Cap-Vert)

Frédéric Hoffmann¹

Résumé/Abstract/Resumo

Le tourisme du Cap-Vert est en plein essor, notamment grâce à la fréquentation de l'île de Sal, au nord de l'archipel. Cette île présente un potentiel touristique important, grâce à son patrimoine naturel : volcanisme, plages de sable blanc, paysages pittoresques. Ce développement entraîne un usage de plus en plus intense des ressources naturelles de l'île, notamment énergétique et hydrique. La saline de Pedra Lume est un des points d'orgue de ce développement touristique. Au travers de sa mise en valeur historique et actuelle, elle illustre les différentes phases de développement économique qu'a connu l'île de Sal depuis près de six siècles.

A salt works in tropical volcanic context: Pedra Lume (Sal Island, Cape Verde)

The tourism of the Cape Verde Islands is rapidly expanding, in particular thanks to the attendance of the island of Sal, at the north of the archipelago. This island presents an important tourism potential, thanks to its natural heritage : volcanism, white sand beaches, picturesque landscapes. This development leads to a more and more intense use of the natural resources of the Island, in particular energy and water resources. The salt works of Pedra Lume is one of the most important site of the island. Through its historic and current development, it illustrates the various phases of the economic development which knew the island of Sal since almost six centuries.

Uma solução salina em um contexto vulcânico tropical: Pedra Lume (Ilha do Sal, Cabo Verde)

O turismo de Cabo Verde está crescendo, especialmente graças à frequência da Ilha do Sal, na parte norte do arquipélago. Esta ilha tem um importante potencial turístico graças ao seu património natural: vulcanismo, praia de areia branca, paisagens pitorescas. Este desenvolvimento leva a um uso cada vez mais intenso dos recursos naturais da Ilha, em particular energia e água. Sal de Pedra Lume é um dos destaques deste desenvolvimento turístico. Através do seu desenvolvimento histórico e atual, ilustra as diferentes fases do desenvolvimento econômico que tem sido a ilha de Sal por quase seis séculos.

Mots clés/Key-words/Palavras-chave

Volcanisme, alizé sec, saline, exploitation du sel, développement touristique, île de Sal, Cap-Vert.

Volcanism, trade wind, saltworks, salt exploitation, tourist development, Sal Island, Cape Verde.

Vulcanismo, ventos alísios, solução salina, mineração de sal, desenvolvimento do turismo, Ilha do Sal, Cabo Verde.

Introduction

L'île de Sal appartient à l'archipel des îles du Cap-Vert. Il se situe à 500 km des côtes de Dakar, entre 15° et 17° de latitude nord et entre 26° et 24° de longitude ouest (ouest de Greenwich). Ce « petit pays » longtemps très pauvre, couvre un espace de seulement 4 033 km², pour une population actuelle estimée en 2010 à 513 000 habitants. Il est composé d'un ensemble d'îles principalement volcaniques, organisées en deux arcs insulaires regroupant au total dix îles et huit ilots. De façon schématique, les îles du sud sont beaucoup plus humides que celles du nord.

Sal est une petite île de seulement 216 km². Particulièrement concernée par cette aridité, elle doit pourtant son développement grâce aux ressources naturelles qu'elle présente. Certes, la rareté de l'eau y interdit la pratique de l'agriculture à grande échelle et l'irrigation, mais ceci n'a tout de même pas empêché cette île d'être pendant longtemps un élément économique important de l'archipel. Elle le doit en grande partie à la présence d'un « joyau » naturel unique : la saline de Pedra Lume (pierre de Feu en portugais). La saline se situe dans un maar offrant une dépression subcirculaire de 1,2 km de diamètre et communiquant avec la mer. Son exploitation va être à l'origine du premier peuplement de l'île.

1. EA 2958 CEMMC, Université Bordeaux Montaigne - frederic.hoffmann@u-bordeaux-montaigne.fr

I- Le contexte physique général : insularité et volcanisme

Au nord, on trouve le « *barlavento* » : ensemble « d'îles au vent » composé de six îles principales dont celle de Sal ; au sud, le « *sotavento* », formé de 4 « îles sous le vent » où se situe Praia, la capitale (île de Santiago, **figure 1**). Leur exposition aux alizés sèches ou humides expliquent l'opposition de façades entre les deux arcs insulaires : beaucoup plus humides dans sa

partie sud, beaucoup plus sèches dans sa partie nord (alizé continentalisé provenant du continent africain).

Cela concerne tout particulièrement l'île de Sal et explique en très grande partie la sécheresse climatique qui y règne (cf. *infra*). Mais avec 350 jours de soleil annuels, l'île possède de véritables atouts pour son développement économique et notamment touristique.

◀ figure 1 : Situation et localisation de l'archipel du Cap-Vert.

En réalité, l'ensemble de l'archipel est balayé alternativement par trois types d'alizés :

- provenant du nord-est, c'est un alizé peu humide compte tenu de son origine et qui intéresse surtout les îles de la partie nord ;
- arrivant de l'est, l'Harmattan chaud et sec, est responsable de la grande sécheresse d'une partie de l'année entre juin et octobre ;
- enfin, le peu de pluies qui tombe provient de la « mousson » Atlantique, principalement d'août à octobre.

