

Cartographie normalisée de l'évolution du trait de côte

*Ibrahima Faye, Emmanuel Giraudet,
Françoise Gourmelon, Alain Henaff*

*LETG UMR 6554 CNRS, Laboratoire Géomer,
Institut Universitaire Européen de la Mer, Université de Bretagne Occidentale*

Résumé.— Dans le cadre d'un projet régional de suivi du trait de côte d'Afrique de l'Ouest, une réflexion méthodologique visant à normaliser la présentation cartographique des synthèses diachroniques locales a été engagée. Cependant, l'étendue des variations spatio-temporelles de la position de ce linéaire côtier de plus de 5000 km est très grande tandis que localement, ses mouvements sont parfois si minimes qu'il est difficile d'en rendre compte cartographiquement même à grande échelle. Pour exprimer tout le spectre de ces variations, le modèle proposé associe une représentation cartographique et une représentation graphique et statistique sectorielle de la cinématique littorale.

Afrique de l'Ouest • Cartographie • Normalisation • Sémiologie graphique • Trait de côte

Abstract.— **Standardized mapping of coastline evolution.**— Within the framework of a West African regional coastline monitoring study, the methodological reflection on a standardizing model for the cartographic rendering of local diachronic syntheses has been undertaken. However, there is an extremely vast range of spatial and temporal variations of the coastline's position, stretching over 5000 km; whereas locally, its movements are sometimes so minimal that is difficult to map them, even at very large scales. To represent the full spectrum of these variations, the proposed model associates a cartographic representation and a sector-based representation of both graphics and statistics of coastal kinematics.

Coastline • Graphic semiology • Mapping • Standardization • West Africa

Resumen.— **Cartografía normalizada de la evolución de la línea costanera.**— En el marco de un proyecto regional de seguimiento de la línea de costa del África del Oeste, una reflexión metodológica para normalizar la presentación cartográfica de las síntesis diacrónicas locales ha sido iniciada. Sin embargo, la amplitud de las variaciones espaciotemporales de la posición de esta línea de costa de más de 5000 km es muy grande mientras que localmente, sus movimientos son a veces tan mínimos que es difícil de cartografiarlos incluso a grande escala. Para expresar todo el espectro de estas variaciones, el modelo propuesto asocia una representación cartográfica así como una representación gráfica y estadística sectorial de la cinemática litoral.

África del Oeste • Cartografía • Línea de costa • Normalización • Semiología gráfica

Dans le cadre du plan régional de prévention des risques côtiers en Afrique de l'Ouest, une étude visant à l'élaboration d'un schéma directeur du littoral a été lancée en 2009 par l'Union économique et monétaire ouest-africaine (UEMOA). Supervisée par l'Union mondiale pour la nature (UICN) et portant sur neuf pays côtiers, de la Mauritanie au Bénin, soit un linéaire côtier de plus de 5 000 km, elle a associé deux structures de recherche (le Centre de suivi écologique de Dakar et le laboratoire Géomer de Brest, UMR 6554 – LETG), sur un des volets de l'étude

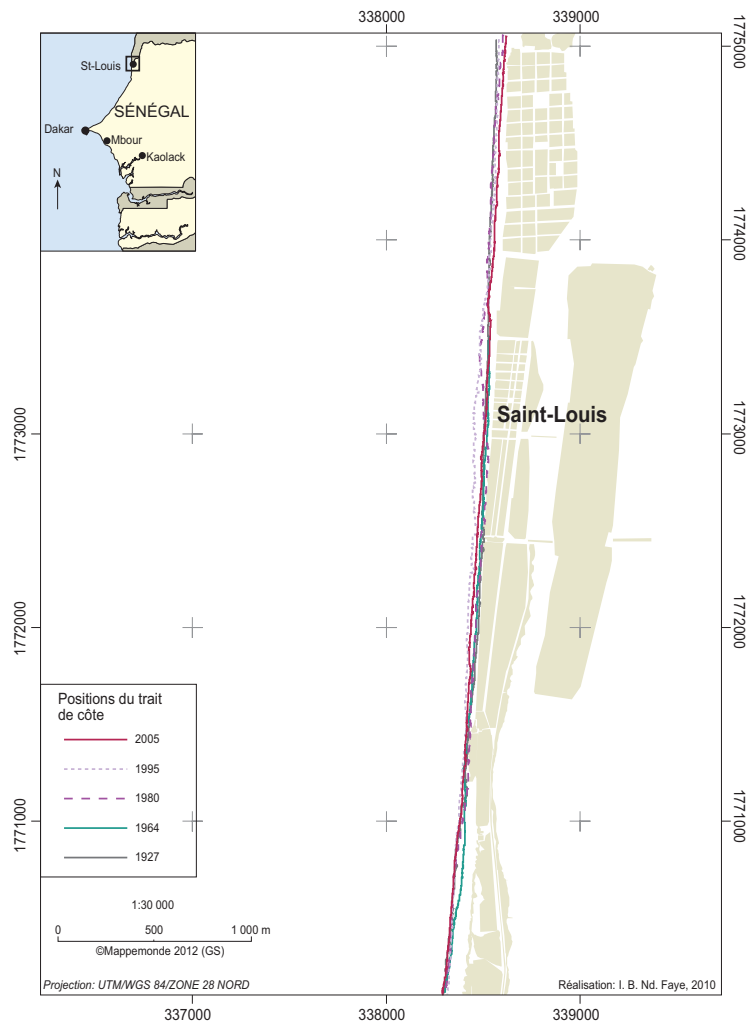
qui avait pour objectif d'identifier des équipes nationales impliquées dans la thématique des risques côtiers, de les mettre en réseau, de leur proposer un cadre de mutualisation des savoir-faire ainsi que des méthodes d'acquisition, de traitement et de restitution des connaissances. La réalisation de synthèses régionales implique nécessairement la compilation d'études de cas locaux (Faye, 2010) et se heurte fréquemment à l'indisponibilité des données et à l'incompatibilité des échelles d'acquisition et d'analyse, des nomenclatures, etc. (Gourmelon *et al.*, 2009). Par rapport aux pays du Nord où un contexte de normalisation et de porter à connaissance se met progressivement en place, les pays du Sud et notamment africains accusent encore actuellement un certain retard (Pennober *et al.*, 2005; Gourmelon *et al.*, 2010). C'est dans ce contexte qu'une réflexion a été menée afin de proposer un cadre méthodologique aux équipes locales ouest-africaines de manière à normaliser leur production cartographique sur le thème de la cinématique du trait de côte. Cette étude a bénéficié, sur ce sujet, des résultats acquis par Ibrahima Faye (2010).

