

Les sables noirs à magnétite de l'anse du Pouldu en Bretagne méridionale*

Louis CHAURIS (1)

Mots clés : Minéralisation littorale, Minéral lourd substance, Magnétite, Ilménite, Grenat, Staurolite, Epidote, Origine, Finistère, Morbihan.

Résumé

Les sables noirs des plages de l'anse du Pouldu en Bretagne méridionale sont caractérisés par leur teneur élevée en magnétite (24,3 % des minéraux lourds), accompagnée d'ilménite (36,1 %), de grenat (15,7 %), de staurolite (8,9 %), et d'épidote (8,3 %). Les associations paragenétiques du Pouldu se distinguent nettement de celles des districts voisins (Concarneau, Gavres, Quiberon, Groix) et des différents districts bretons à magnétite. Les dépôts du Pouldu présentent un exemple d'interférence entre des provenances différentes : sources proximales (l'arrière-pays immédiat) pour l'épidote et la magnétite ; sources plus distales (l'arrière-pays lointain) pour la staurolite ; ilménite et grenat sont plus ubiquistes. La morphoscopie de la magnétite, l'abondance de l'épidote et la faiblesse de l'indice ZTR indiquent l'immaturation des concentrations.

Abstract

Beach black sands of Le Pouldu cove in Southern Brittany are characterized by their high grade in magnetite (24,3 % from heavy minerals), associated with ilmenite (36,1 %), garnet (15,7 %), staurolite (8,9 %) and epidote (8,3 %). The suites are different from the suites of the adjoining area (Concarneau, Gavres, Quiberon, Groix) and of the other magnetite districts of Brittany. The Pouldu heavy sands provide an example of interference between different origins : proximal sources (the immediate hinterland) for epidote and magnetite ; more distal sources (the remote hinterland) for staurolite ; ilmenite and garnet are more ubiquitous minerals. The morphoscopy of the magnetite, the abundance of the epidote and the weakness of the ZTR index point out the immaturity of the suites.

Un petit district riche en magnétite a été mis en évidence sur les estrans de l'anse du Pouldu, au sud de Quimperlé en Bretagne méridionale. Son étude constitue un exemple de dépôt de plages à magnétite sur une marge passive, en bordure d'un continent très pénéplané. Avant ces recherches, seules quelques données étaient disponibles ici sur les minéraux lourds disséminés dans les sables des plages, des dunes et des alluvions fluviales ou marines (Duplaix, 1949 ; Durand, 1956, 1960 ; Berthou, 1964 ; Bouysse et al., 1967 ; Guigues et al., 1969 ; Devismes, 1984).

I. Le cadre régional

La région examinée correspond à la juxtaposition de deux domaines (Barrois, 1885, 1886 ; Cogné, 1960, 1976 ; Delanoé et al., 1972 ; Lefort, 1977 ; Chauris, 1977 ; Triboulet, 1980, 1983 ; Audren, 1986) : (a) Au sud, un "domaine océanique", à présent obducté et représenté par

les formations groisillonnes, caractérisées par un métamorphisme de haute pression (schistes bleus à glaucophane) ; (b) Au nord, un "domaine continental", caractérisé par un métamorphisme de basse (moyenne) pression-haute température (micaschistes à staurolite migmatites) et par l'injection de multiples venues granitiques (fig. 1).

La côte offre une alternance de zones rocheuses et de zones sableuses (dunes isolant des étangs littoraux), interrompues par quatre ensembles estuariens (Guilcher, 1948 ; Guilcher et al., 1982 ; Marin, 1971 ; Berthou, 1964 ; Oliviero, 1978 ; Grovel, 1970). La plate-forme continentale est accidentée par une ligne de hauts-fonds et d'îles ("échine pré-littorale" de Pinot, 1974). Sur le littoral, les secteurs perpendiculaires aux grandes houles liées aux vents dominants (SW à WSW) ont de vastes plages ; les secteurs obliques aux houles ne peuvent retenir les sables, entraînés par la dérive littorale (Pinot, 1974) (fig. 2).

La région du Pouldu sensu stricto apparaît comme la récapitulation des traits morpho-sédimentologiques régionaux : opposition entre un secteur ouest, essentiellement rocheux (falaises) et un secteur est, principalement sableux (cordon dunaire), séparés par l'embouchure sablonneuse de la Laïta (fig. 3).

