

Lutte contre l'érosion du littoral sénégalais : le pari de Dakar

En interviewant le professeur Diaw et le docteur Bakhom de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sophia Mag poursuit son enquête mondiale sur la situation des cités côtières dans le contexte du réchauffement climatique et de la montée des eaux. Au Sénégal, l'activité anthropique très majoritairement concentrée sur la région du Cap-Vert, est à la fois cause et conséquence d'un fort recul du trait de côte, mettant sous tension une démographie dense. Comment caractériser l'érosion littorale ? Quel remède y apporter ? Les lignes qui suivent proposent des pistes, et mettent le sujet en perspective.

par Antoine Guy



Pirogues de pêche du Sénégal

La république du Sénégal, géographie, climat et population

Fondée en 1960, elle est un des grands états de l'Afrique de l'Ouest. Sa superficie de 197 000 km² héberge 16 millions d'habitants soit une densité de 82 h/km². A titre de comparaison, la France est 3,4 fois plus étendue (672 000 km²), 4 fois plus peuplée (67 millions) soit une densité de 118 h/km². Les grands voisins de la république du Sénégal sont au nord/nord-est la Mauritanie (Nouakchott), à l'est le Mali (Bamako), au sud la Guinée (Conakry) et la plus modeste Guinée-Bissau (Bissau). Au sud-ouest, la Gambie forme une enclave et pénètre de 300 km à l'intérieur du territoire sénégalais. La façade côtière atlantique du pays s'étend sur 700 km (4 700 km en France).

Le pays tient son nom du grand fleuve éponyme qui en constitue la frontière à l'est avec le Mali et au nord avec la Mauritanie. Le Sénégal prend sa source dans les massifs montagneux de la Guinée

et se jette dans l'Atlantique au niveau de Saint-Louis, la grande métropole du nord du pays. Le climat du Sénégal est tropical. Une saison chaude et humide de juin à octobre (pic de précipitations en août de 117 mm/mois, température moyenne 27°) alterne avec une saison sèche de novembre à mai (précipitations proches de 0 mm et une température moyenne de 19°).

Dakar, une région à très forte densité démographique et économique

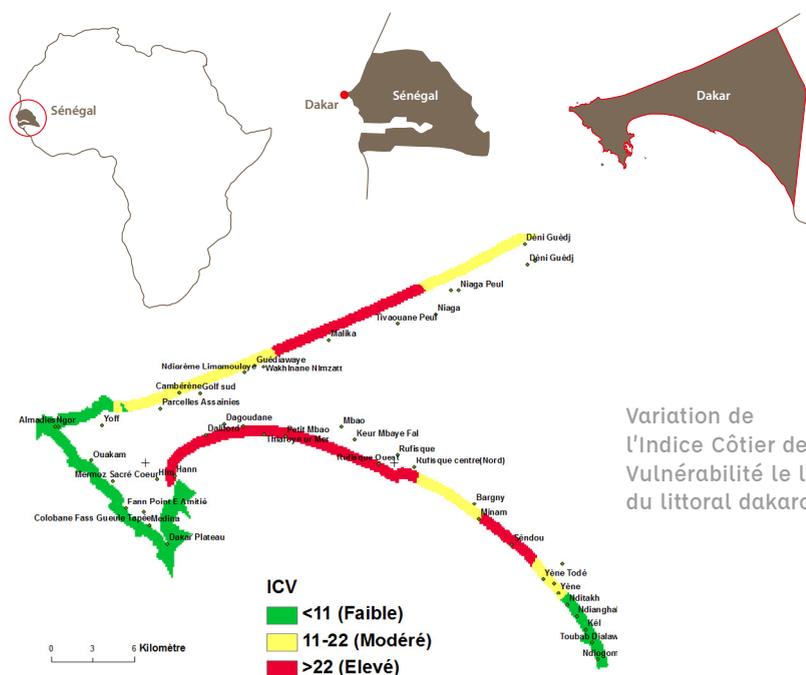
Dakar et sa région occupent la presqu'île du Cap-Vert, baptisée ainsi en 1444 par un navigateur portugais en raison de la végétation luxuriante de ce promontoire rocheux contrastant avec l'aridité de l'arrière-pays. Située à l'extrême ouest du littoral africain, à la latitude des îles éponymes qui émergent à 644 km à l'ouest, la presqu'île est un éperon volcanique ancien, avec les buttes des Mamelles culminantes à 105 m, et qui forme la pointe la plus occidentale du bassin sédimentaire sénégal-mauritanien.