Certains épisodes pluvieux peuvent être beaucoup plus catastrophiques (1984) mais depuis 1968, il semble que la tendance climatique est à l'assèchement de plus en plus sévère du climat. Actuellement pour la station climatique de Penguia près de l'aéroport international (50 m d'altitude), le total annuel de pluviométrie avoisine 118 mm de précipitations pour une température moyenne de 23,3°C. Ce total diminue encore au niveau de la façade est de l'île où se situe la saline avec un total annuel de 38 mm de précipitations (**figure 2**).

L'ambiance climatique est marquée par la fréquence des vents. Elle amène une certaine humidité atmosphérique qui tempère un peu l'aridité, sans pouvoir permettre toutefois à une végétation importante de se développer sur l'île de Sal. L'autre grande caractéristique est la faible amplitude des températures tout au long de l'année comprise entre 20,9° et 26,4°C, caractéristique des climats d'alizé liés aux milieux insulaires.

Cette tendance à la sécheresse du climat semble s'intensifier quand on regarde l'évolution récente du climat sur la période 1973-2012 (Cropper, 2013). Elle s'inscrit dans un schéma d'évolution climatique lié au réchauffement global de notre planète et qui affecte tout particulièrement les zones sèches. Cette tendance semble indiquer à la fois une augmentation des températures moyennes sur cette période 1975-1999 de 0,6°C, mais également une diminution du volume de précipitations. Cette évolution est à mettre en relation avec le fonctionnement de la mousson africaine, et son intensité. Cette dernière semble beaucoup plus importante dans les années 50 et 60, puis marquée par une diminution dans les années 60 à 2000. Actuellement on se situe sur un « palier » avec un niveau de mousson proche de celui des années 60.

La très faible quantité de pluie et la fréquence des vents renforcent la xéricité du milieu naturel. La végétation est quasiment absente liée en partie à des sols squelettiques. Elle ne couvre que 10 % du territoire comptant notamment plusieurs espèces d'euphorbiacées (Benchimol, 2002). Une partie de ce couvert végétal xérique est d'ailleurs menacé actuellement par l'augmentation sensible de la fréquentation touristique et les constructions. Le potentiel agronomique lié à des sols d'origine volcanique, reste entier car il suffit d'irriguer pour obtenir rapidement une végétation luxuriante certes artificielle.

Des restes de végétation aujourd'hui disparue

A- un climat d'alizé tropical sec

Le climat de l'île de Sal est marqué par une certaine aridité liée à son contexte géographique. Le vent joue un rôle important marqué par les alizés maritimes et continentales ; deux mois par an, principalement en janvier et février l'île est balayée par des vents de sables provenant du Sahara (Pélissier, 2005). Le reste de l'année est assez sec, avec quelques précipitations de fin d'été-automne très faibles en volume et en durée.

Vue d'ensemble de la saline : L'eau de l'océan arrive par la droite de l'image. Cette saline bénéficie d'un contexte volcanique et littoral exceptionnel : en effet, il s'agit d'un maar volcanique lié à une explosion phréatomagmatique, le fond de la saline se situant légèrement en dessous du niveau de la mer. L'eau y pénètre et subit la forte évaporation issue d'un contexte climatique favorable (chaleur et sécheresse extrême de l'air). Au premier plan, les anciennes installations pour l'exploitation du sel sont aujourd'hui obsolètes et le découpage en casiers géométriques de la saline facilite l'exploitation du sel, essentiellement à des fins touristiques. Enfin, on remarque bien les «remparts» naturels de la dépression volcanique à l'origine de la saline et les édifices volcaniques à l'arrière plan (notamment la «rocha de salina» qui culmine à près de 300 m, au centre de la photo). (cliché : F. Hoffmann).

figure 2 : Diagramme ombrothermique de la station de Pedra Lume (source : climate-data.org).

attestent du changement du climat, plus humide par le passé. Notamment des restes de phragmites fossilisés (feuilles et rhizomes) dans le fond de la saline et des couches limoneuses indiquent cette possibilité (Chevalier, 1935). Cette couche indique la présence d'un marécage attestant que la salinité de la dépression de Pedra Lume était beaucoup moins forte qu'actuellement.

L'indigence des précipitations couplée à l'absence de possibilité de stockage naturel des eaux de pluies (absence d'aquifère constituable dans les matériaux volcaniques), explique l'absence d'eau douce à la surface de l'île et oblige les habitants à dessaler l'eau de mer. Cette caractéristique est essentielle quand on connaît l'important essor du tourisme qui affecte cette île, la plus visitée de toutes celles de l'archipel, ces dernières années.

Cette ambiance sèche se trouve renforcée par la faible altération générale des roches dans cet univers très minéral où les formes volcaniques sont particulièrement bien conservées malgré leur ancienneté.

B- Le contexte géographique et géomorphologique de l'île de Sal

L'ensemble des îles du Cap-Vert fait partie du volcanisme atlantique macaronésien. C'est un volcanisme parfois ancien et souvent très diversifié. Il est encore actif dans l'île de Fogo, dans la partie sud de l'archipel.

De façon simplifiée, l'histoire volcanique du Cap-Vert serait liée à celle des Canaries situées à plus de 2000 km plus au nord. La présence de volcans tient à une déformation du socle qui présente dans ce secteur un bombement important. Cette histoire débiterait dès le Jurassique, mais trouverait son point d'orgue surtout pendant l'Ere Tertiaire, comme en témoigne d'ailleurs les structures volcaniques présentes dans l'île de Sal.

