

LES RESTINGAS (FLÈCHES LITTORALES) D'ANGOLA, SPÉCIALEMENT CELLES DU SUD ET DU CENTRE

INTRODUCTION

LES RESTINGAS ANGOLAISES DANS LE CADRE GÉNÉRAL DE LA CÔTE D'AFRIQUE ATLANTIQUE

Le trait probablement le plus remarquable de la côte d'Angola est la présence de flèches littorales, ou restingas, à pointe libre, dont deux, la presqu'île des Tigres et la presqu'île de Palmeirinhas sont de dimensions exceptionnellement grandes. Ce sont, du Sud au Nord (fig. 1): la restinga de Foz do Cunene, la presqu'île des Tigres, Ponta Brava, la presqu'île de Porto Alexandre, Ponta de São José, la presqu'île de Lobito, la flèche de l'embouchure du Rio Longa, celle de l'embouchure du Rio Cuanza, celle de Palmeirinhas, celle de Luanda, et celle de l'embouchure du Congo (Zaire).

Remerciements — L'un des auteurs (ANDRÉ GUILCHER) veut bien exprimer toute sa gratitude aux autorités portugaises universitaires, administratives et maritimes, qui lui ont rendu possible son voyage en Angola et ce travail sur les côtes du territoire par de multiples facilités de tous ordres: notamment, le Professeur Ilídio do Amaral, de l'Instituto de Alta Cultura, les Professeurs Orlando Ribeiro et Suzanne Daveau, de l'Université de Lisbonne, le Recteur et le Vice-Recteur de l'Université de Luanda et le Directeur de la Faculté des Sciences de Luanda. Nous adressons aussi nos remerciements les plus vifs aux personnes suivantes: M. l'Ingénieur des Travaux Publics, Joaquim Mendes Guimarães (Luanda); M. l'Ingénieur Edgar Santos, du Service Géographique et Cadastral de l'Angola à Luanda; le Lieutenant de Vaisseau Almeida e Costa, Chef de la Mission Hydrographique d'Angola; M. C. Afonso Dias, Directeur de l'Institut Biocéanologique de Lobito; M. l'Administrateur José Pedro dos Reis, de São Martinho dos Tigres; M. Louis Chauris, Maître de Recherches au Centre National de la Recherche Scientifique, Brest; M. Bernard Hallégouët, Ingénieur-Cartographe, Université de Bretagne Occidentale, Brest; Melle. Anne Marec, Ingénieur au Centre National de la Recherche Scientifique, Brest.

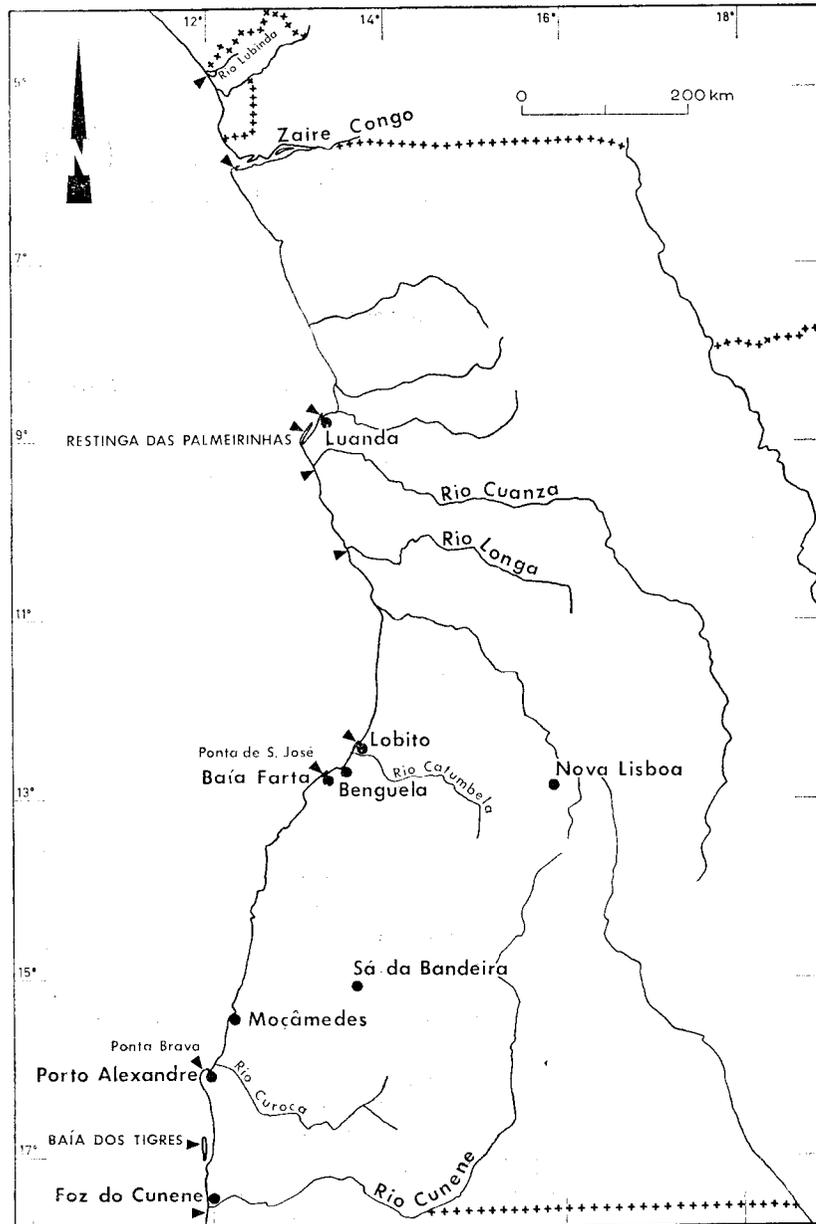


Fig. 1 — Localisation générale des restingas sur la côte d'Angola.

Ces restingas entrent dans le cadre morphodynamique général de la côte d'Afrique atlantique, défini par l'un de nous (GUILCHER) en 1954, en conformité avec l'étude de la houle sur cette côte par JESSEN (1951). On rappellera ici brièvement les principes de cette dynamique littorale.

La côte de l'Afrique atlantique est affectée par deux systèmes de houles d'origine lointaine. L'un, engendré par les tempêtes de la zone tempérée de l'Atlantique nord, provoque une dérive Nord-Sud depuis le Cap Spartel (Maroc) jusqu'à la Casamance: ce système ne nous concerne pas ici. L'autre, engendré par les tempêtes de l'Océan Austral (40 à 60° Sud), qui est le plus puissant, provoque une dérive Sud-Nord depuis Capetown jusqu'au Cameroun, Sud-Nord aussi du Cap des Palmes à la Sierra Leone, et Ouest-Est du Cap des Palmes à Lagos: le sens de la dérive littorale étant commandé par l'angle d'incidence des crêtes de houle, originaires du Sud-Ouest ou Sud-Sud-Ouest, avec la ligne de côte dans les différents secteurs. Les variations de l'angle d'incidence provoquent des dérives particulières sur les deux faces du delta du Niger. A la limite des deux grands systèmes de houle, qui se situe, semble-t-il, dans le Nord de la Guinée-Bissau, le sens de la dérive est incertain. La houle issue des tempêtes australes est appelée *kaléma* au Dahomey, au Gabon et en Angola. C'est bien la houle lointaine qui commande l'évolution littorale des côtes océaniques africaines, en dépit des milliers de kilomètres qu'elle a parcourus depuis son aire de génération, et non les vagues issues des vents locaux, parce que les régions tropicales sont loin de connaître des vents aussi fréquemment tempétueux que les régions de 40 à 60°. Les exceptions à cette règle existent (Mer d'Arabie en été, Asie du Sud-Est et Mer des Caraïbes occasionnellement lors des cyclones tropicaux), mais elles n'intéressent pas l'Afrique atlantique.

Il faut bien insister sur le fait que c'est la houle, initialement créée par le vent et se propageant ensuite librement au loin, qui crée la dérive littorale par son incidence oblique, et non, pour la côte d'Angola qui nous occupe, le courant Sud-Nord dit de Benguela (ou, sur la côte de Mauritanie, le courant des Canaries). On a pourtant parfois dit le contraire (ainsi BROGNON, 1971). D'une part, ces courants sont trop lents pour avoir une influence qui puisse s'adjoindre, même faible-

ment, à celle de la houle à incidence oblique. D'autre part, des études conduites à l'Institut Biocéanologique de Lobito (Directeur: C. AFONSO DIAS) aboutissent à la conclusion que le courant dit de Benguela ne va pas, en réalité, plus au Nord que l'embouchure du Cunene, c'est à dire se limite à la côte du Sud-Ouest Africain (de sorte que, si ces observations sont bien confirmées, il conviendrait de changer son nom pour l'appeler de Walvis ou courant du Namib); devant la côte Sud de l'Angola entre Foz do Cunene et Benguela, il est relayé par un upwelling côtier, plus large au Sud qu'au Nord, avec une lacune plus ou moins persistante devant Moçâmedes, et un peu plus au large existe au contraire un courant Nord-Sud, dit courant d'Angola, qui converge avec le courant de Benguela au large de Foz do Cunene et de Baía dos Tigres. Cette situation ne peut évidemment pas entraîner une dérive Sud-Nord.

Sur l'ensemble de la côte d'Angola et du Sud-Ouest Africain, les vents de secteur Sud (entre Sud-Est et Ouest) sont prédominants. Ils le sont extrêmement dans le Sud de l'Angola, et, dans les différents secteurs, ils sont généralement de force maximale pendant l'après-midi. On y reviendra à propos de la presqu'île de la baie des Tigres. Sur la côte extérieure, ce ne sont pas ces vents qui créent la houle océanique, comme on l'a dit plus haut: ils jouent seulement là un rôle d'adjuvant. Par contre, dans les baies abritées de la houle océanique, ils sont les seuls auteurs des petites vagues locales, qui jouent un rôle essentiel dans l'évolution et la morphologie des rivages sableux en créant des restingas multiples et de petite taille. Nous y reviendrons pour la baie des Tigres, la baie de Porto Alexandre, et la baie de Palmeirinhas. Des faits semblables s'observent à l'embouchure du Sénégal (GUILCHER, 1954, p. 63-64; GUILCHER et NICOLAS, 1954, p. 239-240, et figure 10 et planche IX), et dans la lagune côtière du Dahomey occidental (GUILCHER, 1959, p. 387-389).

Enfin, il est connu que les conditions d'aridité du désert côtier du Namib, en Sud-Ouest Africain, s'étendent largement aux rivages de l'Angola (S. DAVEAU, 1972). Même à Luanda, par 9° Sud, il ne tombe que 337 mm par an. De semi-aride, le climat devient plus au Sud aride (200 mm à Lobito, 50 mm à Moçâmedes), puis hyperaride (20 mm à Porto Alexandre,

15 à 20 mm à Baía dos Tigres et à peu près la même chose à Foz do Cunene). Le courant froid côtier et l'upwelling qui en est la cause sont à l'origine de ce désert, puisque dès qu'on s'écarte du rivage vers l'intérieur les précipitations augmentent rapidement, au Sud comme au Nord (ce qui semble impliquer que, même au Nord de Benguela et Lobito il doit y avoir de l'upwelling au moins par moments, quoiqu'on ait pu en dire). Les quelques précipitations enregistrées tombent normalement durant l'été austral, avec l'irrégularité interannuelle bien connue des déserts; pendant l'hiver austral (mai-octobre), il y a assez souvent du brouillard de courant froid, le *cacimbo*, semblable à la *garua* péruvienne et à la *camanchaca* chilienne dont la cause est absolument la même (saturation des basses couches de l'air qui sont incapables de s'élever parce que refroidies par l'eau de mer): le brouillard paraît seulement moins fréquent sur la côte Sud de l'Angola qu'au Callao, à Arica et à Antofagasta. Ces conditions climatiques jouent également un rôle morphologique qui sera précisé plus loin.

Au Nord de Luanda, le total des précipitations côtières augmente assez rapidement, passant à 800 mm à l'embouchure du Zaïre (Congo) et entre 800 et 1000 mm à Cabinda. Mais ce qu'il faut bien souligner c'est que partout les précipitations sont beaucoup plus fortes à 200-300 km à l'intérieur que sur la côte, atteignant 1200 à 1600 mm dans le Nord et le Centre et 600 à 1000 mm dans le Sud. Ceci permet à maintes rivières telles que le Cuanza, le Longa, le Catumbela et le Cunene d'atteindre la mer en dépit de l'aridité de la côte. L'arrivée à la mer de ces cours d'eau allogènes est un élément qui conditionne les accumulations littorales.

I. LES RESTINGAS DU SUD ET DU CENTRE

A. LA RESTINGA DE FOZ DO CUNENE

Cette restinga n'a pas été étudiée au sol, mais seulement d'avion au cours d'un vol spécial que nous avons fait, dans l'appareil du Gouverneur de Moçâmedes, pour nous rendre à Baía dos Tigres avec crochet jusqu'à la frontière du Sud-Ouest Africain, où le Cunene se jette dans l'Atlantique.

