

## Etude des variations de forme et de taille des galets sur la plage de Sorso (Sardaigne septentrionale) (1)

par A. OZER

Docteur en Sciences géographiques

Résumé. — *L'auteur a étudié, sur la plage de Sorso (Sardaigne septentrionale), divers indices morphométriques des galets de trachyte et le pénécentile. En allant de l'est vers l'ouest, il observe : 1) une rapide augmentation suivie par une lente diminution de l'indice d'émoussé ; 2) une augmentation continue de l'indice d'aplatissement ; 3) une diminution progressive du pénécentile.*

*Les variations de ces divers indices sont expliquées par une dérive littorale vers l'ouest qui, non seulement façonne les galets mais aussi les sélectionne.*

Au cours de nos recherches sur la géomorphologie côtière de la Sardaigne septentrionale [7], l'étude des galets a été fréquemment utilisée pour obtenir une meilleure compréhension des dépôts quaternaires et actuels, qu'il s'agisse de formations fluviales, marines ou encore de dépôts de pente.

Pour l'étude des galets nous avons envisagé, entre autres, leur morphométrie en employant les indices proposés par A. Cailleux et J. Tricart ([3], pp. 259-265) :

1) *Emoussé* :  $\frac{2R \cdot 1000}{L}$  où R correspond au plus petit rayon de courbure de la partie la plus saillante du galet et où L est la plus grande longueur.

2) *Aplatissement* :  $\frac{L+1}{2E}$  où 1 est la plus grande largeur à angle droit de L et E est la plus grande épaisseur mesurée perpendiculairement à L et 1.

3) *Dissymétrie* :  $\frac{AC}{L}$  où AC est la plus grande longueur comprise entre l'intersection de L et 1.

---

(1) Au cours de cette recherche, j'ai bénéficié des conseils de M. le professeur P. Macar et de M. A. Pissart, professeur associé. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre gratitude. Je remercie également tous ceux qui ont collaboré à ce travail et particulièrement mon épouse, qui a participé au long travail de mesures des indices des galets.

En outre, le *pénécentile* a été fréquemment mesuré. Cet indice représente la taille des éléments les plus volumineux du dépôt et a été défini par J. Tricart et A. Cailleux ([9], p. 750) de la façon suivante : « Les yeux fermés, posons le doigt ou le bout du pied sur un galet au hasard. Soit  $L_0$  sa longueur. Prenant ce galet comme sommet, construisons un carré dont le côté ait pour longueur  $10 L_0$ . Considérons le plus gros galet observable sur le carré. Soit  $L_1$  sa longueur. Deux cas sont possibles  $L_1 \leq L_0$  ou  $L_1 > L_0$ . Si  $L_1 \leq L_0$ ,  $L_0$  est la valeur cherchée. Si  $L_1 > L_0$ , sur le galet  $L_1$  pris comme sommet construisons un carré de côté  $10 L_1$ . Considérons le plus gros galet observable : soit  $L_2$  sa longueur. Ici encore deux cas  $L_2 \leq L_1$  ou  $L_2 > L_1$ . Et ainsi de suite jusqu'à ce que, partant du galet  $L_n$ , et construisant un carré de côté  $10 L_n$ , on n'y trouve aucun galet supérieur à  $L_n$ .  $L_n$  sera la valeur cherchée. On l'appelle *pénécentile* ».

Cette mesure donne approximativement un point de la courbe granulométrique, à savoir la taille du galet représentant 1 % du poids du sédiment. Elle fournit ainsi une indication sur la compétence de l'agent de transport qui est à l'origine du dépôt étudié.

Cette note présente l'évolution de ces divers indices le long de la plage de Sorso, plage située en bordure du golfe de l'Asinara (Sardaigne septentrionale). Cette plage est bordée vers l'intérieur par d'importantes accumulations éoliennes actuelles, holocènes et pléistocènes et est délimitée à l'est par l'Anglona, région caractérisée par des épandages volcaniques oligo-miocènes et à l'ouest par le Turritano où affleurent calcaires et marnes de l'Helvétien.

