

Geol.

LE MOUVEMENT DES SABLES SUR LA PARTIE NORD DU LITTORAL DES LANDES DE GASCOGNE EXPÉRIENCES DE TRACEURS LUMINESCENTS

par F. DUGAS * et L. GLANGEAUD **

RESUME. — L'étude de la houle côtière sur ce littoral permet de prévoir des directions de transit sableux le long des plages. En quatre sites du littoral, des expériences de traceurs luminescents ont été menées pendant un mois (avril-mai 1965). Elles ont mis en évidence dans la zone des plages qui est alternativement couverte et découverte par la marée, soit environ 180 mètres d'un profil transversal, un transit sableux résultant dans les directions suivantes :

— vers le Nord : de la pointe de la Negade à la pointe de Grave.

— vers le Sud : de la pointe de la Negade au Cap Ferret.

Le transit sableux vers le Sud est le plus important et est évalué à 700 000 mètres cubes par an.

ABSTRACT. — The investigation of the coastal swell on the northern shore of the Bay of Biscay allows to foresee directions of sandy transit along beaches. In four places, experiments of luminescent tracers were conducted for a month (April-May 1965). They displayed on these beaches a sandy transit whose resultants take the following directions :

Northwards : from the " Pointe de la Negade " to the " Pointe de Grave ".

Southwards : from " Pointe de la Negade " to the " Cap Ferret ".

The sandy transit towards the South is the most important and estimated at 700 000 cubic meters a year.

Le littoral des Landes, formé d'une côte sableuse, rectiligne sur 250 kilomètres (fig. 1) permet, tel un grand modèle, d'étudier les effets de la houle et des courants sur les sables qui la constituent. Par suite de la pente faible du plateau continental, la plus grande partie de l'énergie de la houle se disperse près du rivage. Ainsi la morphologie de ces plages dépendra essentiellement de la houle ainsi que les nombreuses études en modèle réduit (J.A. Putnam et coll., 1949 ; G. Sauvage de St-Marc et G. Vincent, 1954 ; R. Pelnard-Considere, 1956 ; J. Larras, 1957 ; C. Migniot, 1960) l'ont mis en évidence. Des observations directes par l'emploi de traceurs luminescents permettront de préciser les directions de déplacement longitudinal et leurs vitesses, pendant un temps donné, mais seulement dans la zone basse des plages.

Dès 1939, L. Glangeaud a donné une première indication sur la direction de déplacement, en particulier à la Pointe de Grave, à savoir du Sud vers le Nord. En 1956, S. Duplaix par l'étude des

minéraux lourds confirmait cette direction pour la Pointe de Grave et proposait de la Pointe de la Negade au Cap Breton une direction du Nord vers le Sud.

I. — ACTIONS DE LA HOULE SUR LE RIVAGE

La mobilisation des sables, leur dépôt, sont fonction principalement de l'énergie engendrée par la houle. Au transport transversal, seul existant lorsque la houle est perpendiculaire à la côte, se superpose un transport transversal (J. Larras, 1957) dû aux courants longitudinaux situés entre les déferlements successifs. Les vitesses de ces courants de quelques centimètres à quelques mètres par seconde, leurs capacités de transport sont fonc-

* ORSTOM.