Fight against erosion of the Senegalese coastline: Dakar's race

By interviewing Professor Diaw and Doctor Bakhom from the Cheikh Anta Diop University in Dakar, Sophia Mag continues its global survey on the situation of coastal cities in the context of global warming and rising sea levels. In Senegal, human activity, which is overwhelmingly concentrated in the Cape Verde peninsula, is both a cause and a consequence of a strong retreat of the coastline, putting pressure on a dense demography. How can coastal erosion be characterised? What can be done about it? The following lines suggest some possible solutions and put the subject into perspective.

The republic of Senegal, geography, climate and population

Founded in 1960, it is one of the great states of West Africa. Its surface area of 197,000 km² is home to 16 million inhabitants, i.e., a density of 82 inhabitants/km². By way of comparison, France is 3.4 times larger (672,000 km²) and four times more populated (67 million), i.e., a density of 118 inhabitants/km². The Republic of Senegal's main neighbours are



"Cette région s'étire sur 550 km² avec une façade maritime de 130 km divisée en trois secteurs : la 'Grande Côte' au nord, constituée de plages bordées de dunes (littorales et continentales) ; ensuite à l'ouest, la tête de la presqu'île du Cap-Vert comprenant majoritairement des falaises volcaniques (au nord) et des roches sédimentaires (au sud). Cette zone est la plus artificialisée avec les Port Autonome de Dakar et de plaisance. La troisième zone dite 'Petite Côte', s'étend au sud du Cap-Vert, formée majoritairement de plages associées à des falaises gréseuses", indique le Pr Diaw.

Dakar, cité côtière s'il en est, n'échappe pas au destin des grandes métropoles ouest-africaines. Son économie maritime (port, pêche, industrie, tourisme balnéaire) est un attracteur d'immigration... "Dakar et sa presqu'île, qui comptaient tout juste 400 000 âmes en 1970 (et 1 600 en 1878), hébergent maintenant 3,1 millions d'habitants, soit 23 % de la population et 90 % des activités industrielles, sur 0,28 % du territoire national, conduisant à une densité impressionnante de 5 700 h/km² (à comparer aux 82 h/km² de la moyenne nationale), imposant à cette région et à sa biosphère une pression anthropique extrêmement intense", explique le Dr Bakhoum.

Vulnérabilité côtière de la capitale : 50 Km du littoral à risque élevé

Le docteur Bakhoum et son équipe ont mené une étude sur l'évolution de ces 130 km littoraux, selon les trois zones : Grande Côte (plages du nord), Côte Rocheuse (presqu'île de Dakar), et Petite Côte (plages et falaises du sud) entre 1954 et 2015. L'étude a défini et calculé par segment du littoral, un ICV, Indice Côtier de Vulnérabilité physique. Les valeurs obtenues de l'ICV varient entre 3 et 30 avec une valeur moyenne de 17 pour la Petite Côte, 20 pour la Grande Côte et 5 pour la Côte Rocheuse. "Sur cette frange littorale de Dakar, 36 % de cette côte sont classés à risque élevé de submersion marine et d'érosion côtière", souligne le Dr Bakhoum.

Erosion littorale et recul du trait de côte préoccupant depuis 60 ans

Le constat le plus alarmant tient à la très forte érosion dunaire et au recul du trait de côte depuis 60 ans. La zone nord des plages de Grande Côte a reculé de 72 m (soit 1,17 m/an) et la zone sud de Petite Côte, de 52 m (soit 0,85 m/an). Les segments du littoral de Dakar les plus vulnérables, associés à des valeurs d'ICV élevées, ont des reliefs bas, un substrat facilement mobilisable, et sont exposés à des énergies élevées de houles.

"Dakar comptaient 400 000 habitants en 1970, et en héberge maintenant 3,1 millions, soit 23 % de la population sur 0,28 % du territoire national (soit 5 700 h/km²) !"

Mauritania (Nouakchott) to the north/north-east, Mali (Bamako) to the east, Guinea (Conakry) to the south and the smaller Guinea-Bissau (Bissau) to the south. In the south-west, the Gambia forms an enclave and penetrates 300 km into the Senegalese territory. The country's Atlantic coast stretches 700 km (4,700 km in France).

