



# Suivi des risques côtiers et solutions douces au Bénin, Sénégal et Togo

Synthèse de la mise en œuvre des solutions douces de protection côtière et résultats du suivi dans l'AMP de Saint-Louis : mars 2019-décembre 2020

Centre de Suivi Ecologique, Janvier 2021



FONDS FRANÇAIS POUR  
L'ENVIRONNEMENT MONDIAL



## Sommaire

<b>I. Etat des lieux.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Rappel du contexte géomorphologique .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Evolution et conséquences de la brèche.....</b>	<b>4</b>
<b>II. Solutions douces de protection côtière dans l'AMP de Saint-Louis .....</b>	<b>5</b>
<b>III. Mécanisme de suivi et d'évaluation des interventions.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Les profils de plage pour le suivi de la reconstitution dunaire .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. Les unités de gestion pour la durabilité des écosystèmes .....</b>	<b>7</b>
<b>IV. Résultats du suivi .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1. Au niveau des profils de plage .....</b>	<b>8</b>
<b>4.2. Au niveau des unités de gestion.....</b>	<b>15</b>
<b>Conclusions et recommandations .....</b>	<b>15</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>16</b>

# I. Etat des lieux

## 1.1. Rappel du contexte géomorphologique

L'édification du cordon littoral de la Langue de Barbarie résulte de la dérive littorale de direction NNW-SSE qui est engendrée par la houle de même direction issue des alizés de l'Atlantique Nord qui soufflent une bonne partie de la saison non pluvieuse, sur le littoral de Saint Louis. Cette houle charrie une quantité importante de sables, de 300 000 à 1 500 000 m<sup>3</sup>/an (Kamara, 2013). La Langue de Barbarie (figure 1) sépare le fleuve Sénégal de la mer et constitue le littoral depuis Saint-Louis jusqu'à Taré dans la région de Louga entre les méridiens 16°23' et 16°35' de longitude Ouest et les parallèles 15°45' et 16°15' de latitude Nord. Cette longue barrière littorale fragile et instable s'étire sur une longueur de plus de 50 km entre le marigot de Boytet (Mauritanie) jusque vers Taré (Louga, Sénégal). Sous sa forme actuelle, la largeur de la bande de sable est comprise entre 100 et 500 m avec une altitude maximum de sept mètres.

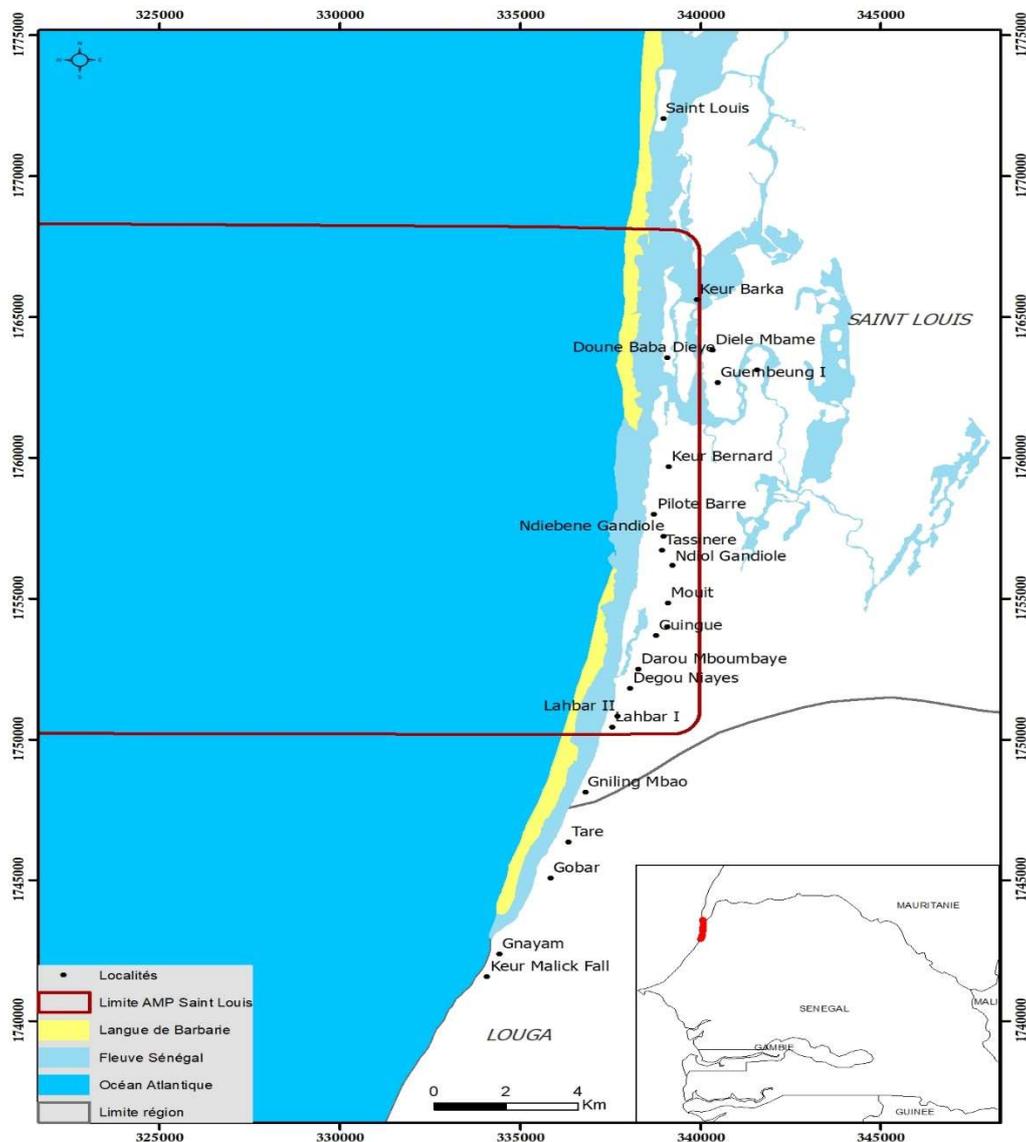


Figure 1 : Localisation de la Langue de Barbarie

Dans le sens transversal, la Langue de Barbarie peut être divisée en trois secteurs:

- un secteur maritime constitué de plage, qui est sous l'influence de la dynamique marine ;
- un secteur de dunes, sous l'influence de la dynamique éolienne ;
- un secteur fluvial soumis à l'influence directe des écoulements de la crue fluviale.