Le trait de côte : un objet complexe

Une revue de la bibliographie existant sur le sujet montre que la définition d'un concept apparemment simple comme le trait de côte, censé représenter la frontière linéaire entre les domaines maritime et terrestre, est problématique et sujette à controverses en raison de la grande diversité des critères d'identification. Ainsi, par exemple, Marc Robin (2002) a relevé plus d'une douzaine de « traits de côte » tandis que Boak et Turner (2005) ont recensé 19 lignes génériques à partir de 45 indicateurs différents (rupture de pente, végétation côtière, degré d'humectation de l'estran, niveau de marée conventionnel ou extrême, etc.). Cette diversité d'indicateurs induit la recherche et la mise au point de nombreuses méthodes pour détecter, extraire et suivre la mobilité du trait de côte. Ces approches méthodologiques reposent sur la compilation et la comparaison de données acquises, soit sur le terrain par des instruments de topométrie (niveau de chantier, théodolite, tachéomètre électronique, Lidar, récepteur DGPS, etc.), soit en laboratoire par traitements numériques d'images aériennes et satellitaires (Faye, 2010).

Difficultés de représentation

Compte tenu de sa nature géométrique, le trait de côte est généralement cartographié en mode d'implantation linéaire. Par conséquent, les positions successives d'un trait de côte à différentes dates sont traduites cartographiquement par le tracé d'une série de lignes géoréférencées pouvant, selon la situation, se confondre ou se croiser. Sur des secteurs littoraux évoluant à faible vitesse ou pour des suivis à haute fréquence temporelle, cette représentation n'est pas tout à fait satisfaisante même utilisée à grande échelle. Il est, en effet, souvent difficile de respecter la règle de sélectivité ou de séparation visuelle (1) si les écarts provoqués par progradation ou érosion du littoral sont trop faibles. Dans la [figure 1](#), malgré l'utilisation, à bon escient, des variables visuelles « valeur » et « forme » pour différencier les traits de côte aux cinq dates, le résultat est décevant en raison de l'inadéquation entre l'échelle de représentation (trop petite) et l'évolution, parfois peu marquée, du trait de côte. Nous verrons, que l'association de la variable « couleur » aux variables « valeur » et « forme » permet d'améliorer le poids visuel de chaque trait de côte.



1. La règle de sélectivité ou de séparation visuelle est parfois difficile à respecter (source : Faye, 2010)

Néanmoins, jouer sur l'échelle de restitution n'est pas toujours une solution facile surtout si l'amplitude des variations de la position du trait de côte est hétérogène. La vue d'ensemble du littoral traité est une information importante dont il ne faut pas priver le lecteur. Il n'est donc pas non plus recommandé de le « tronçonner » en une collection de cartes d'échelles variables. D'une manière générale, le niveau d'analyse ou « échelle géographique » du thème à cartographier dépend des échanges fonctionnels que le site d'étude entretient avec les territoires avoisinants. Ainsi, si l'on observe une progradation, il convient d'adopter un niveau d'analyse qui englobe les milieux environnants à l'origine de l'apport de matière. C'est cette réflexion concernant l'échelle géographique qui dicte le choix de l'emprise géographique et corrélativement celui de l'échelle cartographique. En fait, le cartographe est souvent amené à illustrer le fonctionnement d'un site en utilisant plusieurs niveaux d'échelles géographiques et cartographiques.

La difficulté de représenter les déplacements mineurs d'un trait de côte à des échelles de représentation trop petites impose de compléter le modèle de représentation cartographique classique par un modèle de représentation graphique afin de conserver l'intégrité de l'information sur la cinématique (Faye, 2010; Faye *et al.*, 2008). Cette proposition a pour objectifs :

- de localiser l'évolution du trait de côte (volet cartographique);

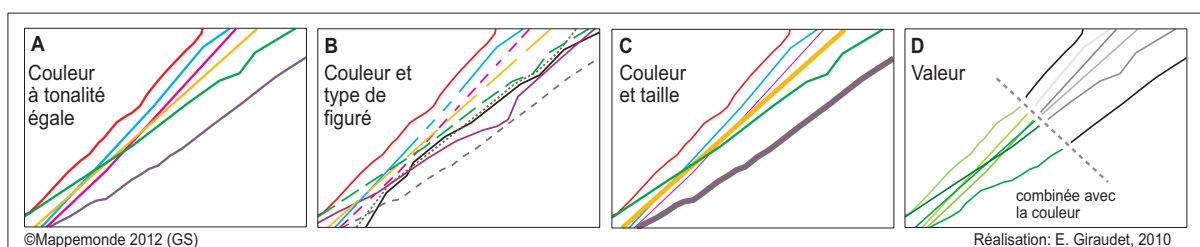
- de mesurer et de représenter cette évolution par l'exploitation statistique des variations de la position du trait de côte (volet graphique et statistique).