La dynamique volcanique est celle des points chauds dont le fonctionnement synchrone expliquerait le double volcanisme Canaries/Cap-Vert. L'essentiel du volcanisme se compose de coulées basaltiques, de projections et de phonolites pour l'essentiel. Il serait lié à une fracturation intense du socle dans un contexte de panache éruptif alimentant à plusieurs reprises d'importants appareils volcaniques.

La remontée récente du niveau marin aurait réduit

la surface de l'île à ses dimensions actuelles. Ce contexte marin très changeant a laissé de nombreux témoins géomorphologiques, notamment sous la forme de terrasses marines étagées (Lecointre, 1962 et 1963 ; Zazo et al., 2007).

L'autre indication tient dans le régime des eaux : on constate en effet une opposition entre le nord et le sud de l'île. La partie sud, plus ancienne sur le plan chronologique, offre un réseau hydrographique bien fourni même s'il n'est pas fonctionnel la plupart du temps. La partie nord plus récente n'en présente pas et semble indiquer une modification du régime climatique : bien après la mise en place de la partie sud, le climat se serait asséché ne permettant pas aux eaux continentales de creuser un réseau hydrographique complet.

C- Le volcanisme des îles du Cap-Vert

Sal, qui tient son nom de l'exploitation du sel, appartient à l'arc insulaire nord, et est l'île la plus sèche avec celle de Boa Vista. Elle est issue d'un contexte volcanique assez ancien, très complexe, que l'on peut subdiviser en trois parties (Costa Torres et al., 2002 ; **figure 3**) :

- une partie sud plus ancienne, est composée pour l'essentiel d'un complexe éruptif comprenant une couverture basaltique, riche en olivines et parcourue par un réseau dense de filons ; les roches les plus anciennes sont fini-oligocènes (25,6 M.a.) mais datent surtout du Miocène moyen (environ 16 M.a.) ;
- une partie centrale appelée « formation éruptive principale » formée par des basaltes et des trachytes passant sous une couverture néphélitique plus superficielle. Son âge remonte entre 16 et 9,7 M.a. ;
- la partie nord est plus récente. Elle est composée essentiellement d'une couverture néphélitique associée à des matériaux pyroclastiques, témoin d'explosions volcaniques. C'est dans ce secteur que se situe la dépression volcanique de Pedra Lume.

La morphologie de l'île s'explique par la multiplication et la très bonne conservation des formes volcaniques en contexte désertique : cônes volcaniques, coulées de laves, projections variées témoignent du passé sulfureux de l'île. De ce point de vue, il est possible de découper l'île en deux parties :

- Dans un grand tiers nord est, au nord de l'aéroport international, se trouvent l'essentiel des appareils volcaniques les plus récents, fruit d'un volcanisme varié mais principalement effusif et basaltique. C'est dans ce secteur que se trouve la saline ;
- Les deux tiers sud comportent un volcanisme plus ancien organisé dans une succession complexe de couches volcaniques appelé « complexe volcanique ancien » par les géologues. Cette partie de l'île est

figure 3 : Géologie simplifiée de l'île de Sal et représentation des principaux complexes volcaniques (d'après Zazo et al., 2007).

figure 4 : Topographie de l'île de Sal et de la saline de Pedra Lume. La légende de la coupe géologique se trouve dans la figure 5 (d'après Costa Torres et al., 2002). on remarque bien l'absence de réseau hydrographique dans la partie septentrionale de l'île, partie la plus récente sur le plan géologique. cela s'explique par le fait que cette partie est apparue alors que le contexte climatique très sec de l'île était déjà en place (figure 3).

▼ figure 5 : Coupes géologiques de l'Île de Sal (cf. figure 4, Costa Torres et al., 2002).

encore plus plate que la partie nord, avec une altitude souvent inférieure à 80 mètres. On n'y distingue aucun appareil volcanique. Seule exception au sud est : la *Serra Negra*, rare affleurement de roches sédimentaires calcaires et conglomératiques, recouvert de basaltes. Il culmine à 106 mètres.

Initialement baptisé « *Lhana* » en raison de sa platitude, l'île de sal est en effet relativement basse, le point culminant se situant vers 406 m au *Monte Grande*, pic volcanique situé dans la partie nord est de l'île. C'est une île plate qui contraste fort avec le reste de l'archipel.

En surface, les plateaux volcaniques sont parcourus par de nombreux petits ravins liés au ruissellement et à l'érosion fluviale, rappelant les barrancos, et nommés « *ribeiras* ». Ces ravinements ne sont pas très profonds, mais peuvent fonctionner en « oued » lors des rares épisodes pluvieux. D'ailleurs l'absence de véritables vallées incisées dans les formations volcaniques dont certaines ne sont pas très résistantes à l'érosion (matériaux pyroclastiques, épandages de scories), semble militer pour une présence assez ancienne d'une ambiance climatique plus ou moins sèche (figure 4).