Cette flèche sableuse peu élevée et très mince a connu périodiquement de nombreuses ruptures naturelles, plus d'une cinquantaine, (Faye, 2010). Ces ruptures résulteraient de la conjugaison des dynamiques fluviale (érosion du revers par les crues) et marine (sapement du front maritime par les fortes houles) créant des zones de rétrécissement de faible altitude qui deviennent par la suite des points de submersion lors des grandes marées et des amorces de brèche (JOIRE, 1947 ; GUILCHER, 1954a ; GUILCHER et NICOLAS, 1954 ; TRICART, 1961 ; SALL, 1982, in Faye, 2010).

C'est ce que les pouvoirs publics ont exploité en octobre 2003, en ouvrant une brèche de quatre mètres sur la Langue de Barbarie afin de sauver la ville de Saint-Louis d'une forte menace d'inondation, suite à une importante montée des eaux de crue du fleuve Sénégal.

## **1.2. Evolution et conséquences de la brèche**

Depuis, la brèche a connu une vitesse d'élargissement extrêmement rapide jusqu'à atteindre actuellement plus de 5km séparant un segment nord et un segment sud en érosion très active. Elle a provoqué des conséquences néfastes sur l'environnement, les établissements humains et les activités économiques, compromettant l'activité de pêche, le maraîchage, le tourisme et la biodiversité. La Langue de Barbarie abrite en effet un parc classé patrimoine mondial par l'UNESCO, le Parc National de Langue de Barbarie, qui est une zone de refuge, de reproduction de plus de 10 000 couples d'oiseau. En 2004, on comptait encore près de 4 000 couples de mouettes à tête grise, 3 000 couples de Goélands rائلeurs et 2 000 couples de sterne royale nichent régulièrement à l'îlot aux oiseaux du parc (Sy et Sy, 2010). La brèche entraîne une perte de sites de ponte des sternidés suite aux marées plus importantes. Les reliques de mangroves, qui persistaient au pied du cordon de Gandiolais disparaissent à cause de la vigueur des sapements. Les villages côtiers (Doune Baba Dièye, Keur Bernard, Pilote Barre, Tassinère...) sont successivement menacés par la brèche provoquant une perte d'habitats et terres de cultures.

Depuis 2011, contrairement au segment sud, le segment nord qui constitue le prolongement dunaire de l'hydrobase connaît une progradation continue (Sy et al. 2013) mais reste très sensible aux effets du vent et de la houle.

## II. Solutions douces de protection côtière dans l'AMP de Saint-Louis

Dans le cadre du projet WACA FFEM « Suivi des risques côtiers et solutions douces au Bénin, Sénégal et Togo », des aménagements tels que des brise vents (typhavelles) et des reboisements (plantations de *Casuarina equisetifolia*) sont effectués pour fixer le sable et favoriser la reconstitution dunaire, réduisant ainsi l'exposition aux risques côtiers. Ces solutions entrent dans la catégorie des méthodes douces qui ont l'avantage de s'intégrer au paysage naturel et d'avoir un impact sur la biodiversité. La mise en œuvre est assurée par l'Aire Marine Protégée de Saint Louis sous l'assistance technique du Conservatoire du Littoral français. Les résultats obtenus après plus d'une année d'expérimentation sont satisfaisants. L'AMP, appuyée par le comité de gestion, a installé des palissades de typha (typhavelles) qui sont des dispositifs expérimentaux utilisant le *Typha australis*, une espèce locale envahissante. Deux rangs de typhavelle de 2m de longueur sur 1m de hauteur fixés sur des poteaux de 1,8 m sont disposés sur une distance de 1,5km suivant une direction NW (photo 1). Les installations se sont faites en plusieurs étapes entre avril 2019 et mai 2020.



**Photos 1** : Installation des typhavelles

Parallèlement, des opérations de reboisement de filaos sont effectuées pour fixer davantage le cordon littoral reconstitué. Entre 2014 et 2020 149 ha de filaos ont été plantés :

- 2014 : plantation de 39 ha
- 2015 : plantation de 40 ha
- 2016 : plantation de 55 ha
- 2019 : plantation de 10 ha
- 2020 : plantation de 5 ha



Photos 2 : Reboisement de *Casuarina equisetifolia* (filaos)

### III. Mécanisme de suivi et d'évaluation des interventions

#### 3.1. Les profils de plage pour le suivi de la reconstitution dunaire

Le dispositif de restauration dunaire fait l'objet d'un suivi mensuel pour mesurer la reconstitution des dunes après l'installation des typhavelles. Huit profils situés le long des typhavelles (figure 2) sont mesurés :



Figure 2 : Localisation des profils suivis

Profil 1 : Au niveau du prototype de Typhavelle

Profil 2 : Au niveau de la 6<sup>e</sup> palissade face à la mer

Profil 3 : Au niveau de la 29<sup>e</sup> palissade face à la mer

Profil 4 : Au niveau de la dernière palissade face à la mer, côté Nord

Profil 5 : Milieu 3<sup>e</sup> casier à côté des installations d'avril 2019

Profil 6 : Milieu 3<sup>e</sup> casier à l'extrême nord

Profil 7 : Milieu 3<sup>e</sup> casier à côté des installations de mai 2019

Profil 8 : Milieu 3<sup>e</sup> casier à l'extrême sud

Le suivi des profils 1 à 4 a débuté au mois de juin 2019 tandis que les quatre derniers profils (5 à 8) ont commencé à être suivis au mois de novembre 2019. Les données mesurées en unités métriques (cm) sont : la largeur de la plage (L plage); la largeur de l'estran sec (L estran sec); la largeur de la dune (L dune); la hauteur libre sans sable - derrière la typhavelle ; hauteur libre sans sable - devant la typhavelle ; la hauteur du bourrelet de la dune et la hauteur de la berme.