Sa réalisation est conditionnée pour chaque site, par la disponibilité de fonds de cartes numériques suffisamment documentés (échelles, projections, sources, attributs des éléments cartographiés) et de données exploitables numériquement concernant les mesures d'érosion et/ou de progradation successives ainsi que leur localisation exacte.

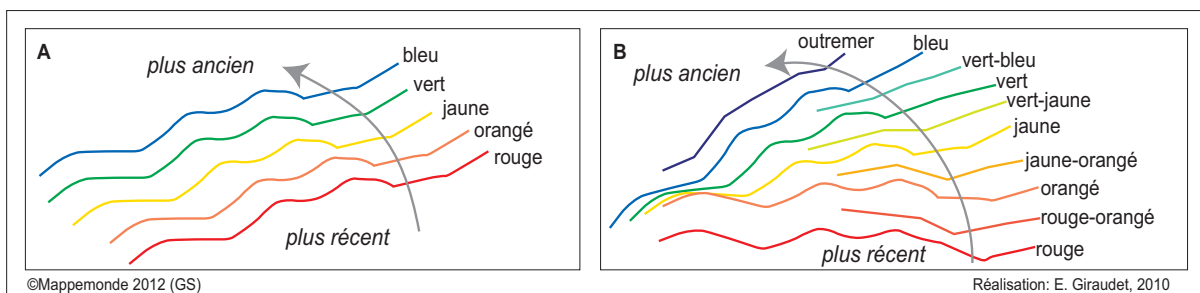
Le volet cartographique

Dans le modèle proposé, les linéaires côtiers aux différentes dates sont représentés par un figuré de type trait en utilisant, pour une meilleure distinction, la variable visuelle la plus sélective : la couleur. Utilisée à tonalité égale (fig. 2A), elle oppose efficacement des phénomènes de même nature (limite entre terre et mer par exemple) mais géographiquement proches. La variation de type du figuré linéaire (fig. 2B) peut également jouer ce rôle sélectif, mais son efficacité est moindre. Utilisée en complément de la couleur, cette option est plutôt envisageable lorsque le nombre de linéaires côtiers est très grand. On évite également de jouer sur la taille du figuré linéaire (fig. 2C) qui introduit une notion de hiérarchie trop forte entre les figurés des différentes dates. Enfin, l'utilisation de la variable « valeur », même associée à une seule couleur (fig. 2D), est difficile à appliquer en raison de sa trop faible longueur (2) qui ne lui permet pas d'être très sélective en implantation linéaire.

Nous proposons donc d'adopter en priorité la variable « couleur » à tonalité égale (fig. 2A) pour représenter les différents traits de côte. Par convention, le rouge évoquera le trait de côte le plus récent. À partir du rouge, la variation des couleurs devra respecter l'ordonnance du spectre solaire jusqu'au bleu (fig. 3A). Toutefois, si le nombre de traits de côte est supérieur à cinq, il est nécessaire d'intercaler entre ces cinq couleurs de base des nuances en combinant les couleurs avec une ou deux valeurs au plus (fig. 3B). Dans tous les cas, le rouge représentera le trait de côte le plus récent et le bleu le plus ancien.



2. Exemples de différentes variables visuelles utilisées en implantation linéaire



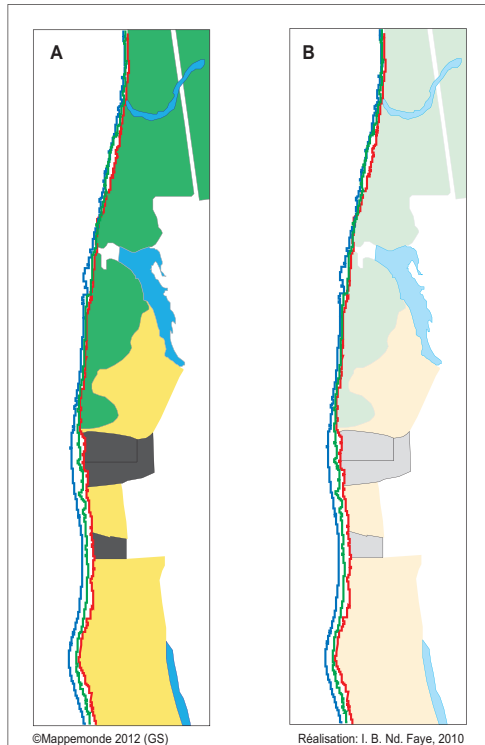
3. Proposition de légende pour le trait de côte représenté à plusieurs dates

De plus, le figuré linéaire du trait de côte doit conserver les traces des modalités d'extraction. Ainsi comme le préconisent François Cuq, Véronique Madec, Françoise Gourmelon (1996, 2001), lorsque le trait de côte est produit par traitement d'images satellitaires, l'aspect « crénélé » de la ligne est conservé afin de ne pas altérer l'information sur l'origine du trait de côte (fig. 4).