Le littoral est essentiellement rocheux, ce qui n'a pas facilité son accostage par les bateaux. Il comporte de très nombreux récifs et il est parcouru par des courants côtiers très intenses, notamment entre le littoral du Sénégal et l'est de l'île. Seuls trois secteurs sont réellement utilisables pour la navigation et abritent les trois ports de l'île : *Pedra Lume* à l'est, *Santa Maria* au sud et *Palmeira* à l'ouest. Leur accessibilité était variable à l'époque de la marine à voile : plus facile à l'est lors des périodes d'alizés venant de l'est pendant la saison des pluies, plus facile à l'ouest lors des périodes de brises côtières (d'Avezac, 1887).

L'accessibilité de la saline par voie de mer va favoriser son développement.

II- La saline de Pedra Lume : la richesse de l'« or blanc »

La mise en place de la saline et son fonctionnement tient dans une combinaison subtile entre morphologie et climat.

A- Le contexte volcanique de la Saline et son organisation naturelle

La saline de *Pedra Lume* se présente sous la forme d'une dépression circulaire de 1,2 km de diamètre, située à seulement un kilomètre du rivage. Ses rebords varient entre 35 et 124 m de hauteur. Longtemps interprétée comme une caldeira d'effondrement, il semble qu'elle se soit formée à la suite d'une série d'explosions phréatomagmatiques formant un maar, dont le fond se situe juste à - 7 mètres en-dessous du niveau de la mer. La fracturation des roches a permis la pénétration de l'eau de mer dans la dépression (figure 5).

Ce type de volcanisme particulièrement explosif intervient dans le contexte suivant (Jaupart et al.,

2003) : la rencontre entre l'eau et le magma alimente les explosions successives ; elle a pour conséquence de pulvériser assez finement les matériaux volcaniques issus du magma, mais également les matériaux encaissants. Le résultat est intéressant, ainsi que des dépressions ou maars d'assez grand volume se forment. Cela provoque également une fissuration importante de l'encaissant, résultat qui explique aujourd'hui l'origine de l'eau présente dans la saline.

Le phénomène s'accompagne de très nombreuses projections, de coulées pyroclastiques ; habituellement, on distingue deux types de phases : des phases plus « humides » où l'eau est présente en plus grande quantité et formant par accumulation des cônes pyroclastiques (*rocha da salina* surplombant la saline), et des phases plus sèches, plus explosives, responsables notamment de la formation du maar. Cette dépression hydrovolcanique naissait de la rencontre entre l'eau et le feu.

Bien que l'âge exact de la saline ne soit pas connu, elle s'intègre dans un fonctionnement volcanique plus global au Pléistocène. La fracturation d'ensemble du soubassement volcanique permet à l'eau de mer de pénétrer dans la saline, la distance entre les deux étant approximativement d'un km.

B- La découverte de l'île de Sal

Toute l'histoire de l'île de Sal s'inscrit dans la recherche de l'eau, de son manque chronique à son exploitation sous forme salée.

Elle est liée également à l'histoire de la marine portugaise qui au XV^e siècle découvre l'archipel, cherchant un chemin le long des côtes africaines et refoulée par d'importants courants marins longeant les côtes africaines. Cette étape forcée dans le voyage amène la découverte de l'île de *Boa Vista* et de celle de *Sal*. L'essor des progrès technique de la navigation à voile et la mise au point de la caravelle permet de lancer de grandes explorations dans toutes les mers du globe. Les espagnols et les portugais furent de grands acteurs de cette conquête maritime. Elle fut motivée également par les besoins en sel croissants des économies occidentales, véritable monnaie d'échange et surtout, produit incontournable pour la conservation de la viande et du poisson. Il est donc tout à fait logique que le sel représente un véritable enjeu stratégique pour tous les pays d'Europe.

Devenu un point de passage obligé pour les caravelles de l'époque, *Sal* présente en outre un autre avantage : la présence de sel de façon naturelle dans la saline de *Pedra Lume*. Il est décidé alors d'importer du bétail depuis *Boa Vista* et les portugais qui viennent de récupérer la gestion de l'archipel autrefois inoccupé, implante des chèvres en grand nombre sur *Sal*. Elles fourniront des peaux de bêtes et de la viande. Devenues par la suite complètement sauvages, elles vont décimer la flore naturelle déjà fragile en condition xérique et déjà bien abîmée au XIX^e siècle comme le constate d'Avezac (1848).

Avant l'exploitation du sel, *Sal* n'est fréquentée que par les pêcheurs des îles voisines de l'archipel du

figure 6 : Carte de l'île de Sal en 1887 (Cap-Vert), Commissão de cartographia, 1/100 000, coordonné par Ernesto de Vasconcellos (Bibliothèque nationale de France, GED-904).

nord. Prenant du sel au passage, il venait également chercher de l'orseille. Ce colorant tiré d'une variété de lichens, un colorant de couleur violette et dont on se servait pour teinter principalement la laine, a connu son âge d'or entre le XIV^e siècle et le XIX^e siècle avant d'être remplacé par des colorants plus efficaces. Ces lichens sont présents dans les secteurs un peu plus humides des reliefs volcaniques, permettaient d'apporter un complément de revenus aux habitants de l'archipel. Mais c'est surtout le sel qui va devenir le véritable moteur économique de l'île de Sal.

C- L'exploitation de la saline au XIX^e siècle.