### **3.2. Les unités de gestion pour la durabilité des écosystèmes**

Afin de faciliter le suivi global du site d'intervention du projet situé sur la partie nord de la Langue de Barbarie, le secteur est subdivisé en neuf unités de gestion (UG) avec des fonctions dédiées à chaque espace. Ces unités qui sont des espaces de gestion sont définies sur la base de critères à la fois écologiques, d'occupation et d'utilisation du sol et de fonctionnalité. Des fiches de suivi des UG ont été élaborées et le suivi mensuel renseigne pour chaque UG géo-localisée, les caractéristiques, la dynamique, la composition phyto-sociologique, etc. correspondants.

Actuellement, neuf unités de gestion (UG) sont définies et délimitées (figure 3) sur la partie nord terrestre de l'AMP de Saint Louis :

- UG1 entrée de l'AMP : la zone réservée à l'accueil du public lorsque le plan d'aménagement de l'AMP sera opérationnel, d'où la présence de quelques plaques signalétiques ;
- UG2 maraichère : les parcelles maraichères installées le long des berges du fleuve. Les maraichers, présents durant la saison sèche, cultivent principalement du chou ;
- UG3 plantation : les plantations de *Casuarina equisetifolia* (filaos) de différents âges depuis 2014 ;
- UG4 expérimentation : correspond à la zone où les typhavelles sont installées pour favoriser la reconstitution des dunes côtières ;
- UG5 aire de repos des oiseaux ;
- UG6 campement et loisirs : zone où vont être installés les équipements sportifs et de loisirs: Beach soccer, baignade, etc ;
- UG7 aire de reproduction des sternes et goélands rائلeurs ;
- UG8 aire de reproduction des mouettes à tête grise ;
- UG9 aire de reproduction des tortues marines.