** Laboratoire de Géologie Dynamique, Paris.

20 NOV 1969

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 13536

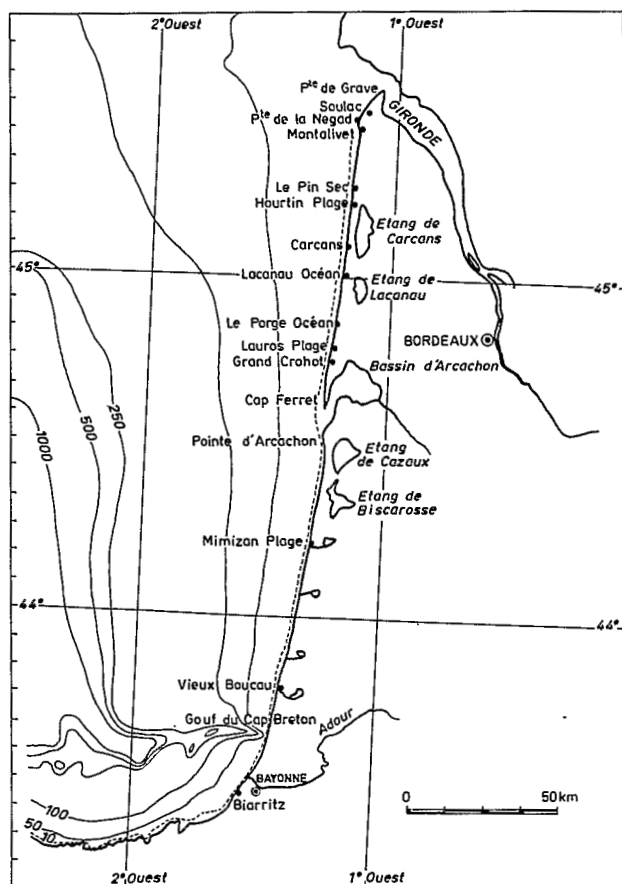


FIGURE 1
Carte des Landes.

tion de l'énergie de la houle mais aussi de sa direction par rapport au rivage et de la pente de la plage. Le transport pour une plage donnée est maximum lorsque l'angle entre les lignes de crête et la ligne de rivage est voisin de 55° (J.A. Putnam et coll., 1949 ; G. Sauvage de St-Marc, 1954 ; R. Pelnard-Considere, 1956). La capacité de transport décroît rapidement mais subsiste pour des angles de quelques degrés.

La direction de la houle ne peut actuellement être déterminée que visuellement. D'après les relevés du bateau pilote de la Gironde suivis sur une année 1963, nous avons obtenu la statistique suivante sur 2 000 observations :

N	=	0,2849	%
NNW	=	0,2916	%
NW	=	7,1911	%
WNW	=	13,6774	%
W	=	77,8918	%
WSW	=	0,5649	%
Calme	=	0,0985	%

Le maximum à l'Ouest est exagéré, car l'observation englobe les variations d'obliquité de 15° de part et d'autre d'une direction et a lieu à des profondeurs où la houle est déjà réfractée. Par ailleurs, les observations météorologiques de la direction et de la force du vent enregistrées au Verdon confirment ce maximum à l'Ouest, mais supposent plus important le pourcentage de houle de l'WSW, en particulier près du rivage.

Or le littoral des Landes présente deux directions :

— de la Pointe de Grave à la Pointe de la Négade ; la ligne de rivage est orientée de 35° à 40° vers l'Est par rapport à un axe Nord-Sud. Par suite des réfractions (fig. 2) dues aux hauts fonds, les houles de direction NW à WSW peuvent créer des courants longitudinaux capables de transporter les sables vers le Nord sur les plages si leur énergie après les déferlements reste suffisante ;

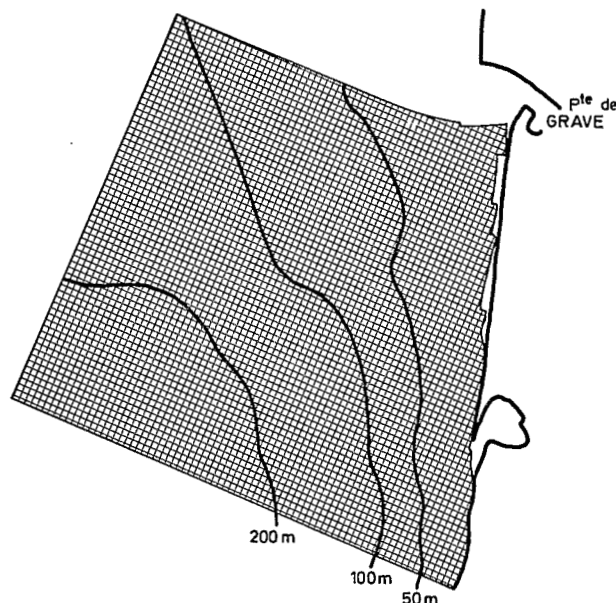


FIGURE 2
Plan de vagues (Arcachon).
Houle de direction WNW, de période 12 secondes.
Echelle : 1 maille = 3 452 m.

— de la Pointe de la Négade au Cap Ferret la ligne de rivage est orientée de 0° à 5° vers l'Est par rapport au même axe Nord-Sud. Toute obliquité de l'orientation des lignes de crête de la houle par rapport à l'orientation du rivage produira des courants longitudinaux dans un sens ou dans l'autre. Les houles venant du quart nord étant plus fréquentes, les courants seront dirigés généralement vers le Sud avec un maximum de vitesse lorsque la houle proviendra du Nord-Ouest.