Le Cunene est un fleuve dont l'abondance n'a aucun équivalent entre le Catumbela (Lobito) et l'Orange. C'est un fleuve typiquement allogène dont le régime a été bien caractérisé par M. FEIO (1966 et 1970). Le Cunene, qui ne s'est détourné qu'assez récemment vers l'Atlantique alors qu'auparavant il aboutissait à la lagune Etocha, naît dans la région de Nova Lisboa où il est alimenté par des précipitations de l'ordre de 1200 mm. A 250 km de son embouchure à vol d'oiseau, il reçoit encore une tranche de quelque 500 mm. Les courbes publiées par FEIO pour 6 stations montrent un régime typiquement tropical, avec des hautes eaux de janvier à avril, et des basses eaux atteignant leur minimum en octobre. Aux chutes de Ruacaná, le débit maximal annuel varie de 300 à 1000 m³/s, et le débit minimal, de 20 à 50 m³/s. Ainsi, le Cunene a de l'eau toute l'année.

Il aboutit à l'Atlantique sur une côte sableuse, immense et sans brèche en dehors de la sienne. Le degré de communication avec la mer est certainement très variable dans le temps. Le 7 décembre 1973, jour de notre survol (les eaux étant alors, en principe, encore assez peu élevées bien que la saison des pluies soit commencée à l'intérieur), le Cunene franchissait le cordon littoral par une passe d'une centaine de mètres de large environ. En arrière de cette passe, le fleuve emplissait une lagune de barrage peu profonde, à bancs de sable, large du Nord au Sud d'environ 2 km et longue d'Est en Ouest de 2 à 3 km. La passe était reportée de 300 à 400 m vers le Nord par la houle oblique, de sorte que, devant la lagune elle-même, la restinga était continue. Au Nord de la passe actuelle, se voyaient trois anciens lits parallèles et successifs, formant des mares allongées, et témoignant d'écoulements du Cunene parallèlement à la côte jusqu'à 1 km au Nord de l'embouchure de décembre 1973, et sans doute même davantage. Comme l'a écrit FEIO en 1970, le cours du Cunene est bordé sur sa rive gauche (Sud-Ouest Africain) par des dunes poussées par des vents dominants du secteur Sud, qui s'arrêtent au fleuve et ne le franchissent pas; nous ajoutons seulement à la description de FEIO que ces dunes sont très hautes (100 à 150 m?) à 4-5 km à l'intérieur, mais non au bord de la côte: le contraste altimétrique des deux rives du fleuve est très grand à l'intérieur, mais non sur les bords

de la lagune côtière. Toutes les dimensions ci-dessus ont été estimées sur nos photographies obliques. On dit que le Cunene coule en toute saison à la mer, ce qui serait à vérifier.

La restinga de Foz do Cunene peut donc être caractérisée comme une restinga à longueur variable, selon que l'embouchure est plus ou moins déviée vers le Nord. Il ne nous a pas semblé d'après les traces visibles que le cours parallèle à la côte atteigne jamais plus d'un à deux kilomètres au Nord de la lagune de l'embouchure. La restinga a donc toujours une longueur très inférieure à la Langue de Barbarie de l'embouchure du Sénégal, autre flèche à longueur variable qui peut atteindre jusqu'à 22 km (GUILCHER et NICOLAS, 1954). Les analogies de position des deux restingas sont cependant grandes, le Cunene et le Sénégal étant tous deux des fleuves allogènes tropicaux qui se terminent dans la zone hyperaride ou semi-aride selon le cas, avec des embouchures affectées par des dérives littorales symétriques.

B. LA RESTINGA ET LA BAIE DES TIGRES

Avant la rupture de mars 1962, la presqu'île (restinga) des Tigres mesurait 37 km de long (carte marine portugaise 385 à 1:50 000, fondée sur des levés de 1942; carte topographique 416 à 1:100 000, fondée sur les photographies aériennes de 1953). C'est la plus grande restinga de toute la côte de l'Afrique atlantique. Elle est située entre 16° 48' et 16° 30' Sud. Comme ses congénères de la côte d'Afrique, elle est faite de sable et non de galets (figure 2).

Sa localisation n'est liée à aucune embouchure de rivière, à l'inverse de celle de Foz do Cunene. Elle paraît être en relation avec une légère incurvation de la côte, qui, au Nord de l'enracinement de la restinga, dessine un faible rentrant. On a déjà montré ailleurs (GUILCHER, VALLANTIN, ANGRAND et GALLOY, 1957, p. 35; ZENKOVITCH, 1960, p. 170; ZENKOVITCH, 1967, p. 393) que c'est là un facteur de localisation de maintes flèches littorales. En ce cas, en effet, les matériaux en dérive littorale sous l'effet de la houle d'incidence oblique s'écartent du rivage dans leur migration, parce que la houle subit une perte d'énergie à la côte du fait du rentrant qui la réfracte, alors qu'elle conserve son énergie plus à l'extérieur. Ainsi

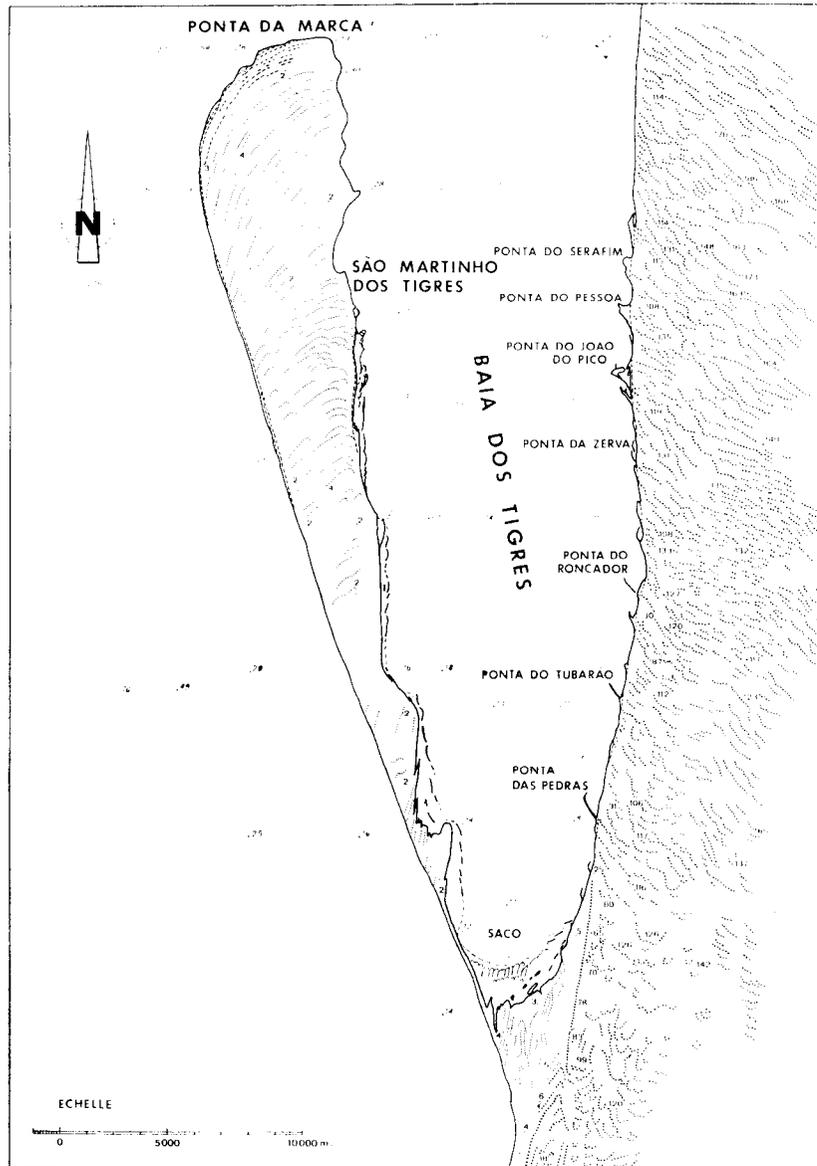


Fig. 2 — Carte de la Baie et de la Presqu'île des Tigres, avant la coupure de la presqu'île dans le Sud, d'après la carte topographique à 1:100 000 et les photographies aériennes de 1953 à 1:40 000. Le tracé des cordons littoraux successifs et basses dunes sur la presqu'île, et des grandes barkhanes associées en vagues sur le continent, a été calqué par B. Hallégouët aussi précisément que possible. Cotes d'altitude sur les dunes d'après la carte terrestre, et de profondeur d'après la carte marine portugaise de 1942.

s'individualise progressivement une baie entre le rentrant et la flèche construite, celle-ci tendant même à former une certaine avancée vers le large pour faire face aux crêtes de houle incidente.

La presqu'île et la baie des Tigres ont déjà été mentionnées dans divers ouvrages. Elles ont été découvertes par Diogo Cão en 1486, et c'est d'alors que date le nom ancien de Manga das Areias (Manche des Sables), qui est bien évocateur de cette longue pointe sableuse parallèle à la côte. Plusieurs rapports du 19^e siècle décrivent la restinga avec précision, bien que, en 1790, sur la carte de PINHEIRO FURTADO, elle soit figurée sous la forme de deux îles bien distinctes l'une de l'autre et du continent. Sur la carte des *Ensaio sobre a Statistica das Possessões Portuguezas* de LOPES DE LIMA (1846), une seule île est représentée; mais PEDRO ALEXANDRINO DA CUNHA parle en 1839 d'une péninsule; peut-être y a-t-il eu une ou des coupures temporaires. Une description est donnée par FERNANDO DA COSTA LEAL en 1854 (dans: FELNER, *Angola. Apontamentos sobre a colonização...* 1940, p. 233-234). L'escadre russe de l'amiral Rojestvensky, en route pour l'Extrême-Orient en 1905, séjourna dans la baie. Sur les cartes anglaises, le nom de celle-ci est Great Fish Bay, ce qui est fort justifié étant donné la richesse des eaux en poissons. A la suite d'un établissement de pêcheurs d'Algarve sur la côte de Moçamedes en 1860-1861, et des développements ultérieurs de cet établissement, la baie abrite de nos jours une base de pêche (36156 t de poisson en 1970), où l'on fabrique en 4 usines (1973) de la farine de poisson. Certaines indications anciennes offrent de l'intérêt, et nous y reviendrons plus loin: cependant, il semble que nous soyons les premiers géomorphologues qui aient porté leurs pas sur cette restinga, d'où l'intérêt que nous croyons devoir lui accorder, ainsi qu'à la baie adjacente. Notre visite date des 7 et 8 décembre 1973. Nous avons reçu une aide très empressée et efficace de l'Administrateur, M. José Pedro dos Reis, grâce auquel nous avons pu circuler en jeep dans l'ensemble de la presqu'île, y prendre des échantillons, puis traverser la baie jusqu'à la pointe João do Pico sur la rive continentale, et débarquer en ce lieu choisi pour son caractère exemplaire. La visite avait été préparée par l'étude, à Luanda, des photographies

aériennes verticales du Service Géographique et Cadastral. Notre travail n'a été qu'une reconnaissance, qui cependant nous semble permettre de dégager les caractères essentiels.

Il faut d'abord souligner que la presqu'île et la baie des Tigres sont affectées d'un *climat hyper-désertique*. A São Martinho dos Tigres, lieu habité de la presqu'île, les précipitations annuelles ont été de l'ordre de 15 à 20 mm par an pour la période 1959-1973 (mais notre dépouillement des observations n'a malheureusement pas pu être complet, et ce chiffre pourrait être sujet à de petites modifications). En 1972 il n'est tombé que 1,4 mm, groupé sur mars et avril. Il peut cependant tomber quelquefois des averses exceptionnelles. Ainsi, de novembre 1969 à mars 1970 on a enregistré 46,2 mm, dont 22,6 mm pour un seul jour de mars. De même, un jour de mars 1966 a reçu 18,8 mm. On verra plus loin que ces averses peuvent expliquer des consolidations par le carbonate de calcium dans les sables. Comme dans tous les déserts littoraux liés à un upwelling océanique, il y a une forte humidité relative, parfois supérieure à 90 %, et atteignant toujours au moins 75 pour les années 1959 à 1973, sauf quelques lacunes dans nos données (chiffres valables pour 9 h du matin). La rosée n'est malheureusement pas mesurée à la station météorologique, mais nous avons pu remarquer, lors de notre court séjour, qu'elle était très visible au petit matin sur tous les objets solides. Le brouillard des déserts littoraux, le *cacimbo*, n'épargne naturellement pas la presqu'île des Tigres: lors de notre arrivée en avion, il sévissait et nous a obligés à nous poser provisoirement sur le terrain de secours d'Espinheira en attendant qu'il se lève. Ce n'est cependant pas en décembre qu'il est le plus fréquent. Pour la période 1959-1973 (mêmes réserves pour les données que ci-dessus), la moyenne du mois le plus froid, août, est 15°1, et celle du mois le plus chaud, mars, de 21°8; la moyenne des minima d'août est 12°1, celle des maxima de mars de 25°. Le maximum absolu est de 31°6; le minimum absolu, de 4°. On reconnaît là les caractères thermiques d'un désert de courant froid de région tropicale. Un trait tout à fait remarquable est le vent de Sud-Sud-Ouest, oblique par rapport à la direction générale de la presqu'île, qui se lève avec une très grande force tous les après-midis, que nous avons pu observer

et dont la fréquence et la violence journalières nous ont été attestées par tous: on verra plus loin que son rôle morphologique est capital et multiforme. Le matin et la plus grande partie de la nuit sont, au contraire, calmes. La conséquence la plus immédiate du climat hyper-aride, joint à la constitution sableuse de la restinga, est, en dépit du brouillard et de la rosée, l'absence *totale* de quelque végétation que ce soit, aussi bien sur la restinga que sur les dunes de la rive continentale de la baie: si l'on excepte les nombreux oiseaux, liés à la vie marine elle-même conditionnée par les montrées d'eau froide riches en sels nutritifs, si l'on excepte aussi les plantes qu'on fait pousser artificiellement à São Martinho grâce à la canalisation qui amène, sur quelque 90 km, l'eau du Cunene pour la base de pêche, la baie des Tigres est un impressionnant désert azoïque. Il semble bien qu'il y ait là une nette accentuation du désert par rapport aux abords de Porto Alexandre au Nord et de l'embouchure du Cunene au Sud, car le survol fait voir, au Nord et au Sud, une certaine végétation littorale dunaire qui paraît, on l'a dit, totalement absente des rives de la baie des Tigres. La fameuse *Welwitschia mirabilis* ne vit pas au bord de la baie des Tigres, mais seulement entre Mocâmedes et Porto Alexandre, et à l'intérieur vers Espinheira (on sait qu'elle a une autre aire, beaucoup plus méridionale, entre 20 et 23° Sud en Sud-Ouest Africain).

