



Bulletin de liaison Newsletter

Trimestriel de l'Observatoire Régional
du Littoral Ouest Africain (ORLOA)
N° 13
Juillet, Août, Septembre 2022

Quarterly West African Regional Coastal
Observatory (WARCO)
Issue 13
July, August, September 2022



CHRONIQUE

Le Système d'alerte précoce, outil de résilience face aux risques côtiers en Afrique de l'Ouest : Cas du Bénin

Extrait du rapport de mission CSE/Cerema à Cotonou du 18 au 20 mai 2022

Au Bénin, l'ANPC (Agence Nationale de la Protection Civile) assure le secrétariat permanent de la Plateforme Nationale de Réduction des Risques de Catastrophes et d'Adaptation au Changement Climatique (PNRR ACC). Elle est chargée de communiquer et de diffuser l'information produite par les fournisseurs (IRHOB, DGEau, Météo Bénin) à travers le Mode Opérateur Normalisé (MON). Le MON a été institué par arrêté en 2014 et permet d'assurer l'échange d'informations et la diffusion en temps réel des alertes auprès des populations, des décideurs puis de suivre et animer les activités d'alertes précoces afin de réduire les impacts des aléas.

L'ANPC reçoit les informations par mail ou via WhatsApp et informe le Ministre de l'Intérieur qui est le président de la plateforme. Ce dernier informe le Gouvernement et les préfets de département qui sont les points focaux départementaux. Les préfets vulgarisent l'information dans la plateforme départementale et informe les maires et les points focaux communaux (52 communes sur 77 couvertes actuellement). Les points focaux informent ensuite les Pairs Educateurs Secouristes (PES) qui sont des relais communautaires au niveau des quartiers et villages chargés de porter l'information aux populations en langue locale et les secouristes pour apporter les premiers soins (Figure 1).

CHRONICLE

The Early Warning System, a Tool for Resilience to Coastal Risks in West Africa: Case of Benin

Extract from the CSE/Cerema mission report in Cotonou from May 18 to 20, 2022

In Benin, the ANPC (National Civil Protection Agency) acts as the permanent secretariat of the National Platform for Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation (PNRR ACC). It is responsible for communicating and disseminating the information produced by the suppliers (IRHOB, DGEau, Météo Benin) through the Standard Operating Mode (MON). The MON was established by decree in 2014 and ensures the exchange of information and the real-time dissemination of alerts to populations, decision-makers, then to monitor and lead early warning activities in order to reduce the impacts hazards.

The ANPC receives the information by email or via WhatsApp and informs the Minister of the Interior who is the president of the platform. The latter informs the Government and the departmental prefects who are the departmental focal points. The prefects popularize the information in the departmental platform and inform the mayors and the municipal focal points (52 municipalities out of 77 currently covered). The focal points then inform the Peer Educators First Aid (PES) who are community relays in the neighborhoods and villages responsible for bringing information to the populations in the local language and the first aid workers to provide first aid (Figure 1).

• Chronique

Le Système d'alerte précoce, outil de résilience face aux risques côtiers en Afrique de l'Ouest : Cas du Bénin

• Chronicle

The Early Warning System, a Tool for Resilience to Coastal Risks in West Africa: Case of Benin

PP 1-3

• Focus

Sao Tomé & Principe s'engage dans la Prévention des Risques de Catastrophe

• Focus

Sao Tomé & Principe is committed to Disaster Risk Prevention

PP 4-6

• Articles des correspondants

Modélisation de la propagation de la marée dans le système laguno-estuarien de la Somone, Petite Côte, Sénégal

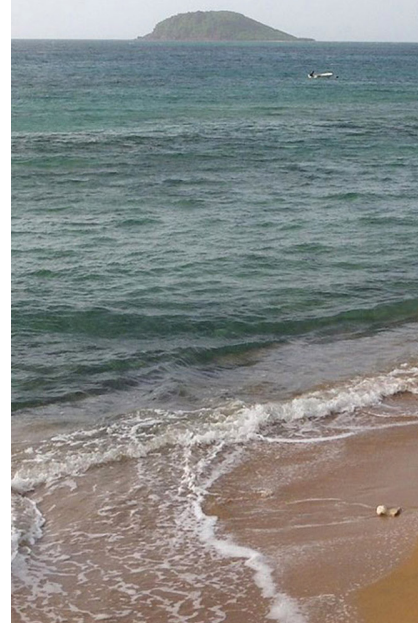
• Articles from our correspondents

Modeling of tidal propagation in the lagoon-estuarine system of Somone, Petite Côte, Senegal

PP 7-14

• Agenda / Agenda

P15



CHRONIQUE (Suite de la page 1)

CHRONICLE (Continued from page 1)

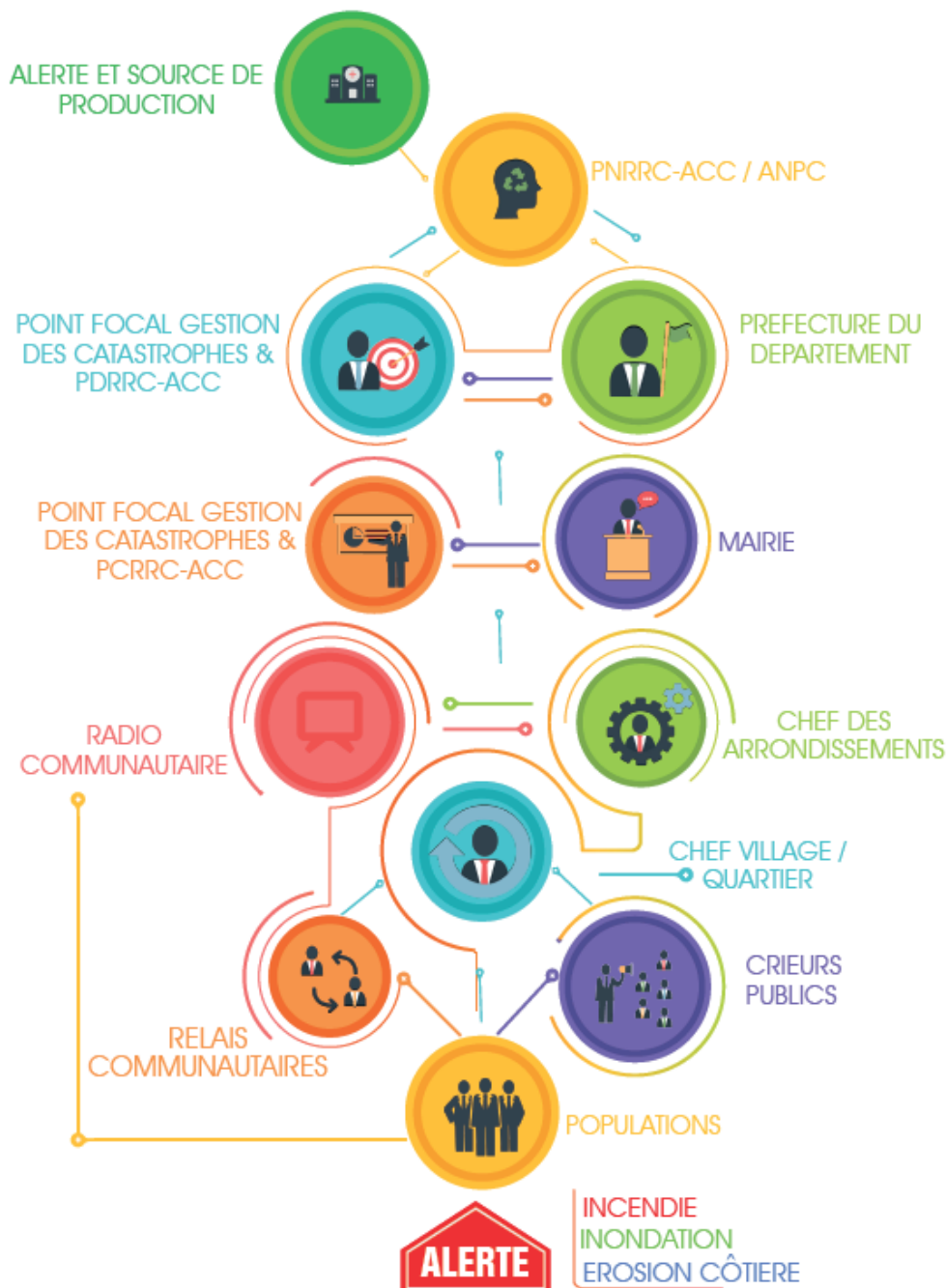


Figure 1: Schéma du circuit normalisé de production et de diffusion des alertes hydro climatiques

Figure 1: Diagram of the standardized circuit for the production and dissemination of hydro-climatic alerts

L'ANPC a commencé à mettre en place un SAP communautaire (SAP-C) pour pallier aux problèmes que rencontre le SAP national concernant certaines défections enregistrées au niveau des PES qui sont des bénévoles. Le SAP-C permettra également une remontée de l'information des populations vers les décideurs ce qui n'est pas le cas du SAP national. Dans ce cadre, une application de diffusion des alertes aux populations nommée « Préalerte Inondation » (Figure 2) a été conçue et est téléchargeable sur Playstore. Des balises ont été implantées dans des secteurs suivis avec des couleurs (rouge, orange, jaune, vert). En fonction de la couleur atteinte par l'eau, les populations sont automatiquement alertées et alertent à leur tour sur l'application sur le modèle « bottom-up ». La géolocalisation des

The ANPC has started to set up a community SAP (SAP-C) to overcome the problems encountered by the national SAP concerning certain defections recorded at the level of the PES who are volunteers. The SAP-C will also allow information to be fed back from the populations to the decision-makers, which is not the case with the national SAP. In this context, an application for disseminating alerts to the populations called «Pre-alert Flood» (Figure 2) has been designed and can be downloaded from Playstore. Beacons have been installed in sectors monitored with colors (red, orange, yellow, green). Depending on the color reached by the water, the populations are automatically alerted and in turn alert on the application on the «bottom-up» model. The geolocation of the broadcasters of the alert near the beacons (1.5 km radius), their name

CHRONIQUE (Suite de la page 2)

diffuseurs de l'alerte auprès des balises (rayon de 1,5 km), leur nom et contact, leurs messages et photos, ainsi que le nombre d'alertes reçues dans un temps court sont des critères qui permettent à l'ANPC de valider les alertes. Cette application sera bientôt administrée par l'ANPC et pourra évoluer en intégrant d'autres aléas.