4. Exemple de trait de côte « crénélé » (trait noir), issu de la vectorisation des objets extraits par traitement d'images satellitaires (source: Cuq et al., 2001)

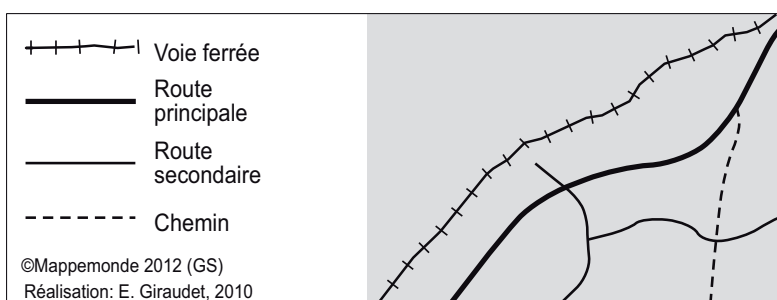
L'occupation du sol de la zone côtière ainsi que les différents faciès sont représentés en implantation zonale par des couleurs claires (peu saturées) associées ou non à des figurés afin de ne pas perturber la lisibilité des traits de côte. En effet, l'utilisation de couleurs vives en implantation zonale et au voisinage de couleurs appliquées sur du linéaire donne trop d'importance aux thèmes surfaciques. Ainsi, dans la figure 5A, l'œil est d'abord attiré par ces grandes taches noires, vertes, jaunes



5. Aplats de couleurs saturées et aplats de couleurs en ton clair au voisinage de lignes en couleur saturée

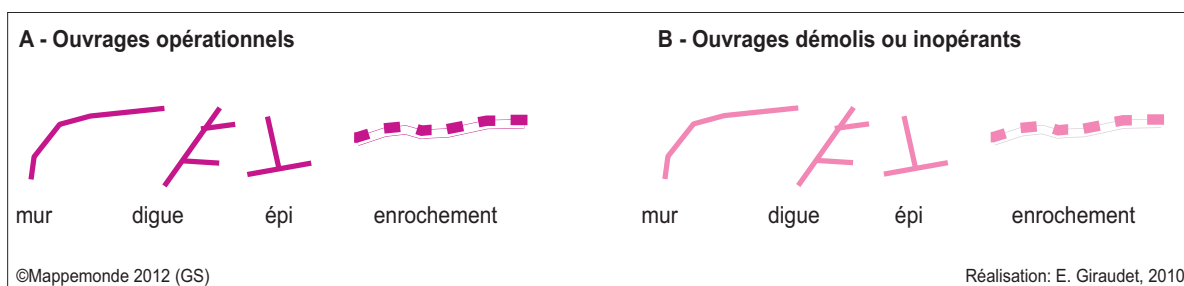
et bleues; le linéaire côtier aux trois dates étant lu dans un deuxième temps, alors qu'il s'agit ici de la thématique principale. Dans l'autre cas (fig. 5B), on repère d'abord les traits de côte puis les thèmes surfaciques. L'usage veut que les informations relatives à l'occupation humaine (habitat individualisé ou zone urbanisée par exemple) soient représentées par des valeurs de gris. Le noir saturé peut être utilisé si les zones sont très petites (habitat isolé). Mais là encore, on évite d'utiliser le noir saturé pour des zones relativement étendues, ce qui aurait pour résultat de donner trop d'importance à ce thème (fig. 5A).

Le noir est également choisi en implantation linéaire pour cartographier les voies de communication terrestres: routes, chemins, voies ferrées (fig. 6). Si besoin, on joue sur la variable « taille » pour établir une hiérarchie entre les différents types de routes. Pour les voies ferrées, on utilise un figuré linéaire particulier: la « ligne à barbeules sécantes » étant le plus usité.



6. Exemples de figurés pour les voies routières et ferroviaires

Enfin, il est proposé de réserver la couleur magenta pour cartographier tous les types d'aménagements littoraux destinés à lutter contre l'érosion (fig. 7): épis, enrochements, digues... Les méthodes « passives » qui font appel à des ouvrages sur le rivage ou directement en mer sont largement appliquées sur toutes les côtes. Les aménagements statiques qui en résultent influent de différentes façons sur la cinématique du trait de côte en perturbant notamment les dérives littorales. L'importance de ce thème justifie le recours à cette couleur distinctive.



7. Légende proposée pour les ouvrages de défense contre l'érosion

Le volet graphique et statistique

Le volet graphique et statistique du modèle proposé comporte lui-même deux parties. La partie intitulée « Évolutions mesurées » restitue visuellement, grâce à des courbes, l'avancée et le recul du trait de côte sur différents secteurs du rivage délimités par les lignes pointillées horizontales. Ces secteurs constituant l'échelle d'analyse élémentaire pour le volet graphique et statistique traduisent une ségrégation naturelle du rivage permettant de rendre compte des variations spatiales de la cinématique littorale (Byrnes, Hiland, 1994). En effet, ils correspondent chacun à un segment de côte le long duquel les caractéristiques de la progradation et de l'érosion sont proches ou semblables en termes de vitesses et de distances. Les moyennes correspondantes restituées dans la partie intitulée « moyennes calculées » sont ainsi beaucoup plus représentatives. Les marges d'erreurs, liées aux techniques d'extraction du trait de côte, figurent également sur ce graphique (lignes vertes en pointillé). Elles permettent d'évaluer la part d'incertitude due à la nature des données ainsi qu'aux traitements appliqués et de juger de la représentativité des résultats. Les surfaces délimitées par le croisement des traits de côte avec la ligne de base (en bleu) sont respectivement les surfaces de progradation (à gauche) et les surfaces d'érosion (à droite).