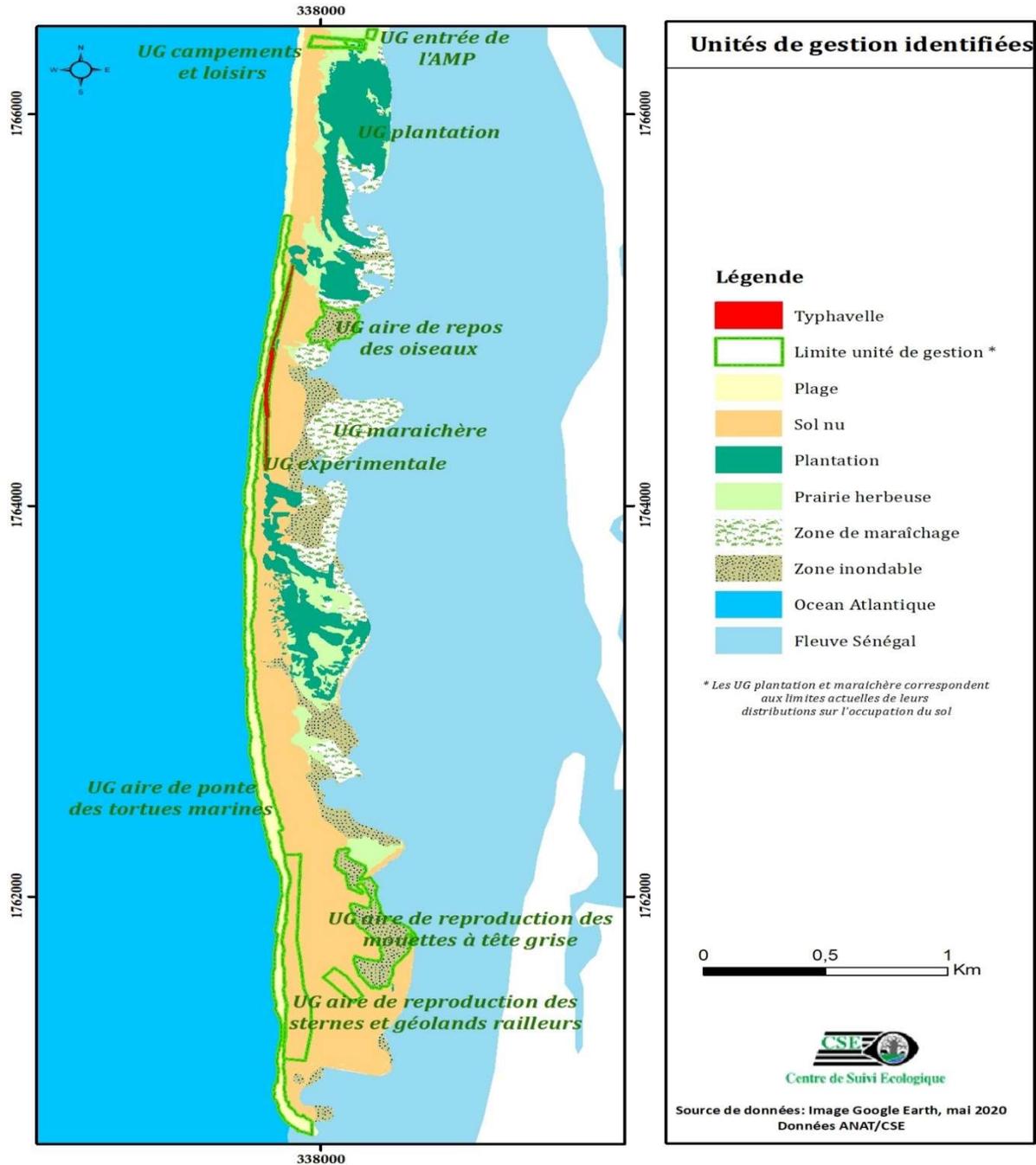


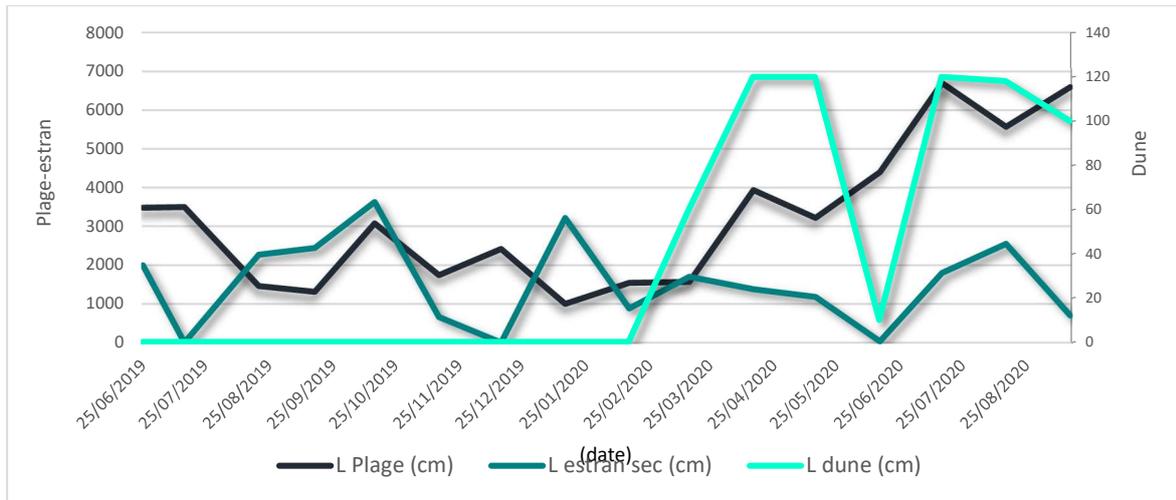
Figure 3 : les différentes unités de gestion délimitées

#### IV. Résultats du suivi

##### 4.1. Au niveau des profils de plage

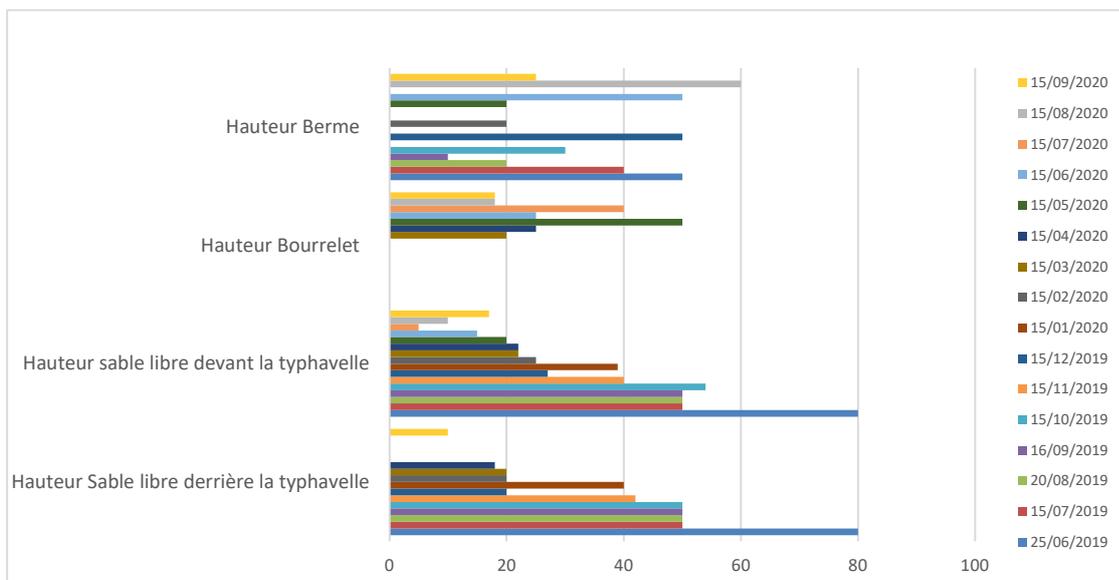
Les résultats des mesures présentés sont ceux des quatre premiers profils dont le suivi a commencé au mois de juin 2019 soit sur une durée de 16 mois.

- Profil 1



**Figure 3** : Evolution de l'étendue de la plage, de l'estran sec et de la dune sur le **profil 1** entre juin 2019 et septembre 2020