40 kg de couleur bleue, Lacanau 40 kg de couleur jaune et au Grand Crohot 80 kg de couleur rouge.

II. — EXPERIENCES
DE TRACEURS LUMINESCENTS

Le marquage des grains de sable par une matière lumineuse permet de suivre directement leur déplacement. Sur certaines plages de la Pointe de Grave au Cap Ferret, en avril et mai 1965, quatre dépôts de traceurs lumineux ont eu lieu à marée basse :

—Soulac 40 kg de couleur jaune, Montalivet

Technique :

Du sable pris sur l'estran est lavé, séché, puis mélangé à raison de 40 kg pour 5 kg d'un vernis lumineux Lux-Color. Après séchage, les grains sont tamisés. Ni la granulométrie, ni la densité ne sont sensiblement modifiées. La pellicule fluorescente ne modifie pratiquement pas les propriétés hydrauliques (V.P. Zenkovitch, 1962). Seule pourtant la rugosité est différente mais ses effets sont

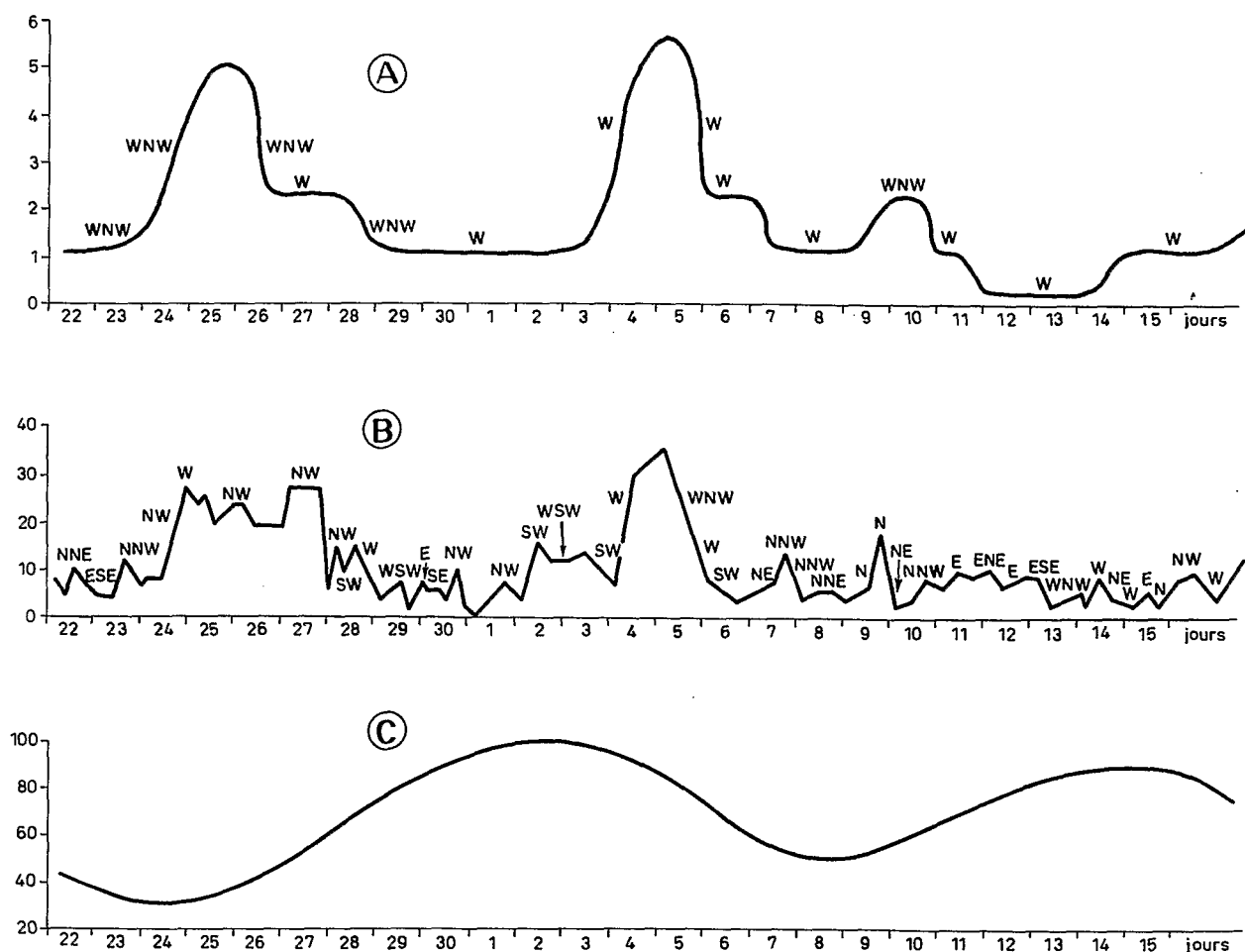


FIGURE 3

Caractéristiques de la houle côtière et du coefficient de marée sur le littoral des Landes du 22 avril au 17 mai 1965.

- A — Amplitude significative en mètres de la houle déduite de l'état de la mer.
- B — Vitesse du vent en mètres par seconde enregistrée à la Pointe de Grave.
- C — Coefficient de marée.

négligeables devant les fortes concentrations de sable soulevées par la houle.

Observations :

Les observations ont été effectuées de nuit avec une lampe de Wood sur toute la largeur de l'estran. Les comptages de l'étalement du dépôt se faisaient en nombre de grains par mètre carré. Une observation préliminaire de la fluorescence naturelle de la plage est nécessaire car les coquilles ont une fluorescence blanc bleuâtre, certaines algues une fluorescence rouge et certains quartz un éclat fluorescent jaune.