Depuis mars 1962, la presqu'île des Tigres est devenue une île. Il se peut qu'elle l'ait déjà été antérieurement, comme on l'a dit plus haut. Avant la coupure de 1962, le pédoncule de rattachement, tel qu'il apparaît sur les photographies de 1953, n'avait que 100 m de large, alors que la presqu'île atteignait jusqu'à 5800 m de large à 3500 m au Nord de São Martinho. La rupture a donc été très facile. Avant d'examiner comment a évolué cette rupture depuis 1962, voyons comment se présentait auparavant la presqu'île, et comment elle est encore, dans son ensemble, aujourd'hui.

Description de la restinga. — Du fait que la restinga s'écarte, dans sa partie Nord, jusqu'à 11 km de la côte (plus de 15 km pour sa face ouest), elle atteint là une partie de la plateforme continentale où la profondeur est de 35 m sur la face interne, 50 à 60 m sur la face externe (fig. 3). C'est dire

qu'elle représente un volume de remblaiement énorme. Ce volume pourrait toutefois être sous-estimé si l'on ne considérait que la partie émergée, car la restinga ne dépasse que de 3 à 4 m au maximum le niveau de la mer. La partie Nord-Ouest, la plus récente et bordant directement l'Océan, est faite de crêtes de plages multiples et successives qui jalonnent l'accroissement, et qui apparaissent en clair sur les photographies parce qu'elles sont jalonnées par des concentrations coquillières. En allant de là vers l'intérieur et vers le Sud, les crêtes de plage anciennes deviennent moins distinctes, puis disparaissent.

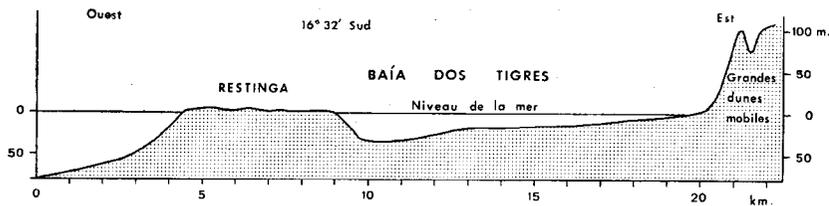


Fig. 3 — Profil Ouest-Est à travers la partie nord de la Baie et de la Presqu'île des Tigres, par 16° 32' Sud, d'après la carte marine portugaise de 1942.

pour être modifiées, à la latitude de São Martinho et plus au Sud, en dunes en vagues toujours très basses (pas plus de 2 m), qui remanient le sable d'apport marin. En fait, ces dunes sont de deux types: d'une part, des vagues aplaties d'assez grande longueur d'onde, 240 à 300 m, dont les crêtes tendent à avoir, dans certaines parties proches du rivage, un revêtement coquillier résiduel de déflation, qui forme pavage; d'autre part, des rides également perpendiculaires au vent, mais de longueur d'onde beaucoup plus faible, de l'ordre de quelques décimètres, qui constituent un réseau extraordinairement régulier. Des prélèvements couplés sur ces petites rides ont donné, pour une crête, une médiane granulométrique de 880 microns, et un indice de Trask (classement) So de 1,32; pour deux creux, des médianes de 290 et 288 microns, et So 1,66 et 1,44 (fig. 4, n° 4, 9, 12). Le contraste de taille des grains par classement éolien est donc très net; So n'est que moyen, ce qui surprendra, surtout par rapport aux autres échantillons prélevés à la baie des Tigres (voir plus loin).

Les deux systèmes de rides, qui se superposent, sont extrêmement mobiles quand souffle le fort vent de l'après-midi. La direction moyenne de ce vent, donnée par celle des systèmes dunaires et aussi celle de la rue de S. Martinho qui sert de piste d'atterrissage, est le Sud-Sud-Ouest, plus exactement S 20° W. C'était aussi la direction des couloirs de déflation éolienne qui existaient dans le cul-de-sac (Saco) du Sud de la Baie des Tigres avant la rupture du pédoncule, et qui sont

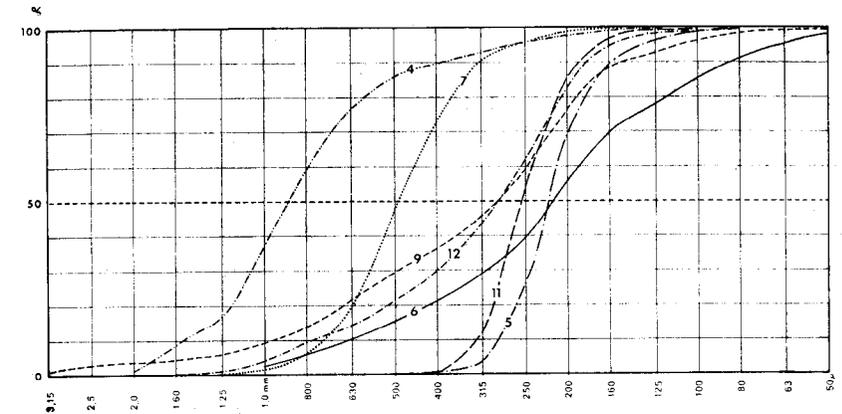


Fig. 4 — Granulométries cumulées de sédiments de la Presqu'île des Tigres. N° 4: crête à déflation. N° 9 et 12: creux entre crêtes à déflation. N° 7: plage externe. N° 5: plage interne. N° 6: surface de submersion temporaire derrière 5. N° 11: estran de mi-marée, plage interne.

visibles sur les photographies aériennes de 1953. Qu'un vent de S 20° W, c'est à dire soufflant obliquement de la mer vers la terre, puisse provoquer une montée d'eau de profondeur par dérive de l'eau superficielle vers le large, est un phénomène absolument normal. En effet, en vertu de la force de Coriolis, le courant est dévié à gauche du vent dans l'hémisphère Sud, et doit donc s'écouler ici vers le NNW, c'est à dire s'écarter de la terre (HIDAKA, 1954).

Les pavages de coquilles résiduelles que la déflation éolienne réalise par endroits ne doivent pas faire illusion sur la teneur en carbonate de calcium du sable pris dans sa masse. Cette teneur est toujours très faible dans le sable non consolidé; sans être pourtant jamais nulle: 1,0 et 1,2 % sur

des plages du rivage est de la restinga; 2,3 % sur une surface de submersion temporaire derrière une de ces plages; 1,0 % sur la plage externe; 1,4 et 1,0 % dans des creux dunaires; 1,0 % sur une crête dunaire. Le sable est donc essentiellement silicieux, avec une petite fraction calcaire dans toutes les parties de la restinga.

La plage externe de la restinga, perpétuellement battue par le kaléma, a, comme la plupart des plages de la côte ouest d'Afrique (Dahomey, Côte d'Ivoire, etc.), une forte pente, de sorte que le découvert intertidal y est très court. Un prélèvement dans le Sud y a donné une médiane granulométrique de 490 microns et un indice de Trask de 1,24 (fig. 4, n° 7). C'est une grande plage certainement homométrique dans son ensemble du fait de son brassage. Elle est en remaniement constant, avec des microfalaises de sable temporaires; sur la côte ouest et sud-ouest, deux ou trois crêtes successives sont conservées, en avant du remaniement dunaire. Une colonie de phoques vit sur cette côte. Le court estran porte d'assez nombreux bois flottés, qui ne peuvent venir que du Cunene, distant de 80 à 100 km selon les parties; il porte aussi de nombreux petits blocs rocheux, dont le plus grand nombre a l'aspect de fragments de grès de plage (beach rock), mais qui incluent également des éléments du socle précambrien. Ces blocs peuvent atteindre jusqu'à 2 ou 3 kg. Les éléments de Précambrien ont dû accomplir une assez longue migration littorale. Quant à ceux à apparence de beach rock, on n'a pas pu en voir l'origine sur la côte externe, qui n'a pas été, il est vrai, suivie sur toute sa longueur; mais dans le Nord-Est, entre les deux groupes d'usines de farine de poisson, un affleurement de beach rock en place a été aperçu dans l'étage intertidal. Deux échantillons de blocs rejetés sur la plage externe ont fourni des teneurs en carbonate de calcium de 11 et 12 %: ici, le calcaire, qui forme le ciment, est donc nettement plus abondant que dans le sable libre.

En outre, la tranchée de la canalisation qui amène à São Martinho l'eau du Cunene montre qu'il existe, dans toute la partie axiale de la presqu'île, un niveau de consolidation du sable, mince mais continu, à une profondeur de l'ordre d'un mètre, donc un peu au-dessus des hautes mers. Vu la position axiale, ce n'est pas du grès de plage proprement dit,

mais un «grès de caye» (cay sandstone) selon la terminologie de KUENEN (1950, p. 434). La consolidation est assez faible; l'analyse d'un échantillon nous a cependant fourni 18 % de carbonate de calcium. Ici comme dans les échantillons de grès de plage mentionnés plus haut, le ciment est indubitablement calcaire comme nous l'a attesté M. LOUIS CHAURIS, Maître de Recherches au CNRS à Brest; la structure est arkosique. On peut s'étonner, sous un climat si aride, de la formation d'un tel ciment calcaire. Des pluies exceptionnelles comme celles de mars 1966 et mars 1970 (18,8 et 22,6 mm en un jour: voir ci-dessus) peuvent probablement l'expliquer, par dissolution et reprécipitation très occasionnelles du calcaire coquillier épars dans le sable.

La baie a une profondeur de 8 à 30 m selon ses parties. Faute de temps et de moyens, nous n'y avons effectué qu'un seul prélèvement, par des fonds de moins de 10 mètres à proximité de Ponta de João do Pico. Ce prélèvement a fourni un sable noir un peu vaseux, ce qui confirme les indications de la carte marine portugaise selon laquelle les fonds sont sableux ou vaseux selon les endroits.

La rive continentale de la baie est bordée, immédiatement en arrière de l'estran, par un imposant *massif dunaire* de plus de 10 km de large, et haut de 100 à 200 m. Des dunes de plus de 100 m existent à moins de 1 km du rivage. Le sable de ces dunes est dans l'ensemble clair et non rubéfié, mais il contient des minéraux lourds extrêmement abondants, que M. Louis Chauris a bien voulu étudier sur nos échantillons. Les minéraux de beaucoup les plus répandus sont le grenat, la magnétite et l'ilménite; accessoirement, on rencontre aussi le zircon, l'amphibole verte et la tourmaline. Le vent a concentré ces minéraux en grandes plages en certains endroits des dunes; vues de mer, ces grandes plages d'une couleur rougenoire donnent au massif un aspect bariolé ou tigré, et c'est peut-être de là que vient le nom de Baie des Tigres donné par les navigateurs, car, bien entendu, il n'y a pas de tigres ici. Les dunes peuvent être qualifiées (ce qui est aussi l'avis de TORQUATO, 1971, p. 110) de barkhanes géantes assemblées en vagues, ces dernières faisant face à une direction d'environ S 30° W, donc un peu plus occidentale que les dunes basses et plates de la presqu'île (on peut admettre que le

même vent ait une direction légèrement différente sur la mer et un peu en arrière de la côte) (fig. 5). Deux prélèvements au sommet et à la base d'une grande barkhane proche