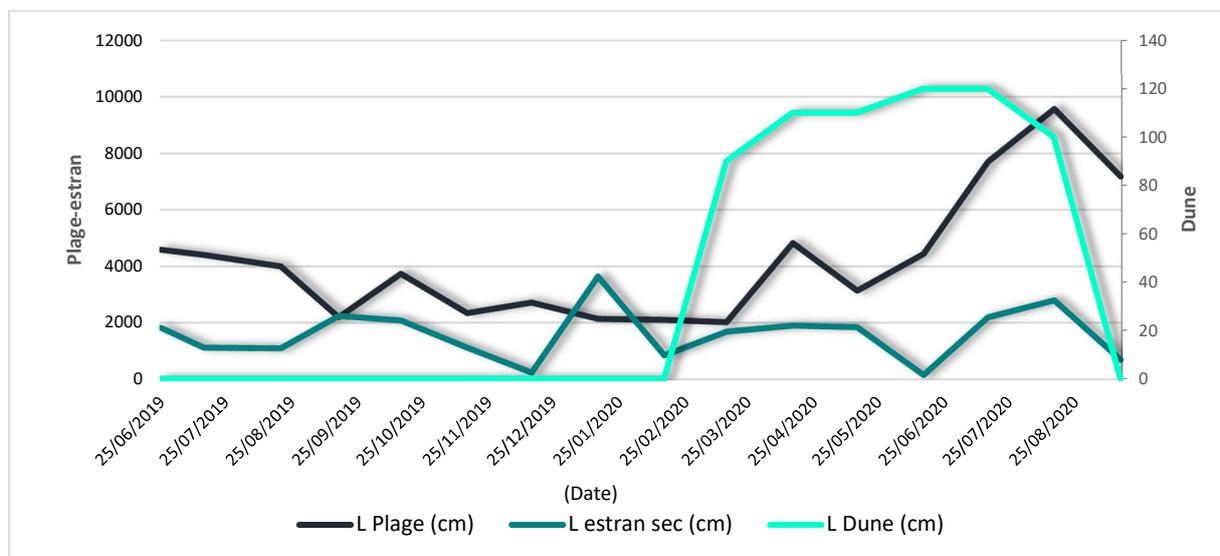
Les étendues de plage mesurées au niveau du profil 1 diminuent de manière quasi continue entre juillet 2019 et janvier 2020. Au premier mois du suivi, la plage mesure 34,8 m et 10 m au janvier 2020. A partir du mois d'avril 2020, elle s'élargit considérablement en atteignant près de 70 m sur certains mois. Au même moment (avril 2020), la dune qui s'est formée durant le mois précédent continue à s'étendre (passant de 60 cm à 120 cm les deux mois suivants). En septembre 2020, la dune mesure 100 cm de large après avoir pratiquement disparu au mois de juin 2020 où elle mesurait 10 cm de large. La largeur de l'estran sec varie sensiblement suivant les mois et est tantôt en tendance haussière entre les mois d'août et d'octobre 2019 tantôt en baisse entre mars et juin 2020. Les valeurs relevées sont comprises entre 3630 cm (36,3 m) en novembre 2019 et 0 cm (pas d'estran visible) aux mois de juillet et de décembre 2019 ; au mois de juin 2020, l'estran sec mesure est de 30cm.



**Figure 4** : Evolution des hauteurs de sable libre devant et derrière la typhavelle, du bourrelet et de la berme du **profil 1** entre juin 2019 et septembre 2020

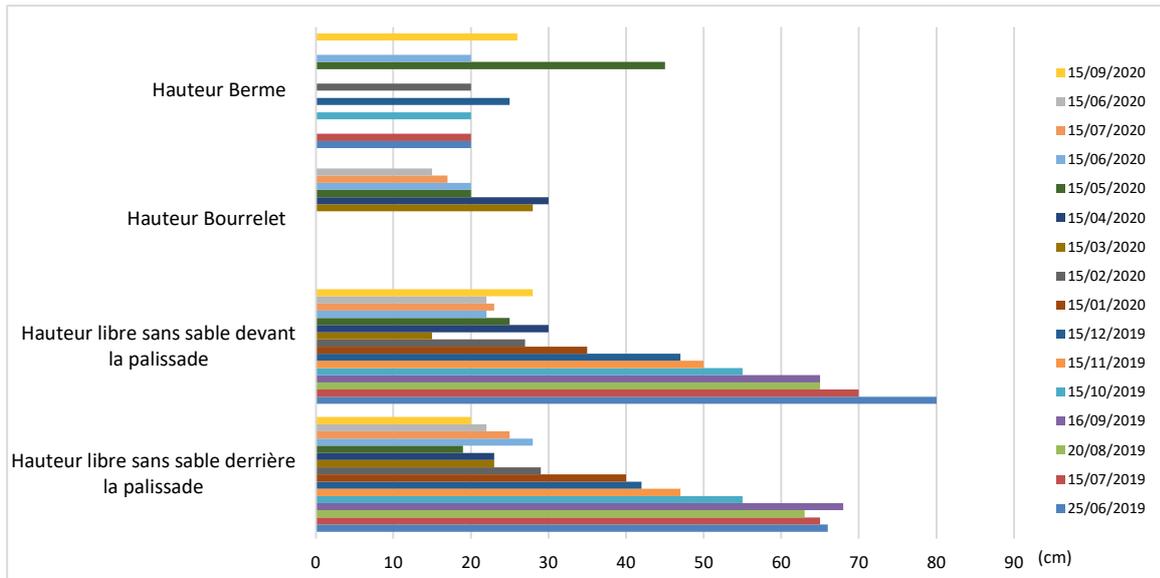
Les hauteurs de sable devant et derrière la typhavelle évoluent de la même manière durant les quatre premiers mois du suivi. A partir du septième mois, le piégeage de sable est beaucoup plus important à l'arrière de la typhavelle où elle est même entièrement remplie entre mai et août 2020. La hauteur du bourrelet de la dune est mesurable lorsque celle-ci se forme. Il atteint 50 cm en mai 2020. Sur les autres mois où il est visible, les hauteurs mesurées varient entre 18 et 40 cm. La berme, qui est une accumulation de sable qui se forme lors des périodes d'engraissement de la plage, atteint en moyenne 23,44 cm sur la durée du suivi. Elle est cependant absente sur certaines dates.

- **Profil 2**



**Figure 5** : Evolution de l'étendue de la plage, de l'estran sec et de la dune sur le **profil 2** entre juin 2019 et septembre 2020