CHRONICLE (Continued from page 2)

and contact, their messages and photos, as well as the number of alerts received in a short time are criteria that allow the ANPC to validate the alerts. This application will soon be administered by the ANPC and may evolve by integrating other risks.

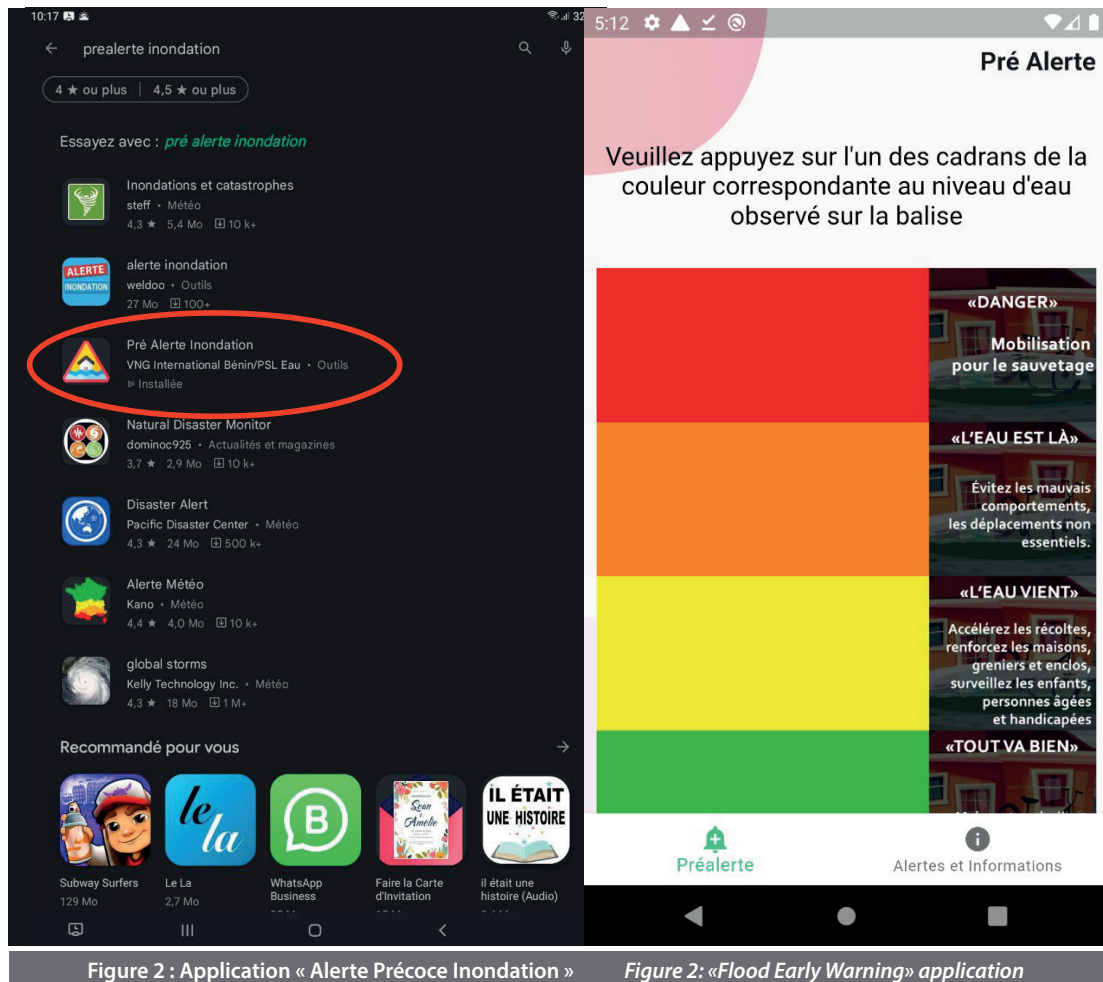


Figure 2 : Application « Alerte Précoce Inondation »

Figure 2: «Flood Early Warning» application

Pour la gestion des crises, l'ANPC a mis en place commune par commune des sites d'accueil des populations sinistrées. Pour les communes qui ne disposent pas de ces infrastructures, les salles de classe, les salles polyvalentes et les centres de loisirs sont mis à contribution. Depuis la crise sanitaire, le système de famille d'accueil a été mis en place.

Les prévisions saisonnières et des sensibilisations au comportement à tenir avant, pendant et après une catastrophe sont également vulgarisées auprès des populations à l'aide de plaquettes informatives, à travers les médias et des interventions dans les radios communautaires (antenne ouverte), par le porte-à-porte ou des séances publiques. L'ANPC rédige régulièrement des fiches d'évaluation des dégâts constatés sur le terrain et des retours d'expérience afin d'améliorer les opérations de secours ultérieures.

L'ANPC informe également que le Gouvernement a mis en place, par décret N° 2020-414 du 26 Aout 2020, un Fond National de Réponse aux Catastrophes (FONCAT) qui est accessible aux communes accréditées.

For crisis management, the ANPC has set up, community by community, reception sites for disaster-stricken populations. For municipalities that do not have these infrastructures, classrooms, multipurpose rooms and leisure centers are used. Since the health crisis, the foster family system has been put in place.

Seasonal forecasts and awareness of the behavior to be held before, during and after a disaster are also popularized among the populations using informative brochures, through the media and interventions in community radios (open antenna), by the door -to-door or public sessions. The ANPC regularly writes assessment sheets for the damage observed in the field and feedback from experience in order to improve subsequent rescue operations.

The ANPC also informs that the Government has set up, by decree N° 2020-414 of August 26, 2020, a National Disaster Response Fund (FONCAT) which is accessible to accredited municipalities.

FOCUS

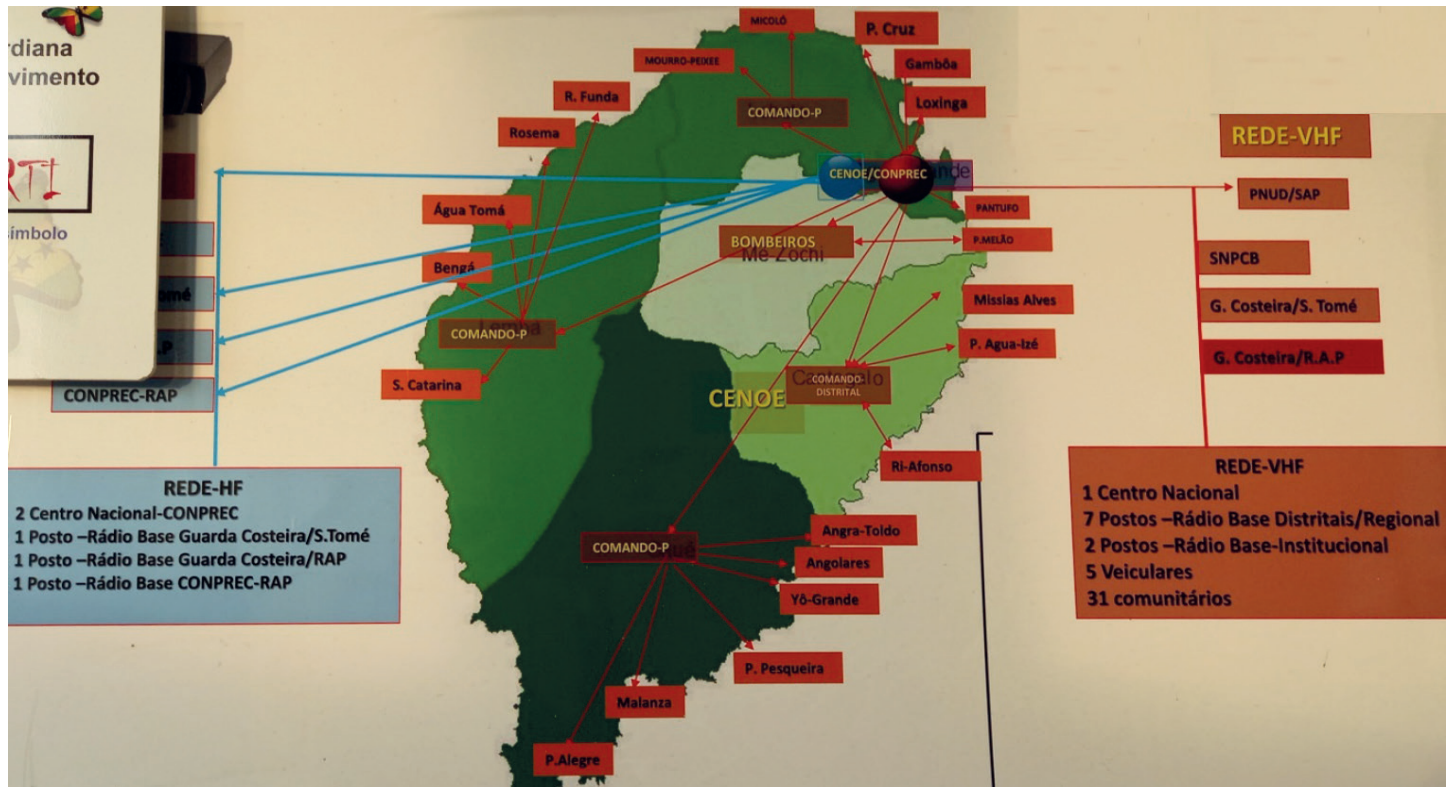
Sao Tomé & Príncipe s'engage dans la Prévention des Risques de Catastrophe

Extrait du rapport de mission CSE/Cerema à Sao Tomé & Príncipe du 20 au 25 avril 2022

FOCUS

Sao Tomé & Príncipe is committed to Disaster Risk Prevention

Extract from the CSE/Cerema mission report to Sao Tomé & Príncipe from April 20 to 25, 2022



Sao Tomé-et-Príncipe dispose d'un Plan National de Gestion des Risques et des Catastrophes et de divers plans de soutien au niveau régional et/ou district (pouvant être inclus dans le Plan National) pour la gestion de trois types de catastrophe (naturelle, épidémique/pandémique et technologique); ainsi que d'une Stratégie Nationale de Gestion des Risques de Catastrophe.