En général, les couleurs chaudes, du jaune au rouge, symbolisent des états positifs tandis que les couleurs froides, du vert-jaune à l'outremer, expriment des phénomènes négatifs. Cependant, la couleur rouge peut également évoquer un risque, une interdiction, une alerte, un élément que l'on doit remarquer. La majorité des cartes qui illustrent les phénomènes d'érosion des côtes établissent alors un lien entre la couleur rouge et la situation d'érosion ; l'érosion étant considérée comme un risque côtier important sur lequel on souhaite attirer l'attention du lecteur. Nous proposons donc de conserver un ton chaud proche du rouge pour représenter sur le graphique les surfaces d'érosion, tandis que les surfaces de progradation sont représentées avec une couleur proche du vert.

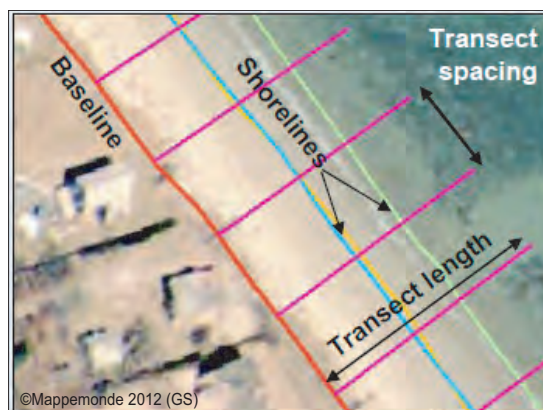
Dans la partie intitulée « moyennes calculées », figure un tableau subdivisé en deux parties :

- la colonne « moyenne sur la période » donne pour chacun des secteurs de la côte le déplacement moyen (en mètres) du trait de côte sur toute la période d'étude ;
- la colonne « moyenne annuelle » indique le déplacement moyen du trait de côte calculé sur une période annuelle (en mètres/an). Toutefois signalons que si nous avons plus de deux lignes de référence, le tableau ne comporte alors que cette dernière colonne qui montre les taux d'évolution annuels calculés par régression linéaire.

Les courbes du volet graphique, tracées dans un tableur en coordonnées cartésiennes représentent, en abscisse, le nombre de mesures ou de profils réalisés, et en ordonnée, les valeurs d'évolution mesurées (entre deux traits de côte successifs) ou les taux obtenus par régression linéaire si on dispose de plusieurs traits de côte sur l'ensemble de la période d'étude.

Pour quantifier les changements de position du trait de côte, nous préconisons l'utilisation de l'extension *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) conçue par Thieler et Danforth (1994), *plugin* gratuit pour le programme hôte ArcView (3) de la société ESRI (fig. 8). L'emploi de ce *plugin* nécessite de définir une ligne de référence fictive, une longueur pour les transects ainsi qu'un pas de mesure et de disposer de traits de côte projetés dans le même système géographique.

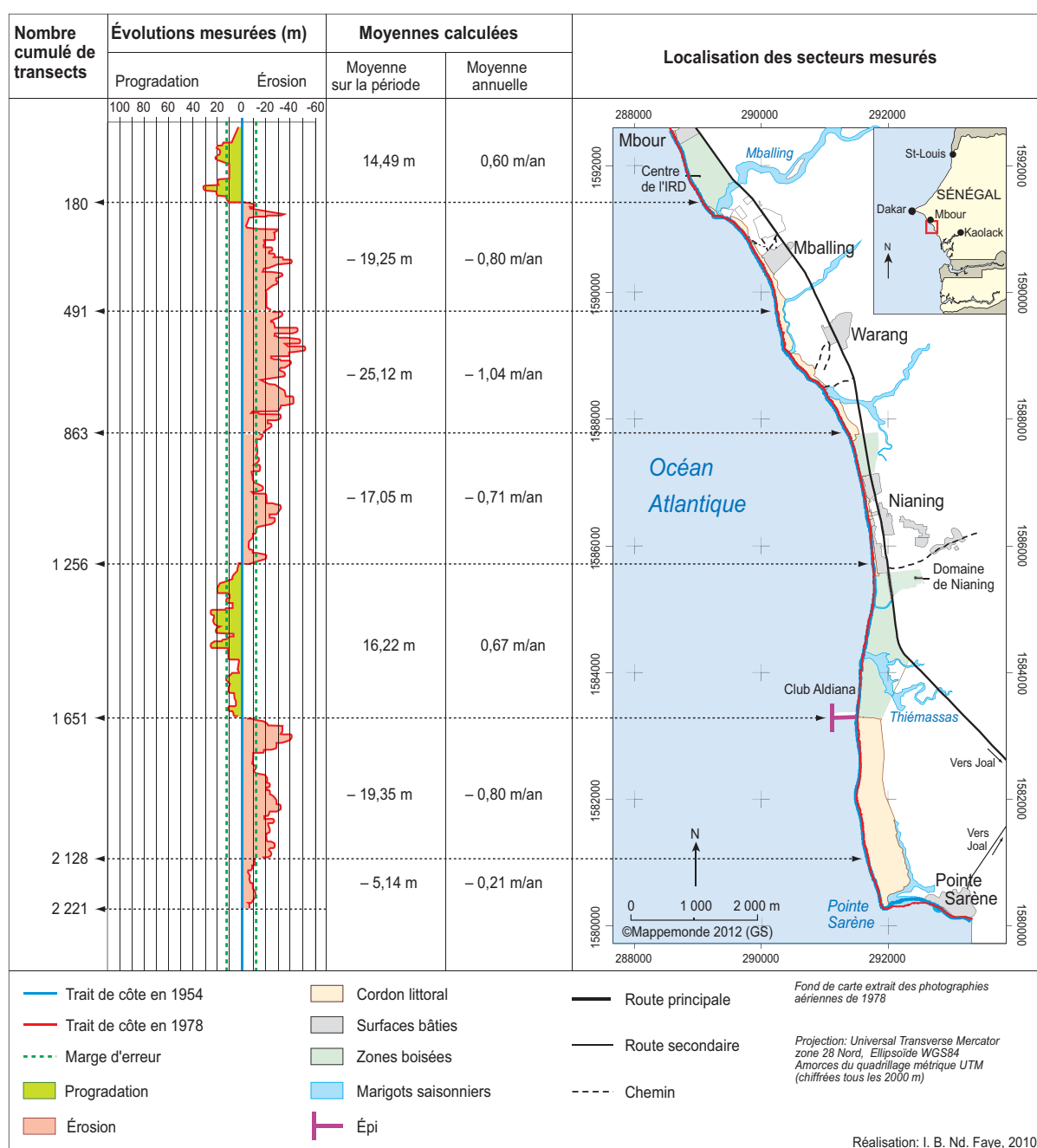
Lorsque tous les paramètres d'entrée sont correctement saisis, DSAS génère automatiquement, selon le pas de mesure défini, des transects perpendiculaires aux linéaires côtiers, mesure les écarts entre les traits de côte et calcule les taux moyens de déplacement le long de chaque transect. Dans les modèles présentés (fig. 9 et 10), l'espacement entre les transects est de 5 mètres. C'est l'analyse automatique de tous ces transects qui permet de définir des secteurs d'évolution type et d'en calculer les valeurs moyennes. Dans les tables attributaires des transects, on dispose, à l'issue du traitement, en plus des attributs géographiques, des attributs statistiques dont deux, au moins, sont à retenir.