Sous l'action de la houle (fig. 3), deux stocks dès l'immersion s'individualisent. L'un de granulométrie plus fine, et donc d'un seuil d'érosion plus faible, est transporté surtout longitudinalement sur de grandes distances. L'autre à peine dispersé par les turbulences s'incorpore au sable marqué en surface, et en profondeur suivant l'amplitude des houles.

Au Grand Crohot (fig. 4), du 22 avril au 2 mai, les sables lumineux se sont déplacés vers le Sud, plus ou moins en filets, sous l'action d'une houle du WNW et d'un coefficient de marée croissant. Du 2 mai au 19 mai, les sables marqués se déplacent peu mais s'enfouissent et se localisent au bas de la berme du haut estran sous l'action

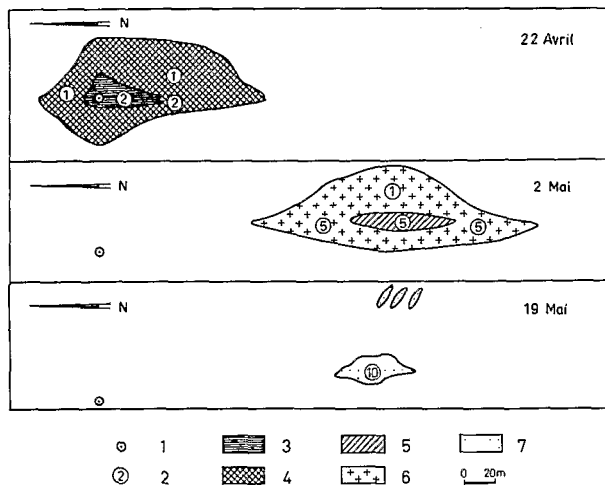


FIGURE 4

Evolution des sables lumineux au Grand Crohot.

1 : Point de dépôt le 22 avril 1965 à marée basse; 2 : enfouissement 2 cm.
Concentration des grains : 3 : $\approx 300/m^2$; 4 : $\approx 100/m^2$; 5 : $\approx 10/m^2$; 6 : $\approx 5/m^2$; 7 : $< 5/m^2$.

d'une houle et d'un coefficient de marée peu important. Sur la haute plage, quelques grains ont été transportés par le vent.

A Lacanau (fig. 5), le 29 avril et le 30 avril, l'étalement augmente vers le Sud pour une houle du WNW en vive eau. Ensuite, seuls un certain nombre de grains restent et s'enfouissent sous l'action d'une houle d'Ouest assez importante. Seule cette zone a été détectée à la dernière observation le 19 mai.