La marine de Sorso (fig. 1), longue de près de 16 km, s'étire depuis l'embouchure du Riu Pedras de Fogu à l'est jusqu'à Platamona à l'ouest. La plage est sableuse mais est recouverte de façon discontinue de galets, en majorité des trachytes originaires de l'Anglona. En outre, on relève la présence de quelques cailloux d'origine locale : des calcaires miocènes, souvent perforés par des organismes lithophages, mais aussi des débris de grès provenant du démantèlement de beach-rocks, formation que nous attribuons à la transgression versilienne.

Quinze stations de mesures (fig. 1), distantes entre elles d'environ 1 km, ont été choisies le long de ce littoral. Pour chacune, ont été calculés les indices morphométriques précités sur un échantillon d'au moins 50 galets de trachyte compris entre 40 et 60 mm. Ces galets ont été prélevés dans la zone de battement des marées et les mesures ont été répétées presque chaque année entre 1970 et 1974. Tous les indices sont repris dans le tableau suivant et sur les graphiques (fig. 2, 3 et 5).

En outre, en 1974, quatre mesures du *pénécentile* ont été réalisées dans chaque station (fig. 4).

TABLEAU I. — Evolution des indices d'émoussé, d'aplatissement et de dissymétrie sur le littoral de Sorso.

Station	Indice d'émoussé					Indice d'aplatissement				Dissymétrie
	1970	1971	1972	1973	1974	1971	1972	1973	1974	
1		357			349	3,8			3,65	
2		360	372		400	3,7	3,45		3,20	630
3		372			400	3,7			3,23	
4		421	339	408	381	2,5	3,09	2,88	2,90	645
5		441	400		417	3,2	2,97		3,14	604
6		391	400		435	3,0	3,24		3,03	617
7					526				2,35	
8	400		476	491	509		2,09	2,76	2,60	702
	396									
9		454	435		400	2,8	2,12		3,03	600
10	465	528	462		577	2,6	2,07		2,82	628
	426									
11		416			449	2,5			2,40	
		304				2,4				
12		360	462		408	2,6	2,30		1,70	652
		383				2,7				
13		392	458		508	2,0	2,04		2,30	635
		333				1,8				
		407				1,9				
14		333			367	2,1			1,95	
15		267	333		360	1,8	1,85		1,75	622
		318				2,0				
16	315									
17		364				2,4				
18				360				2,24		
19				375				2,68		

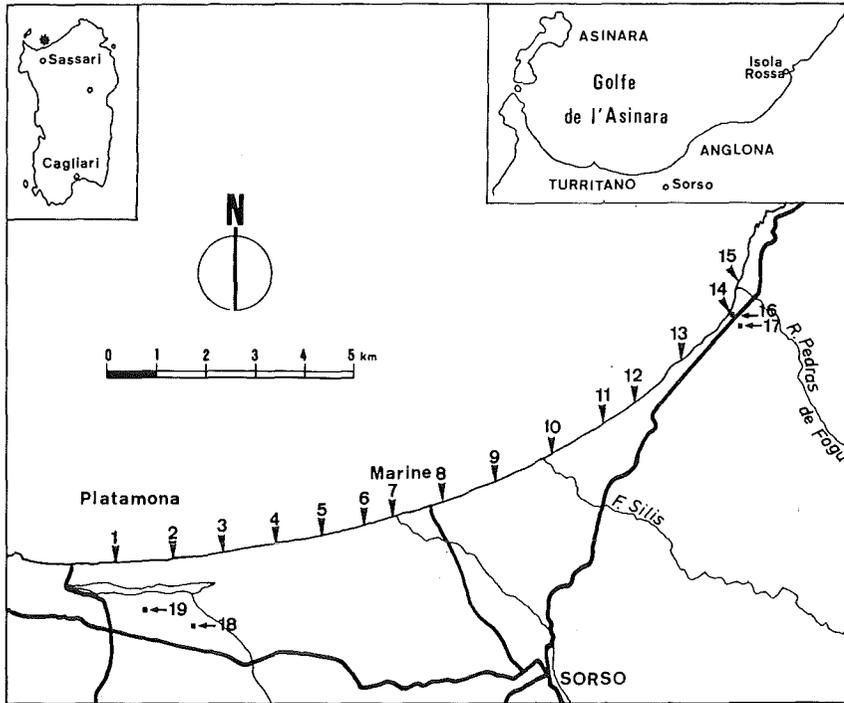


FIG. 1. — Localisation des stations de prélèvement des cailloux.