La Stratégie Nationale de Gestion des Risques de Catastrophe a une portée multisectorielle et représente un instrument unique dans le contexte national de la gestion des catastrophes, dans ses différents aspects, reflétant l'interdépendance entre les différentes sphères impliquées dans le développement socio-économique et appelle à une plus grande coordination entre les acteurs pour une plus grande implication des communautés vulnérables, vers l'adoption d'une culture de renforcement de la résilience. En vue de rendre opérationnelle la Stratégie Internationale pour la Réduction des Catastrophes (ISDR) approuvée en 2005 et compte tenu de la réalité actuelle de Sao Tomé-et-Príncipe,

São Tomé and Príncipe has a National Risk and Disaster Management Plan and various support plans at regional and/or district level (which may be included in the National Plan) for the management of three types of disaster (natural, epidemic/pandemic and technological); as well as a National Disaster Risk Management Strategy.

The National Strategy for Disaster Risk Management has a multisectoral scope and represents a unique instrument in the national context of disaster management, in its different aspects, reflecting the interdependence between the different spheres involved in socio-economic development and calls greater coordination between actors for greater involvement of vulnerable communities, towards the adoption of a culture of building resilience.

In order to make operational the International Strategy for Disaster Reduction (ISDR) approved in 2005 and taking into account the current reality of Sao Tome and Principe, the National Strategy for Disaster Risk Management aims to:

FOCUS (Suite de la page 4)

la Stratégie Nationale de Gestion des Risques de Catastrophe a pour objectifs de :

- faire de la prévention des catastrophes une priorité du Gouvernement santoméen en l'intégrant dans les politiques, plans et programmes de développement ;
- créer une plateforme nationale pour une réponse plus efficace et efficiente en cas de catastrophes naturelles et technologiques ;
- réduire les pertes de vies humaines, de biens, d'infrastructures et l'impact négatif sur l'environnement causé par les catastrophes naturelles et anthropiques ;
- reconnaître que les problèmes liés aux catastrophes relèvent de la responsabilité du Gouvernement et veiller à ce que des dispositions soient prévues pour leur mitigation, en tenant compte des ressources disponibles ;
- prioriser l'amélioration de la capacité du Gouvernement et de la société santoméenne à prévenir, atténuer et répondre efficacement aux situations récurrentes d'urgence ;
- créer et institutionnaliser une structure nationale de gestion des risques de catastrophe, du niveau local au niveau central, pour assurer une gestion intégrée des risques et une réponse aux situations d'urgence à ses différents niveaux ;
- promouvoir la création et l'expansion de comités communautaires sur les risques de catastrophe afin d'assurer la diffusion d'informations sur les risques de catastrophe et la manière d'y faire face.

Le Conseil National de Prévention et de Réponse aux Catastrophes naturelles (CONPREC), créé en 2011 pour répondre aux problématiques liées aux catastrophes naturelles et anthropiques, est le conseil de haut niveau chargé de coordonner la gestion des risques de catastrophe. Le CONPREC est chargé de :

- développer des actions de prévention, de préparation, de réponse et de coordination ;
- mener des recherches et des études sur les niveaux de vulnérabilité dans le pays ;
- fournir des informations au Gouvernement sur les facteurs de risque multiples et des cartes de risque ;
- mobiliser des fonds pour mettre en œuvre des activités d'atténuation des risques, par exemple en créant des zones de réinstallation ;
- coordonner la planification spatiale participative pour cartographier les zones à risque ;
- réaliser une cartographie participative pour l'identification de zones sûres pour les établissements humains.

A cet égard, le CONPREC a notamment participé à la cartographie des zones d'expansion des crues de l'archipel santoméen, afin d'identifier les logements situés en zone inondable et nécessitant donc d'être relocalisés.

Le CONPREC est représenté au niveau des districts par des Centres Multiples de Prévention et de Réponse (CMPR) qui

FOCUS (Continued from page 4)

- *Make disaster prevention a priority for the Santomean Government by integrating it into development policies, plans and programmes;*
- *Create a national platform for a more effective and efficient response to natural and technological disasters;*
- *Reduce the loss of human life, property, infrastructure and the negative impact on the environment caused by natural and man-made disasters;*
- *Recognize that disaster-related problems are the responsibility of the Government and ensure that provisions are made for their mitigation, taking into account available resources;*
- *Prioritize the improvement of the capacity of the Government and the Santomean society to prevent, mitigate and respond effectively to recurrent emergency situations;*
- *Create and institutionalize a national disaster risk management structure, from local to central level, to ensure integrated risk management and emergency response at its various levels;*
- *Promote the creation and expansion of community disaster risk committees to ensure the dissemination of information on disaster risk and how to deal with it.*

The National Council for the Prevention and Response to Natural Disasters (CONPREC), created in 2011 to respond to issues related to natural and man-made disasters, is the high-level council responsible for coordinating disaster risk management. CONPREC is responsible for:

- *Developing prevention, preparation, response and coordination actions;*
- *Conduct research and studies on levels of vulnerability in the country;*
- *Provide information to the Government on multiple risk factors and risk maps;*
- *Utilize funds to implement risk mitigation activities, for example by creating resettlement areas;*
- *coordinate participatory spatial planning to map areas at risk;*
- *Carry out participatory mapping for the identification of safe areas for human settlements.*

In this respect, the CONPREC has notably participated in the mapping of the areas of flood expansion in the Santomean archipelago, in order to identify the dwellings located in a flood zone and therefore needing to be relocated.

CONPREC is represented at the district level by Multiple Prevention and Response Centers (CMPR) which sensitize the population and the authorities to the identification and implementation of sustainable means to increase their resilience to disasters.

sensibilisent la population et les autorités à l'identification et à la mise en œuvre de moyens durables pour accroître leur résilience aux catastrophes.

Le CONPREC coordonne les activités de diverses autorités liées à la réduction et la gestion des risques climatiques, notamment :

- établir, faire fonctionner et coordonner, en collaboration avec le Ministère de la Défense et de l'Intérieur, l'Unité Nationale de Protection Civile (UNAPROC) ;
- coordonner le Comité Technique de Gestion des Catastrophes (CTGC) ;
- superviser les fonctions des Centres Multiples de Prévention et de Réponse (CMPR).

CONPREC coordinates the activities of various authorities related to climate risk reduction and management, including:

- Establish, operate and coordinate, in collaboration with the Ministry of Defense and the Interior, the National Civil Protection Unit (UNAPROC);
- Coordinate the Technical Committee for Disaster Management (CTGC);
- Supervising the functions of the Multiple Centers for Prevention and Response (CMPR).

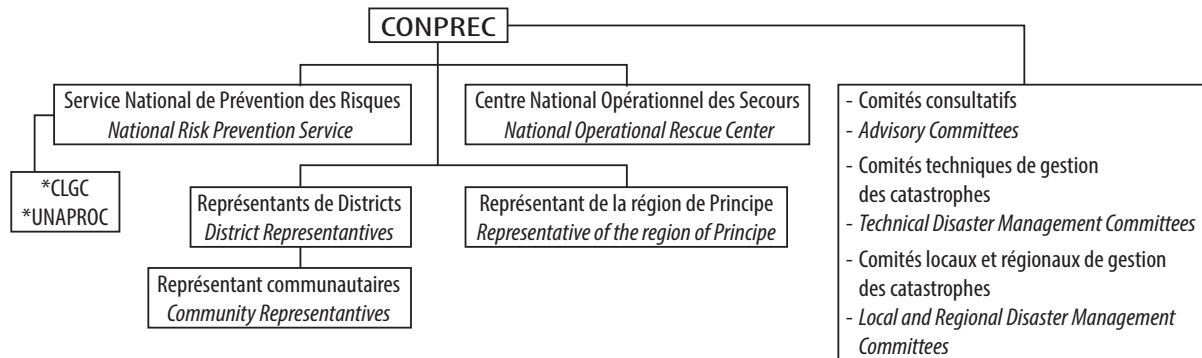


Figure 3 : Organisation de la gestion des catastrophes à Sao Tomé-et-Príncipe (Source : UNDRR, 2020)

Figure 3: Organization of disaster management in Sao Tome and Principe (Source: UNDRR, 2020)

Dans le cadre du Système national d'Alerte Précoce de Sao Tomé-et-Príncipe, le CONPREC, par l'intermédiaire du Service National de Prévention des Risques de Catastrophe, reçoit quotidiennement des informations actualisées de la part de l'Institut National de Météorologie. Si les informations parvenues au CONPREC justifient la diffusion d'une alerte, ces derniers les relaient aux communautés concernées (parmi les 31 que compte l'archipel), par l'intermédiaire des 6 Centres Locaux de District ou du Centre Régional de Principe (CLGC) en utilisant comme moyen de communication courte distance la VHF (voire longue distance par la HF pour Principe). Les alertes sont dans ce cas automatiquement transmises sur un canal dédié à la Capitainerie des Ports, aux Garde-Côtes, à la Police et la Marine Nationales, à l'UNAPROC du Service National de Protection Civile et des Pompiers de Sao Tomé-et-Príncipe ainsi qu'au Service National de Protection Civile du Portugal.

Le même canal de communication par VHF est également utilisé à des fins de police environnementale afin de centraliser les dénonciations relatives, entre autres, aux dégazages illicites en mer et aux extractions non déclarées de granulats dans les rivières et les zones côtières. Malgré le déficit de moyens au niveau du Service National de Prévention des Risques de Catastrophe, pour assurer la prévention et la sensibilisation, des initiatives sont tout de même menées auprès des mairies de district afin d'organiser des exercices pratiques auprès de la population, en cas de catastrophe naturelle.