* Manuscrit reçu le 26 juin 1987, accepté le 16 mai 1988.

(1) Département des Sciences de la Terre, G.I.S. 410012 "Océanologie et Géodynamique" - Université de Bretagne Occidentale, 29287 Brest Cedex.

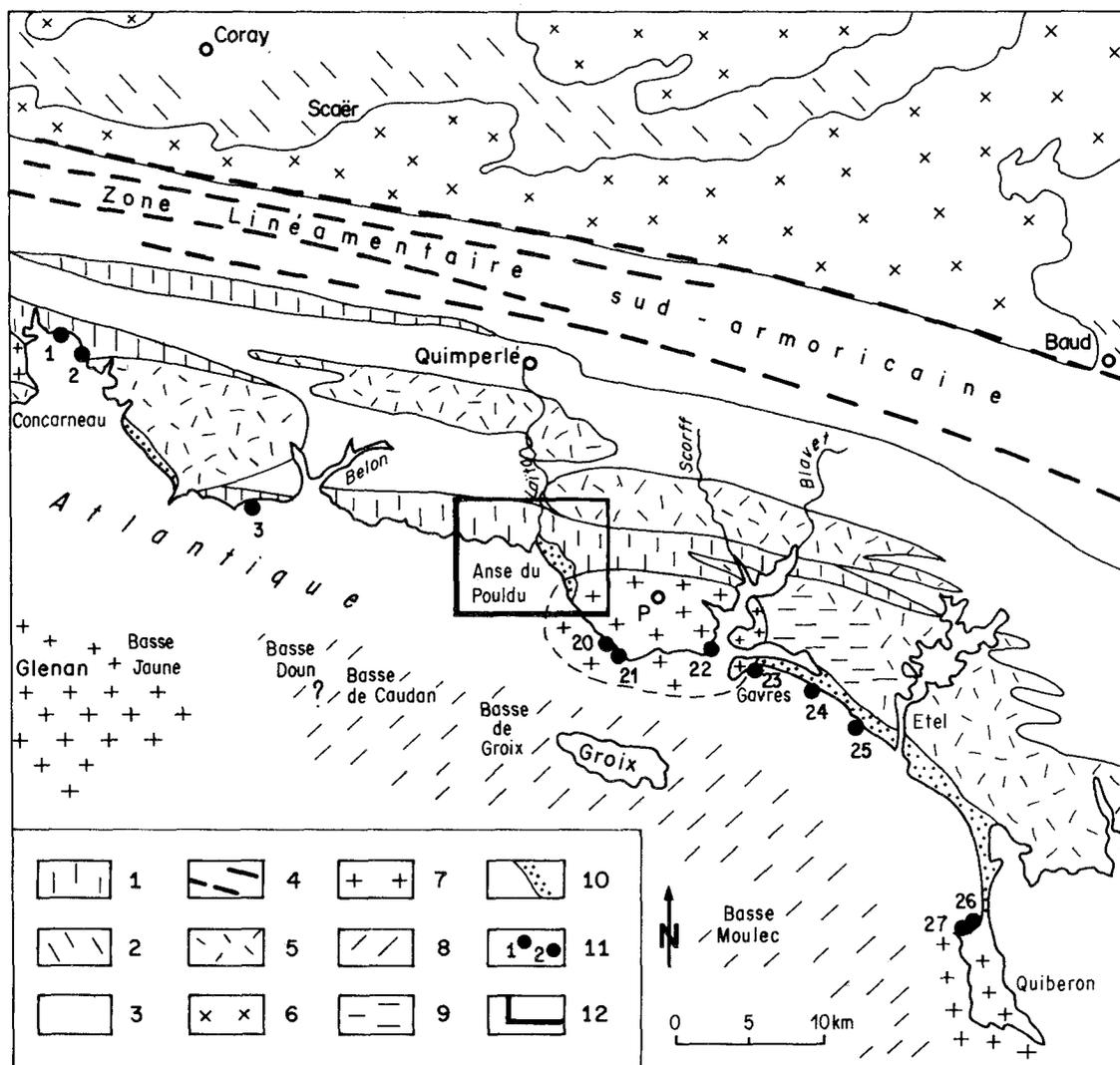


Fig. 1. - Esquisse géologique entre Concarneau et Quiberon.