Les n<sup>os</sup> 1 à 15 sont situés sur la plage. Les n<sup>os</sup> 16 à 19 correspondent aux dépôts du Tyrrhénien II.

1. *Evolution de l'indice d'éroussé* (fig. 2). — A l'embouchure du Pedras de Fogu (n<sup>o</sup> 15), la valeur de l'éroussé oscille entre 267 et 360. Ces valeurs relativement modestes, s'expliquent par les apports de la rivière.

En effet, le cailloutis de la basse terrasse de ce cours d'eau présente des éroussés de 245, 271 et 292. Or l'histogramme d'éroussé de la station 15 montre un mode très net situé entre 200 et 250.

Vers l'ouest, l'éroussé augmente rapidement et, après 2 km (station 13), cet indice peut atteindre des valeurs élevées (508). Cette augmentation va se poursuivre pour atteindre des valeurs maximums à l'est du Fiume Silis (st. 10) (577). Par après, cet indice va se stabiliser entre 400 et 500 pour, ensuite, diminuer et osciller, dans les stations occidentales, entre 350 et 400, les valeurs minimum de 339 et 349 étant enregistrées à Platamona (stations 1 et 4).

2. *Evolution de l'indice d'aplatissement* (fig. 3). — L'évolution de l'indice d'aplatissement est tout à fait différente. L'ensemble des courbes montre

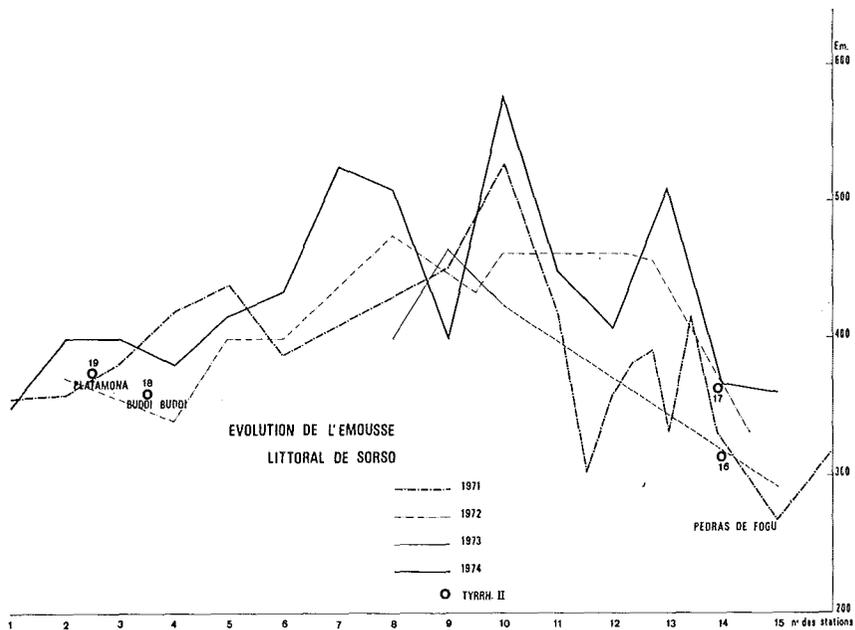


FIG. 2. — Evolution de l'émoussé (Littoral de Sorso).