8. Le concept du DSAS, d'après *User Guide & Tutorial for the Extension for ArcGIS v.9.0 Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* (source : Thieler et al., 2005)

L'End Point Rate (EPR) est le rapport de la distance entre le trait de côte le plus ancien et le plus récent sur le temps (nombre d'années) écoulé entre les deux dates. Exprimé en mètres/an, c'est cet attribut que l'on retrouve dans le modèle cartographique (fig. 9), sous le libellé « moyenne annuelle ». L'EPR convient bien lorsque l'on ne dispose que de deux traits de côte pour évaluer la cinématique littorale (Thieler *et al.*, 2005).

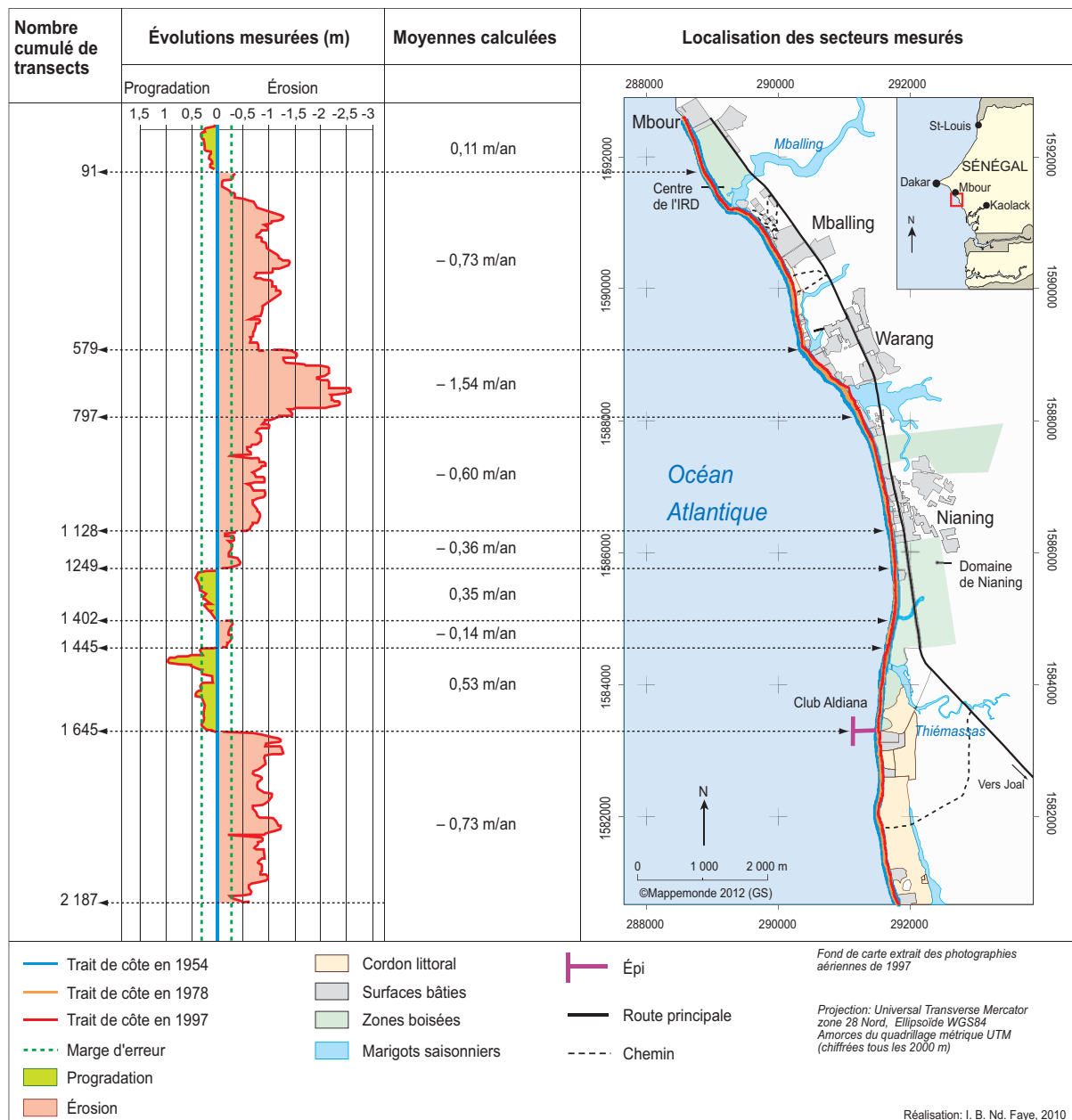
Le Linear Regression Rate-of-change (LRR) correspond à la valeur de la pente d'une droite de régression linéaire positionnée dans le nuage de points formé par les mesures de distance entre tous les points d'intersection de chaque transect et des traits de côte comparés. Cet attribut, qui traduit également le taux d'évolution annuelle de la ligne de référence le long de chaque transect, est intéressant si l'on analyse la