As part of the National Early Warning System of São Tomé and Príncipe, CONPREC, through the National Disaster Risk Prevention Service, receives daily updated information from the National Institute of Meteorology. If the information received by the CONPREC justifies the dissemination of an alert, the latter relay it to the communities concerned (among the 31 in the archipelago), through the intermediary of the 6 Local District Centers or the Regional Center of Principe (CLGC) using VHF as a means of short-distance communication (or even long-distance via HF for Principe). In this case, the alerts are automatically transmitted on a channel dedicated to the Port Authority, the Coast Guard, the National Police and Navy,

UNAPROC of the National Service of Civil Protection and Firefighters of Sao Tome and Principe as well as the National Civil Protection Service of Portugal.

The same communication channel by VHF is also used for environmental police purposes in order to centralize denunciations relating, among other things, to illicit degassing at sea and undeclared extraction of aggregates in rivers and coastal areas.

Despite the lack of means at the level of the National Service for the Prevention of Disaster Risks, to ensure prevention and awareness, initiatives are still carried out with the district town halls in order to organize practical exercises with the population, in case of natural disaster.

¹ UNDRR (United Nation Office for Disaster Risk Reduction), 2020. São Tomé and Príncipe. Análise orçamental sensível ao risco. Relatório de Países do Gabinete das NU para a Redução do Risco das Calamidades no âmbito do Plano do Investimento Público para a Redução do Risco às Calamidades. 34 p. <https://www.undrr.org/media/47942/download>

ARTICLE DES CORRESPONDANTS

Modélisation de la propagation de la marée dans le système laguno-estuarien de la Somone, Petite Côte, Sénégal

Extrait des résultats de recherche doctorale en cours dans le cadre du projet WACA FFEM)

Marcellin SAMOU SEUJIP⁽¹⁾⁽³⁾,
Issa SAKHO⁽²⁾, Xavier BERTIN⁽³⁾,
Mouhamadou Bachir DIOUF⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Equipe de recherche sur la Gestion du Littoral, Ecole Doctorale Eaux Qualités et Usages de l'Eau (EDEQUE), Université de Cheikh Anta Diop (UCAD) de Dakar, Sénégal.

⁽¹⁾ Coastal Management Research Team, Water Quality and Uses of Water Doctoral School (EDEQUE), Université Cheikh Anta Diop (UCAD) de Dakar, Sénégal.

⁽²⁾ Université Amadou Mahtar MBOW de Dakar à Diamniadio, UMR Sciences, Technologies Avancées et Développement Durable, BP 45927. Dakar – Sénégal.

⁽²⁾ Université Amadou Mahtar MBOW de Dakar à Diamniadio, UMR Sciences, Technologies Avancées et Développement Durable, BP 45927. Dakar – Sénégal.

⁽³⁾ UMR CNRS 7266 Littoral Environnement et Sociétés (LIENSs), Université de la Rochelle (LRUniv), France.

⁽³⁾ UMR CNRS 7266 Littoral Environnement et Sociétés (LIENSs), Université de la Rochelle (LRUniv), France.

⁽⁴⁾ Laboratoire de Sédimentologie et de Biostratigraphie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, BP : 5005 Dakar - Fann, Sénégal.

⁽⁴⁾ Sedimentology and Biostratigraphy Laboratory, Faculty of Science and Technology, Cheikh Anta DIOP University of Dakar, BP : 5005 Dakar - Fann, Senegal.

Introduction

Milieus aquatiques côtiers très productifs, les lagunes côtières occupent 13 % des espaces côtiers mondiaux et sont sujette à diverses actions naturelles et anthropiques (Kjerfve, 1994). La lagune est une surface d'eau côtière de faible profondeur, connectée à la mer, parfois de façon intermittente, par une ou plusieurs ouvertures étroites, et habituellement orientée parallèlement à la côte (Kjerfve, 1994). En Afrique de l'Ouest, il existe une séquence continue de lagunes côtières, le long de l'océan Atlantique (Albaret et Diouf, 1994). Le taux de cordons littoraux est le plus élevé le long des côtes africaines soit 17,9 % des 32 068 km total (Kjerfve 1994). Dans ces latitudes tropicales (30°N-30°S, Giri et al., 2011), les milieux lagunaires possèdent les écosystèmes de mangrove qui font à la fois leur charme (production primaire intense et biodiversité

ARTICLE FROM OUR CORRESPONDENTS

Modeling of tidal propagation in the lagoon-estuarine system of Somone, Petite Côte, Senegal

(Extract from the results of ongoing doctoral research as part of the WACA FFEM project)



Introduction

Very productive coastal aquatic environments, coastal lagoons occupy 13% of the world's coastal areas and are subject to various natural and anthropogenic actions (Kjerfve, 1994). The lagoon is a surface of shallow coastal water, connected to the sea, sometimes intermittently, by one or more narrow openings, and usually oriented parallel to the coast (Kjerfve, 1994). In West Africa, there is a continuous sequence of coastal lagoons along the Atlantic Ocean (Albaret and Diouf, 1994). The

ARTICLES DES CORRESPONDANTS (Suite de la page 7)

immense) mais aussi leur particularité par rapport aux autres systèmes notamment sur l'aspect hydrodynamique tel la propagation de la marée. La marée sur la côte Ouest africaine est l'un des principaux agents de l'hydrodynamique.

Comprendre et reproduire la dynamique de la marée dans un système lagunaire à mangrove est difficile ; cette complexité est liée à la morphologie variable de ces systèmes, l'évolution rapide de la bathymétrie, la nature des fonds et la présence de la végétation de mangrove. Comme résultante dans ces milieux lagunaires, il se développe plusieurs interactions non linéaires entre l'onde de marée et le fond ou et la végétation de mangrove entraînant une distorsion de l'onde propagée et la génération d'une asymétrie de la marée. L'asymétrie ici est la différence entre le flot et le jusant en termes de durée et d'intensité des courants résiduels de chaque événement respectif. L'asymétrie s'accompagne généralement d'une modification de l'hydrodynamique et du transport sédimentaire et pourrait donc fortement impacter l'équilibre de l'écosystème. La maîtrise de l'hydrodynamique notamment la propagation de la marée pourrait contribuer à la gestion écologique de ces systèmes lagunaires côtiers ouest Africains. Cette étude s'intéresse à la propagation de la marée dans le système lagunaire Somone à partir d'observations de terrain et d'outils numériques.

1. Site d'étude

Située sur le littoral du Sénégal, la zone d'intérêt s'étend sur une grande frange de la petite côte (figure 1.A) depuis la presqu'île de Dakar (au Nord) jusqu'à Palmarin (au sud), le travail de recherche menée dans ce secteur côtier met un accent sur la lagune Somone (figure 1.B). Ce système lagunano-estuarien d'environ 7 km², abrite une riche biodiversité et tous les services écosystémiques qu'il offre aux populations locales et aux nombreux écotouristes, impactant favorablement les activités socio-économiques du site. Progressivement passée de Réserve Naturelle d'Intérêt Communautaire en 1999, à site Ramsar en 2015, cette lagune est depuis 2020 une AMP (Aire Marine Protégée).

Les unités morphologiques de la Somone sont entre autre sa flèche sableuse à l'embouchure, la mangrove, les tannes et les vasières. La principale unité morphologique de la Somone est sa forêt de mangrove d'environ 1,1 km² en 2006 (Sakho et al., 2011) avec dominance de Rhizophora sur les Avicennia. Sur le plan hydrodynamique, la mangrove joue un rôle majeur dans la protection de ce système à travers l'atténuation de l'énergie de la marée et le piégeage de sédiments. Par conséquent, la mangrove modifie la dynamique de la marée en favorisant l'asymétrie traduisant une inégalité entre les durées des jusants et celles des flots de même que les magnitudes de leurs courants tidaux respectifs.

ARTICLES FROM OUR CORRESPONDENTS (Continued from page 7)

rate of barrier beaches is the highest along the African coast, ie 17.9% of the total 32,068 km (Kjervfve 1994). In these tropical latitudes (30°N-30°S, Giri et al., 2011), lagoon environments have mangrove ecosystems which are both their charm (intense primary production and immense biodiversity) but also their particularity in relation to other systems, particularly on the hydrodynamic aspect such as the propagation of the tide. The tide on the West African coast is one of the main agents of hydrodynamics.

Understanding and replicating tidal dynamics in a mangrove lagoon system is difficult; this complexity is linked to the variable morphology of these systems, the rapid evolution of the bathymetry, the nature of the bottoms and the presence of mangrove vegetation. As a result in these lagoon environments, several non-linear interactions develop between the tidal wave and the bottom or the mangrove vegetation leading to a distortion of the propagated wave and the generation of a tidal asymmetry. The asymmetry here is the difference between the flow and the ebb in terms of the duration and intensity of the residual currents from each respective event. The asymmetry is generally accompanied by a change in hydrodynamics and sediment transport and could therefore strongly impact the balance of the ecosystem. The control of hydrodynamics, in particular the propagation of the tide, could contribute to the ecological management of these West African coastal lagoon systems. This study focuses on the propagation of the tide in the Somone lagoon system from field observations and digital tools.

2. Study site

Located on the coast of Senegal, the area of interest extends over a large fringe of the small coast (figure 1.A) from the almost island of Dakar (in the north) to Palmarin (in the south), the Research work carried out in this coastal sector emphasizes the Somone lagoon (Figure 1.B). This lagoon-estuarine system of approximately 7 km² is home to a rich biodiversity and all the ecosystem services it offers to local populations and numerous ecotourists, positively impacting the socio-economic activities of the site. Gradually transformed from a Nature Reserve of Community Interest in 1999 to a Ramsar site in 2015, this lagoon has been an MPA (Marine Protected Area) since 2020.

The morphological units of the Somone are, among other things, its sandy spit at the mouth, the mangrove, the tannes and the mudflats. The main morphological unit of Somone is its mangrove forest of approximately 1.1 km² in 2006 (Sakho et al., 2011) with dominance of Rhizophora over Avicennia. Hydrodynamically, the mangrove plays a major role in the protection of this system through the attenuation of tidal energy and the trapping of sediments. Consequently, the mangrove modifies the dynamics of the tide by favoring the asymmetry reflecting an inequality between the durations of the ebbs and those of the waves as well as the magnitudes of their respective tidal currents.