Sal va connaître un renouveau et devenir le pilier économique du Cap-Vert grâce à l'exploitation du sel (**figure 6**). Cette exploitation est liée en grande partie à la saline de Pedra Lume. Cette dernière renferme une importante couche de sel gemme de 7 m d'épaisseur ayant livré d'ailleurs de nombreux restes de faune et de flore (Chevalier, 1935) et dont le toit est situé au niveau de la mer. Cette couche est importante car au contact de l'eau de mer qui pénètre dans la Saline, l'eau se charge en sel en solubilisant cette gemme et forme une saumure plus chargée que l'eau de mer. Il suffit alors de la laisser s'évaporer pour récolter du sel en plus grande quantité.

D'ailleurs, d'autres niveaux de roches notamment magnésiennes sont également exploités pour fournir des engrais chimiques au Sénégal voisin.

Les gisements de sel de la saline furent découverts en 1793 ouvrant la possibilité d'une véritable exploitation. Sur un peu plus de 50 hectares, le site offre un potentiel évaporatoire de premier ordre. L'eau pénètre dans la saline par le côté est sous la forme de « deux sources débitant chacune 63 m³ par jour » (Chevalier *et al.*, 1935) et dont la salinité est proche de celle de l'océan. Par la suite, un canal peu profond servant à dériver les eaux en vue de leur étalement, fut creusé afin d'alimenter les différents casiers à sel. Ce canal est toujours visible de nos jours. L'eau qui imprègne la couche de sel gemme se salinise à son contact et dégage une « odeur d'acide sulfureux avec des bulles de gaz ».

L'exploitation intensive de la saline débute dès 1804 sous l'impulsion d'un personnage rocambolesque mais fort avisé, Manoel Antonio Martins. Il est décrit par d'Avezac comme un « véritable capitaine d'industrie » capable de prendre des risques et d'investir des sommes colossales pour l'époque, afin d'assurer la réussite de son projet industriel. Il se fait vite nommé administrateur de l'île et député, afin de récupérer le contrat royal de l'orseille et de pouvoir commencer l'exploitation du sel.

Martins fait d'abord tracer un chemin jusqu'au port de Pedra Lume en vue de pouvoir transférer les marchandises dont il avait besoin et d'y ramener le sel. Dans un premier temps, il fait venir des esclaves pour s'occuper du bétail fraîchement débarqué et exploiter le sel. La population de l'île va sensiblement augmenter par cette main d'œuvre forcée qui va composer l'essentiel du peuplement de l'archipel (Lesourd, 1994). Une grande partie de l'histoire de l'aménagement et

de l'exploitation de la saline va s'écrire avec le sang des esclaves !

Puis Martins décide en 1820 d'intensifier la production et fait percer un tunnel dans la paroi du cratère afin de faciliter le transport du sel jusqu'au port. Ce creusement demandera plus de 4 ans de travail (**photo 1**). C'est par ce tunnel que l'on accède aujourd'hui au site touristique. Afin d'accélérer encore le rendement, il eut l'idée de se servir des vents pour utiliser leur force tractrice. Faisant venir d'Angleterre à grand frais, des rails de chemin de fer, il installe progressivement un système de wagonnets poussés par les vents grâce à un système de voile quand ils sont chargés de sel et ramenés ensuite par la traction animale jusqu'à la saline. Pour la première fois en Afrique de l'ouest, le « chemin de fer » est introduit et il faudra attendre encore 50 ans de plus pour qu'il pénètre sur le continent ouest africain !

Cette révolution « technologique » pour l'époque fut terminée en 1839. Elle entraîna l'essor économique de l'île et attira près de 600 colons de Boa Vista la même année, sorte de « ruée vers l'or blanc » capverdienne ! Elle entraîne dans le même temps, l'installation d'une autre saline au sud de l'île, près de Santa Maria et qui vient compléter la production de la saline. L'approvisionnement en eau salée de cette autre saline s'effectuait par des forages dans les niveaux phréatiques relativement salées à proximité de la mer.

Ceci n'empêchera pas les famines et les disettes de décimer à de très nombreuses reprises les populations d'esclaves d'abord et d'autochtones ensuite. D'ailleurs, ce fléau indique que le développement économique de l'archipel restera très précaire jusqu'au milieu du XX^e siècle, puisque les dernières famines se déclencheront jusqu'aux années 1950-1960 (Lesourd, 1994), décimant jusqu'à 15 % de la population de l'archipel !

Après ces années sombres, l'île de Sal se lance dans le développement touristique, suivant en cela l'évolution économique de l'ensemble des îles capverdiennes. Ce tourisme de masse affecte de plein fouet l'île de Sal où s'installent de gros complexes hôteliers notamment américains. Cela se traduit par une reconversion de la saline accueillant alors un tourisme balnéaire.

III- Une renaissance partielle liée au tourisme

A- Le lent déclin de l'exploitation du sel face aux vicissitudes du XX^e siècle

La saline est tout d'abord revendue à un français, Marius Siant, établi dans l'île voisine de Saint Vincent. Il gère avec un associé l'établissement pendant une vingtaine d'années avant de le revendre à une grande maison de commerce bordelaise, les établissements Peyrissac. C'est l'époque où se constituent de grands établissements commerciaux dans toute l'ex-AOF à l'image de la maison Maurel et Prom installée à Saint-Louis du Sénégal. Les établissements Peyrissac sont également installés à Saint Louis du Sénégal, point névralgique de toute l'économie de l'ouest de l'Afrique, et possède de nombreux comptoirs un peu partout en Afrique, notamment au Sénégal, en Côte d'Ivoire et au Soudan. C'est donc en toute logique

et du fait de la proximité que la maison de commerce Peyrissac se porte acquéreur de la saline, avec la compagnie des Salins du Midi, créant alors les « Salins du Cap-Vert » (Barbe, 2003).