1 : Micascistes (métapélites) avec métabasites du Pouldu ; 2 : Micascistes à staurotide de Coray ; 3 : Formations cristallophylliennes et granitiques non différenciées (orthogneiss, migmatites...) ; 4 : Zone linéaire sud-armoricaine (avec complexes cristallophylliens et granitiques mylonitisés) ; 5 : Granites hercyniens ; 6 : Leucogranites hercyniens septentrionaux ; 7 : Leucogranites hercyniens méridionaux ; 8 : Schistes bleus... du domaine groisillon ; 9 : Placage tertiaire ; 10 : Dunes ; 11 : Prélèvement de sables lourds (en dehors de 12) ; 12 : Localisation de la figure 3.

II. Les accumulations des sables lourds

Les prélèvements, de l'ordre d'environ 500 grammes par échantillon, ont été effectués par raclage à la pelle des placages minéralisés, localisés en haut de plage, zone de concentration préférentielle des sables lourds (cf. Burns, 1979 ; Cronan, 1980 ; MacDonald, 1983) ou, dans quelques cas, plus bas sur l'estran. Les échantillons ont été analysés par la méthode décrite dans les ouvrages de Guigues *et al.*, (1969) et Devismes (1978). Le pourcentage des minéraux lourds (densité $> 2,9$) par rapport au sable brut est donné en poids ; le pourcentage des différentes espèces est également donné en poids.

A - District du Pouldu s.s.

1. Localisation et morphologie (Fig. 3, 5 à 19).

Les principales accumulations ont été décelées à l'ouest de la Laita ; à l'est, elles sont plus étendues, mais généralement à plus basse teneur. Les types suivants ont

été reconnus. (a) Concentrations très fortes dans des criques, au pied même de la falaise, sous forme de couches massives (points 7, 8, 9). (b) Riches accumulations, en alternance avec des sables stériles, sur la plage à quelques dizaines de mètres de la ligne des plus hautes mers (point 11). (c) Placages minces, mais d'étendue pluri-hectométrique sur les plages dunaires (points 13, 16). (d) Micro-concentrations sur les rides de sables des parties basses de l'estran (points 12, 14). (e) Concentrations élevées, mais de faible extension dans le lit des ruisselets sillonnant les sables à basse mer.

Les plus fortes teneurs en minéraux lourds (= M.L.) sont généralement observées au contact des falaises (point 8) ; les plus faibles sur les parties basses de l'estran (point 12) (fig. 4a). Une différence significative apparaît entre le secteur ouest (5 à 9), caractérisé par une teneur moyenne très élevée (73,1 % de M.L.) et le secteur est (10 à 19), avec une teneur moyenne sensiblement inférieure (38,8 % de M.L.). A l'ouest, les petites criques ont joué le rôle de pièges ; à l'est, les grandes plages ont pu favoriser une certaine dilution.

La présence de micro-accumulations de sables noirs sur les rides de sable et dans le lit des ruisselets, c'est-à-dire chaque fois qu'une remise en mouvement du sable a