The country takes its name from the great eponymous river that forms its eastern border with Mali and its northern border with Mauritania. The Senegal's source is in the mountainous massifs of Guinea and flows into the Atlantic at the level of Saint-Louis, the great metropolis in the north of the country. Senegal's climate is tropical. A hot and humid season from June to October (peak rainfall in August of 117 mm/month, average temperature 27°C) alternates with a dry season from November to May (rainfall close to 0 mm and an average temperature of 19°C).

Dakar, a region with very high demographic and economic density

Dakar and its region occupy the Cape Verde peninsula, named in 1444 by a Portuguese navigator because of the lush vegetation of this rocky promontory contrasting with the aridity of the hinterland. Located at the extreme west of the African coast, at the latitude of the eponymous islands which emerge 644 km to the west, the peninsula is an ancient volcanic spur, rising to a maximum of 105 m, and forms the westernmost point of the Senegalese-Mauritanian sedimentary basin.

"This region stretches over 550 km² with a coastline of 130 km divided into three sectors: the "Grande Côte" to the north, made up of dune-lined beaches (coastal and continental); then to the west, the head of the Cape Verde peninsula comprising mainly volcanic cliffs (to the north) and sedimentary rocks (to the south). This area is the most artificial with the Dakar Autonomous Port and the yachting ports. The third zone, known as the "Petite Côte", stretches to the south of Cape Verde, consisting mainly of beaches with sandstone cliffs", says Professor Diaw.

Dakar, a coastal city if ever there was one, does not escape the fate of the major West African metropolises. Its maritime economy (port, fishing, industry, seaside tourism) is a magnet for immigration... "Dakar and its peninsula, which had just 400,000 souls in 1970 (and 1,600 in 1878), now has 3.1 million inhabitants, that is 23% of the population and 90% of industrial activities on 0.28% of the national territory, leading to an impressive density of 5,700 inhabitants/km² (compared to the national average of 82 inhabitants/km²), imposing an extremely intense pressure from human activity on this region and its biosphere," explains Dr. Bakhoum.



Un littoral menacé



Mur en béton de Diokoul à Rufisque avec une portion sans inclinaison



Mur en béton de Mbao



Habitations détruites par l'érosion côtière



Lutte contre l'érosion côtière par pose de gabions

"Les forts taux d'érosion et l'altitude particulièrement basse de la zone nord de Grande Côte favorisent la submersion pendant les grandes marées et les tempêtes, rendant ces plages inutilisables par les riverains. La zone sud de Petite Côte subit un recul du littoral et une perte de surface moins importants qu'au nord, néanmoins son urbanisation plus dense et sa plus grande proximité avec des lieux de vie la rendent beaucoup plus sensible à l'élévation du niveau de la mer", déclare le Pr Diaw.

Des facteurs multiples responsables de cette importante érosion

Tout d'abord, la pente continentale sous-marine raide du canyon de Kayar, au large de la presqu'île, influence la faible alimentation naturelle du littoral en sédiments par les courants côtiers. Ces sédiments dérivant depuis Saint-Louis et l'embouchure du fleuve Sénégal seraient piégés en profondeur par le canyon, sous-alimentant "l'engraissement" de la Grande et la Petite Côte.

La vulnérabilité de ces deux zones et le recul important du trait de côte s'expliquent aussi par une exploitation forte du sable marin, requis par les besoins d'urbanisation de ce territoire en tension démographique. La Grande Côte, qui avait fait l'objet de plantations de filaos (10 000 hectares depuis 1948), souffre de la disparition progressive de ces arbres pionniers actuellement pas assez remplacés. Le filao, capable de coloniser des sols très pauvres en éléments minéraux, est extrêmement efficace pour fixer les dunes et faire barrière au vent tout en reboisant les zones littorales où peu d'espèces survivent.

Enfin, l'absence d'une réelle loi littorale engendre une occupation anarchique

du domaine public maritime et bloque le développement harmonieux du littoral dakarais. Toutes ces raisons expliquent l'évolution négative du bilan sédimentaire des plages de la région de Dakar.

Quelles recommandations prioritaires et urgentes ?

"D'une manière générale, l'adoption rapide d'une loi littorale forte sur l'ensemble du territoire serait un préalable plus que judicieux", insiste le Dr Bakhoum.