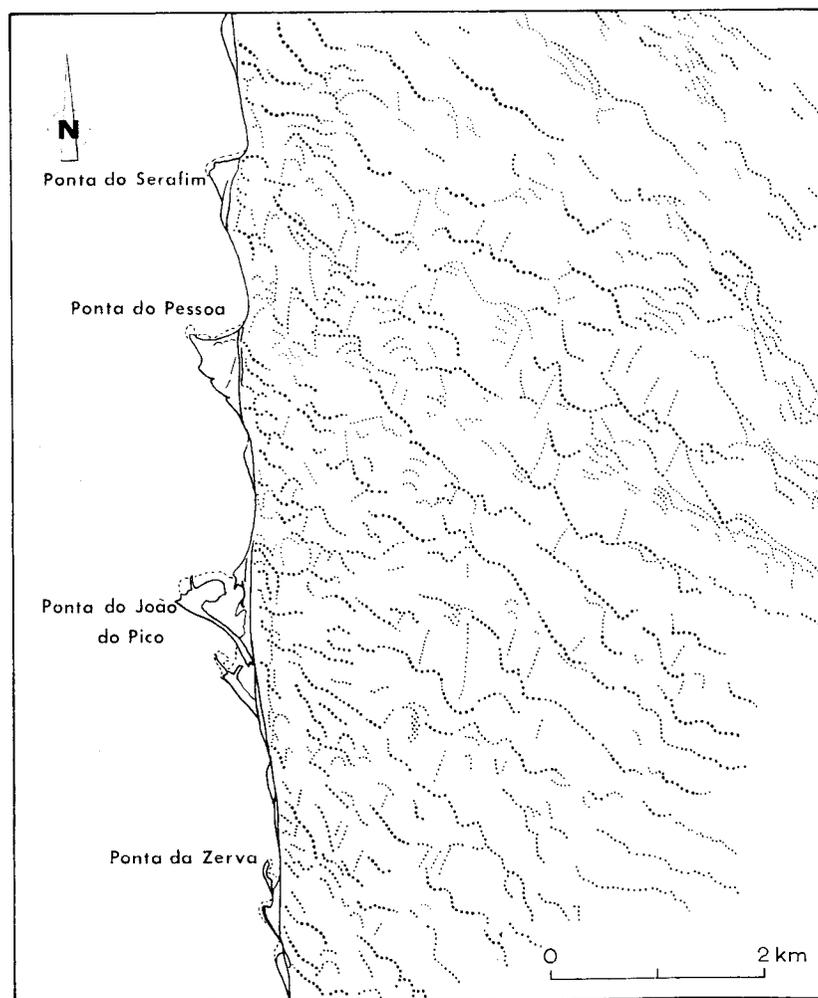


Fig. 5 — Grandes dunes (barkhanes associées en vagues) et petites restingas de la rive interne de la Baie des Tigres. Calque sur photos aériennes à 1:40 000 par B. Hallégouët.

du rivage à João do Pico ont donné des médianes granulométriques de 295 et 327 microns respectivement, et des indices de Trask excellents de 1,15 et 1,12 (fig. 6, n° 13 et 14). Les

teneurs en carbonate de calcium étaient infimes (1 % et 0,6 %). Tous ces caractères sont très semblables à ceux des plages situées à la base des dunes dans la baie (voir plus loin), ce qui est normal et corrobore la filiation des unes aux autres. La mobilité de ces grandes dunes est extrême: les mires que l'on y plante pour les levés topographiques basculent rapidement dans les creux entre les barkhanes (renseignement du Lieutenant de Vaisseau Almeida e Costa, Commandant du bâtiment hydrographe Carvalho Araújo et chef de la Mission Hydrographique d'Angola). Même au bord de la mer, les dunes sont presque entièrement siliceuses (voir plus loin).

Ces dunes, totalement dénuées de végétation à proximité de la mer comme on l'a dit, masquent entièrement toutes les formations antérieures. Nulle part il ne nous a été possible de voir s'il y a à la Baie des Tigres, comme aux environs de Moçâmedes (SOARES DE CARVALHO, 1961) des formations marines pléistocènes qui pourraient se rattacher au Tyrhénien ou à l'Ouljien: ni la presqu'île, ni la rive continentale de la baie ne nous ont rien fourni d'antérieur à l'Holocène. Il est vrai que nous n'avons parcouru la côte interne de la baie qu'aux abords de la pointe João do Pico (voir plus loin), ce qui laisse de très larges possibilités de découvertes ultérieures. Sur 20 à 30 km à partir de l'entrée de la baie en direction du Nord, les vagues dunaires sont splendides, en arrière d'une dune bordière en bourrelet continu et accidenté de méga-rides.

Les grandes dunes en vagues de la baie des Tigres sont spécifiques de cette région, du moins au bord même du rivage: aux approches de Foz do Cunene, comme à celles de Ponta Brava (Porto Alexandre), les dunes littorales sont beaucoup plus basses. Au Nord de Foz do Cunene, ce sont surtout des nebkas en alignements SSW-NNE, dans le lit du vent. Peut-être l'aridité du climat de Baía dos Tigres y est-elle pour quelque chose. Rappelons qu'au Sud du Cunene d'autres grandes dunes existent en Sud-Ouest Africain, à quelques kilomètres à l'intérieur et non au bord même de la côte.

Les petites restingas de la rive orientale de la baie (fig. 2 et 5). — La rive orientale de la baie des Tigres est accidentée d'une série de petites flèches ou restingas dissymétriques, faisant face au Sud, avec des pointes recourbées

vers le Nord-Est à leur extrémité nord. Certaines sont isolées, comme la Ponta das Pedras et la Ponta do Tubarão; d'autres sont groupées par séries de deux, comme la Ponta de João do Pico, ou même de trois, comme la Ponta da Zerva. La longueur des flèches varie de 400 à 1500 m, la plus longue étant celle de João do Pico en 1953 en y comprenant son crochet terminal. Elles abritent de petites lagunes, parfois presque complètement encloses et toujours très peu profondes, dans lesquelles vivent de nombreux oiseaux tels que flamants et pélicans. Leur espacement varie de 1000 à 4600 m: il est donc relativement irrégulier. La plus au Nord, qui limite au Nord l'anse de Serafim, se trouve à 6500 m au Sud de l'entrée Nord de la Baie des Tigres; plus au Nord, la côte est rectiligne. Les trois petites restingas les plus au Nord sont plus symétriques que les autres.

Il est hors de doute que ces restingas de baie sont mises en place par les vagues engendrées par le vent local de SSW: elles contrastent par leur taille avec la grande restinga des Tigres, parce que celle-ci est formée par la houle océanique beaucoup plus puissante. Vu le temps limité dont nous disposions, nous n'avons examiné sur le terrain que la principale de ces petites restingas, celle de João do Pico qui est double comme on l'a dit. Depuis les photographies de 1953, c'est à dire en vingt ans, elle a sensiblement évolué: l'élément sud de l'ensemble est, en 1973, le plus proéminent dans la baie, tandis qu'en 1953 c'était l'élément nord, ce qui implique une migration des formes de plusieurs centaines de mètres; corrélativement, les deux éléments de lagunes corrélatifs se sont modifiés, c'est maintenant la lagune Sud qui est principale alors qu'en 1953 c'était l'inverse. Toutefois, ces restingas de second ordre ont suffisamment de permanence pour porter toutes des noms, qui persistent d'une carte à l'autre et qui sont effectivement en usage. Le sédiment de la crête de plage face au vent, à João do Pico, est un sable à grenat et ilménite, comme celui des grandes dunes voisines: il est évident qu'il y a nourrissement des dunes par la plage. Sur la face externe sud du cordon, nous avons trouvé une médiane granulométrique de 370 microns et un indice de Trask So de 1,09, encore un peu meilleur que celui des dunes en arrière; sur le revers du même cordon, 320 microns et So 1,10, donc presque exactement

les mêmes caractéristiques (fig. 6, n° 16 et 17). Le sédiment du bord de la lagune n'est pas vaseux: c'est aussi du sable fin parfaitement trié, qui parvient en droite ligne du cordon (362 microns, So 1,13) (fig. 6, n° 15). Peut-être est-il un peu plus vaseux dans le centre de la lagune; mais on n'en a pas la preuve. Comme à la grande restinga de la presqu'île des Tigres, de nombreuses coquilles de lamellibranches sont

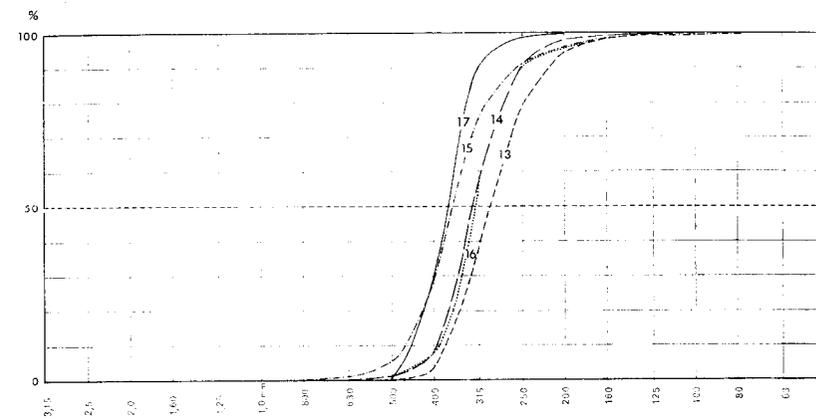


Fig. 6 — Granulométries cumulées de sédiments de la rive interne de la Baie des Tigres. N° 13: crête de grande barkhane. N° 14: base de la même barkhane. N° 15: bord de la petite lagune de la restinga de João do Pico. N° 16 et 17: plage de João do Pico.

rejetées sur les hauts d'estrans et le revers des cordons. Mais, de même que sur cette grande restinga, la teneur globale des sables en carbonate de calcium est très faible: 0,6% dans les deux échantillons de cordons; 0,8% dans l'échantillon du bord de la lagune.

Un tel ensemble de restingas de baie doit être rapproché de ceux que l'on observe en d'autres points de la côte d'Afrique atlantique, dans l'estuaire du Sénégal en arrière de la Langue de Barbarie, en particulier à l'île Babagueye et à la presqu'île de Sor (GUILCHER et NICOLAS, 1954, p. 238-240), ainsi que dans la lagune côtière de l'Ouest du Dahomey (GUILCHER, 1959, p. 387-388). Dans tous ces cas, il y a le même contraste entre les dimensions de la grande flèche modelée par la houle océanique, et celles des petites flèches modelées par des vagues créées par des vents à course (fetch) courte sur les lagunes.

Ces petites restingas en séries doivent aussi être rapprochées de celles qui ont été décrites par des auteurs russes sous le nom de flèches de type azovien, parce qu'on en trouve de très bons exemplaires sur la côte nord de la Mer d'Azov (BOUDANOV, 1956; GUILCHER, 1958; ZENKOVICH, 1967, p. 514-523). La différence entre les flèches de la Baie des Tigres et celles des auteurs russes (et en une certaine mesure celles du Sénégal) est qu'en Angola l'espacement est sensiblement plus irrégulier. L'explication donnée par les Russes pour ces formes rythmées est la suivante. Initialement, le rivage est irrégulier, et les petits promontoires servent de points d'appui à des restingas. Puis, au bout d'un certain temps, les restingas les plus longues, c'est à dire celles qui ont été les plus nourries, abritent les autres de la houle principale qui agit sur le plus grand fetch (course), c'est à dire subparallèlement à la côte; les restingas ainsi abritées sont alors érodées par les vagues transversales, qui se déplacent selon un fetch plus court, mais deviennent les plus efficaces dans les baies individualisées par les restingas les plus longues. Il se produit donc une simplification de la côte, seules les plus grandes restingas subsistent, et leur espacement, régulier, est déterminé par la distance nécessaire à ce que la houle principale, qui est très oblique ou subparallèle au rivage, coure sur un fetch suffisant pour l'emporter sur les vagues transversales, moins grandes et agissant dans les petites baies entre les flèches. La longueur d'onde du système varie selon les forces en présence. Elle atteint plusieurs dizaines de kilomètres sur la côte nord de la Mer d'Azov. Dans des lagunes de la Mer des Tchouktchis (Sibérie du Nord-Est) citées par ZENKOVICH, elle n'est que d'un à deux kilomètres.

Pourquoi l'espacement est-il resté plus irrégulier à la Baie des Tigres? Nous ne voyons pas à cela d'explication certaine, mais nous présumons que la cause pourrait être l'énorme prédominance des vents de SSW en tant que vents forts. En effet, dans l'explication donnée par les Russes il est nécessaire d'admettre que les vents transversaux ont une efficacité assez grande. Ici, ce n'est guère le cas, puisque tout ce qui n'est pas vent du SSW (ou du moins du secteur Sud) n'est que brises légères et inefficaces. Pour qu'il y ait simplification par élimination de certaines restingas, il faut qu'il y ait pré-

dominance de certains vents mais non pas une quasi-exclusivité comme ici. Les conditions de vents de la Baie des Tigres sont telles que, même sur de très courts fetches, les flèches arrivent à conserver leur existence individuelle, le vent de SSW étant assez fort pour engendrer des vagues efficaces (les seules qui soient efficaces) même après une course très courte sur la mer.

Quant à la symétrie croissante, puis la disparition des restingas dans le Nord de la baie, elles sont certainement dues à l'action de la houle océanique, qui pénètre dans la baie en contournant la pointe de la restinga des Tigres (Ponta da Marca) par diffraction. Les vagues engendrées dans la baie par le vent local de SSW rencontrent, vers le Nord, une concurrence croissante de cette houle océanique diffractée. La large ouverture du Nord (11 km) explique que la série des restingas n'ait pu se développer à moins de 6500 m de cette entrée.