ARTICLES DES CORRESPONDANTS (Suite de la page 8)

ARTICLES FROM OUR CORRESPONDENTS (Continued from page 8)

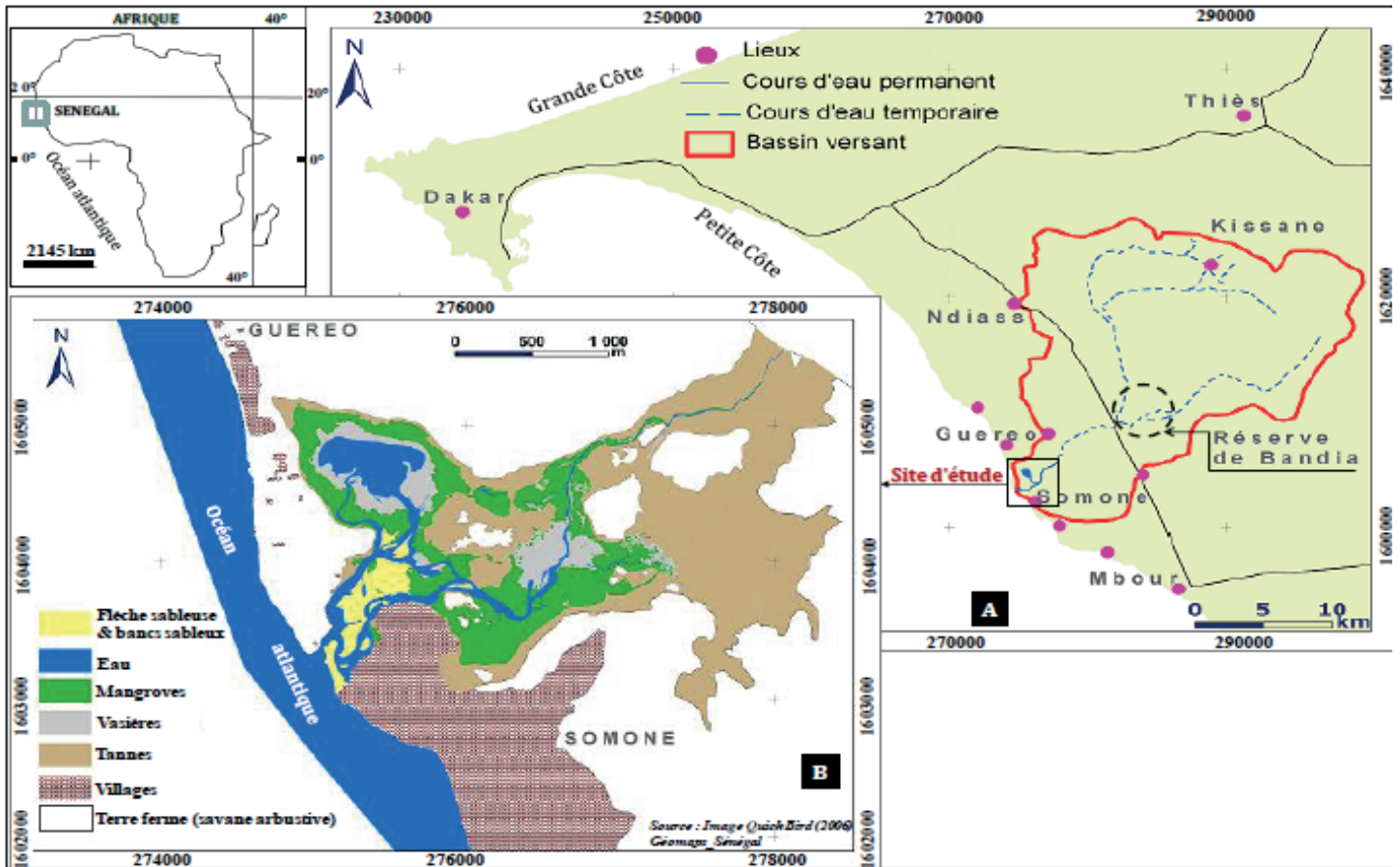


Figure 4 : Localisation du site d'étude : A = bassin versant, B = estuaire-lagune (Sakho et al. 2022)

Figure 4 : Location of the study site: A = watershed, B = estuary-lagoon (Sakho et al. 2022)

Le régime de marée à la Somone est semi-diurne, au marnage micro tidale et l'apport en eau douce par la rivière Somone en amont est quasi inexistant faisant de la marée le principal forçage hydrodynamique. La circulation s'effectue dans des chéneaux très peu hiérarchisés et via de vastes zones plates intertidales. L'évolution rapide et spectaculaire de la morphodynamique et des conditions hydrosédimentaires (ensablement des chéneaux, mouvements des bancs sableux) à l'embouchure du système a occasionné par le passé la fermeture totale du système (en 1967-69 et en 1987). Aujourd'hui menacé et en danger, l'écosystème Somone est hyper sensible aux forçages naturelles et anthropiques mais l'hydrodynamique notamment la propagation de la marée y est peu connue.

2. Matériels et méthodes

2.1. Acquisition des données de terrain

De nombreuses campagnes topographiques et bathymétriques ont été menées dans la lagune et dans une bonne partie marine depuis l'embouchure. Pour l'étude hydrodynamique, des capteurs de pression et un aquadoop (courantomètre) installés dans la lagune, ont fourni des mesures de haute fréquence (0,5 s d'intervalle

The tidal regime in Somone is semi-diurnal, with microtidal tidal range and the supply of fresh water by the Somone River upstream is almost non-existent, making the tide the main hydrodynamic forcing. The circulation takes place in very slightly hierarchical gutters and via vast flat intertidal zones. The rapid and spectacular evolution of the morphodynamics and the hydrosedimentary conditions (silting of the gutters, movements of the sandbanks) at the mouth of the system caused the total closure of the system in the past (in 1967-69 and in 1987). Today threatened and in danger, the Somone ecosystem is hyper-sensitive to natural and anthropogenic forcings, but the hydrodynamics, in particular the propagation of the tide, is little known there.

2. Materials and methods

2.1. Field data acquisition

Many topographic and bathymetric campaigns have been carried out in the lagoon and in a large part of the sea from the mouth. For the hydrodynamic study, pressure sensors and an aquadoop (current meter) installed in the lagoon provided high frequency measurements (0.5 s recording interval, from October 21, 2020 to November 04, 2020) and low frequency (10 min recording interval, from December 01, 2020 to August 08, 2021) of water

ARTICLES DES CORRESPONDANTS (Suite de la page 9)

d'enregistrement, du 21 Octobre 2020 au 04 Novembre 2020) et basse fréquence (10 min d'intervalle d'enregistrement, du 01 Décembre 2020 au 08 Août 2021) des niveaux d'eau et des courants tidaux. Le marégraphe du port de Dakar relié au système global d'observation de la marée est utilisé ici comme référence, car il dispose d'une longue série d'enregistrements exploitables depuis 1960 à aujourd'hui (<https://uhslc.soest.hawaii.edu/stations/?stn=223#levels>). Les stations d'observations des niveaux d'eau et courants entre le 21 Octobre 2020 au 04 Novembre 2020 sont présentées dans la figure 2.

2.2. Implémentation d'un Modèle de Marée

Une configuration 3D du modèle SCHISM (Semi-implicit Cross-scale Hydroscience Integrated System Model, description du modèle cf. Zhang and Baptista., 2008 ; Zhang et al., 2016) a été implémentée sur notre zone d'étude. Les différents forçages employés sont ; le modèle de marée FES2012 forcé aux frontières marines (13 constituants harmoniques); le forçage atmosphérique émane de réanalyses de vents CFSR (0,5°*0,5°) ; la bathymétrie est issue des levées de terrain couplées aux données GEBCO de 2019 au large. La grille horizontale (figure 2), utilisée à les caractéristiques suivantes : 48 824 éléments, 25 247 nœuds, mailles triangulaires (2-3 km offshore, fine résolution localement: 8 m chéneaux de marée; entre 10-30 m dans la mangrove) et la grille vertical comporte 10 niveaux.

ARTICLES FROM OUR CORRESPONDENTS (Continued from page 9)

levels and tidal currents. The port of Dakar tide gauge linked to the global tide observation system is used here as a reference, as it has a long series of usable records from 1960 to today (<https://uhslc.soest.hawaii.edu/stations/?stn=223#levels>). The water level and current observation stations between October 21, 2020 and November 04, 2020 are shown in Figure 2.

2.2. Implementing a Tidal Model

A 3D configuration of the SCHISM model (Semi-implicit Cross-scale Hydroscience Integrated System Model, description of the model cf. Zhang and Baptista., 2008; Zhang et al., 2016) was implemented in our study area. The different forcings used are; the FES2012 tidal model forced at marine boundaries (13 harmonic constituents); the atmospheric forcing comes from reanalysis of CFSR winds (0.5°*0.5°); the bathymetry is taken from field surveys coupled with 2019 offshore GEBCO data. The horizontal grid (figure 2), used with the following characteristics: 48,824 elements, 25,247 knots, triangular meshes (2-3 km offshore, fine resolution locally: 8 m tidal gutters; between 10-30 m in the mangrove) and the vertical grid has 10 levels.