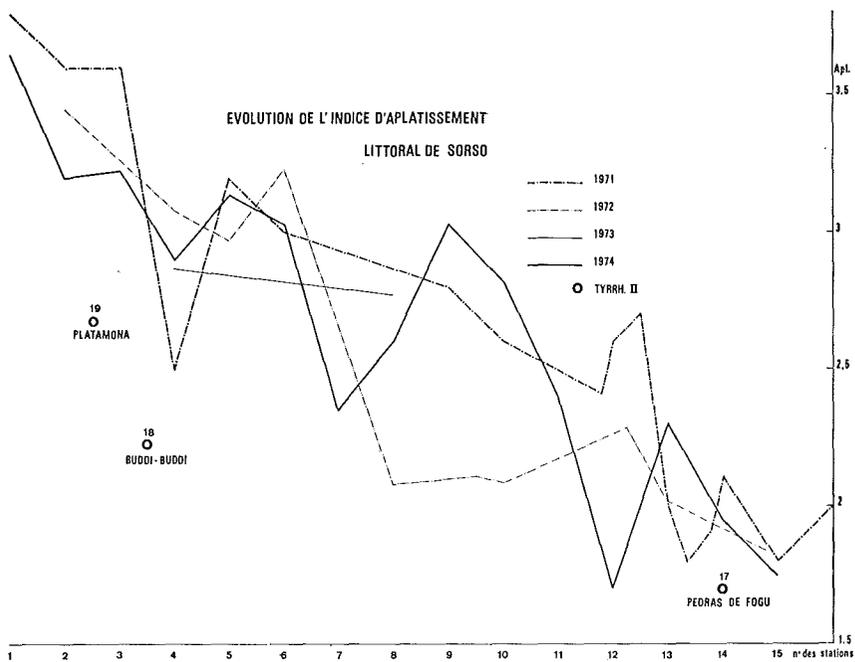


FIG. 3. — Evolution de l'aplatissement (Littoral de Sorso).

une nette tendance à l'augmentation de l'est vers l'ouest. A l'embouchure du Pedras de Fogu, l'aplatissement est très faible (1,75 à 1,85), ce qui témoigne des apports fluviaux à la mer. Les valeurs enregistrées dans les terrasses fluviales voisines sont les suivantes : 1,7 pour le Riu Pedras de Fogu et 1,8 pour le Fiume Silis. Vers l'ouest, cet indice augmente rapidement pour atteindre des valeurs de plus en plus élevées : au centre de ce littoral, à la marine de Sorso (n° 8), l'aplatissement oscille entre 2 et 2,76. Pour les trois stations occidentales (n°s 1, 2 et 3) cet indice est supérieur à 3,2 et atteint même à Platamona (n° 1) des valeurs comprises entre 3,65 et 3,8.

3. *L'indice de dissymétrie (tableau).* — La mesure de la dissymétrie a été effectuée sur les échantillons de 1972. Les indices obtenus sont stables (compris entre 600 et 700) et ne présentent aucune évolution. Cet indice donne peu de renseignements, aussi a-t-il été abandonné les autres années. J.C. Dionne [4] arrive à des conclusions semblables sur des galets de plages au Canada.

4. *Evolution du pénécintile (fig. 4).* — L'évolution du pénécintile est aussi remarquable. Après des valeurs élevées à l'embouchure du Pedras de Fogu (supérieure à 600 mm) qui témoignent d'apports torrentiels, le pénécintile diminue rapidement vers l'ouest pour, dès la station n° 13, être inférieur à 300 mm et, à l'ouest de la station n° 7, inférieur à 100 mm.

5. *Interprétations.* — L'évolution de ces divers indices nous amène aux conclusions suivantes :

a) Les galets de la plage de Sorso ont, comme source, les alluvions du Riu Pedras de Fogu. Il est, par ailleurs, peu probable que des galets de trachyte proviennent, par dérive littorale, des côtes de l'Anglona qui sont découpées en « pocket-beach ».

En outre, l'évolution des divers indices le long de ce littoral ne subit aucune modification, telle une diminution de l'échouage ou de l'aplatissement, à hauteur de l'embouchure du Fiume Silis (n° 10) et des autres ruisseaux moins importants (n°s 7 et 12) ; ainsi il est démontré que ces cours d'eau n'apportent plus de galets jusqu'à la mer.

b) L'évolution des divers indices témoigne de la présence d'un courant de dérive littorale dirigé vers l'ouest. Un tel courant a déjà été observé par M. Scaccini-Cicatelli [8] ; selon cet auteur, ce courant littoral débiterait à Isola Rossa pour suivre les côtes vers l'ouest et ensuite longer le flanc oriental de l'île de l'Asinara. G. Fierro [5] a abouti à des conclusions semblables par l'étude de la répartition des minéraux lourds dans le golfe de l'Asinara.

Ainsi, l'évolution du pénécintile (fig. 4) montre un transport sélectif vers l'ouest : les galets les plus petits sont entraînés plus loin.