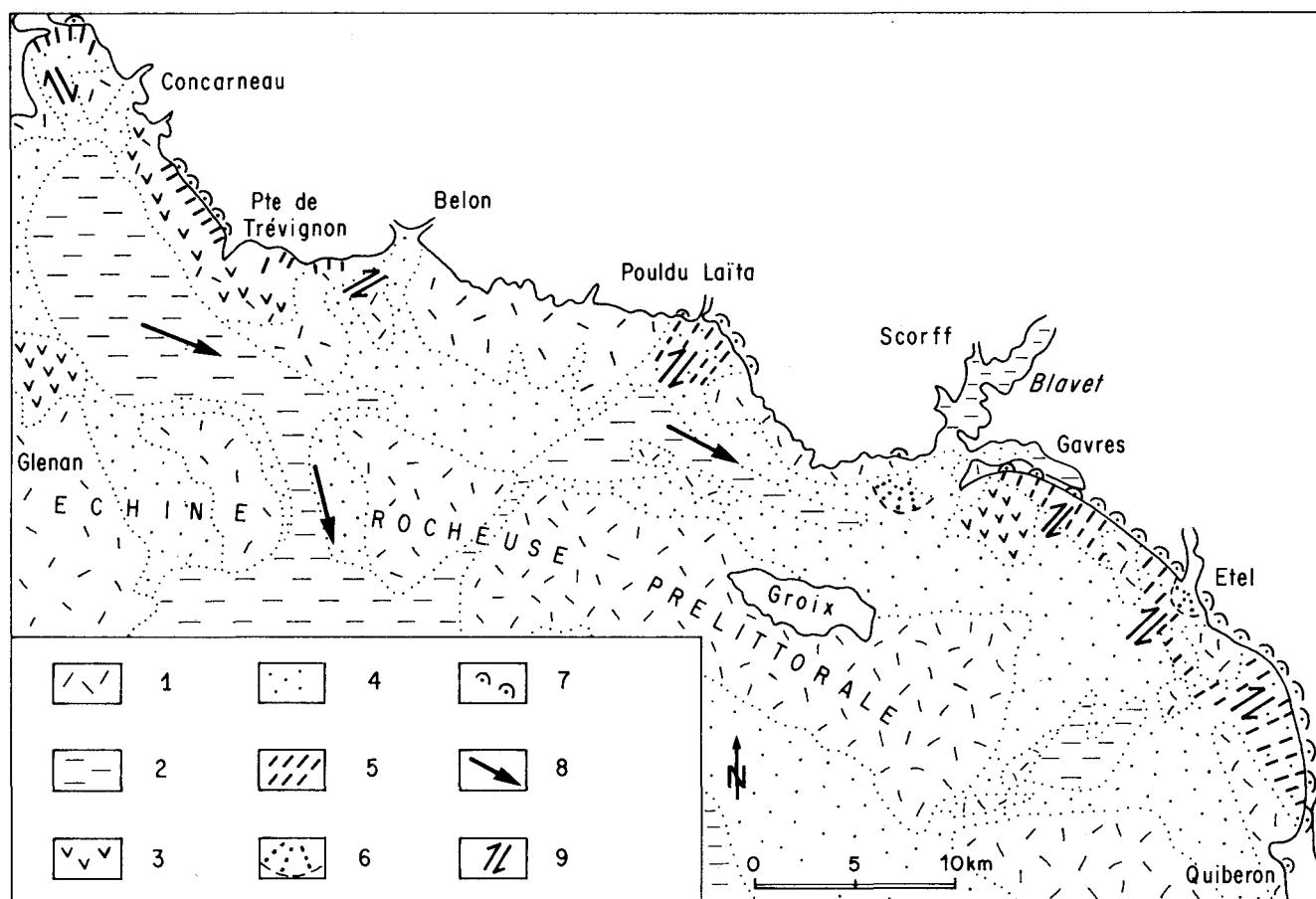


Fig. 2. - Esquisse sédimentologique de la région littorale entre Concarneau et Quiberon (d'après les travaux de Pinot, 1974).

1 : Socle rocheux ; 2 : Vases et sables vaseux ; 3 : Maërl ; 4 : Sables (Localement galets) ; 5 : Sables de plages et d'avant-plage ; 6 : Delta sous-marin ; 7 : Dunes littorales ; 8 : Transport par courants de marée ; 9 : Allées et venues des sédiments sous l'influence des houles sur avant-plage.

eu lieu, indique que la masse sableuse de l'anse du Pouldu contient des M.L. disséminés en quantité significative. Toutefois, seules des conditions de triage plus exceptionnelles, par les vagues de tempête sur les hauts de plages, c'est-à-dire dans les zones à haute énergie, ont entraîné des concentrations à teneur élevée, mais beaucoup plus restreintes.

2. Minéralogie des sables lourds

(Tableau I, 5 à 19).

Le district du Pouldu s.s. a été divisé en deux secteurs principaux, séparés par la Laïta ; le secteur situé à l'est de la Laïta a été à son tour subdivisé en trois parties correspondant respectivement au Bas-Pouldu et Guidel-Plage ; plage du Loc'h ; plage de Fort-Bloqué. Ces différentes unités seront par la suite dénommées I-II-III-IV.