Le Pr Diaw ajoute : "S'agissant de la Grande Côte, il serait bénéfique et urgent de planifier le rechargement artificiel des plages (apport artificiel de sédiments et de sable) lorsque c'est possible, et de déployer des opérations de replantation des filaos en particulier aux abords de la route côtière nord. Au sud, la saturation de l'espace utilisable à des fins industrielles et urbaines de la Petite Côte présente un risque socioéconomique élevé. Il serait opportun de continuer d'implanter des structures comme des murs de protection avec des bras de raccordement, des digues, des épis, et des zones de revêtement. Il faut également prévoir des sites de relogement car des déplacements de populations affectées par le recul du trait de côte ne manqueront pas d'arriver".

Des collaborations nécessaires avec les instances internationales

Le contact avec ces organisations est établi durablement au travers de la Direction de l'Environnement et des Etablissements classés, chargée de piloter la politique du Sénégal en matière de gestion intégrée des zones côtières, de changement climatique

Coastal vulnerability of the capital: 50 km of coastline threatened by submersion

Doctor Bakhoum and his team conducted a study on the evolution of these 130 km of coastline, according to the three zones: Grande Côte (northern beaches), Côte Rocheuse (Dakar peninsula), and Petite Côte (southern beaches and cliffs) between 1954 and 2015. The study defined and calculated, per segment of the coastline, a Coastal Index of Physical Vulnerability. The values obtained from the index vary between 3 and 30, with an average value of 17 for the Petite Côte, 20 for the Grande Côte and 5 for the Rocky Coast. "On this coastal fringe of Dakar, 36% of the coast is classified as being at high risk of marine submersion and coastal erosion", says Dr Bakhoum.

Coastal erosion and coastline retreat a concern for the past 60 years

The most alarming observation is the very strong dune erosion and the retreat of the coastline over the last 60 years. The northern zone of the Grande Côte beaches has receded by 72 m (or 1.17 m/year) and the southern zone of Petite Côte by 52 m (or 0.85 m/year). The most vulnerable segments of Dakar's coastline, associated with high index values, have low relief, an easily mobilised substrate and are exposed to high wave activity.

"The high rates of erosion and the particularly low altitude of the northern zone of the Grande Côte favour submersion during high tides and storms, making these beaches unusable by local residents. The southern zone of Petite Côte is experiencing less coastal retreat and loss of surface area than in the north, but its denser urbanisation and greater proximity to places where people live make it much more sensitive to rising sea levels", declares Professor Diaw.

Multiple factors are responsible for this significant erosion

First of all, the steep underwater continental slope of the Kayar canyon, off the peninsula, influences the low natural supply of sediment to the coast from coastal currents. These sediments drifting from Saint-Louis and the mouth of the Senegal River would be trapped at depth by the canyon, under-nourishing the "fattening" of the Grande and Petite Côte. The vulnerability of these two zones and the significant retreat of the coastline can also be explained by the strong exploitation of marine sand, required by the urbanisation needs of this territory which is under demographic pressure. The Grande Côte, which had been the target for filao plantations (10,000 hectares since 1948), is suffering from the gradual disappearance of these useful trees, which are currently not replaced in sufficient quantities. The filao, capable of colonising soils that are very poor in mineral elements, is extremely effective in fixing the dunes and acting as a barrier to the wind, while reforesting coastal areas where few species survive.

Finally, the absence of a real coastal law leads to an anarchic occupation of the public maritime domain and blocks the harmonious development of the Dakar coast. All these reasons explain the negative evolution of the sedimentary balance of the beaches of the Dakar region.

What are the priority and urgent recommendations?

"Generally speaking, the rapid adoption of a strong coastal law for the whole territory would be a more than judicious prerequisite", insists Dr. Bakhoum.

Houle destructrice dans la région de Dakar





© DR

Plantation de filaos
région de Dakar

"S'agissant de la Grande Côte, il serait bénéfique et urgent de déployer des opérations de replantation d'arbres comme des filaos"

et de développement durable. "Notre expertise et les résultats de nos travaux de recherche sont valorisés dans ce contexte", explique le Dr Bakhoum.