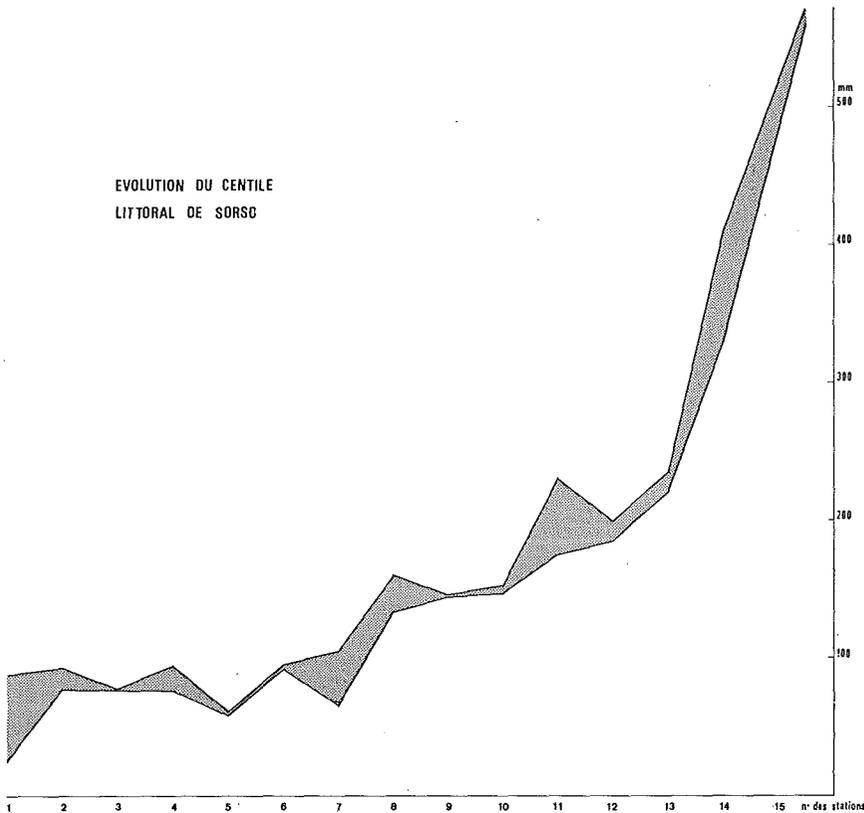


FIG. 4. — Evolution du pénécintile (Littoral de Sorso) (courbe enveloppe).

A. Cailleux [2] observait une évolution comparable sur des galets de calcaire le long de la Baie des Anges à Nice. Il expliquait cette diminution de taille par une action de l'usure marine. Par contre, F. Ottmann ([6], p. 49) envisageait pour cette même plage une action de triage de la mer.

L'augmentation de l'aplatissement des galets vers l'ouest paraît aussi être partiellement liée à un transport sélectif : les galets les plus plats, et donc les plus aisés à transporter, sont entraînés plus loin. Ces observations concordent avec celles de A. Cailleux et J. Tricart ([3], p. 270), qui signalent au départ de l'embouchure d'une rivière une augmentation de l'aplatissement et qui se demandent si un effet de triage ne s'ajoute pas à l'effet d'usure par frottement.

c) Parallèlement à ce transport sélectif, il faut aussi tenir compte de l'usure des galets en milieu littoral. Le façonnement marin détermine

une augmentation rapide de l'émoissé : ainsi, à 2 km à l'ouest (n° 13) de l'embouchure du Riu Pedras de Fogu, les caractères fluviatiles des galets ont pratiquement disparu.

L. Berthois [1] observe des faits semblables sur une plage de Bretagne.

L'augmentation rapide de l'émoissé des galets dans la partie orientale du littoral est liée au fait que cette portion de plage est fort caillouteuse, ce qui permet aux galets de rouler les uns sur les autres sous l'action continue des vagues, de se heurter et donc de s'émoisser davantage.

Par contre, dans le secteur occidental, la plage devient plus sableuse et les galets, moins nombreux, ont moins de chance de s'entrechoquer. En outre, comme nous l'avons vu plus haut, le courant littoral a sélectionné des galets plus plats et l'usure de la mer se limite surtout à une action abrasive, ce qui a comme conséquence d'augmenter considérablement leur aplatissement (Aplatissement  $> 3$ ) ; lors de chocs éventuels, ils peuvent aussi se briser plus facilement, ce qui explique la diminution progressive de l'émoissé vers l'ouest (fig. 2).