L'ilménite est le minéral le plus abondant, avec une teneur moyenne (= t.m.) de 36,1 % en poids des M.L. De légères variations apparaissent du NW au SE : I = 38,3 % ; II = 36,7 % ; III = 34,8 % ; IV = 30,7 %. La granulométrie est variable (~ de 100 à 500 μ , avec des valeurs les plus fréquentes autour de 250 μ) ; les plus grandes tailles tendent à se localiser préférentiellement à l'ouest de la Laïta. A l'ouest, grains généralement anguleux, non usés ; à l'est, augmentation sensible du pourcentage des grains bien émoussés. **La magnétite** occupe la deuxième place (t.m. = 24,3 %) (fig. 4b). Le calcul des moyennes met en évidence de nettes variations du NW au SE : I = 31,3 % ; II = 29,2 % ; III = 15,1 % ; IV = 8,4 %. La granulométrie présente de forts écarts, même dans un seul gisement (~ 150

à 500 μ aux Grands Sables) ; les pourcentages les plus fréquents oscillent entre 150 et 250 μ . Comme pour l'ilménite, distinction d'un secteur situé à l'ouest de la Laïta où la magnétite est généralement très anguleuse, avec présence d'octaédres pointus, et d'un secteur situé à l'est où se manifeste une tendance parfois nette à l'émoussé. **Le grenat** apparaît à la troisième place avec une t.m. de 15,7 %. Si l'on met à part le prélèvement 19, on constate une variation régulière des t.m. du NW au SE : I = 12,1 % ; II = 15 % ; III = 22 % ; IV (prélèvement 18 seul = 30 %. La granulométrie est variée (~ 200 à 780 μ). Ici encore, les grains émoussés se rencontrent principalement à l'est de la Laïta. **La staurotide** présente une t.m. de 8,9 %. L'augmentation des moyennes du NW au SE est encore plus nette que pour le grenat : I = 5,6 % ; II = 6,6 % ; III = 12,8 % ; IV = 16,9 %. Les grains qui offrent une certaine tendance à l'émoussé, sont, dans l'ensemble, d'assez fortes dimensions (généralement entre 400 et 500 μ , parfois jusqu'à 750 μ). La t.m. en **épidote** est très proche de celle de la staurotide : 8,3 %. Les variations des moyennes sont comparables : I = 4,6 % ; II = 7,7 % ; III = 9,4 % ; IV = 17,6 %. **Silicates d'alumine**. Seule l'*andalousite* est présente dans tous les échantillons ; les seules teneurs > 1 % sont localisées dans la partie sud-est. **Le disthène** est également omni-présent, mais le plus souvent à l'état de traces ; les seules "teneurs" sont notées dans III et IV. **La sillimanite** est sporadique. **Le glaucophane** a été décelé, sous forme de traces, dans sept prélèvements, tous localisés à l'est de la Laïta. **Zircon, tourma-**