La vulnérabilité des côtes dakaroises à une accélération de l'élévation du niveau de la mer, dans le contexte du réchauffement climatique, est bien réelle, étant donné les très fortes concentrations humaines consécutives au développement économique. "Au rythme actuel, la population du Sénégal devrait doubler en l'espace de 28 ans, augmentant en conséquence la vulnérabilité de cette zone littorale", a conclu le Pr Diaw. ●

Dr Papa Waly Bakhoum,

est titulaire d'un doctorat en Environnement à l'université Cheikh Anta Diop de Dakar, enseigne à l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE) de la même université. Il possède une grande expérience sur le changement climatique, la vulnérabilité des écosystèmes côtiers, l'élévation du niveau de la mer, l'érosion côtière et la submersion marine.

Le professeur Amadou Tahirou Diaw,

est un géographe travaillant sur la géomorphologie côtière, l'environnement, le changement climatique et l'adaptation, la télédétection et les SIG depuis près de 40 ans. Il a obtenu un doctorat de 3^e cycle et un doctorat d'état respectivement à l'université Paris I Panthéon-Sorbonne en 1980 et 1997. A partir de 1980, il occupe un poste permanent à l'université Cheikh Anta Diop. Il dirige le laboratoire de Géo-Information (LERG) depuis sa création en 2004.

OPTIONS STRUCTURELLES	EFFETS POSITIFS	EFFETS NEGATIFS	COÛTS
1. Murs de protection	👍👍👍	👎👎👎⚠️	💰💰💰
2. Epis	👍👍👍	👎👎👎	💰💰💰
3. Revêtement de plage	👍👍👍	👎👎👎	💰💰💰
OPTIONS NON STRUCTURELLES			
4. Alimentation artificielle (ou engraissement) des plages	👍👍👍	👎👎👎	💰💰💰
5. Reconstitution des massifs dunaires	👍👍👍	👎👎👎	💰💰
6. Fixation de la côte par restauration de la mangrove	👍👍👍	👎👎👎	💰
GESTION INTEGREE DES RESSOURCES			
7. Optimiser l'utilisation des terres en zone côtière	👍👍👍	👎👎👎	💰💰
8. Gestion intégrée des ressources en eau	👍👍👍	👎👎👎	💰💰💰
9. Repos biologique avec gestion communautaire durable des ressources halieutiques	👍👍👍	👎👎👎	💰💰💰
10. Aires marines protégées (AMP)	👍👍👍	👎👎👎	💰💰💰

Résumé des effets et des coûts d'options d'adaptation en zones côtières

Professor Diaw adds: "As regards the Grande Côte, it would be beneficial and urgent to plan for the artificial recharging of beaches (artificial supply of sediment and sand) where possible, and to deploy filaos replanting operations, particularly along the northern coastal road. In the south, the saturation of the space usable for industrial and urban purposes on the Petite Côte presents a high socio-economic risk. It would be advisable to continue to install structures such as protective walls with connecting arms, dykes, groynes and paved areas. It is also necessary to provide relocation sites, as the displacement of populations affected by the retreat of the coastline will inevitably occur."

Necessary collaborations with international bodies

Contact with these organisations is established on a long-term basis through the Directorate of the Environment and Classified Establishments, which is responsible for steering Senegal's policy on integrated coastal zone management, climate change and sustainable development. "Our expertise and the results of our research work are valued in this context," explains Dr. Bakhoum.

The vulnerability of Dakar's coasts to accelerated sea level rise, in the context of global warming, is very real, given the very high human concentrations resulting from economic development. "At the current rate, Senegal's population is expected to double in the space of 28 years, thus increasing the vulnerability of this coastal zone", concludes Professor Diaw. ●

Dr Papa Waly Bakhoum,

who holds a PhD in Environment at Cheikh Anta Diop University in Dakar, teaches at the Institute of Environmental Sciences of the same university. He has extensive experience on climate change, the vulnerability of coastal ecosystems, sea level rise, coastal erosion and marine submersion

Professor Amadou Tahirou Diaw

is a geographer working on coastal geomorphology, environment, climate change and adaptation, remote sensing and GIS for almost 40 years. He obtained a PhD and a state doctorate respectively at the University of Paris I Panthéon-Sorbonne in 1980 and 1997. From 1980, he held a permanent position at the Cheikh Anta Diop University. He has directed the Geo-Information Laboratory since its creation in 2004.



OiEau
Office International
de l'Eau

30
ANS
D'UTILITÉ
PUBLIQUE

WWW.OIEAU.FR