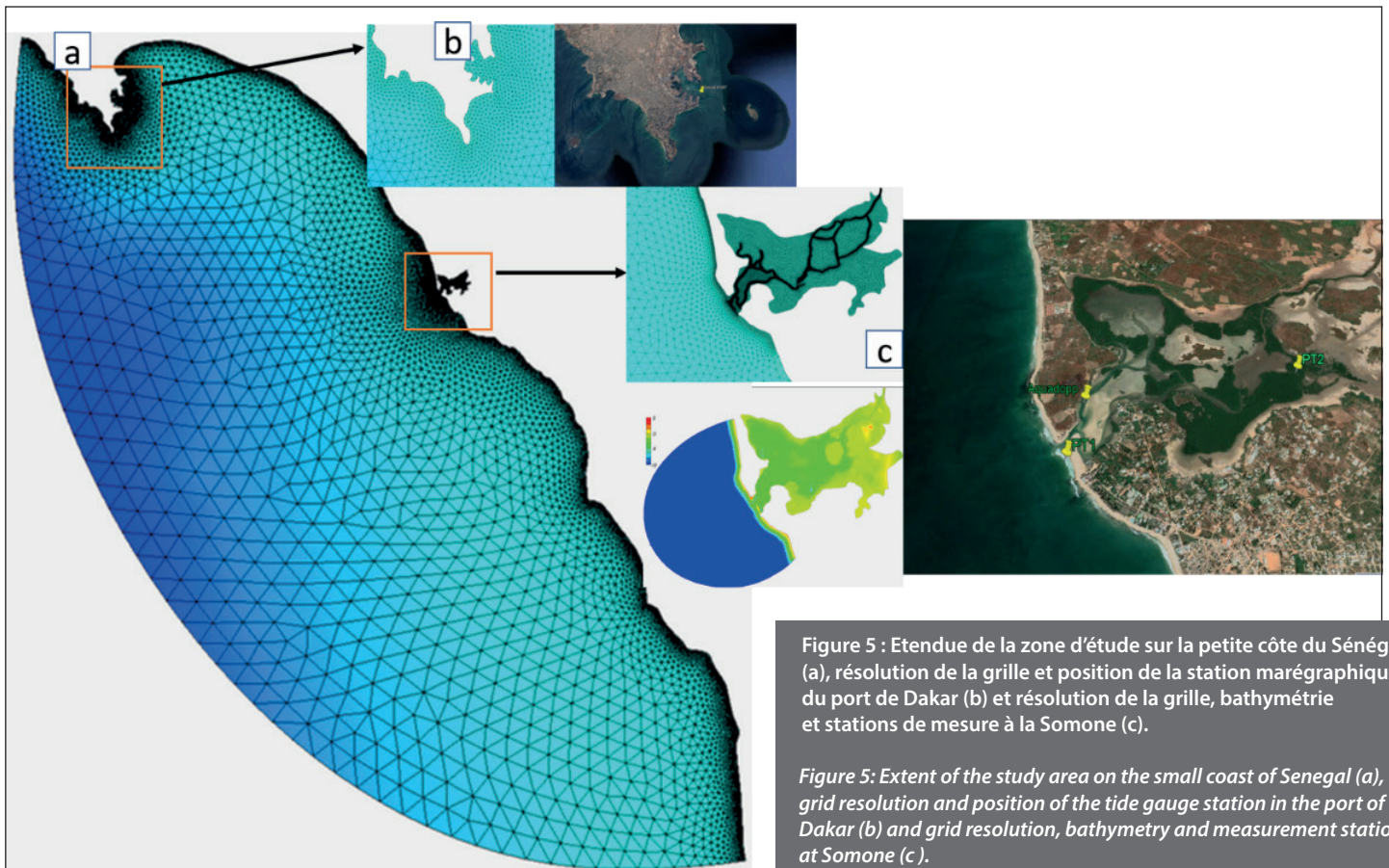


Figure 5 : Etendue de la zone d'étude sur la petite côte du Sénégal (a), résolution de la grille et position de la station marégraphe du port de Dakar (b) et résolution de la grille, bathymétrie et stations de mesure à la Somone (c).

Figure 5: Extent of the study area on the small coast of Senegal (a), grid resolution and position of the tide gauge station in the port of Dakar (b) and grid resolution, bathymetry and measurement stations at Somone (c).

ARTICLES DES CORRESPONDANTS (Suite de la page 10)

3. Résultats et discussions

3.1. Caractérisation de la marée: niveaux d'eaux et les courants résiduels

Sur la période de mesure haute fréquence, l'évolution du niveau d'eau et des courants résiduels dans la partie embouchure intérieure à la lagune (station Aquadoop) est présentée dans la figure 3. Globalement sur cette période, le niveau d'eau oscille entre 0,6 m et 1,5 m environ. Quant au marnage, il varie de 0,4 m minimum pendant les mortes eaux à 0,9 m maximum pendant les vives eaux et présentant une tendance à doubler entre ces deux régimes. Le courant résiduel oscille entre 0,01 m.s⁻¹ à 0,8 m.s⁻¹. La composante Est du courant résiduel oscillant entre -0,2 m.s⁻¹ à 0,2 m.s⁻¹ ne varie presque avec la modification du régime de la marée par contre la composante Nord est 2 à 3 fois supérieure à celle Est et double entre les mortes et les vives eaux. Sur toute la période d'observation, le courant résiduel reste 50 % plus fort pendant les jusants comparés aux flots.

ARTICLES FROM OUR CORRESPONDENTS (Continued from page 10)

3. Results and discussions

3.1. Characterization of the tide: water levels and residual currents

Over the high-frequency measurement period, the evolution of the water level and residual currents in the inner mouth part of the lagoon (Aquadoop station) is presented in Figure 3. Overall over this period, the water level fluctuates between 0.6 m and 1.5 m approximately. As for the tidal range, it varies from a minimum of 0.4 m during neap tides to a maximum of 0.9 m during spring tides and has a tendency to double between these two regimes. The residual current oscillates between 0.01 m.s⁻¹ to 0.8 m.s⁻¹. The eastern component of the residual current oscillating between -0.2 m.s⁻¹ to 0.2 m.s⁻¹ hardly varies with the modification of the tidal regime, on the other hand, the northern component is 2 to 3 times greater than the eastern one and doubles between the dead and the living waters. Over the entire observation period, the residual current remains 50% stronger during ebbs compared to floods.

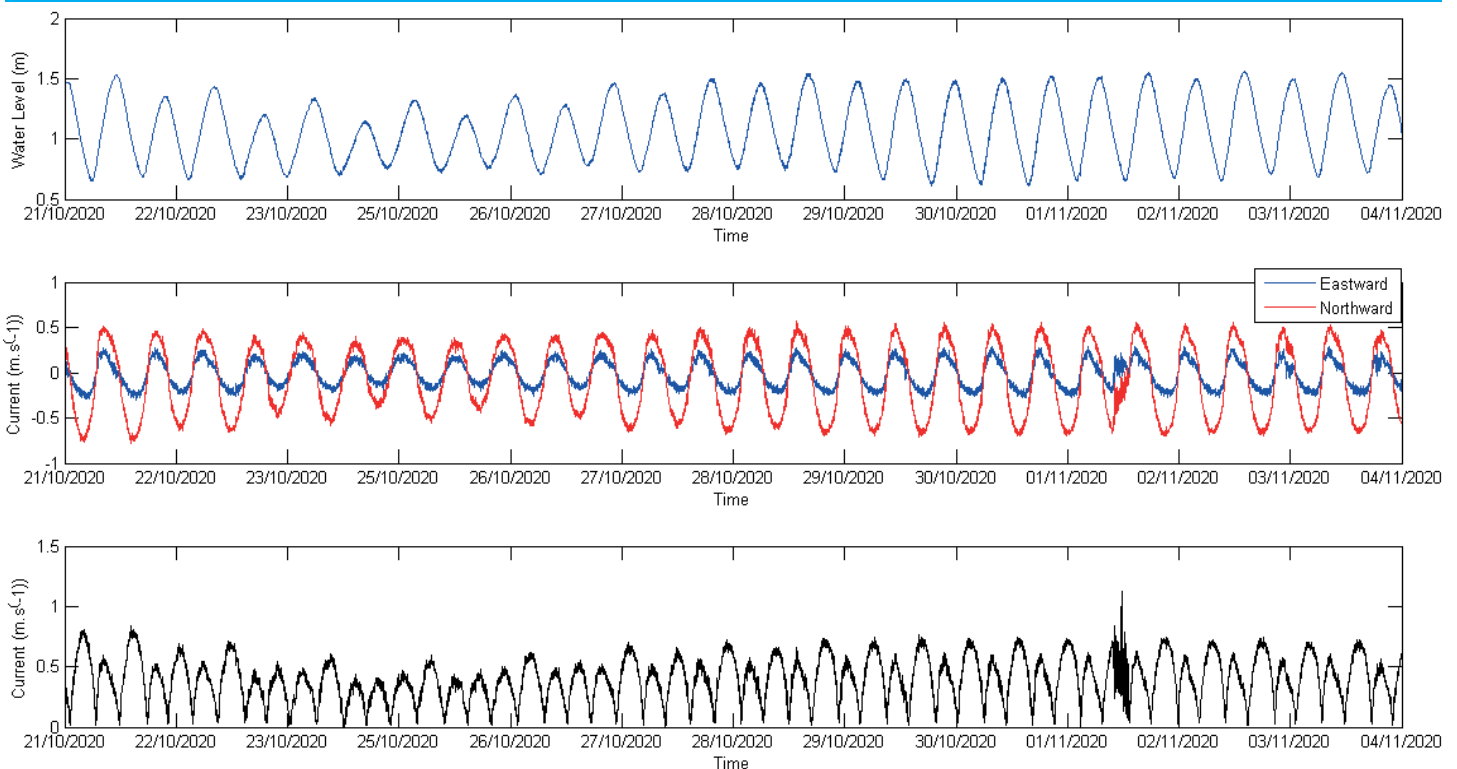


Figure 6 : Caractéristiques de la marée dans la lagune à la station Aquadoop, niveau d'eau (haut), composantes du courants résiduel (milieu) et courant résiduel (bas).

Figure 6: Characteristics of the tide in the lagoon at the Aquadoop station, water level (top), residual current components (middle) and residual current (bottom).