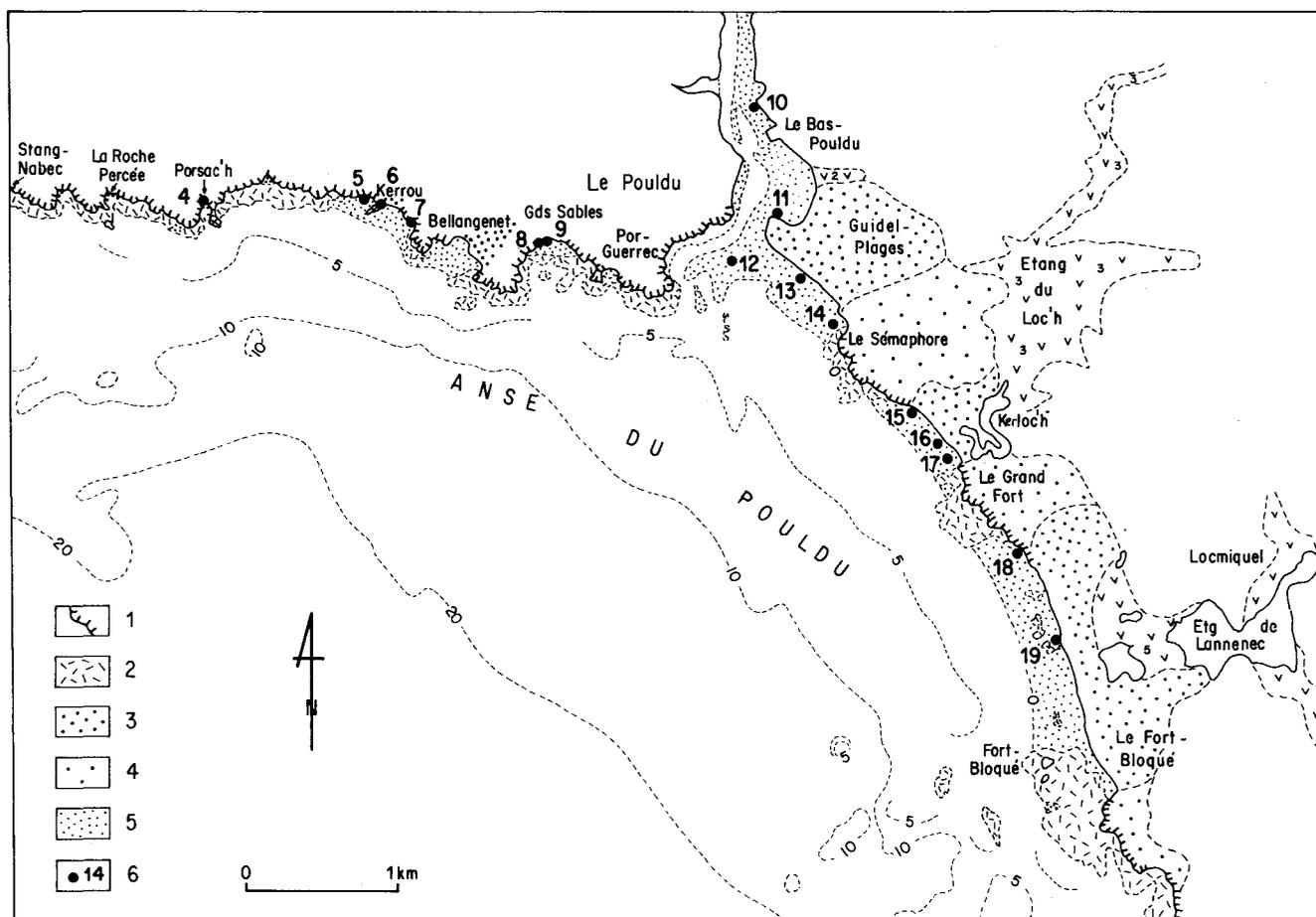


Fig. 3. - Esquisse géomorphologique et sédimentologique de l'anse du Pouldu et de ses abords.

1 : Falaise rocheuse ; 2 : Estran rocheux ; 3 : Sable dunaire ; 4 : Mince placage sableux ; 5 : Plage de sable ; 6 : Localisation des prélèvements de sables lourds.

line et rutile sont rares et dépassent exceptionnellement 1,5 %. La monazite apparaît uniquement à l'état de micro-traces. La cassitérite est présente dans onze échantillons, le plus souvent sous forme de micro-traces ou de traces ; elle est toujours fine, brun clair ou polychrome et usée.

B - Districts voisins

L'originalité du district du Pouldu s.s. apparaît immédiatement par l'examen des régions voisines. En s'éloignant de l'anse, les accumulations de M.L. deviennent rares et de faible ampleur ; il faut aller jusqu'à la baie de Concarneau au nord-ouest et au-delà de Gavres au sud-est, et surtout à l'île de Groix, pour retrouver des concentrations importantes. L'analyse des cortèges de ces districts révèle des associations paragenétiques différentes de celles du Pouldu (tableau II, fig. 4c à 4h).

Au nord-ouest, les petites accumulations sont caractérisées essentiellement par des teneurs élevées en ilménite et de faibles teneurs en magnétite, staurotide et épidote. **Au sud-est**, les concentrations sont très rares le long de la côte bordée par le leucogranite de Ploemeur. Les petits dépôts reconnus près du Courégan et de Kerroc'h (points 20-21) diffèrent totalement des occurrences de l'anse du Pouldu par leur forte teneur en grenat et leur faible pourcentage en ilménite et en magnétite. L'originalité du petit placage de Larmor (point 22) réside dans les pourcentages relativement élevés en zircon et en rutile (tous deux > 5 %). Les sables lourds de l'immense plage de Gavres (points 23, 24, 25) sont caractérisés par leur forte t.m. en épidote, en

grenat et, toute proportion gardée en glaucophane. A l'extrémité nord-ouest de la presqu'île de Quiberon enfin, le spectre est dominé d'une manière écrasante par le grenat. Les accumulations de l'île de Groix se distinguent de celles de l'anse du Pouldu par leur forte teneur en grenat et leur faible pourcentage en staurotide ; le glaucophane est omniprésent, avec localement des teneurs de l'ordre de 10 % (Chauris, 1985b).