9. Le modèle cartographique basé sur le calcul de l'End Point Rate (EPR) entre deux dates (source : Faye, 2010)

cinématique littorale pour plus de deux dates, car la méthode de calcul tient compte de la tendance évolutive du trait de côte sur toute la période considérée (Thieler *et al.*, 2005). La **figure 10** illustre l'utilisation de cet attribut pour une étude de cas fondée sur trois lignes de rivage.

Dans les repères orthonormés des volets graphiques et statistiques des **figures 9** et **10**, l'axe des ordonnées représente l'axe longitudinal du linéaire côtier, tandis que l'abscisse indique les mouvements perpendiculaires du trait de côte le long de cet axe. Cette organisation graphique paraît, en effet, naturelle lorsque le trait de côte étudié est orienté Nord-Sud. Mais il se peut que, par endroits, la côte ait une orientation plutôt Ouest-Est. Il faudra alors prendre soin de réorienter la carte du volet cartographique de façon que l'axe longitudinal du trait de côte soit toujours en rapport d'observation directe avec l'ordonnée du graphique; l'orientation de la flèche symbolisant le Nord étant à même d'indiquer la rotation opérée.



10. Le modèle cartographique basé sur le calcul du *Linear Regression Rate-of-change* (LRR) pour une période d'étude portant sur trois dates (source: Faye, 2010)

Conclusion

Au fil des années, les développeurs ont progressivement élargi les fonctionnalités graphiques des systèmes d'information géographique (SIG). Avec les récentes versions des logiciels SIG, il est devenu relativement aisé de mettre en page une carte prête à être imprimée. Néanmoins, ces outils ne permettent pas la conception de cartes fondées sur l'apport de données exogènes au SIG. Dans notre cas, même si le volet graphique est lié géographiquement à la carte du volet cartographique, cette liaison n'est pas relationnelle (au sens des bases de données); les taux d'évolution mesurés et calculés sont des données qui ne font pas partie des tables attributaires des couches d'information de base (trait de côte, occupation du sol). Elles sont traitées graphiquement dans des tableurs ou dans des logiciels de dessin assisté par ordinateur (DAO). La carte n'est donc pas entièrement conçue dans le module de mise en page du SIG et implique une exportation des divers éléments dans un logiciel de DAO.

Les préconisations présentées ici ont pour ambition d'améliorer les diagnostics à l'échelle régionale, échelle pertinente sur la thématique de l'évolution du trait de côte ouest-africain et des risques associés, en favorisant la comparabilité et la connaissance des suivis réalisés localement à grande échelle. Elles s'inscrivent dans un effort de mutualisation des données, des méthodes et des savoir-faire entrepris dans le cadre d'un futur observatoire régional, garant de la pérennité des actions entreprises.

Bibliographie

- BÉGUIN M., PUMAIN D. (2000). *La Représentation des données géographiques*. Paris : Armand Colin, coll. « Coursus », 192 p. ISBN : 2-200-25144-0
- BOAK E.H., TURNER I. L. (2005). « Shoreline definition and detection : A review ». *Journal of Coastal Research*, vol. 21, n° 4, p. 688-703.
<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=16983477>
- BYRNES M. R., HILAND M.W. (1994) « Shoreline position and nearshore bathymetric change ». In KRAUS N.C., GORMAN L.T., POPE J., dir., *Kings Bay coastal and estuarine physical monitoring and evaluation program: Coastal studies*. US Army Corps of Engineers. Waterways Experiment Station. Vicksburg. Technical Report, CERC-94- 9, p. 61-143
- CUQ F., MADEC V., GOURMELON F. (1996). « Mise à jour de la carte d'occupation des sols des provinces côtières de Guinée-Bissau ». *Mappemonde*, n° 4-1996, p. 21-26. <http://www.mgm.fr/PUB/Mappemonde/M496/Cuq.pdf>
- CUQ F., CAMPREDON F., GIRAUDET J., GIRAUDET E., GOURMELON F., PENNOBER G., DA SILVA A.S. (2001). *Un Système d'Information Géographique pour l'aide à la gestion intégrée de l'archipel des Bijagos (Guinée-Bissau) : notice de la carte, constitution et exploitation du SIG*. Plouzané : Géosystèmes-CNRS, 88 p. + carte (10 feuilles à 1:50 000). ISBN : 2-9516590-0-8
- FAYE I. (2010). *La Dynamique du trait de côte sur les littoraux sableux d'Afrique de l'Ouest. Approches régionale et locale par photo-interprétation, traitement d'images et analyse de cartes anciennes*. Plouzané : Université de Bretagne Occidentale, thèse de doctorat de géographie, 393 p. <http://www.lafiba.org/index.php/fr/content/download/4466/28094/version/1/file/147DYNAMIQUETRAIT+DE+COTE+Vol1.pdf>