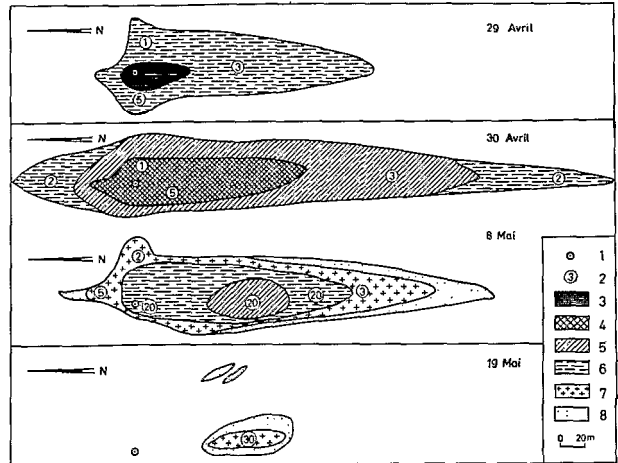


FIGURE 5

Evolution des sables lumineux à Lacanau.

1 : point de dépôt le 29 avril 1965 à marée basse; 2 : enfouissement 2 cm.
Concentration des grains : 3 : $\approx 100/m^2$; 4 : $\approx 50/m^2$; 5 : $\approx 30/m^2$; 6 : $\approx 10/m^2$; 7 : $\approx 9/m^2$; 8 : $< 5/m^2$.

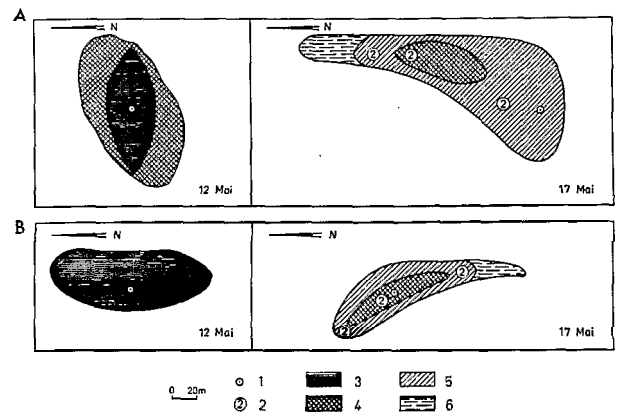


FIGURE 6

A — Evolution des sables lumineux à Soulac.

B — Evolution des sables lumineux à Montalivet.
1 : Point de dépôt le 11 mai 1965 à marée basse; 2 : enfouissement 2 cm.
Concentration des grains : 3 : $\approx 1000/m^2$; 4 : $\approx 500/m^2$; 5 : $\approx 50/m^2$; 6 : $\approx 10/m^2$.

A Montalivet et à Soulac (fig. 6), par suite de la faible importance de la houle d'Ouest, on n'observe aucun déplacement pendant plusieurs jours, tout au plus un étalement dans le sens des courants de marée. Ce n'est seulement que lorsque la houle dépasse deux mètres d'amplitude que le 17 mai on a pu observer un étalement préférentiel vers le Nord pour Soulac et vers le Sud pour Montalivet.

De la Pointe de la Négade au Cap Ferret le déplacement est net, superficiel et dirigé vers le Sud. Cependant, pour les houles d'WSW, le déplacement peut être dirigé vers le Nord, mais est moins fréquent ainsi qu'en témoigne une observation du sémaphore du Cap Ferret. Une boule métallique de 80 kg échouée sur l'estran au Nord du Cap Ferret s'est déplacée :

— de décembre 1964 à janvier 1965 de 200 m vers le Nord ;

— de février 1965 à mai 1965 de 2 500 m vers le Sud.