La répartition des galets sur cette plage et l'évolution de leur forme sont donc dues à l'action du façonnement marin d'une part et au transport sélectif d'autre part. Ce dernier effet est généralement sous-estimé par A. Cailleux et J. Tricart dans leur ouvrage de 1959 [3].

d) Sur les côtes rocheuses de l'Anglona, on observe des accumulations de galets au fond de chaque baie (pocket-beach). L'indice d'émoissé des galets de trachyte oscille entre 400 et 480 (6 stations) et celui d'aplatissement est de 1,65, 1,80, 1,83 et 2,3. Ces galets se différencient des cailloux du littoral de Sorso par leur faible aplatissement. Ces observations concordent avec les données de A. Cailleux et J. Tricart [3] pour les côtes rocheuses.

e) Quant aux variations annuelles des indices d'émoissé et d'aplatissement en une même station, elles doivent être liées à la succession des événements tels que tempêtes ou fortes marées qui se sont déroulés en un an sur cette plage. Ainsi une tempête peut modifier totalement la distribution des galets que l'on retrouve sur celle-ci. Cela explique les modifications considérables des indices, au centre de cette côte. Par contre, à proximité du Pedras de Fogu, les modifications sont minimales, ce qui est dû à l'homogénéité du matériel, qui n'a pas encore atteint son caractère marin. De même, dans le secteur de Platamona, les variations sont très faibles, ce qui indique que la tempête ne remanie que des galets fort semblables (très plats et moyennement émoissés). Cette observation est donc un indice supplémentaire pour admettre un transport sélectif le long de cette côte.

f) Les indices d'aplatissement et d'émoissé ont été regroupés en un même graphique (fig. 5) (ce type de graphique est conseillé par J. Tricart [3]) sur lequel nous distinguons le littoral de Pedras de Fogu (stations 14