- FAYE I., HENAFF A., GOURMELON F., DIAW A.T. (2008). «Évolution du trait de côte à Nouakchott (Mauritanie) de 1954 à 2005 par photo-interprétation». *Norois*, n° 208 (2008/3), p. 11-27. <http://norois.revues.org/2146>
- GOURMELON F., GEORIS-CREUSEVEAU J., ROUAN M., N'DIAYE S. (2009). «Le CIAO, première étape vers une infrastructure de données spatiales en Afrique de l'Ouest? ». *Revue Internationale de Géomatique*, vol.19/3-2009, p. 351-372. doi:10.3166/geo.19.351-372
- GOURMELON F., ROBIN M., MAANAN M., GEORIS-CREUSEVEAU J., PENNOBER G., DA SILVA A.S., FATTAL P., ZOURARAH B., AFFIAN K., HOUHOUOT C., POTTIER P. (2010). «Geographic Information System for Integrated coastal zone management in developing countries: cases studies in Mauritania, Côte d'Ivoire, Guinea-Bissau and Morocco». In MAANAN M., ROBIN M., dir., *Geomatic Solutions for Coastal Environments*. New York: Nova Science Publishers, "Environmental Science, Engineering and Technology" series, p. 347-359. ISBN: 978-1-61668-140-1
- PENNOBER G., GIRAUDET E., GIRAUDET J., MADEC-CUQ V., GOURMELON F., DA SILVA A., CAMPREDON P. (2005). «Planification côtière en Afrique de l'Ouest: retour d'expérience en Guinée-Bissau». *Norois*, n° 196 (2005/3), p. 67-79. <http://norois.revues.org/1866>
- ROBIN M. (2002). «Télédétection et modélisation du trait de côte et de sa cinématique». In BARON-YELLES N., GOELDNER-GIAONELLA L., VELUT S., dir., (2002). *Le Littoral, regards, pratiques et savoirs. Études offertes à Fernand Verger*. Paris: Édition Rue d'Ulm-Presses universitaires de l'École Normale Supérieure, p. 95-115. ISBN: 2-7288-0276-9
- THIELER E.R., DANFORTH W.W. (1994). «Historical shoreline mapping (II): Application of the digital shoreline mapping and analysis systems (DSMS/DSAS) to shoreline change mapping in Puerto Rico». *Journal of Coastal Research*, vol. 10, n° 3, p. 600-620. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=4118061>
- THIELER E.R., HIMMELSTOSS E., MILLER T. (2005). *User guide and tutorial for the Digital shoreline analysis system (DSAS) version 3.2. Extension for ArcView V.9.0*. USGS Open-File Report 2005-1304, 33 p. <http://woodshole.er.usgs.gov/project-pages/dsas/>

Notes

1. En cartographie, la règle de sélectivité ou de séparation visuelle impose que deux figurés de même type et proches puissent se différencier sans ambiguïté. Dans notre cas, cette règle impose que deux lignes représentant le trait de côte à deux dates soient identifiées sans risque de confusion.
2. En sémiologie graphique, « on appelle longueur d'une variable visuelle le nombre de figurés qu'elle permet de distinguer les uns des autres, donc les possibilités de différenciation qu'elle offre » (Béguin, Pumain, 2000)
3. Le DSAS se décline en plusieurs versions compatibles avec toutes les versions d'ArcView depuis la version 3.2a.

Remerciements

Les auteurs remercient l'Union économique et monétaire Ouest Africaine d'avoir financé ce travail dans le cadre du projet « Suivi du trait de côte et élaboration d'un schéma directeur du littoral de l'Afrique de l'Ouest » supervisé par l'Union mondiale pour la nature.

Adresses des auteurs

Ibrahima Faye, LETG UMR 6554 CNRS, Laboratoire Géomer, Institut Universitaire Européen de la Mer, Université de Bretagne Occidentale, Technopôle Brest-Iroise, place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané. Courriel: ibiramefaye@hotmail.com

Emmanuel Giraudet, LETG UMR 6554 CNRS, Laboratoire Géomer, Institut Universitaire Européen de la Mer, Université de Bretagne Occidentale, Technopôle Brest-Iroise, place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané. Courriel: emmanuel.giraudet@univ-brest.fr

Françoise Gourmelon, LETG UMR 6554 CNRS, Laboratoire Géomer, Institut Universitaire Européen de la Mer, Université de Bretagne Occidentale, Technopôle Brest-Iroise, place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané. Courriel: francoise.gourmelon@univ-brest.fr

Alain Henaff, LETG UMR 6554 CNRS, Laboratoire Géomer, Institut Universitaire Européen de la Mer, Université de Bretagne Occidentale, Technopôle Brest-Iroise, place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané. Courriel: alain.henaff@univ-brest.fr