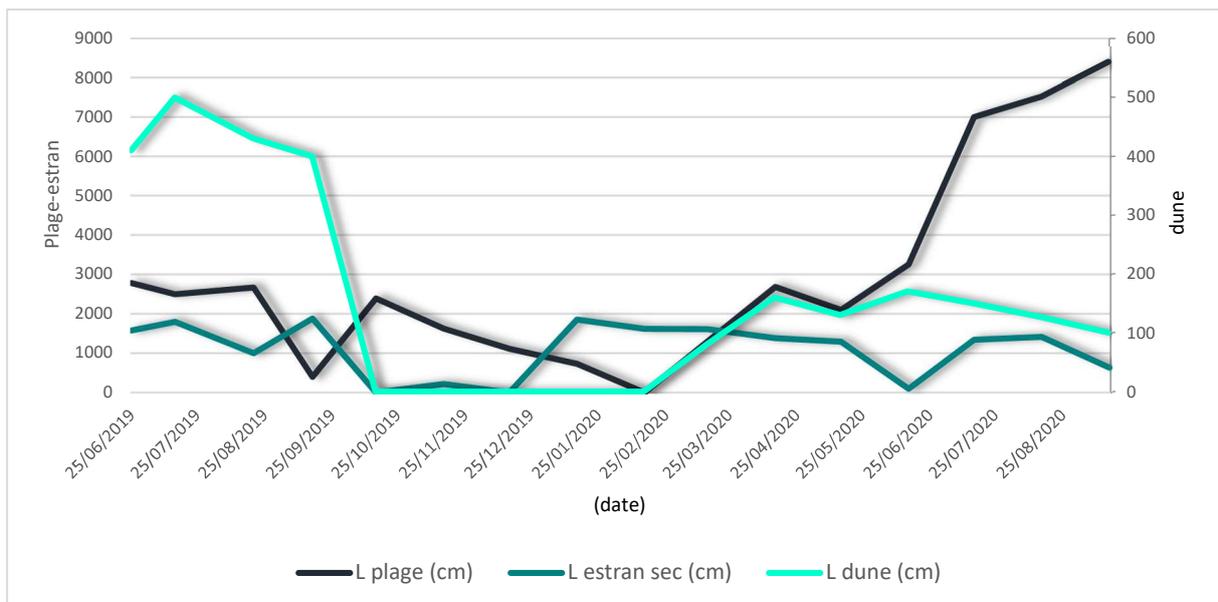
L'évolution de la plage sur le profil 2 est presque similaire à celle du profil 1 avec des valeurs beaucoup plus grandes. Les largeurs de plage mesurées sont en moyenne de 30,24 m entre juin 2019 et mars 2020 et de 61,41 m entre avril et septembre 2020 avec un maximum 95,7 m au mois d'août 2020. Les valeurs mesurées pour l'estran sec n'indiquent pas de tendance particulière, mais tout comme le profil 1, elles sont en général plus basses que celles mesurées pour la plage. Elles oscillent entre 1,5 m (juin 2020) et 36,4 m (janvier 2020). La dune qui s'est formée au niveau de ce profil au mois de mars 2020 s'est maintenue jusqu'au mois d'août de la même année avec une largeur de 1m avant de disparaître au mois suivant (0 cm pour mois de septembre 2020).



**Figure 6** : Evolution des hauteurs de sable libre devant et derrière la typhavelle, du bourrelet et de la berme du **profil 2** entre juin 2019 et septembre 2020

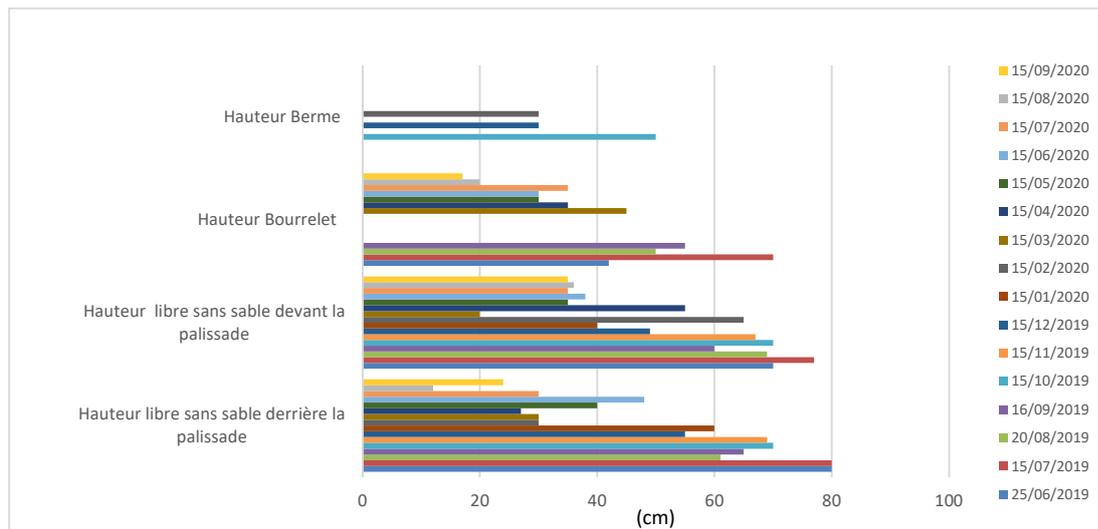
Le remplissage des typhavelles se fait progressivement mais avec un rythme plus lent comparé au profil 1. Le meilleur niveau de piégeage est atteint au mois de mai 2020 sur la partie arrière de la typhavelle et au mois de mars 2020 sur la partie avant, soit respectivement 12 et 10 mois après le début du suivi. Le bourrelet de la dune atteint sa hauteur maximale de 30 cm un mois après son apparition au mois d'avril 2020 puis décroît sur les mois qui suivent. La hauteur moyenne de la berme est de 24,5 cm sur les huit mois où elle apparaît.

### - Profil 3



**Figure 7** : Evolution de l'étendue de la plage, de l'estran sec et de la dune sur le **profil 3** entre juin 2019 et septembre 2020