III. Origine des sables lourds

1. Les fortes teneurs de l'anse du Pouldu

Les concentrations élevées ne se limitent pas ici seulement à l'estran, elles se retrouvent également dans les zones immergées (fig. 5). Ce parallélisme confirme l'originalité de l'anse du Pouldu. La t.m. en M.L. des sables de trois dragages et d'un vibro-carottage (5 éch. au total) s'élève à 5,6 % (Bouysse et al., 1967). Ce pourcentage contraste avec les teneurs reconnues plus à l'ouest, au large de l'estuaire du Belon (~ 0,3 % pour 5 éch.) (Bouysse et al., 1967), soit environ 20 fois moins. Aux différences de teneurs s'ajoutent des divergences minéralogiques : au large de la Laita, la t.m. en épidote est > 25 % des M.L. ; au large du Belon, elle est ≤ 1 %. Au sud-est de l'anse du Pouldu, la différence est moins accusée, mais cependant indubitable (~ 0,7 % de M.L. pour 3 éch.).

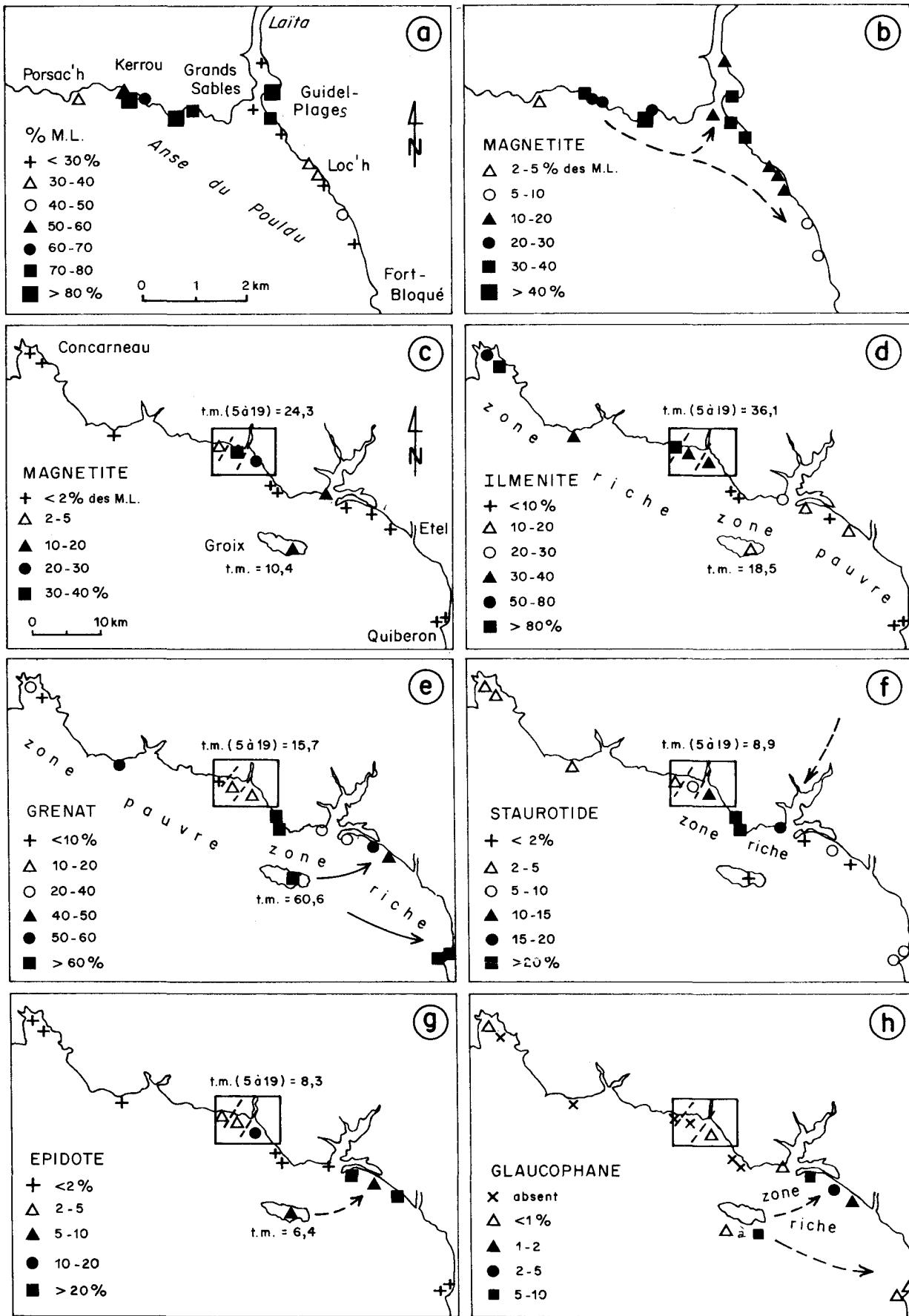


Fig. 4. - Composition minéralogique des sables lourds de l'anse du Pouldu et des districts voisins.