3.2. Validation de la Marée dans le Domaine

Le modèle de marée implémenté, reproduit avec satisfaction les niveaux d'eaux. La validation de la marée montre une bonne adéquation entre les mesures in situ de hauteur d'eau et la marée simulée (figure 4), avec des erreurs quadratiques moyennes (RMSD) respectives de 0,05 m pour les stations en mers (Port de Dakar ; au large de la Somone) ; de 0,06 m

32. Validation of the Tide in the Domain

The implemented tidal model satisfactorily reproduces the water levels. The validation of the tide shows a good match between the in situ measurements of the water level and the simulated tide (figure 4), with respective mean square errors (RMSD) of 0.05 m for the sea stations (Port de Dakar; off Somone); 0.06 m at the entrance to the Lagoon, and about 0.09 m in the mangrove

ARTICLES DES CORRESPONDANTS (Suite de la page 11)

à l'entrée de la Lagune, et environ 0,09 m dans les zones de mangroves. De même, les courants tidaux obtenus du modèle sont en bonne adéquation avec les observations. Ces résultats obtenus sont en accords avec d'autres auteurs (Sathyanathan et al., 2013., Alamsyah et al., 2014) sur des zones d'études aux caractéristiques similaires effectuées en lagune côtière et en milieu estuarien.

ARTICLES FROM OUR CORRESPONDENTS (Continued from page 11)

areas. Similarly, the tidal currents obtained from the model are in good agreement with the observations. These results obtained are in agreement with other authors (Sathyanathan et al., 2013., Alamsyah et al., 2014) on study areas with similar characteristics carried out in coastal lagoons and estuarine environments..

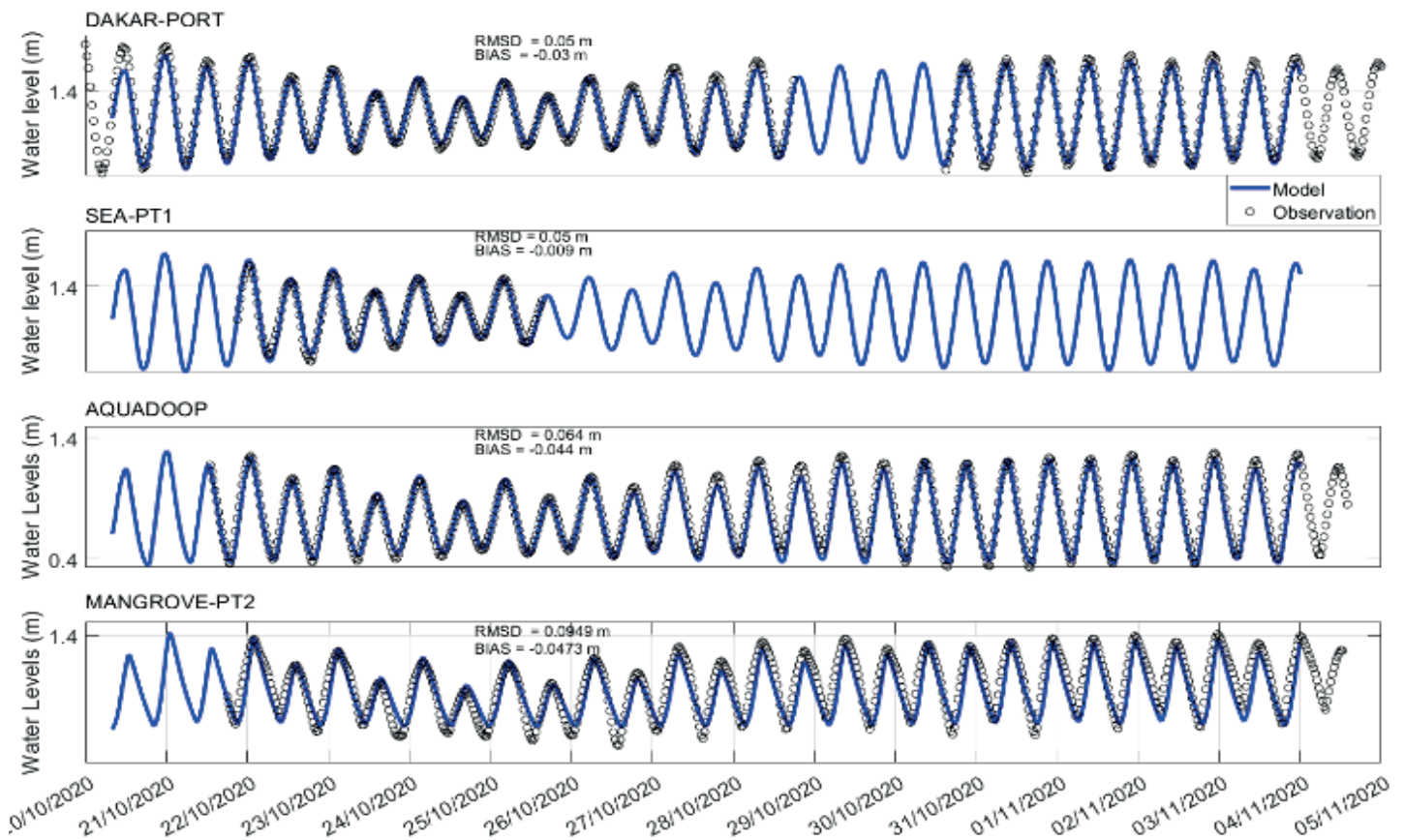


Figure 7 : Validation des niveaux d'eaux sur la Petite Côte du Sénégal : station marégraphique de référence de Dakar (Dakar-Port), et les stations de mesure de la Somone (Mer, entrée Lagune et mangrove).

Figure 7: Validation of water levels on the Petite Côte du Senegal: Dakar reference tide gauge station (Dakar-Port), and Somone measurement stations (Sea, Lagoon entrance and mangrove).

3.3. Caractérisation de l'Asymétrie développée dans la Somone

Les observations de terrain effectuées de même que le modèle validé montre une forte asymétrie à l'intérieur de la lagune de la Somone avec une inégalité entre les durées de jusants et celles des flots (figure 5). Assez particulière, l'asymétrie dans la lagune Somone est dominée par le jusant car les reflux sont marqués à la fois par des courants plus rapides (50 % supérieurs) que ceux des flots et par des durées plus longues allant de 30 min à 3 heures, phénomène accentué en période de vives eaux. Pendant les mortes eaux, l'asymétrie tend à disparaître équilibrant les flots d'avec les jusants (figure 5). Au-delà de l'action de la forêt de mangrove qui atténue considérablement les écoulements durant les flots, la Somone est caractérisée par de vastes zones

3.2. Characterization of the Asymmetry developed in Somone

The field observations carried out as well as the validated model show a strong asymmetry inside the Somone lagoon with an inequality between the durations of the ebbs and those of the waves (figure 5). Quite particular, the asymmetry in the Somone lagoon is dominated by the ebb because the ebbs are marked both by faster currents (50% higher) than those of the waves and by longer durations ranging from 30 min to 3 hours, a phenomenon accentuated during spring tides. During neap tides, the asymmetry tends to disappear, balancing the waves with the ebbs (figure 5). Beyond the action of the mangrove forest which considerably attenuates the flows during the floods, the Somone is characterized by vast intertidal zones upstream of the lagoon system (figure 1) which by friction with the bottom slow down

ARTICLES DES CORRESPONDANTS *(Suite de la page 12)*

intertidales en amont du système lagunaire (figure 1) qui par friction avec le fond ralentissent les écoulements de flot. Par contre une fois la lagune remplie, les effets de frictions générées par la mangrove et ces étendues intertidales sont amoindries expliquant ainsi cette asymétrie à dominance de jusant. Le rôle joué par la mangrove et ces zones intertidales sur l'asymétrie développée dans la lagune est d'autant plus vérifié en régime de mortes eaux, car la marée atteint très peu d'espace intertidale et s'aventure moins à l'intérieur de la mangrove réduisant de ce fait d'important effets de friction. Comme conséquence directe on note une modification de la nature de l'asymétrie, qui tend à s'équilibrer dans la lagune (figure 5).

ARTICLES FROM OUR CORRESPONDENTS *(Continued from page 12)*

the flows of the flood. On the other hand, once the lagoon is filled, the effects of friction generated by the mangrove and these intertidal expanses are reduced, thus explaining this asymmetry with a dominance of ebb. The role played by the mangrove and these intertidal zones on the asymmetry developed in the lagoon is all the more verified in the neap tide regime, because the tide reaches very little intertidal space and ventures less inside mangrove thereby reducing significant frictional effects. As a direct consequence, there is a change in the nature of the asymmetry, which tends to balance out in the lagoon (figure 5).