Les petites restingas de la rive occidentale de la baie. — La rive occidentale de la baie, c'est à dire la côte Est de la grande restinga des Tigres, est elle aussi le lieu d'un grand nombre de petites restingas. Mais celles-ci sont sensiblement différentes de celles de la côte orientale de la baie. Au lieu de consister en flèches rattachées à la côte au Sud et libres à leur pointe nord, ce sont des flèches libres aux deux extrémités, parallèles au rivage, constituées sur le bord externe d'un estran relativement large (200 à 300 m) pour le marnage faible (1,40 m en grande marée) de ces régions. Ces restingas filiformes, légèrement sinueuses, par endroits interrompues de sorte qu'il est difficile d'en dire la longueur, sont fort bien figurées sur la carte marine portugaise de 1942, bien que cette carte n'ait pas utilisé des photographies aériennes. Elles disparaissent au Nord de São Martinho. Les caractéristiques sédimentologiques de deux de ces restingas, à São Martinho et à 3 km plus au Sud, sont les suivantes: médiane granulométrique 223 et 254 microns; indice So: 1,15 et 1,15 (fig. 4, n° 5 et 11); une surface plate inondable en arrière de la plus au Sud a donné: 214 microns et 1,60 (fig. 4, n° 6). On notera l'uniformité granulométrique, et, pour les deux

cordons, l'excellent classement, caractère déjà observé ailleurs en ce milieu de la baie des Tigres.

Mais on peut s'étonner de l'existence de ces petites restingas, puisque la côte orientale de la grande restinga est en principe abritée du vent de SSW qui les fait naître, comme nous avons pu nous en assurer lors de notre visite. En effet, lorsque souffle ce très fort vent de l'après-midi, les vagues qu'il crée sur la baie, et qui prendraient sans réfraction la direction du NNE, sont réfractées dès leur naissance par les petites profondeurs juste en avant du rivage, et, en conséquence, se rabattent sur la côte en direction du NNW: elles déterminent donc une dérive littorale des sédiments vers le Nord. Ceci est absolument certain, et attesté par la photographie ci-jointe. En même temps, la fourniture de sédiments est très abondante, parce que le vent violent amène en suspension une nappe de sable de la restinga à la baie: ceci également est tout à fait évident. Ainsi sont alimentées et mises en forme ces restingas sous le vent, à allure flottante à leurs deux extrémités bien que la migration générale Sud-Nord y soit bien visible. Leur disparition au Nord de São Martinho doit avoir la même cause que sur la rive orientale de la baie: pénétration de la houle océanique diffractée par la Ponta do Marco.

Ce n'est pas la première fois que l'on signale des trains de vagues d'origine locale agissant, par réfraction, sur une côte sous le vent. La chose a été mentionnée au Dahomey (GUILCHER, 1959, p. 388) et dans le delta du Rhône (DUBOUL-RAZAVET, 1956, p. 37 et 108). Mais elle est rarement apparue avec autant de netteté qu'ici.

Usure des sables de la presqu'île et de la baie des Tigres. — Les sables des grandes dunes de la rive continentale de la baie, et de la restinga adjacente de João do Pico, sont extraordinairement usés. Dans les concentrations à minéraux lourds de la dune et sur le cordon de João adjacent dans des concentrations analogues, environ 95 % des grains de minéraux et de quartz sont très arrondis, très souvent ovoïdes. et les angles qui existent sur quelques rares grains ne sont jamais très aigus. La grande majorité des grains sont mats picotés (éolisés) et non luisants, même sur le cordon littoral

de João, ce qui montre qu'il y a, ici comme ailleurs dans le monde, des échanges plage-dune. Au sommet d'une des barkhanes du même lieu, le pourcentage de grains très usés et ovoïdes est moins grand, de l'ordre de 70 à 80 %, sans doute parce que les minéraux lourds y sont rares et que les quartz, qui sont plus durs, sont plus exclusifs. Sur la plage externe de la presqu'île des Tigres, on a trouvé 50 à 60 % de grains de quartz très usés et essentiellement ovoïdes, plus souvent mats que luisants quoiqu'il y ait les deux; 40 % avaient des angles plus ou moins nets. Sur une plage interne de la même presqu'île, les ovoïdes n'étaient guère que 20 %, mais les autres étaient presque tous plus ou moins usés. Il en va de même dans les rides dunaires de l'intérieur de la presqu'île.

Ainsi, dans tous les sites l'usure est grande, mais elle est beaucoup plus poussée sur la rive continentale de la baie que sur la grande restinga. Quel que soit l'endroit, l'action éolienne semble très prépondérante. Au demeurant, on sait depuis les travaux de LE RIBAUT (1971 a et b) que l'appréciation de l'action marine est fort aléatoire par les méthodes traditionnelles de morphoscopie, alors que les diagnostics d'usure éolienne semblent rester possibles.

L'insularisation de la presqu'île des Tigres. — Nous devons à l'extrême obligeance du Lieutenant de Vaisseau Almeida e Costa, chef de la Mission Hydrographique, d'avoir eu communication de l'évolution de la coupure du Sud de la restinga depuis mars 1962 (fig. 7). Un levé hydrographique effectué en novembre 1968 montre que la brèche avait alors 2600 m de large. Au premier tiers sud de la brèche existait alors un ombilic de 15 m de profondeur; ailleurs, la profondeur était de 3 à 5 m environ. L'ombilic, entretenu par le courant de marée, correspond à un léger approfondissement des fonds de 12 m qui existaient antérieurement à cet endroit du Sud de la baie. C'est qu'en effet les deux pointes bordant la coupure ont migré vers l'Est de 1600 et 2400 m par rapport à l'ancien tracé de la restinga: elles se sont, très normalement, incurvées sous l'influence de la réfraction et de la diffraction de la houle.

Une mission aérienne a été faite en 1970 sur la même coupure. A côté de changements de détail, elle montre surtout

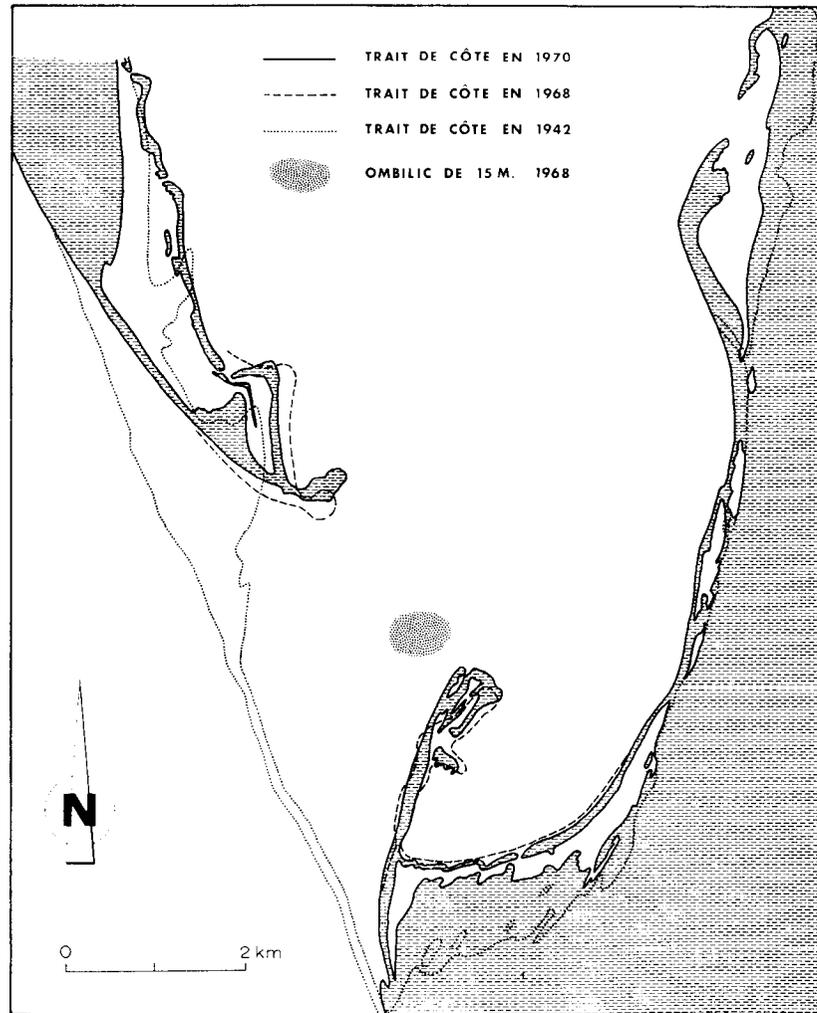


Fig. 7 — Coupure de l'enracinement sud de la Presqu'île des Tigres (survenue en 1962). Traits de côte successifs. D'après les levés du Lieutenant de Vaisseau Almeida e Costa, Chef de la Mission Hydrographique d'Angola.

que la passe a migré, en deux ans, de 200 à 300 m vers le Nord, à la fois par progression de la nouvelle flèche Sud vers le Nord et par recul de l'ancienne restinga dans la même

direction. La modification de largeur de la passe a été très faible.

Notre vol de décembre 1973 n'ayant pas donné lieu à des photographies verticales, une comparaison précise est impossible. On peut cependant dire que les deux grands crochets qui affectaient la nouvelle flèche Sud en 1968 et 1970 se sont confirmés, et qu'il en va de même du crochet terminal Sud de la restinga ancienne; la position et la largeur de la passe resteraient à préciser. Un levé hydrographique est prévu par la Marine portugaise pour 1974: il permettra de suivre l'évolution.

Le devenir de l'île des Tigres. — Il faut maintenant parler plutôt de l'île des Tigres que de la presqu'île, car les chances de fermeture naturelle de la coupure semblent nulles. Le courant de marée entretient la passe, et il n'est pas question de la fermer artificiellement. De telles opérations ont été effectuées aux Pays-Bas lors de la réalisation du Plan Delta, mais elles ont entraîné des frais énormes qui seraient totalement injustifiés ici, en une région désertique et inhabitée en dehors de la base de pêche. On a envisagé de déplacer cette dernière pour la placer à l'abri de la nouvelle flèche du Sud: ce qui réduirait la longueur de l'adduction d'eau depuis le Cunene, et ferait disparaître les dangers de rupture de la canalisation dans la passe, qui est franchie par une conduite souple; mais certains craignent que les crochets de la nouvelle restinga se referment sur la baie du Sud et n'enclavent le nouveau port.

Il est bien connu qu'en la matière, personne ne peut prédire à coup sûr ce qui se produira. Ce qui, cependant, est le plus vraisemblable, est que la nouvelle restinga du Sud continuera de s'accroître progressivement en direction du Nord, que l'île des Tigres se raccourcira en même temps dans sa partie Sud et avancera dans le Nord. En effet, les forces restent les mêmes, du sable arrive toujours de Foz du Cunene et au-delà par dérive littorale et, dans l'île, la même dérive devrait provoquer une migration de tout l'ensemble. Cette migration sera lente, car la masse de sable à transporter est énorme. Si la base de pêche reste à l'actuel São Martinho, elle sera encore assez bien protégée durant

pas mal d'années; la protection deviendra de moins en moins bonne à mesure que la passe se rapprochera.

Quant aux petites restingas de la côte orientale de la baie, leur existence est remise en cause par l'introduction de la houle du large dans la baie par la nouvelle passe. Dans l'immédiat, l'influence de cette dernière est limitée par sa largeur relativement faible et par sa profondeur assez médiocre en dehors de l'ombilic de 15 m, les deux facteurs amortissant fortement la houle. Mais les caractéristiques de la passe peuvent se modifier.

Le cas de la presqu'île, ou île, des Tigres est exceptionnel, non pas par la coupure qui s'est produite, car cela est arrivé souvent ailleurs, mais par le caractère apparemment irréversible de cette coupure et par le volume de sable que le phénomène intéresse.

C. LES RESTINGAS DE PORTO ALEXANDRE ET DE PONTA DO ENFIÃO

La restinga de Porto Alexandre (Ponta Brava), qui crée l'abri utilisé par la principale base de pêche angolaise, est considérablement plus petite que celle des Tigres puisqu'elle mesure 5500 m de long (fig. 8). Elle est, elle aussi, entièrement formée de sable à l'exclusion de galets ou de roche. Une autre analogie est la grande étroitesse de l'enracinement, où l'examen du terrain montre que, lors des périodes de forte houle (kaléma), la mer peut recouper la flèche et pénétrer jusqu'à la lagune; il n'y a cependant pas eu, jusqu'ici, de recoupement autre que momentané.

D'autre part, sur la face interne (Sud) de la restinga s'observent plusieurs petites passes séparées par des levées subsidiaires, visibles sur la photographie aérienne de 1958 et encore observées lors de la visite de l'un de nous (J. T. OLIVEIRA) en février 1974. Les passes débouchent sur une dépression interne, limoneuse, marécageuse, envahie par l'eau lors des grandes marées, et où s'accumulent des madriers et des déchets issus du port de pêche. Il est évident que cette morphologie résulte de l'action des vents de Sud-Sud-Ouest, qui soulèvent des vagues courtes sur la baie de Porto Alexandre, et qui y ont le même effet, quoique sur une course beaucoup plus brève, que dans la baie des Tigres.

Sur la rive externe (Nord) de la restinga, la pente est forte, de même qu'à l'extrême pointe, où se produisent parfois des glissements de sable vers la profondeur.

La restinga de Porto Alexandre est, beaucoup plus nettement que celle des Tigres, localisée dans un rentrant de la côte qui a provoqué le dépôt des sédiments, en transit sous l'influence de la houle océanique oblique, en avant de la ligne générale de la côte.