Sous cette double impulsion, la saline est modernisée et plusieurs bâtiments industriels sont construits. Un système de téléphérique est mis en place, le premier dans toute l'Afrique. Il doit, en remplacement du « chemin de fer », assurer le transport du sel jusqu'au port de Pedra Lume. Ces investissements très lourds à rentabiliser pèseront d'ailleurs sur le devenir de l'établissement face à une concurrence de plus en plus forte.

Pendant la seconde Guerre mondiale, les Salins du Midi prennent seuls le contrôle de l'exploitation, qui arrive à produire près de 35 000 tonnes de sel par an en 1945. Puis, en 1963, l'Organisation de l'Unité Africaine (OUA) décide un embargo contre les produits portugais, qui contraint le Portugal à acheter les deux tiers de la production. Le déclin progressif de l'exploitation s'inscrit également dans un contexte de compétitivité sur un produit à faible valeur ajoutée.

Le dernier acte va se jouer lors de l'accès à l'indépendance du Cap-Vert en 1975. Le manque de moyens ne permet plus aux autorités de faire fonctionner la saline qui périclité. Jusqu'en 1999, une production d'environ 2000 tonnes par an se maintient cependant, tournée vers la seule consommation interne capverdienne.

Il est difficile d'expliquer le déclin d'une telle production et les raisons trouvent leur origine dans plusieurs facteurs : la concurrence internationale en est une car de nombreuses zones de production de sels artisanaux sont plus ou moins subventionnées par les Etats. L'isolement du Cap-Vert a représenté vraisemblablement un handicap pour écouler la production, alors que dans le même temps le Sénégal tout proche développait la sienne. Ce dernier est devenu en 2013 le premier producteur d'Afrique de l'Ouest avec près de 400 000 tonnes par an.

La faible capacité de production de Pedra Lume ne permet pas de concurrencer les grosses unités de production de sels pour la chimie, présentes notamment dans des pays comme les Etats Unis ou la Chine. Ces deux premiers producteurs représentent près de 45 % de la production mondiale en 2010.

B- La reconversion touristique de la saline

En 1999, la compagnie des Salins du Midi revend la saline et les installations à un promoteur italien. Ce dernier décide de reconvertir les lieux en établissement touristique. Il y crée un établissement thermal

photo 1 : Détail des anciennes infrastructures d'exploitation du sel : percement du tunnel d'accès et ancien téléphérique (cliché : F. Hoffmann).

photo 2 : De nouvelles structures touristiques (ici au premier plan) se sont installées dans la saline afin d'y proposer balnéothérapie et restauration (cliché : F. Hoffmann).

photo 3 : Le développement du tourisme de masse amène une consommation en eau et en énergie sans cesse croissante. L'île attire chaque jour davantage de touristes en recherche de paysages pittoresques et de plages de sables, des kitesurfeurs exploitent au mieux la force des vents (cliché : F. Hoffmann).

«Piscine naturelle» creusée par l'érosion marine dans les coulées volcaniques. Le littoral de l'île de Sal est à 90 % un littoral rocheux souvent escarpé. Rares sont les secteurs où l'on peut se baigner en dehors des littoraux sableux du sud de l'île, ici on voit bien que l'érosion marine a exploité le débitage des coulées en colonnes prismatiques. En effet, de nombreuses coulées volcaniques notamment basaltiques se débitent en colonnes prismatiques formant des méga cristaux de forme hexagonale, bien visibles sur la partie gauche de la photo. La faible profondeur de l'eau en réchauffe la température. Mais l'agitation de l'océan ne crée pas forcément des conditions «agréables» à la baignade, ce secteur pouvant s'avérer dangereux du fait de l'agitation des vagues et de la difficulté à jauger la profondeur ! (cliché : F. Hoffmann).

basé sur le sel et les bains en eau salée. Il transforme les bâtiments industriels en restaurant et lieux de massage : baignade en eau salée, soins thermaux, enrobage à la boue, etc. Parmi les circuits touristiques qui jalonnent l'île, la saline joue un rôle central et accueille chaque année de très nombreux visiteurs curieux de retrouver de nombreux vestiges de l'ancienne exploitation du sel : rails, piliers de téléphériques, wagonnets, etc., même s'il n'y a pas de véritable valorisation patrimoniale de ces vestiges (**photo 2**). On pourrait très bien imaginer un petit musée abritant ces divers matériels et expliquant l'historique de la saline mais actuellement, ce sont de gros projets immobiliers qui sont envisagés par un autre promoteur italien en lieu et place du village traditionnel de Pedra Lume. Ce dernier profite de l'ouverture du Cap-Vert au tourisme et notamment au tourisme de masse (**photo 3**).