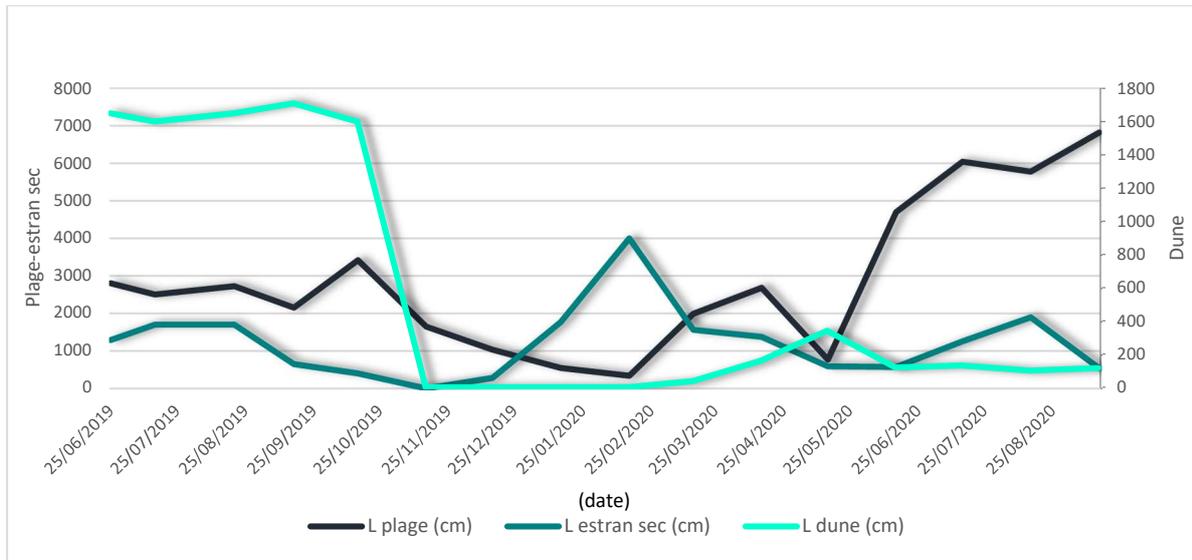
Sur le profil 3, la dune s'est déjà formée au début du suivi mesurant 410 cm de large. Elle s'est aplanie entre les mois de novembre 2019 et de février 2020. La dune est réapparue tout au long des mois qui suivent avec une largeur moyenne de 131 cm. La plage, qui atteint ses pics de largeur entre juillet et septembre 2020 (avec en moyenne 76,42 m), était moins large au début du suivi au mois de février 2020 où elle disparaît carrément. L'éstran sec atteint en moyenne 11,07 m de large durant la période du suivi. Il n'est pas visible sur deux mois (octobre et décembre 2019).



**Figure 8** : Evolution des hauteurs de sable libre devant et derrière la typhavelle, du bourrelet et de la berme du **profil 3** entre juin 2019 et septembre 2020

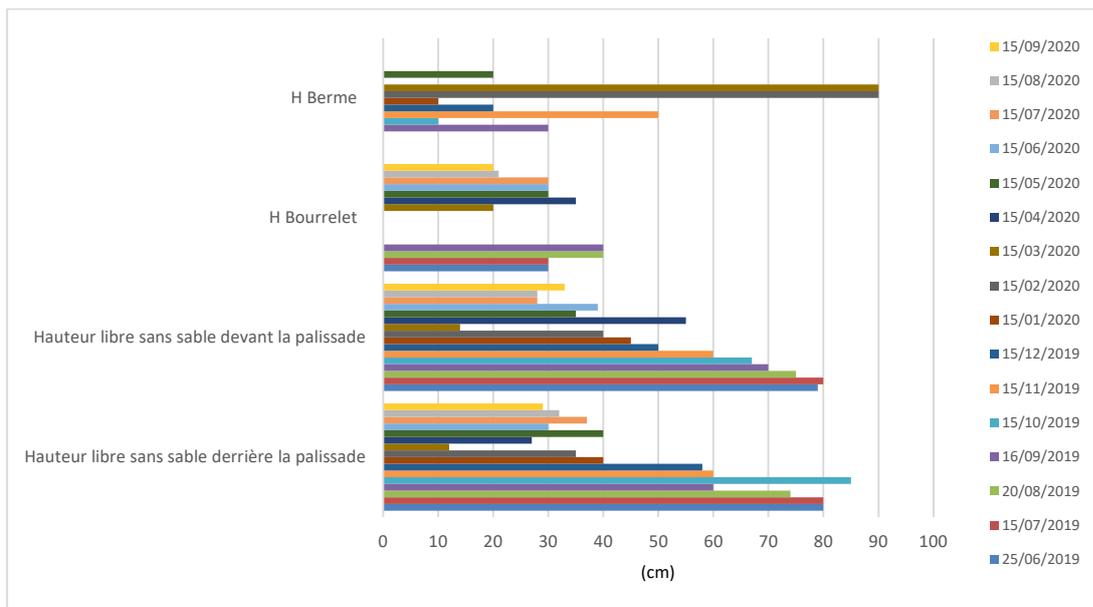
Les hauteurs libres sans sable devant et derrière la palissade se maintiennent à plus de 60 cm sur les six premiers mois du suivi sur le profil 3. L'arrière de la typhavelle se remplit mieux sur les derniers mois ; les hauteurs sans sable sont de 22 cm en moyenne les trois derniers mois à cet endroit et de 35,33 cm sur la partie avant. Le bourrelet de la dune préexistante atteint une hauteur maximale de 70 cm au 2<sup>ème</sup> mois du suivi. Il disparaît au 5<sup>ème</sup> mois pendant 5 mois successifs. Sur les mois restants, le bourrelet s'est reformé avec des hauteurs toutefois moins importantes que le premier (30,29 cm en moyenne contre 54,25 cm). La berme n'est apparue sur ce profil que sur 3 mois avec une hauteur moyenne de 36,67 cm.

- Profil 4



**Figure 9** : Evolution de l'étendue de la plage, de l'estran sec et de la dune sur le **profil 4** entre juin 2019 et septembre 2020

Sur le profil 4, les largeurs de plage mesurées entre juin 2019 et mai 2020 ne dépassent que très rarement 30 m. Elles sont en moyenne de 18,84 m durant cette période. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées à partir de juin 2020 avec un maximum de 68,2 m au mois de septembre. L'estran sec s'est élargi entre janvier et février 2020 où il atteint son pic en enregistrant 40 m de large. Sur les autres mois, sa largeur est en moyenne de 9,87 m et il n'est pas visible au mois de novembre 2019. La dune située sur le profil 4 est beaucoup plus étirée que celle du profil précédent. Elle mesure plus de 16 m de large de juin à octobre 2019 puis s'est nivelée entre le mois suivant et février 2020. La dune qui s'est reformée par la suite est beaucoup moins étendue mesurant 1,43 m.