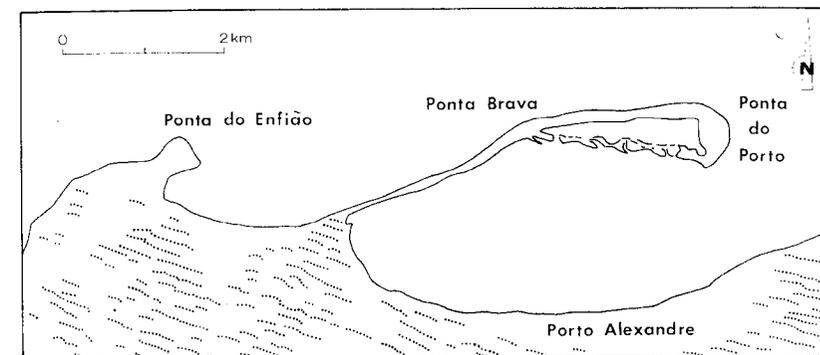


Fig. 8 — Restingas de Porto Alexandre et de Ponta do Enfião. D'après la carte terrestre à 1:100 000 et les photographies aériennes. Dunes en vagues.

Mais un point qui mérite attention est l'existence, à l'endroit même où la côte change de direction, d'une autre restinga en formation, qui constitue la pointe d'Enfião (fig. 8). C'est cette pointe d'Enfião, beaucoup plus que celle de Porto Alexandre, qui appelle des précisions.

On pouvait se demander, au vu des photographies aériennes, si la pointe d'Enfião n'avait pas un socle rocheux en affleurement sur sa face NW. L'examen du terrain s'est révélé négatif à ce sujet. S'il y a un socle rocheux, il n'apparaît nullement sur l'estran. La pointe est formée de sable très peu calcaire, de taille moyenne et très bien trié (teneur en carbonate de calcium: 1,2%; médiane granulométrique: 380 microns; indice de Trask: 1,25), ressemblant très fortement à celui de la plage extérieure de la Baie des Tigres (fig. 11, n° 1). Ici également on trouve sur l'estran quelques rares débris de grès de plage ayant pu subir une longue dérive. La pointe est en voie d'engraissement progressif, elle comporte des crêtes et sillons

obliques sur l'estran, attestant la dérive vers le NE et, plus en arrière, des mares allongées résiduelles, dont une grande, située à quelques dizaines de mètres à l'intérieur. La partie terminale n'est pas encore dunifiée; en arrière, les dunes forment un massif étendu de barkhanes basses associées en vagues, qui résultent de l'habituel vent de SSW. Les dunes n'ont que 10 à 15 m de haut, elles ne sont donc pas comparables à celles de la Baie des Tigres.

Pourquoi la restinga de Porto Alexandre s'est-elle enracinée à 3 km en retrait, alors que la restinga d'Enfião en formation est immédiatement à l'origine du rentrant? Il est possible que l'avancée d'Enfião ait été moins saillante lorsque la restinga de Porto Alexandre s'est constituée. Quoi qu'il en soit, c'est la pointe d'Enfião telle qu'elle est actuellement qui collecte tout le sable provenant du SSW; il n'en reste pas pour celle de Porto Alexandre, qui ne peut donc plus s'accroître, de sorte qu'une rupture de son pédoncule d'enracinement, qui menace comme on l'a vu plus haut, serait, du fait de l'absence d'alimentation, beaucoup plus explicable que celle qui s'est produite à la presqu'île des Tigres. Il y a donc lieu d'y veiller, et de prendre immédiatement des mesures si une rupture se produit. L'abri de la base de pêche en dépend.

A 10 km au Nord de Porto Alexandre, l'embouchure du Rio Curoca est normalement barrée par un cordon littoral sans passe, l'alimentation de cette rivière n'étant pas suffisante pour lui permettre de forcer la barre; le cours d'eau a, au sein de ses alluvions, un sous-écoulement qui permet une forêt-galerie de petits arbres, mais l'écoulement superficiel est habituellement faible ou nul. La dissection du Tertiaire marno-calcaire par le rio et ses petits tributaires est très fine et très profonde, mais elle a dû se réaliser au cours d'un pluvial antérieur à régime de précipitations occasionnelles et violentes.

D. LES RESTINGAS DE LOBITO ET DE PONTA DE SÃO JOSÉ (BAÍA FARTA)

Ces deux restingas (fig. 9) peuvent être examinées ensemble, comme les deux précédentes, quoiqu'elles ne soient pas couplées de même: elles sont en effet séparées par une distance de 45 km, incluant le secteur de falaises élevées

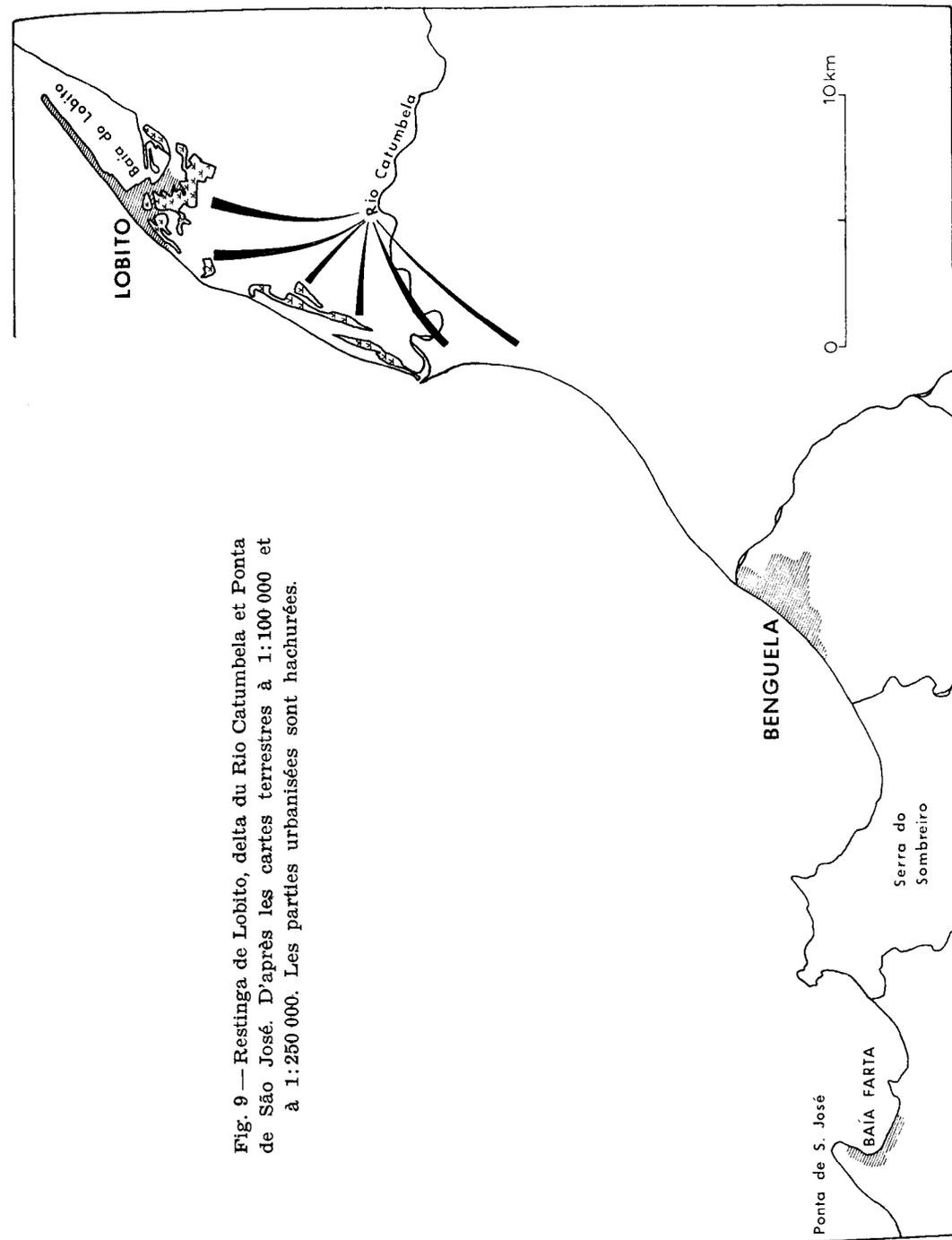


Fig. 9 — Restinga de Lobito, delta du Rio Catumbela et Ponta de São José. D'après les cartes terrestres à 1:100 000 et à 1:250 000. Les parties urbanisées sont hachurées.

(jusqu'à 130 m) dans le Tertiaire de la Serra do Sombreiro, à l'Ouest de Benguela.

La restinga de Lobito présente des caractères très nets. C'est une restinga de 5 km de long, 8 km en comptant la partie interne barrant des marais au fond de la baie. La largeur n'est que d'environ 300 m. Le matériau est du sable ici comme ailleurs. La localisation n'est pas due à un rentrant de la côte, mais, comme celle du Cunene, à l'embouchure d'un fleuve. Celui-ci, le Rio Catumbela, a construit un delta de 16 km de front et de 6 km d'avancée en mer. Les sédiments du delta ont été très normalement déviés vers le NNE par la dérive littorale, et c'est la partie la plus septentrionale de ces sédiments qui a formé la flèche de Lobito. Le Catumbela se trouve donc être à l'origine de toute l'économie régionale: c'est lui qui a permis, par ses eaux, l'irrigation de son delta et la grande culture de canne à sucre qu'on y a développée; c'est lui qui a permis, par sa restinga, la construction du port de Lobito.

Mais la restinga de Lobito est, dans l'état de choses actuel, entièrement fixée par l'homme. Cette fixation a été réalisée par de nombreux épis transversaux sur la face externe, qui empêchent la migration du sable vers le NE. Pourquoi empêcher le sable de migrer? Pour deux raisons. L'une est que la restinga manque actuellement d'alimentation. A son enracinement, à la hauteur du port, en un endroit où l'on n'a pas encore fait d'épis, la restinga est érodée, les arbres sont déchaussés, l'existence de la rue est menacée. Il est fort possible que cette situation résulte du barrage hydroélectrique qu'on a construit sur le Catumbela, et qui arrête les sédiments, auparavant en transit vers la mer. Si cela est confirmé, il se passerait la même chose qu'en Égypte, où la construction du haut barrage d'Assouan entraîne une très sérieuse érosion du delta du Nil, désormais non alimenté.

L'autre raison est que la restinga, dans sa progression, a montré une fâcheuse propension à se rapprocher de la rive interne de la baie qu'elle abrite. Restinga et côte rocheuse interne ont des tracés convergents, et, si la restinga s'allongeait encore de 2 ou 3 km, les navires ne pourraient plus entrer dans le port. Les deux dangers peuvent fort bien coexister, car, si l'enracinement est érodé, cela ne veut pas dire que

la pointe n'avancera plus: elle peut le faire, comme à la baie des Tigres, par remaniement des matériaux déjà inclus dans la restinga. Aussi a-t-on fait des enrochements même à l'extrémité. L'accumulation du sable sur la face Sud-Ouest des épis, la tendance au déchaussement de ceux-ci du côté Nord-Est, montrent bien que le danger n'est nullement illusoire.

Quant à la restinga de Ponta de São José (fig. 9), elle est jusqu'ici entièrement libre. Elle est aussi beaucoup moins développée, et ressemble de façon frappante à celle de Ponta do Enfião. Comme elle, elle est localisée à un angle rentrant de la côte. Son avancée, qui abrite la base de pêche de Baía Farta, est d'environ 2 km. Nous en avons fait le tour, et l'avons examinée du sommet du padrao qui a été édifié à la pointe. Elle est, comme Ponta do Enfião, entièrement faite de sable, dont les caractéristiques, sur la plage de la face Nord, sont à peu près les mêmes (teneur en carbonate de calcium: 0,8 %; médiane granulométrique: 670 microns; indice de classement de Trask: 1,24) (fig. 11, n° 21). Les grains de quartz du sable sont nettement moins émoussés que ceux de la baie des Tigres, peut-être parce qu'ils sont d'origine plus proche. Ici aussi les mats prédominent dans les usés. La restinga est formée de crêtes de plage successives, bien visibles sur les photographies aériennes sur plusieurs kilomètres au Sud-Ouest de l'enracinement, et normalement recourbées en crochets dans l'extrémité distale. L'accroissement paraît continuer. Il n'aura sans doute aucun inconvénient, mais seulement l'avantage d'accroître l'abri de la base de pêche. La dunification des cordons ne donne lieu qu'à la construction de dunes de quelques mètres de haut. Les précipitations sont comprises entre 100 et 200 mm, ce qui laisse la possibilité d'un certain couvert végétal sur les dunes.

II. LES RESTINGAS DU NORD

A. L'EMBOUCHURE DU RIO LONGA

L'arrivée à la mer du Rio Longa (fig. 1), telle que nous avons pu l'observer le 13 décembre 1973 c'est à dire au début de la saison des pluies, ressemble à celle du Cunene. La rivière étale ses eaux en arrière d'une restinga littorale, en une lagune

étroite (plus étroite que celle du Cunene) et longue de plusieurs kilomètres vers le Sud. Au Nord, cette lagune a un débouché dans la mer par une passe située à un peu moins d'un kilomètre au Nord du Longa. Ce dernier franchissait donc le cordon littoral, et il y avait déviation vers le Nord par la dérive littorale. Ces faits sont normaux et n'appellent pas de commentaire spécial.