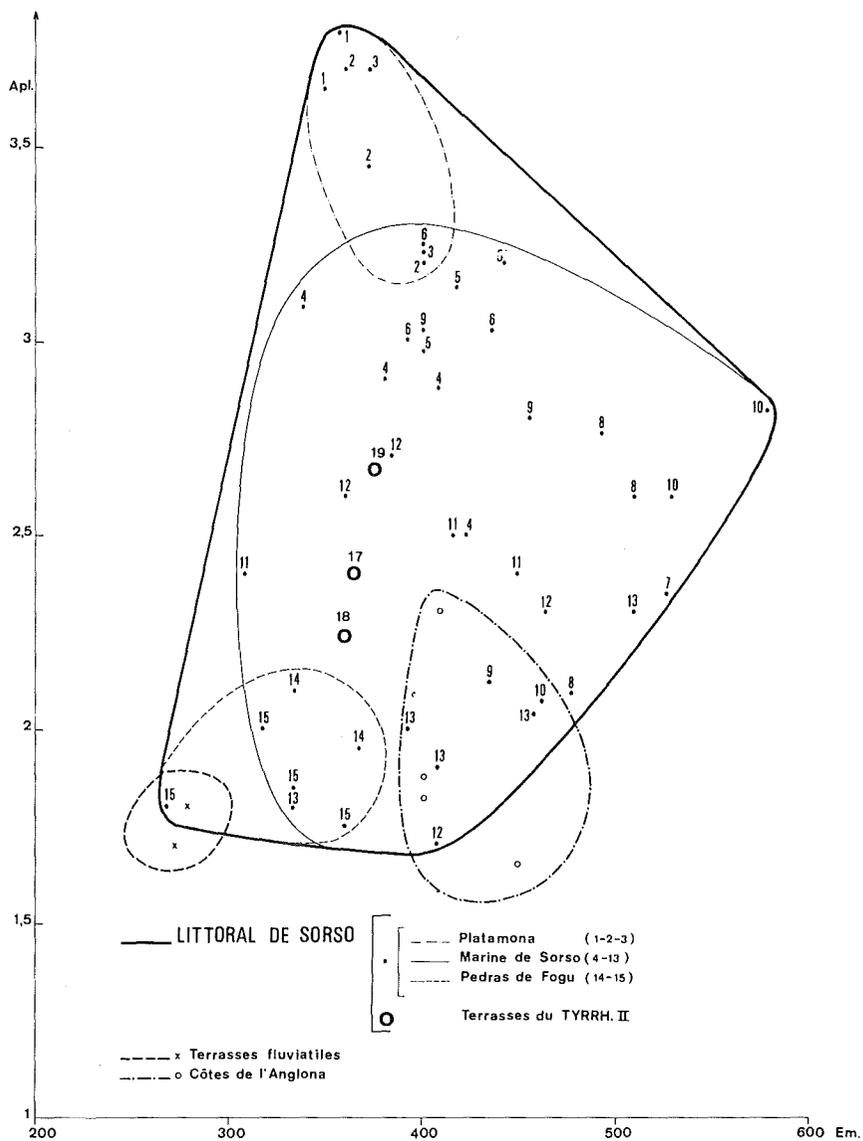


FIG. 5. — Diagramme émoussé-aplatissement (littoral de Sorso).

et 15), celui de Platamona (stations 1, 2 et 3) et le reste de la marine de Sorso (stations 4 à 13); sont aussi représentées les côtes de l'Anglona et les terrasses du Riu Pedras de Fogu et du Fiume Silis.

A l'aide de ce graphique, il est donc aisé de reconstituer le milieu dans lequel se sont mis en place les dépôts littoraux du Tyrrhénien II.

Ainsi, pour la terrasse n° 17 (Emoussé 364, Aplatissement 2,4) ses indices la rapprochent des stations actuelles 11 et 12. Les dépôts marins de Buddi-Buddi et de Platamona (n°s 18 et 19) rentrent, ainsi que le 17, dans le secteur de la Marine de Sorso.

g) Les courbes (fig. 2 et 3) des divers indices présentent une évolution générale remarquable, qui parfois est troublée par l'apparition de valeurs aberrantes. L'influence de ces dernières sur l'allure de la courbe est souvent contrebalancée par les mesures des autres années. Ces variations, parfois fortes, d'une année à l'autre, indiquent combien les mesures individuelles doivent être interprétées avec prudence.

4. *En conclusion.* — La répartition des galets sur la Marine de Sorso et l'évolution de leur forme sont dues à l'action du façonnement marin d'une part et au transport sélectif d'autre part ; mais tous deux sont liés à la dérive littorale vers l'ouest.

(Laboratoire de Géologie et de Géographie Physique,  
Université de Liège).

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BERTHOIS L. — *Façonnement et granulométrie des galets du Delec près de Brest*, dans *Revue de Géomorphologie dynamique*, t. II, 1951, pp. 259-275.
- [2] CAILLEUX A. — *Lithologie des dépôts émergés actuels de l'embouchure du Var au Cap d'Antibes*, dans *Bull. de l'Institut océanographique de Monaco*, n° 940, 1948, pp. 1-11.
- [3] CAILLEUX A. et TRICART J. — *L'étude des sables et des galets*, C.D.U., Paris, 1959, 765 p.
- [4] DIONNE J. C. — *Etude morphométrique de galets des formations quaternaires de la région de Rivière-du-Loup / Trois-Pistoles, Québec*, dans *Revue de Géogr. de Montréal*, n° 27, 1972, pp. 139-156.
- [5] FIERRO G. — *I minerali pesanti nei sedimenti marini del Golfo dell'Asinara e delle Bocche di Bonifacio*, dans *Atti Societa Italiana di Scienze Naturale*, 110, 1970, pp. 155-197.
- [6] OTTMANN F. — *Introduction à la géologie marine et littorale*, Masson, Paris, 1965, 259 p.
- [7] OZER A. — *Géomorphologie du versant septentrional de la Sardaigne*. Thèse de Doctorat en Sciences géographiques, Université de Liège, 3 vol., 1976, 620 p. (inédit).
- [8] SCACCINI-CICATELLI M. — *Sur les caractères hydrodynamiques et bathymétriques du golfe d'Asinara*, dans *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions de la Commission internationale pour l'exploration scientifique de la mer Méditerranée*. Vol. 15, 1960, pp. 265-269.
- [9] TRICART J. et CAILLEUX A. — *Détermination du Centile en granulométrie*, dans *Bull. de la Soc. géologique de France*, Série 6, n° 3, 1953, pp. 747-759.