La Saline de Pedra Lume n'est pas le seul exemple de saline en contexte volcanique. Elle ressemble beaucoup à celle de Janubio aux Canaries, sur l'île de Lanzarote. Leur origine volcanique est commune, même s'il existe une différence dans l'organisation de la production. En effet, la saline de Janubio est ouverte directement sur la Mer et c'est le jeu de la marée qui remplit les casiers à sels. Cette dernière a connu les mêmes vicissitudes que celle de Pedra Lume en matière de production. Le gouvernement canarien a décidé alors d'intervenir pour moderniser les structures et maintenir une production dans le cadre d'une valorisation touristique. Elle produit aujourd'hui environ 10 000 tonnes de sel de qualité à l'image de ce qui se fait dans la saline de Guérande en France. Le manque de moyens financiers a joué aussi un rôle dans le déclin de la production de la saline de l'île de Sal.

C- Le renouveau touristique de L'île de Sal et du Cap-Vert

L'un des paradoxes de l'île de Sal devenue l'une des îles les plus fréquentées par les touristes du monde entier tient dans le caractère très limité de ses ressources en eau et de sa production d'énergie. Son développement est ancien car l'île bénéficie de l'implantation ancienne de l'aéroport, point d'atterrissage intermédiaire pour les avions à destination de l'Amérique du Sud.

La fréquentation touristique du Cap-Vert joue un rôle important dans son économie. Selon les chiffres de l'OCDE, on estime à près de 700 000 le nombre de touristes annuels dans ce pays en 2008, générant un PIB par habitant de près de 1700 USD en 2009. A terme, la manne touristique devrait représenter près de 30 % du PIB national en 2015.

La croissance économique à deux chiffres masque un niveau de pauvreté encore important, car elle part de très bas. Elle s'est ralentie comme dans de nombreux pays à partir de 2008 sous l'effet de la crise mondiale. Les investissements, notamment en matière d'énergie renouvelable, se sont ralentis.

L'eau demeure un enjeu capital pour l'île dont les ressources naturelles sont limitées. Sur l'île, les précipitations moyennes annuelles, les moins élevées de tout l'archipel, sont d'environ 60 mm. La recharge des nappes phréatiques est tellement insuffisante qu'on

y observe des intrusions d'eau de mer. Dans la plupart des unités de production d'eau, une salinité supérieure à 0,7 g/l est observée. 36 forages produisent environ 2200 m³/jour. Ce rythme est trop fort pour les capacités de recharge naturelle et l'on peut penser que ces réserves vont vite se saliniser et s'épuiser !

Afin de compléter les ressources souterraines, les autorités ont eu recours à la désalinisation de l'eau de mer. En 1999, la quantité d'eau produite était de 9500 m³/jour d'eau. On estime que 70 % étaient destinées à la consommation de la population et 30 % au secteur du tourisme. Cependant, cette dernière demande ne fait que croître du fait du développement de cette activité gourmande en eau. 47 % seulement des habitants de Sal ont un accès à un réseau d'eau communal desservant en priorité les unités touristiques du sud et le reste de la population doit faire appel aux camions citernes ou aux fontaines (Benchimol, 2002).

L'implantation de deux usines de dessalement d'eau de mer à Palmeira et à Santa Maria tente de combler le manque d'eau et de satisfaire la demande croissante dans une île qui compte aujourd'hui plus de 17 000 habitants, ces derniers travaillant essentiellement dans le domaine du tertiaire touristique et pour l'aéroport. Ces deux unités de production d'eau consomment en outre une grande partie (près de 40 % en 2002) de l'électricité produite à partir d'énergies fossiles.

On ne peut imaginer un développement du tourisme de masse sans que le Cap-Vert affronte un deuxième problème après celui de l'eau, celui de la production d'énergie notamment renouvelable. Le potentiel des différentes îles est important, reste à trouver les investisseurs.

Plusieurs projets sont à l'étude ou en cours de réalisation, notamment dans la création de 4 parcs éoliens dont un sur l'île de Sal subventionnés par la BEI (Banque Européenne d'Investissement) et la Banque Africaine de Développement, au sein d'un consortium privé public. Il est prévu que ces installations couvrent à terme 25 % de la consommation de l'archipel. D'autres projets notamment avec l'aide des Russes concernent l'installation au large de l'archipel d'une centrale nucléaire russe, dont la faisabilité technique est en cours d'étude par l'AIEA.

Des installations solaires ont vu le jour près de Praia, la capitale du Cap-Vert, couvrant près de 4 % de la consommation du pays. Réalisées par une société portugaise (Martifer Solar), elles représentent d'ailleurs l'une des plus grandes installations solaires de tout le continent africain.

Toutes ces installations éoliennes ou solaires visent à faire sortir le Cap-Vert de sa dépendance aux énergies fossiles. Cependant en plus du contexte de crise actuelle qui ralentit les investissements dans ce pays, deux difficultés supplémentaires viennent peser dans la balance :

- Le coût du KWh est respectivement de 3 et 16 dollars plus chers pour l'éolien et le solaire. Cela pèse sur la facture énergétique du pays ;

- Le deuxième problème est celui de la formation du personnel technique et surtout du coût de maintenance des installations. La Cap-Vert risque de troquer sa dépendance énergétique pour une dépendance technologique !