B. L'EMBOUCHURE DU RIO CUANZA

Principale rivière de l'Angola qui y ait tout son cours (c'est à dire abstraction faite du Congo qui en forme la frontière), le Rio' Cuanza (fig. 1) est figuré, sur la carte au 1:100 000 qui dérive des photographies aériennes de 1962, avec une embouchure sans déviation latérale. En décembre 1973 la situation s'était très modifiée, et en un sens que nous pouvons qualifier de normal. En effet, l'embouchure du Cuanza nous est alors apparue comme déviée vers le Nord sur environ 3 km, avec, à l'Ouest du cours terminal, une restinga sableuse continuant la rive Sud. Cette restinga est dépourvue de végétation, et ne porte de buissons qu'à son enracinement proche de la falaise au Sud du fleuve. La nudité de la restinga est normale, vu son âge récent. De quand date la nouvelle situation? D'après M. l'Ingénieur des Travaux Publics Joaquim Mendes Guimarães, que nous a accompagnés, elle n'aurait sans doute pas plus de trois ans d'existence; et, de toute façon, elle ne remonterait pas à six ans.

Il est possible que la situation des photographies de 1962 ait eu un caractère occasionnel, et que l'état de choses actuel soit le plus habituel. Des restingas d'embouchure dues à une déviation du cours d'eau par la dérive littorale sont en effet sujettes à des recouplements, comme le montre le cas de la Langue de Barbarie à l'embouchure du Sénégal (GUILCHER et NICOLAS, 1954); et l'embouchure du Cunene, avec ses anciens cours morts vers le Nord, montre également la variabilité de ces étroites constructions de sable. Une forte crue du fleuve d'une part, une période de forte houle d'autre part, peuvent mener à des ruptures de la restinga par l'intérieur ou par l'extérieur.

Comme celui du Rio Catumbela à Lobito, le régime sédimentaire du Rio Cuanza inférieur a été récemment modifié par la construction du barrage hydro-électrique de Cambambe près de Dondo, qui retient désormais la charge solide d'amont. Toutefois, un peu en aval de ce barrage, le Cuanza reçoit encore un grand affluent, le Rio Lucala, qui peut lui apporter une quantité appréciable de sédiments issus du socle ancien. En outre, en dehors des sédiments issus du socle ancien, d'autres éléments peuvent être récoltés dans la traversée du bassin tertiaire, où le cours du Cuanza se développe sur environ 80 km. Le cours d'eau n'est donc pas devenu totalement inopérant à ce point de vue.

C. LES RESTINGAS DE PALMEIRINHAS ET DE LUANDA

Il s'agit ici de restingas beaucoup plus importantes et moins mobiles que les deux précédentes (fig. 10). La restinga de Palmeirinhas est, avec celle des Tigres et la Langue de Barbarie, une des trois restingas à pointe libre majeures de la côte atlantique d'Afrique: elle mesure 34 km de long, de son enracinement à la pointe de Mussulo. Celle de Luanda a 11 km, en comptant l'élément qui en est actuellement séparé et qui se trouve à l'Ouest de la ville de Luanda. Nous ne donnons ici qu'une vue d'ensemble des caractères et des problèmes d'évolution de ces deux restingas, qui doivent être étudiées ultérieurement plus en détail par l'un de nous (ESTEVEZ DE MATOS).

La restinga de Palmeirinhas prolonge une plage de 18 km de long, orientée SSE-NNW, plage qui elle-même est établie en avant d'un bord de plateau de Pliocène argilo-sableux rouge, haut de 50 à 80 m, très disséqué par des ravins instables (bad lands); la plage est formée de crêtes de sable successives remaniées à l'arrière en dunes basses de 10 à 20 m de haut. La restinga elle-même se détache de la côte à l'endroit où celle-ci tourne vers le Nord-Est. Elle entre donc, du point de vue de la localisation, dans la même catégorie que la presqu'île des Tigres, et y entre plus nettement que cette dernière. Après avoir d'abord consisté au Sud-Ouest en une flèche large de 1500 à 1000 m à nombreux cordons parallèles sableux aplatis, qui montrent son engraissement progressif,

elle est affectée, à Ilha do Sumbo à 9 km au Nord de son enracinement, d'une brusque incurvation et d'un amincissement.

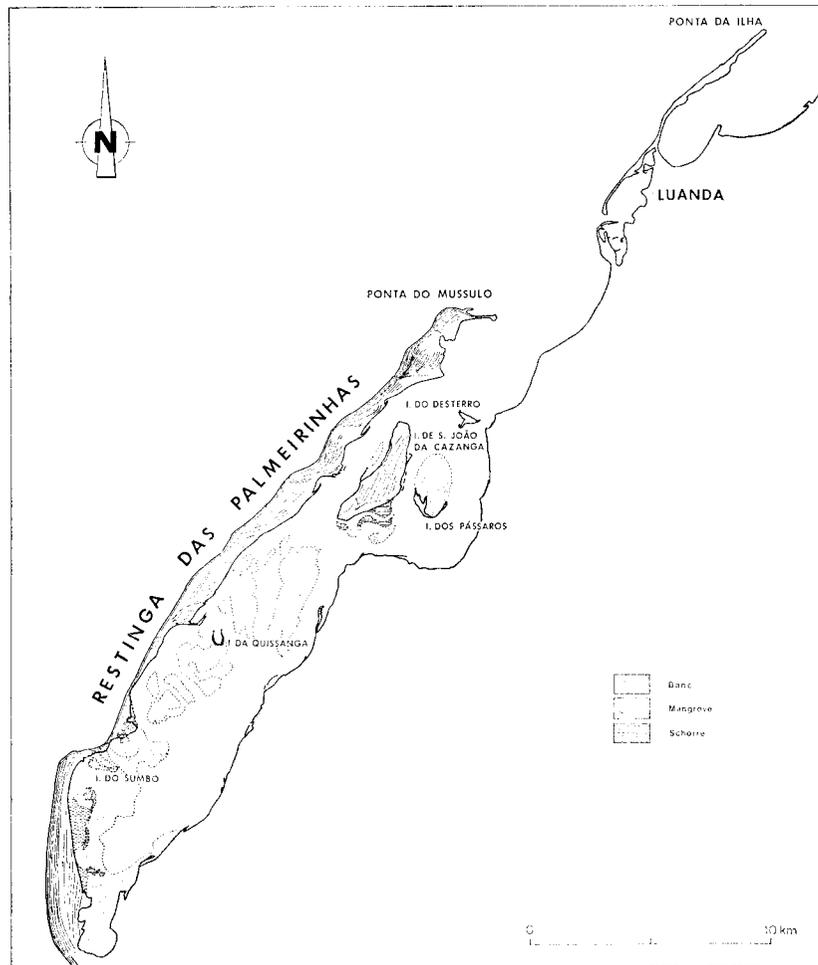


Fig. 10 — Restingas de Palmeirinhas et de Luanda. D'après les cartes topographiques et les photographies aériennes. Cordons littoraux successifs sur la grande restinga et dans l'île São João da Cazanga. Petites restingas de lagune.

Ceci nous paraît, comme à M. l'Ingénieur Guimarães, être lié à une ancienne rupture de la restinga, suivie d'une ressoudure: en effet, en arrière de ce coude existe un assez profond chenal dans la lagune, dont la terminaison abrupte sur la restinga ne

peut guère s'expliquer que par l'existence d'une ancienne passe. La coupure serait toutefois ancienne, car on n'a aucune preuve de son existence depuis le XVIII^e siècle. Ensuite, jusqu'à Ponta do Mussulo, les photographies aériennes font voir de nombreux cordons successifs, souvent recoupés par l'actuel rivage externe ou par les cordons plus récents selon un angle plus ou moins fort, qui montrent un développement avec migration du fulcrum, normal dans ce type de construction.

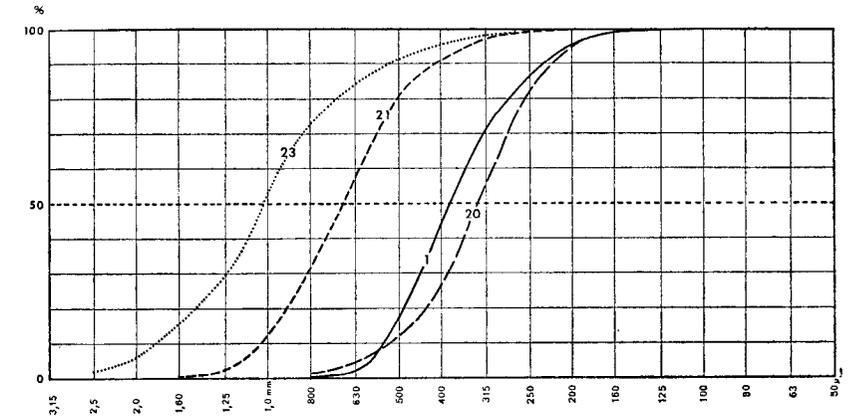


Fig. 11 — Granulométries cumulées de sédiments de plages. N° 1: haut de plage de Ponta do Enfião (voir figure 8). N° 20: plage externe, Ponta do Mussulo (voir figure 10). N° 21: plage de la face nord de Ponta de São José (voir figure 9). N° 23: petite plage entre falaises dans crique de la Serra do Sombreiro (figure 9), avec teneur en calcaire coquillier exceptionnellement élevée pour la côte d'Angola (20,5 %).

D'un bout à l'autre, elle est entièrement sableuse, le sable ayant fourni, à Ponta do Mussulo, une teneur en carbonate de calcium un peu moins faible qu'à l'habitude en nos échantillons (3,7 %), une médiane de 350 microns, et un excellent indice de classement de Trask de 1,23 (fig. 11, n° 20). L'usure ressemble à celle du rivage interne de la restinga des Tigres (forte usure, 1/5^e de grains ovoïdes, grande majorité de picotés). La largeur moyenne au NE de Ilha do Sumbo est d'environ 1000 m.

La restinga de Luanda, appelée Ilha dans sa partie longue de 7 km située au Nord de la ville de Luanda, a été effectivement une île à une époque très récente; elle est actuellement rattachée artificiellement au continent par un pont. Sa lar-

geur moyenne n'est que de 200 m, donc très inférieure à celle de Palmeirinhas. L'île ou presqu'île allongée située à l'Ouest de la ville, qui est encore plus étroite (une centaine de mètres) ne peut pas être autre chose que la partie interne, sud-occidentale, de la restinga de Luanda. Ses liaisons avec le continent varient dans le temps. La restinga de Luanda tend toujours à s'allonger vers le Nord-Est, comme d'ailleurs celle de Palmeirinhas; et, comme à Lobito, on s'efforce de limiter la migration du sable par des épis en enrochements sur la face externe. Il n'y a cependant pas ici, à l'inverse de Lobito, de risques que la pointe de la Ilha rejoigne le continent et ferme le port de Luanda.

Tout indique qu'actuellement la restinga de Luanda est en voie de dépérissement: elle est très étroite, et son allongement se fait aux dépens de sa partie interne, Sud-Ouest, car le développement de la restinga de Palmeirinhas, en abritant le rivage du continent sur une grande longueur, la prive d'apports de sable qui pourraient résulter de l'attaque oblique de la houle océanique.

Quelles ont donc été ses conditions de développement? D'après BROGNON (1971), elle aurait été formée en fonction d'un ancien cours du Cuanza, qui aurait abouti à la côte au lieu dit Benfica, à 15 km au SW de l'aéroport de Luanda.

Que le Cuanza ait eu un ancien cours aboutissant là est possible: un ensellement à allure de vallée y conduit. Ce qui est par contre tout à fait impossible, c'est d'expliquer ainsi la naissance de la restinga de Luanda. En effet, le seuil de partage dans cette ancienne vallée présumée est à 53 m d'altitude; la restinga de Luanda est holocène, et il est inconcevable que le Cuanza se soit trouvé là à 53 m à l'Holocène. L'ancienne vallée, qui reste d'ailleurs conjecturale, n'a donc eu aucun lien avec la restinga.

Nous pensons que les choses se sont passées différemment et assez simplement. Dans la lagune entre la restinga de Palmeirinhas et le continent se trouvent plusieurs îles, dont la plus grande est celle de São João do Cazanga. L'examen des photographies aériennes montre qu'en dépit de sa position actuellement très abritée, cette île est parcourue d'une série de longs cordons sableux parallèles allongés du SW au NE. Ce fait montre que, très probablement, l'île São João do

Cazanga est l'ancienne partie la plus interne de la restinga de Luanda. Elle a été constituée à une époque où la restinga de Palmeirinhas était beaucoup moins longue qu'aujourd'hui, et où l'île São João était librement battue par la houle océanique. Ultérieurement, la croissance de la restinga de Palmeirinhas a abouti à abriter l'enracinement de celle de Luanda, mais non pas sa partie externe, Nord-Est, de sorte que la dérive de sable vers le Nord-Est s'y continuait alors qu'elle n'était plus alimentée par le continent au Sud-Ouest: d'où la décrépitude et le morcellement qui sont les caractères actuels de la restinga de Luanda.