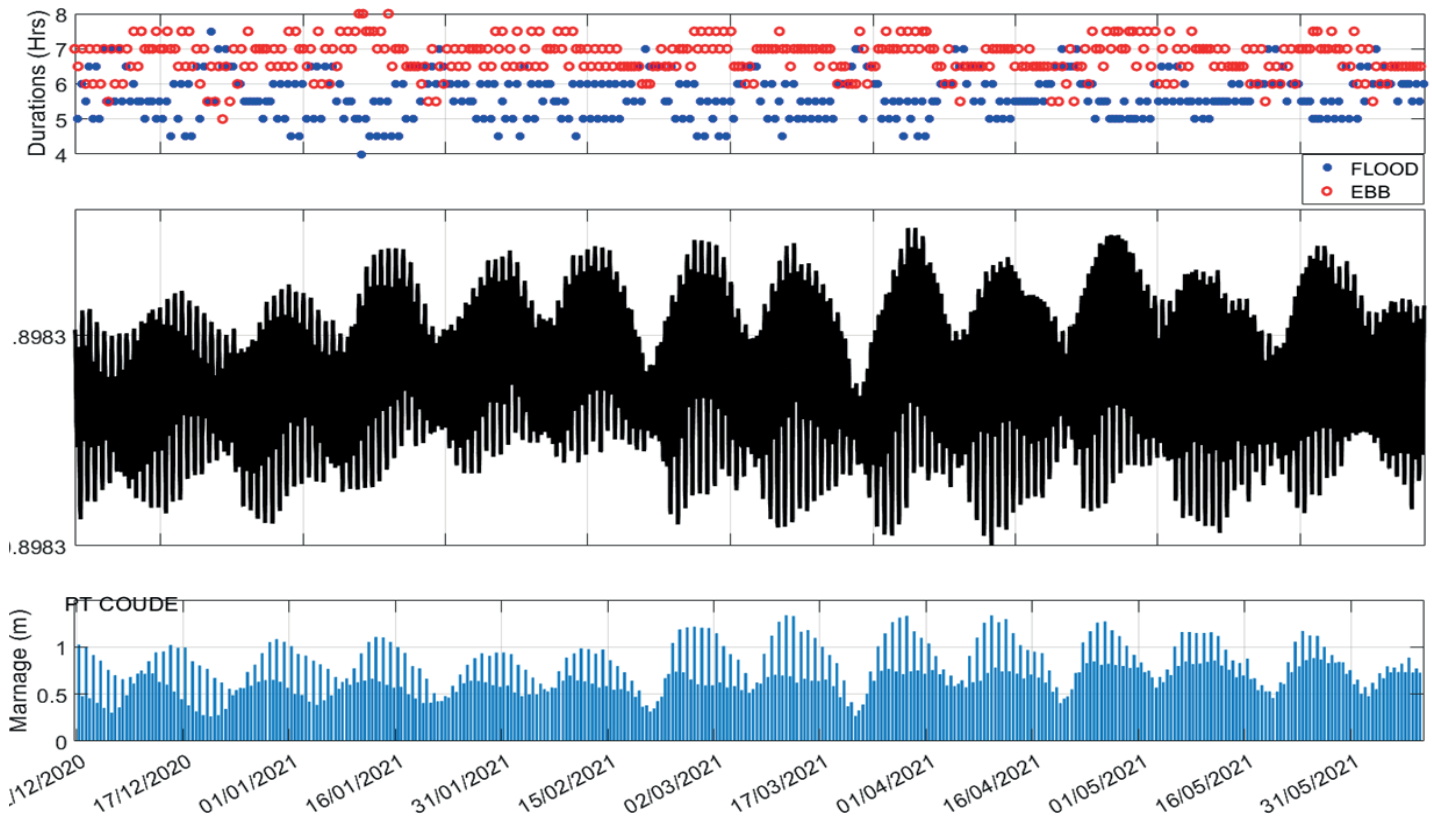


Figure 8 : Observations basses fréquences (07 mois) des niveaux d'eau dans la lagune Somone (milieu), variation des marnages (bas) et comparaison des durées d'évènements de flots et jusant (haut).

Figure 8: Low frequency observations (07 months) of water levels in the Somone lagoon (site), variation in tidal ranges (bottom) and comparison of the durations of flood and ebb events (top).

3.4 . Implications sur la circulation et le transport sédimentaire à l'embouchure

Pour contribuer à la gestion écologique de la lagune de la Somone, un modèle locale de marée sur la petite côte a été implémenté et validé. Les résultats issus de la propagation de la marée notamment ceux concernant la nature de l'asymétrie dans la lagune Somone permettent d'envisager préalablement les patches de distributions sédimentaires dans la lagune. L'asymétrie dominée à la Somone par le jusant expliquerait la forte concentration des bancs de sables en aval

3.4. Implications for circulation and sediment transport at the mouth

To contribute to the ecological management of the Somone lagoon, a local tidal model on the small coast has been implemented and validated. The results from the propagation of the tide, in particular those concerning the nature of the asymmetry in the Somone lagoon, make it possible to consider beforehand the patches of sedimentary distributions in the lagoon. The asymmetry dominated in the Somone by the ebb would explain the high concentration of sandbanks

ARTICLES DES CORRESPONDANTS (Suite de la page 13)

et du vaste delta de jusant développé à son embouchure, une asymétrie avec pour dominance le flot aurait contribué à un charriage important de sédiments vers l'amont du système lagunaire. La mangrove fortement présente dans ce système et occupant d'importants espaces intertidaux, favorise cette dominance de jusant obtenue en ralentissant les courants de flots durant le remplissage de la lagune. L'étude de la climatologie des vagues à l'embouchure Somone devient d'un intérêt majeur parce que leur interaction d'avec la marée modifie la circulation générale et le transport de sédiments. Implémenter un modèle régionale de propagation de vague dans un premier temps et par la suite le raffiner localement sur la Somone apporteront des précisions à nos travaux.

Conclusion

Cette étude menée sur la propagation de la marée dans la lagune Somone s'est basée à la fois sur des observations de terrain (bathymétrie, topographie et paramètres hydrodynamiques) et d'outils numériques. Elle a permis de décrire la nature et caractériser l'asymétrie de la marée qui se propage dans ce système lagunaire. Cette asymétrie à forte dominance de jusant sur le flot se caractérise à la fois suivant la magnitude du courant résiduel et en termes de durée, dominance accrue en régime de vives eaux et rééquilibre en mortes eaux. Sur la base des résultats obtenus sur l'asymétrie dans la lagune, il serait possible d'envisager la répartition sédimentaire mais la méconnaissance des caractéristiques des vagues dans cette embouchure très dynamique reste une limite. Comprendre l'interaction de celles-ci avec la marée, notamment pendant les conditions extrêmes, apportera probablement des réponses sur l'évolution hydrodynamique et sédimentaire dans ce système lagunaire.

ARTICLES FROM OUR CORRESPONDENTS (Continued from page 13)

downstream and the vast ebb delta developed at its mouth, an asymmetry with the tide dominating would have contributed to a significant transport of sediments upstream of the lagoon system. The mangrove strongly present in this system and occupying important intertidal spaces, favors this dominance of ebb obtained by slowing down the currents of floods during the filling of the lagoon. The study of the climatology of the waves at the Somone mouth becomes of major interest because their interaction with the tide modifies the general circulation and the transport of sediments. Implementing a regional wave propagation model first and then refining it locally on the Somone will bring precision to our work.

Conclusion

This study on tidal propagation in the Somone lagoon was based on both field observations (bathymetry, topography and hydrodynamic parameters) and digital tools. It made it possible to describe the nature and characterize the asymmetry of the tide which propagates in this lagoon system. This asymmetry with strong ebb dominance on the flow is characterized both according to the magnitude of the residual current and in terms of duration, increased dominance in spring tides and rebalancing in neap tides. Based on the results obtained on the asymmetry in the lagoon, it would be possible to consider the sedimentary distribution but the lack of knowledge of the characteristics of the waves in this very dynamic mouth remains a limit. Understanding the interaction of these with the tide, especially during extreme conditions, will probably provide answers on the hydrodynamic and sedimentary evolution in this lagoon system.

Références / References

- Alamsyah Kurniawan, G.M. Jahid Hasan, Seng Keat Ooi, Lee Wei Kit, Lay Leng Loh, Stéphane Bayen, 2014.** Understanding Hydrodynamic Flow Characteristics in a Model Mangrove Ecosystem in Singapore, ISSN 2212-6708, <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2014.10.054>.
- Albaret Jean-Jacques, Diouf P.S. (1994).** Diversité des poissons des lagunes et des estuaires ouest-africains. In : Teugels G.G. (ed.), Guégan Jean-François (ed.), Albaret Jean-Jacques (ed.). Biological diversity in African fresh- and brackish water fishes : geographical overviews : PARADI symposium = Diversité biologique des poissons des eaux douces et saumâtres d'Afrique : synthèses géographiques : symposium PARADI. Annales du Musée Royal d'Afrique Centrale. Sciences Zoologiques, 275, p. 165-177. Symposium PARADI, Saly (SEN), 1993/11/15-20.
- Giri, C., Long, J., Tieszen, L., 2011.** Mapping and monitoring Louisiana's mangroves in the aftermath of the 2010 Gulf of Mexico Oil Spill. J. Coastal Res. 277, 1059-1064.
- Issa Sakho, Valérie Mesnage, Julien Deloffre, Robert Lafite, Isabelle Niang, Guilgane Faye, 2011.** The influence of natural and anthropogenic factors on mangrove dynamics over 60 years: The Somone Estuary, Senegal, Estuarine, Coastal and Shelf Science, Volume 94, Issue 1, 2011, Pages 93-101, ISSN 0272-7714, <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2011.05.032>.
- Kjerfve, Björn. (1994).** Coastal lagoon processes. Coastal Lagoon Processes. 60. 1-8.
- Sakho, I. 2011.** Évolution et fonctionnement hydro-sédimentaire de la lagune de la Somone, Petite Côte, Sénégal. Sciences de l'environnement. Thèse de doctorat. Université de Rouen ; Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, 2011.
- Sathanathan Rangarajan, Deeptha Thattai., 2013.** Numerical Simulation of Tidal Circulation in the Pichavaram Mangrove Estuary. International Journal of Research in Engineering and Technology, eISSN: 2319-1163 | pISSN: 2321-7308
- Zhang, Y. and Baptista, A.M. (2008)** SELFE: A semi-implicit Eulerian-Lagrangian finite-element model for cross-scale ocean circulation», Ocean Modelling, 21(3-4), 71-96.
- Zhang, Y., Ye, F., Stanev, E.V., Grashorn, S. (2016)** Seamless cross-scale modeling with SCHISM, Ocean Modelling, 102, 64-81.

AGENDA

19-23 Septembre 2022 à Grand Bassam (Côte d'Ivoire)

Formation sur la gestion des projets orientée résultats : planification opérationnelle, exécution, suivi et contrôle.

10-14 Octobre 2022 à Saly Portudal (Sénégal)

Atelier de formation en ingénierie côtière, planification et aménagement

17-21 Octobre 2022 à Nouakchott (Mauritanie)

Formation en évaluation des projets de développement : Procédures des revues à mi-parcours et d'achèvement des projets de la Banque Mondiale

10-17 Novembre 2022 à Sao Tomé & Principe

Sauvegardes environnementales et sociales

AGENDA

September 19-23, 2022 in Grand Bassam (Ivory Coast):

Training on results-oriented project management: operational planning, execution, monitoring and control

October 10-14, 2022 in Saly Portudal (Senegal):

Training workshop in coastal engineering, planning and development

October 17-21, 2022 in Nouakchott (Mauritania):

Training in evaluation of development projects: Procedures for mid-term reviews and completion of World Bank projects

10-17 November 2022 in Sao Tomé & Principe:

Environmental and social safeguards

Mauritanie

Sénégal

Côte d'Ivoire

Sao Tomé & Principe