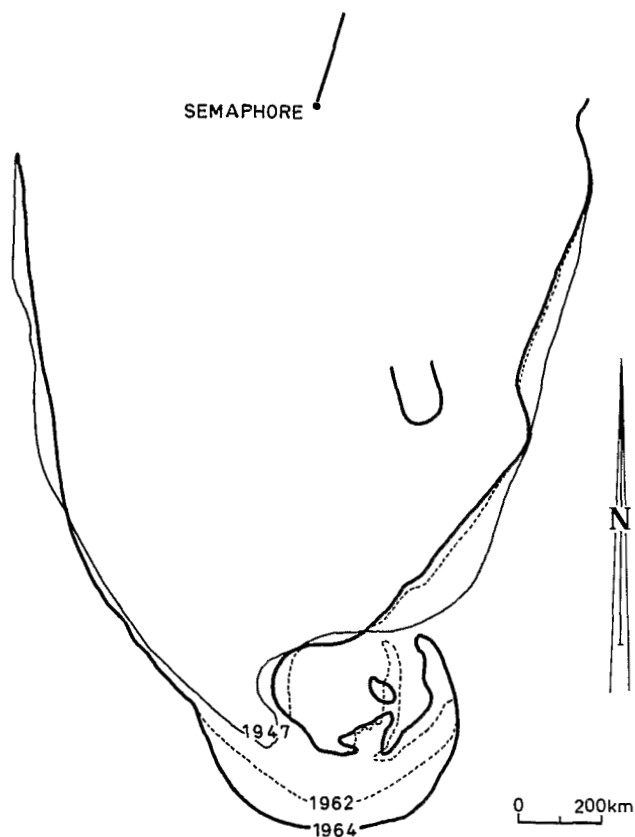


FIGURE 7
Evolution du cap Ferret
(d'après photographies aériennes).

III. — DONNÉES QUANTITATIVES

Ces expériences de traceurs luminescents n'ont pu permettre d'obtenir une valeur quantitative du déplacement car une partie des sables marqués a été rapidement enlevée et n'a pas été renouvelée. De plus, la vitesse de déplacement observée n'est valable que pour une zone du profil de plage.

Une étude des levés récents des passes d'entrée du Bassin d'Arcachon (fig. 8) met en évidence un net accroissement de la masse de sable vers le Sud. Un calcul de l'augmentation de surface des isobathes de 0 à -10 mètres compte-tenu de l'inclinaison des pentes conduit à un volume moyen de sable égal à 850 000 mètres cubes par an. Mais cette valeur doit être diminuée d'une quantité non déterminée due aux érosions de la bordure du Bassin d'Arcachon.

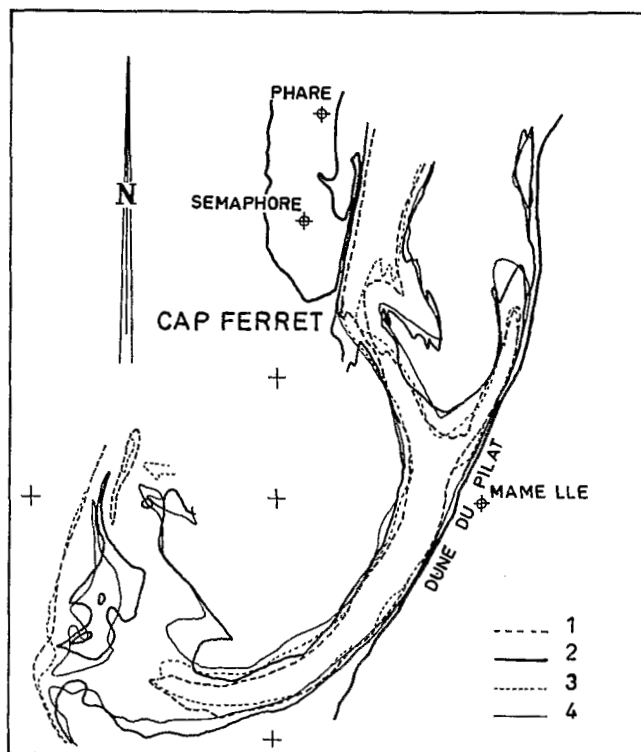


FIGURE 8
Levés des passes d'entrée du bassin d'Arcachon.
1963 : 1 : -10; 2 : -5
1961 : 3 : -10; 4 : -5.

Diverses formules mathématiques obtenues en modèle réduit permettent de calculer rapidement

le transport à partir de certaines données supposées constantes. Même si les phénomènes sont plus complexes, les valeurs sont acceptables. J. Larras (1961) propose la formule suivante :

$Q = Kgh^2 Tf(\alpha)$ avec K une fonction sans dimension de la cambrure de la houle et des caractères physiques des sables, h l'amplitude des lames déferlantes, T leur période et $f(\alpha)$ une fonction sans dimension de l'angle entre la ligne des crêtes de la houle et la ligne de rivage. Un calcul nous conduit à 650 000 mètres cubes par an de moyenne.