**Figure 10** : Evolution des hauteurs de sable libre devant et derrière la typhavelle, du bourrelet et de la berme du **profil 4** entre juin 2019 et septembre 2020

La typhavelle installée sur le profil 4 atteint son meilleur niveau de piégeage de sable au mois de mars 2020 sur les parties avant et arrière (14 et 12 cm respectivement). Au cours des mois suivants, les hauteurs libres sans sable, en augmentation, sont en moyenne de 32,5 cm derrière la palissade et de 36,33 cm sur la partie avant. Comme sur le profil 3, le bourrelet n'est plus visible au mois 5 du suivi durant 5 mois. La berme enregistre sa plus grande hauteur au niveau de ce profil (90 cm sur les mois de mars et avril 2020) et tout comme sur les profils précédents, elle n'apparaît pas sur plusieurs mois (8 au total).

#### - Synthèse des résultats du suivi

Sur les quatre profils, les étendues de plage est en nette augmentation. Les valeurs les plus élevées sont notées entre les mois de juin et de septembre (pour 2019 et 2020). Nous remarquons également sur l'ensemble des quatre profils que les valeurs mesurées sont beaucoup plus importantes sur les mois de juin-septembre 2020 comparé à 2019. Par exemple, sur le profil 2, la largeur de la plage est de 40 m au mois d'août 2019 et de 95,7 m en août 2020 et sur le profil 3, 32,5m pour juillet 2019 et 70 m pour juillet 2020. Si ces gains importants de plage peuvent à priori être liés aux infrastructures installées (typhavelles notamment), des données de suivi supplémentaires doivent être recueillies pour confirmer ou non leur impact.

Les typhavelles commencent à piéger du sable dès les premiers mois après leur installation. La partie arrière de la typhavelle piège davantage de sable sur tous les profils observés. Les dunes ont commencé à se former à partir du mois de mars 2020 soit 09 mois après sur les profils 1 et 2 où elles étaient inexistantes. Elles atteignent, suivant les mois, des largeurs comprises entre 60 et 120 cm. Les deux derniers profils (3 et 4) ont été installés sur des bourrelets de dunes préexistantes qui se sont nivelées entre octobre-novembre 2019 et février 2020 et se reconstituées à partir du mois de mars 2020. Le nivellement des dunes se fait par un apport important de sédiment autour de la dune. Le bourrelet existant n'est dès lors plus visible. Un suivi topographique permettrait de mieux apprécier l'évolution des dunes.



**Photos 3** : Piégeage du sable dans les casiers et formation de dunes

#### 4.2. Au niveau des unités de gestion

Le suivi des trois premiers UG a débuté au mois de mai 2019, l'UG4 (expérimentale) en novembre 2019. Les cinq derniers UG (5 à 9) ont été définies au mois d'août 2020 et suivies au mois de novembre.

Des effets favorables commencent à être notés dans les UG dont le suivi a commencé en 2019. Dans l'UG1 (entrée AMP) nous avons noté une diminution de la fréquentation anarchique de l'AMP depuis la mise place de la clôture et du portail à l'entrée de l'AMP et donc une diminution des atteintes et menaces humaines (coupe d'arbres ou de branches, piétinement des dunes etc.). Dans l'UG plantation, outre la diminution des coupes, la zone reboisée s'est bien fixée et à l'abri de l'érosion hydrique et éolienne. Le chargement des casiers est effectif et un cordon dunaire s'est formé dans la zone d'expérimentation des typhavelles (UG4). Ces quantités de sable piégées ont permis de stopper le déversement des eaux marines vers le côté du fleuve. Un tapis herbacé s'est par ailleurs formé en arrière de la plage. Des plants de filaos ont pu être reboisés sur cette partie nouvellement récupérée. Les maraichers (UG2) ont bénéficié de deux formations assurées par l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA) sur les itinéraires techniques agricoles et le compostage. Des séances de sensibilisation sont aussi organisées par l'AMP à l'endroit des maraichers pour l'utilisation du compost, des engrais naturels, la limitation de l'utilisation des pesticides, etc.



**Photos 4** : Culture de choux sur la Langue de Barbarie

#### Conclusions et recommandations

Les actions initiées sur la Langue de Barbarie ont pour objectif de renforcer la reconstitution de cette portion du cordon dunaire fortement perturbée par la brèche ouverte en 2003. Les solutions douces proposées par le projet WACA FFEM semblent adaptées à un environnement en reconstruction et dont l'évolution reste encore imprévisible. Les typhavelles mises en

place, retiennent le sable et favorisent la reconstitution de la dune. Les unités de gestion établies contribuent à une meilleure connaissance de la biodiversité du site en vue d'une gestion rationnelle. Pour mieux juger les effets des solutions proposées, un suivi pluriannuel est nécessaire. Il serait également pertinent de faire un suivi topographique pour mieux apprécier l'évolution morphologique des dunes. Des solutions doivent être également apportées à la gestion des déchets, plastiques notamment, qui contribuent à la pollution du site.

## **Bibliographie**

**Faye I., 2010.** Dynamique du trait de côte sur les littoraux sableux de la Mauritanie à la Guinée-Bissau (Afrique de l'Ouest) : Approches régionale et locale par photo-interprétation, traitement d'images et analyse de cartes anciennes, thèse de Géographie, Université de Bretagne occidentale, Brest, 321 pages.

**Kamara S., 2013.** Développements hydrauliques et gestion d'un hydrosystème largement anthropisé : le delta du fleuve Sénégal, Thèse de Géographie Université d'Avignon, 461 pages.

**Sy A.A., 2013.** Dynamiques sédimentaires et risques actuels dans l'axe Saint-Louis-Gandiole, littoral Nord du Sénégal, Thèse de Géographie, Université Gaston Berger de Saint Louis, 328 pages.

**Sy B.A., Sy A., 2010.** Dynamique actuelle du cordon littoral de la Grande Côte sénégalaise de Saint Louis à Niayam et ses conséquences, RGLL, N°08, pp.197-214.