Conclusion

La saline de Pedra Lume continue de constituer un pôle attractif sur le plan économique pour l'île de Sal. Ce site a fait l'objet d'une demande de classement au patrimoine mondial de l'UNESCO depuis 2004,

demande en cours d'instruction. Il est intéressant de noter que le développement de l'île de Sal passe depuis quatre siècles par la gestion de l'eau, sa maîtrise, dans une île qui en manque tant. Les erreurs passées des colons, qui ont tant détruit les sols et la végétation du Cap-Vert, ne doivent pas se reproduire dans les modes de développement actuel, notamment du fait du choix d'un tourisme de masse. En effet, la taille des complexes touristiques présents au sud de l'île dans le secteur de Santa Maria et leur expansion ont de quoi inquiéter celles et ceux qui militent pour la sauvegarde de l'équilibre écologique fragile de cette île.

Edifice volcanique formé pour l'essentiel de matériaux pyroclastiques. Ces matériaux proviennent de phases éruptives et mélangent différents matériaux : morceaux de laves, cendres, projections... Ils se forment souvent à l'aplomb de fissures situées dans la roche et qui guident la sortie des matériaux projetés. La « rocha de salina » qui surplombe la saline de Pedra Lume appartient à ce type d'édifice (cliché : F. Hoffmann).

Références bibliographiques

- Avezac (d') A., (1848).** *Îles de l'Afrique*. Paris, Ed. Firmin Didot frères, 790 p., pp. 531-532.
- Barbe A., (2003).** *Pierre de Feu (Pedra de Lume – Île de Sal) et les salins du Midi (1920-1999)*. Paris, Ed. l'Harmattan, 286 p.
- Benchimol C., (2002).** *Développement durable du tourisme au Cap-Vert*. Québec, Rapport de Maîtrise en gestion des ressources maritimes, 69 p.
- Chevalier A., (1935).** Les Îles du Cap-Vert. Géographie, biogéographie, agriculture. Flore de l'Archipel. In : *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*. Paris, 15^e année, bulletin n°170-171, Octobre-novembre. pp. 733-1090.
- Chevalier A., Jolbaud L. et Petit G., (1935).** Les dépôts quaternaires de l'ancien cratère de Pedra de Lume (île de sal, archipel du Cap-Vert). Compte rendu à l'Académie des Sciences, Paris, pp. 1334-1335.
- Costa Torres P., Celestino Silva L., Serralheiro A., Herminia Mendes M., Rocha Macedo J. et Mota Gomes A., (2002).** *Geologia da ilha do Sal*. Lisbonne, Instituto de Investigação Científica Tropical, Série de Ciências da Terra, n°10, 57 p., + 2 cartes géologiques au 1/25 000^e hors texte.
- Cropper T., (2013).** The weather and climate of Macaronesia: past, present and future. *Weather*. Londres, N°11, Vol. 68. pp. 300-307.
- Jaupart C., Guiraud M., Komorowski J.-C., Sautter V., Boudon G., Parodi G.-C., Leyrit H., Lénat J.-F. et Bardintzeff J.-M., (2003).** *Le volcanisme, cause de mort et source de vie*. Paris, Ed. Vuibert – Muséum National d'Histoire Naturelle, 328 p.
- Lecointre G., (1962).** *Le Quaternaire de l'Île de Sal (archipel du Cap-Vert)*. Compte Rendu Sommaire des Séances de la Société Géologique de France, pp. 3-92.
- Lecointre G., (1963).** *Sur les terrains sédimentaires de l'Île de Sal, avec remarques sur les îles de Santiago et Maio (Archipel du Cap-Vert)*. Garcia de Orta, Serie Geologia, Lisboa II (2), pp. 275-289.
- Lesourd M., (1994).** *Insularismes et développement en république du Cap-Vert*. In : *Géopolitiques de Mondes Lusophones*, Paris, Ed. l'Harmattan, 448 p., pp. 113-133.
- OCDE/BAfD, (2008).** *Cap-Vert. Perspectives économiques en Afrique*, notice, pp. 224-238.
- Pélissier R., (2005).** *Le Cap-Vert*, article de l'Encyclopédie Universalis.
- Zazo C., Goy J.L., Dabrio C.J., Soler V., Hillaire-Marcel Cl., Ghaleb B., Gonzalez-Delgado J.A., Bardaji T., Cabero A., (2007).** Quaternary marine terraces on Sal Island (Cape Verde archipelago). *Quaternary Science Reviews*, 26, pp. 876-893.

Partie occidentale de la saline ; la cristallisation du sel forme une sorte d'opalescence dans l'eau bleu marine issue de l'océan. On y organise des zones de baignade pour bénéficier de la sur-salinité des eaux facilitant la flottaison. Au pied des remparts volcaniques, au centre de la photo, on remarque une couleur rose intense. Il s'agit d'algues salines colonisant ce type de milieux sursalés. Sur la gauche, des petits tas de sel indiquent que l'on exploite à des fins uniquement touristiques le sel afin que chaque touriste garde un souvenir de son passage dans la saline. Sur l'extrême gauche, les casiers abandonnés car trop loin de l'arrivée d'eau apparaissent ici en marron liés au colmatage par les argiles. (cliché : F. Hoffmann).

Mindelo pendant son carnaval, février 2017, île de Sao Vicente (cliché : M. Deglane).