IV. — CONCLUSION

Le transit longitudinal des sables sur la partie Nord du littoral des Landes présente dans la zone des plages un déplacement que l'on peut schématiser ainsi :

— de la Pointe de Grave à la Pointe de la Négade, tel que l'avaient indiqué L. Glangeaud (1939) et S. Duplaix (1956), soit du SSW vers le NNE ;

— de la Pointe de la Négade au Sud du Cap Ferret, tel que l'a précisé S. Duplaix (1956), soit du Nord vers le Sud avec un charriage approximatif annuel de 700 000 m³.

Il faut remarquer que ces expériences n'ont eu lieu que pendant un mois (avril à mai 1965). Par ailleurs des expériences de marquages par traceurs radioactifs (F. Dugas, J.M. Martin, Caillot et G. Courtois, 1967) ont donné des résultats qualitatifs semblables.

La méthode de marquage des matériaux grossiers d'un littoral, avec une peinture luminescente donne des résultats intéressants. Des observations de plus longue durée et sur une plus grande étendue sont possibles car cette méthode ne présente aucun danger pour les êtres vivants.

REMERCIEMENTS

Institut de Biologie Marine d'Arcachon.
Laboratoire National d'Hydraulique.
Laboratoire Central Hydraulique de France.

Esso Rep.
Port Autonome de Bordeaux.
Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine.
Centre de Météorologie de Mérignac.
Section d'Application des Radioéléments à Saclay.

BIBLIOGRAPHIE

- BONNEFILLE (1963). — Essais de synthèse des lois de début d'entraînement des sédiments sous l'action d'un courant continu. *Bull. C.R.E. de Chatou*.
- DUGAS F. (1966). — Etude du déplacement des sables sur la partie Nord du littoral des Landes. *Thèse 3^e Cycle*. Faculté des Sciences Paris.
- DUGAS F., MARTIN J.-M., CAILLOT et COURTOIS G. (1967). — Etude de déplacements de sables par traceurs radioactifs sur le littoral des Landes de Gascogne. *Sect. Appl. Radioéléments*, Saclay, février 1967.
- DUPLAIX, S. (1956). — Etudes pétrographiques des formations meubles de la Gascogne, du Pays Basque et de leur littoral. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, Nouvelle série, n° 77, 106 p.
- GLANGEAUD L. (1939). — Origine et mode de formation des sédiments détritiques. « *Sciences* » publié pour l'avancement des sciences, *Soc. Géol. Fr.*, 28, rue Serpente, pp. 329-340.
- GLANGEAUD L. (1949). — Observations sur le triage granulométrique des sédiments le long des plages sableuses à marées. *Coll. de sédimentologie*, La Rochelle C.R.E.O., p. 95-111.
- JOLLIFE, I. P. (1961). — The use of tracers to study beach movements and the measurements of littoral drift by a fluorescent technique. *Rev. Géomorphol. Dynam.*, XII année, n° 2, p. 81-91.
- LARRAS J. (1957). — Cours d'hydraulique maritime et de travaux maritimes. *Dunod*, Paris.
- MIGNIOT C. (1960). Détermination de l'échelle théorique des temps sédimentologiques applicables aux études sur modèle réduit. Etude du transport littoral sous l'action de la houle. *Rapport L.C.H.F.*
- PELNARD-CONSIDÈRE R. (1956). — Essai de théorie de l'évolution des formes de rivages en plages de sable et de galets. *Soc. Hydrol. Fr.*, 4^e Journée de l'Hydraul.
- PURNAM J. A., MUNK W. M. et TAYLOR M. A. (1949). — The prediction of longshore currents. *Trav. de l'Union américaine géophysique*. Vol. 30, n° 3.
- RUSSEL R. C. M. (1960). — The use of fluorescent tracers for the measurement of littoral drift. *Proc. 7th Conf. on Coastal Engineering*. Vol. I, p. 418-444.
- SAUVAGE de SAINT MARC G. et VINCENT G. (1954). — Transport littoral, formation de flèches et de tombolos. *Proc. 5th Conf. on Coastal Engineering*, p. 296-328.
- ZENKOVITCH, V. P. (1962). — Application of luminescent substances for sanddrift investigations in the near-shore zones of the sea. *De Ingenieur*, n° 13, p. 81-89.

(Manuscrit déposé le 12 octobre 1967.)