De nos jours, cependant, des flèches subsidiaires continuent à se former dans la lagune de Palmeirinhas, sous l'influence des vagues locales soulevées par le vent de Sud-Ouest: la hiérarchie est la même qu'à la baie des Tigres, entre la grande restinga externe façonnée par la houle océanique, et les petites restingas internes mises en place par les vagues locales à courte course (fetch). Plusieurs de ces petites restingas sont visibles sur la face interne de la grande flèche de Palmeirinhas; d'autres apparaissent sur la rive continentale; d'autres, enfin, affectent les îles sableuses de la lagune: Quissanga, Cazanga, Pássaros et Desterro, sous forme d'ailes prenant appui sur la côte Sud-Ouest et s'allongeant vers le Nord-Est. Les principales de ces petites flèches, mais non toutes, sont figurées sur la carte topographique à 1:100 000 n° 89. Enfin, la lagune de Palmeirinhas présente diverses autres particularités intéressantes par ses chenaux, ses bancs peu profonds, et les marais à plantes halophiles et à mangroves de ses bords et notamment de l'extrémité Sud-Ouest; ces particularités ne seront pas détaillées ici.

D. LES PETITES RESTINGAS AU NORD DE LUANDA

Au Nord de Luanda, les restingas sont beaucoup moins remarquables. Il en existe une petite, juste à l'embouchure du fleuve Congo (Zaïre), localisée très normalement sur sa rive Sud, avec recourbement prononcé vers l'Est. Plus au Nord, dans la partie septentrionale du territoire de Cabinda, le petit Rio Lubinda se termine dans le lac Messabi, qui est tantôt en communication avec la mer et tantôt barré. Comme

ailleurs sur la côte d'Angola, la passe de communication intermittente se trouve déjetée vers le Nord.

Ainsi est attestée, tout au long de la côte angolaise, la dérive Sud-Nord provoquée par la houle océanique; au-delà, au Gabon, rappelons que la remarquable restinga du Cap Lopez, à flèches multiples successives, est encore un effet de la même cause (LEGOUX, 1950; GUILCHER, 1954, p. 60; BOURGOIN et al., 1963).

CONCLUSION

Ainsi, les restingas de la côte d'Angola, outre l'intérêt qu'elles ont présenté pour l'établissement des ports de Luanda, Lobito et Porto Alexandre, sont les meilleurs exemples de ce type morphologique que l'on puisse trouver sur la côte d'Afrique atlantique. Elles illustrent bien la puissance d'action de la houle d'origine australe, et aussi l'efficacité des vagues nées du vent local de Sud-Sud-Ouest ou de Sud-Ouest dans les lagunes individualisées par les plus grandes restingas. L'étude morphosédimentologique de ces lagunes apparaît comme devant être un complément et une continuation logiques de la présente étude. Les formes des rivages de la baie des Tigres mériteraient aussi d'être vues plus en détail. Enfin, il faudrait s'assurer, par des recherches plus précises, si des dépôts de plages pléistocènes n'auraient pas précédé ici ou là les restingas actuelles, sous ou derrière lesquelles elles se trouveraient, et n'auraient pas échappé à nos investigations préliminaires. L'existence de plages pléistocènes aux environs de Moçâmedes, où SOARES DE CARVALHO les a décrites, montre que de telles découvertes sont tout à fait dans le domaine du possible.

ANDRÉ GUILCHER — CARLOS ALBERTO MEDEIROS
JOSÉ ESTEVES DE MATOS — JOSÉ TOMÁS DE OLIVEIRA

SUMMARY

Coastal sand spits of Angola, especially those in the South and Centre. The most interesting geomorphological feature of the Angola coast is the existence of sand spits, sometimes very large (Tiger Spit: 37 km; Palmeirinhas Spit: 34 km). These spits are related to the powerful swell generated by the westerlies in the Southern Ocean, which travels from South-West or South-South-West and determine a

coastal drift from South to North. The local wind blows also from the South as an average; it does not explain the large spits, but it creates smaller waves in the lagoons behind the spits which have shaped smaller sandy structures. The two types of spits are clearly visible on figures 2 and 10 (Baía dos Tigres, Palmeirinhas). The climate shifts from hyper-arid in the South to dry at Luanda and semi-humid near the Congo mouth; it creates a special environment in the South.

A description of the spits is given, with more detail for the southern ones at Foz do Cunene, Baía dos Tigres, Ponta do Enfião, Porto Alexandre, Ponta de São José, and Lobito. All reflect clearly the influence of the southerly swell. Particular attention is paid to Tiger Spit, the largest structure of this kind in Africa, and the associated features, which are described here for the first time from a morphological point of view. Tiger Spit and the high sand dunes on the continental side of Tiger Bay (fig. 2 and 5) are completely devoid of vegetation. The spit reaches 60 metres in thickness at its distal end, where it forms a huge pile on the continental shelf (fig. 3). Apparently no formation older than the Holocene outcrops in the spit. The sand includes only 1 to 2.3 per cent of calcium carbonate, but this small calcareous fraction has, however, allowed a calcareous crust to form at depth into the spit, probably as a result of very occasional heavy showers which disturb sometimes the hyper-arid climate. Some beach-rock is also present in scattered places. On the eastern side of the bay, the giant dunes made of extremely well windworn sand show concentrations of heavy minerals (garnet, magnetite, and ilmenite) which result in variegated colours well visible in far distance: hence perhaps the name of Tiger Bay. A description is also given of the smaller spits on both sides of the bay, which remind what is called spits of the Azov type in the U. S. S. R. Here too the lime content in the sand is very low, although shells live in large quantities in the lagoon. Tiger Spit was cut from the mainland at its inner end in March, 1962, and, since that time, it has become an island; the channel disconnecting the spit is now deep and apparently will not close again (fig. 7); it tends to migrate slowly to the North, and Tiger Spit, or Island, now evolves without supply of new sand.

Lobito Spit has been fed by sand provided from the delta of Catumbela River (fig. 9). It seems that the building of a dam across this river has cut the supply to the delta and the spit, so that the latter tends now to be cut from the mainland.

In the Luanda area, two other spits at Palmeirinhas and at Luanda (fig. 10) are interesting to be considered in association. Luanda Spit is presently decaying whereas Palmeirinhas Spit grows vigorously. It appears that the former was built before it was sheltered by the subsequent growth of the latter, which now prevents any substantial supply of sand by coastal drift.

The set of spits occurring along the Angola coast is certainly the most fascinating one in whole Africa. It exceeds in interest Langue de Barbarie at the mouth of Senegal River, and Cape Lopez at the

mouth of Ogooué River, which had been previously described. After this provisional research carried on in December, 1973, more investigations are required, especially at Foz do Cunene, Tiger Bay, and Palmeirinhas Spit, to understand more thoroughly the peculiarities of these features.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUDANOV, V. I. (1956) — «Remarques sur la formation et le développement des flèches de type «azcvien» (en russe). *Trudy Okeanogr. Kom. Akad. Nauk SSSR*, vol. 1, p. 90-97.
- BOURGOIN, J., REYRE, D., MAGLOIRE, P. et KRICHEWSKY, M. (1963) — «Les canyons sous-marins du Cap Lopez (Gabon)». *Cahiers Océanographiques*, vol. 15, p. 372-387.
- BROGNON, G. (1971) — «Geologia da plataforma continental de Angola». *Congresso Hispano-Luso-Americano de geologia economica*, Madrid-Lisboa, Setembro 1971, 8 p.
- DAVEAU, S. (1972) — «Contribution à l'étude climatique du désert côtier d'Angola». In: *Etudes de Géographie tropicale offertes à Pierre Gourou*, p. 263-278.
- DUBOUL-RAZAVET, C. (1956) — «Contribution à l'étude géologique et sédimentologique du delta du Rhône». *Mém. Soc. Géol. France*, n. sér., n° 76, 234 p.
- FEIO, M. (1966) — «A evolução do relevo da bacia endorreica do Cuanhama (Angola)». *Finisterra*, vol. 1, n° 1, p. 33-59.
- FEIO, M. (1970) — «O Rio Cunene. Estudo geomorfológico». *Finisterra*, vol. 5, n° 9, p. 5-68.
- FELNER, A. A. (1940) — *Angola. Apontamentos sobre a colonização dos planaltos e litoral do Sul de Angola*. «Documentos», vol. II, Agência Geral das Colónias, Lisboa (voir p. 233-234: «Baía dos Tigres»). *Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira*. S. d., Lisboa et Rio de Janeiro (vol. III, p. 1028-1029: Baía dos Tigres).
- GUILCHER, A. (1954) — «Dynamique et morphologie des côtes sableuses de l'Afrique Atlantique». *Cahiers de l'Information Géographique*, 1954-1, p. 57-68.
- GUILCHER, A. (1958) — «Un nouveau périodique de morphologie littorale en URSS». *Norvis*, vol. 5, p. 85-88.
- GUILCHER, A. (1959) — «La région côtière du Bas-Dahomey occidental, étude de géographie physique et humaine appliquée». *Bull. IFAN*, vol. XXI, sér. B, 3-4, p. 357-424.
- GUILCHER, A. et NICOLAS, J. P. (1954) — «Observations sur la Langue de Barbarie et les bras du Sénégal aux environs de Saint-Louis». *Bull. Inf. Comité Océanogr. et Et. des Côtes*, vol. 6, p. 227-242.
- GUILCHER, A., VALLANTIN, P., ANGRAND, J. P. et GALLOY, P. (1957) — «Les cordons littoraux de la rade de Brest». *Bull. Inf. Comité Océanogr. et Et. des Côtes*, vol. 9, p. 21-54.
- HIDAKA, K. (1954) — «A contribution to the theory of upwelling and costal currents». *Trans. Am. Geoph. Union*, vol. 35, p. 431-444.



PL. I, A — Foz do Cunene (décembre 1973), montrant la passe du fleuve déviée vers le Nord, et trois parallèles successifs au Nord (à gauche).



PL. I, B — Grandes barkhanes en vagues à environ 20 km au Nord de l'entrée de la Baie des Tigres, en arrière d'une dune bordière à méga-rides (décembre 1973). Remarquer en bas à droite la houle oblique.



PL. II, A -- Petites restingas de la rive occidentale de la Baie des Tigres (décembre 1973).



PL. II, B -- Rive occidentale de la Baie des Tigres (décembre 1973). Vagues engendrées par le fort vent de l'après-midi chassant le sable de la presqu'île obliquement vers la baie (stries parallèles, à gauche), et qui sont réfractées de telle sorte qu'elles viennent briser obliquement sur le rivage où elles sont nées, y déterminant une dérive littorale vers le Nord.



PL. III, A — Ponta do Enfião (décembre 1973).



PL. III, B — Embouchure du rio Longa déviée vers le Nord
(décembre 1973).



Pl. IV — Restinga de Luanda. Epis transversaux matérialisant, par la dissymétrie de la sédimentation, la dérive littorale vers le Nord (novembre 1973).

- JESSEN, O. (1951) -- «Dünung im Atlantik und an der Westküste Afrikas». *Pet. Mitteil.*, vol. 95, p. 7-16.
- KUENEN, P. H. (1950) -- *Marine Geology*. Wiley, New York, 568 p.
- LEGOUX, P. (1950) -- «Essai sur la morphologie des côtes du Gabon et du Moyen Congo». *Première Conf. Internat. Africanistes de l'Ouest*, Dakar, 110-118.
- LE RIBAUT, L. (1971a) -- «Présence d'une pellicule de silice amorphe à la surface des cristaux de quartz des formations sableuses». *C. R. Ac. Sc.*, vol. 272, p. 1933-1936.
- LE RIBAUT, L. (1971b) -- «Comportement de la pellicule de silice amorphe sur les cristaux de quartz en fonction des différents milieux évolutifs». *C. R. Ac. Sc.*, vol. 272, p. 2649-2652.
- SOARES DE CARVALHO, G. (1961) -- *Geologia do deserto de Moçâmedes*. Mem. n° 26 da Junta de Investigações do Ultramar. Lisboa, 227 p.
- TORQUATO, J. R. (1971) -- «Algumas considerações sobre os trabalhos de campo realizados na região da Baía dos Tigres (Foz do Cunene)». *Bol. Inst. Invest. Cient. Ang.*, 8(2), p. 105-124.
- ZENKOVICH, V. P. (1960) -- «Fondements principaux d'une théorie sur la formation des structures d'accumulation dans la zone littorales». *Cah. Océanogr.*, vol. 12, p. 168-183.
- ZENKOVICH, V. P. (1967) -- *Processes of coastal development*. Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 738 p.

Après la rédaction de cet article, nous avons eu connaissance de travaux de U. RUST et F. WIENEKE sur la côte du Sud-Ouest Africain dans la région de Walvis Bay et de Swakopmund. Bien qu'ils ne concernent pas la matière de notre article de façon absolument directe, nous y renvoyons nos lecteurs, notamment parce qu'il y est parlé de plusieurs flèches littorales à pointe allongée vers le Nord, dont l'analogie avec celles d'Angola est évidente et avec lesquelles il convient de les comparer ⁽¹⁾.

(¹) WIENEKE, F. et RUST, U., 1972. Das Satellitenbild als Hilfsmittel zur Formulierung geomorphologischer Arbeitshypothesen (Beispiel: Zentrale Namib, Südwestafrika). *Wiss. Forschung in Südwestafrika*, 11 Folge, Windhoek, 16 p. (avec une très belle photographie de satellite desdites flèches).

Id., Id., 1972/73. Grundzüge der quartären Reliefentwicklung der Zentralen Namib, Südwestafrika. *Journal S. W. A. Wiss. Gesells.*, Windhoek, vol. 27, p. 5-30.

Id., Id., 1973. Variations du niveau marin et phases morphoclimatiques dans le désert du Namib central, Afrique du Sud-Ouest. *Finitis-terra*, vol. 8, p. 48-65.