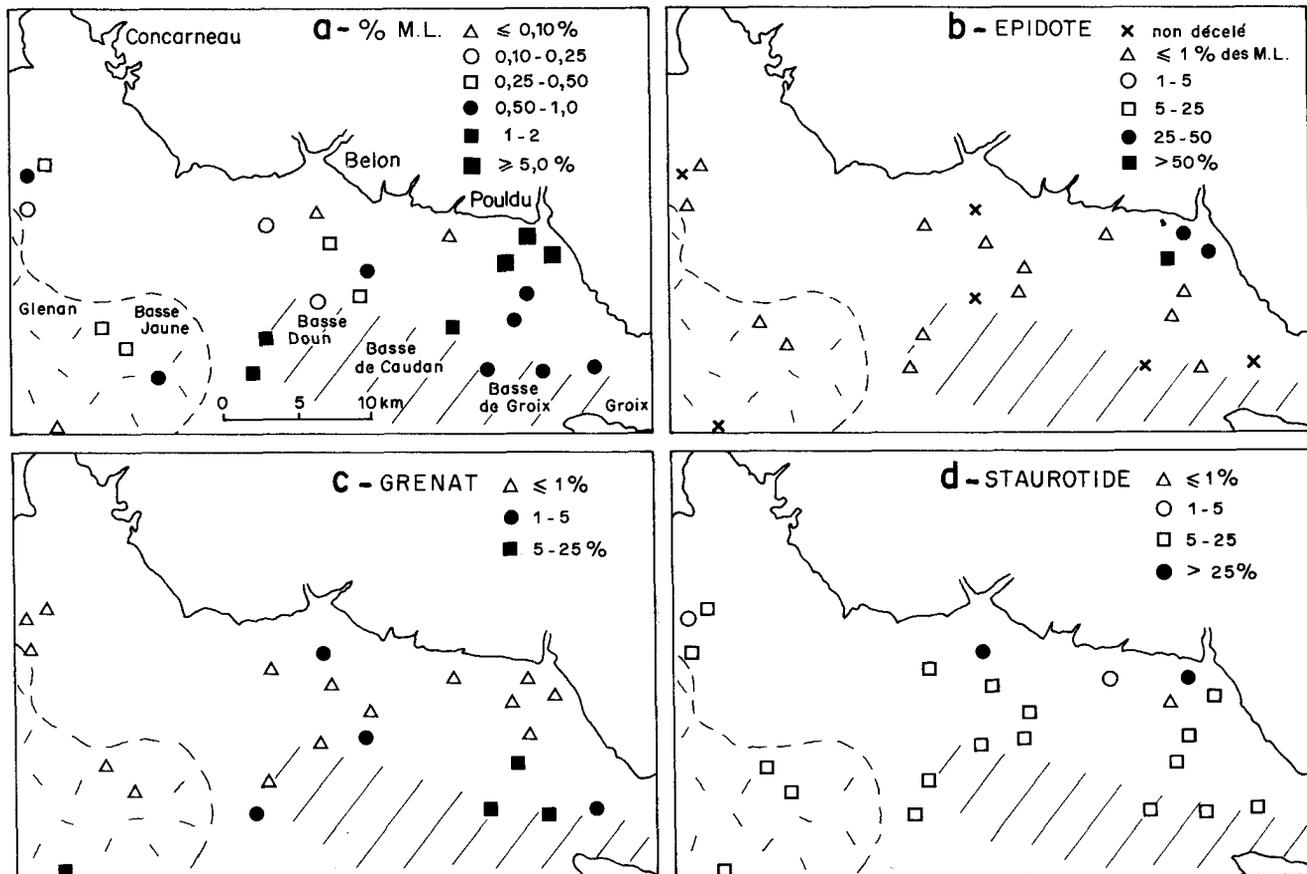


Fig. 5. - Dragage de sables "offshore" entre Concarneau et Groix (d'après Bouysse et al., 1967).

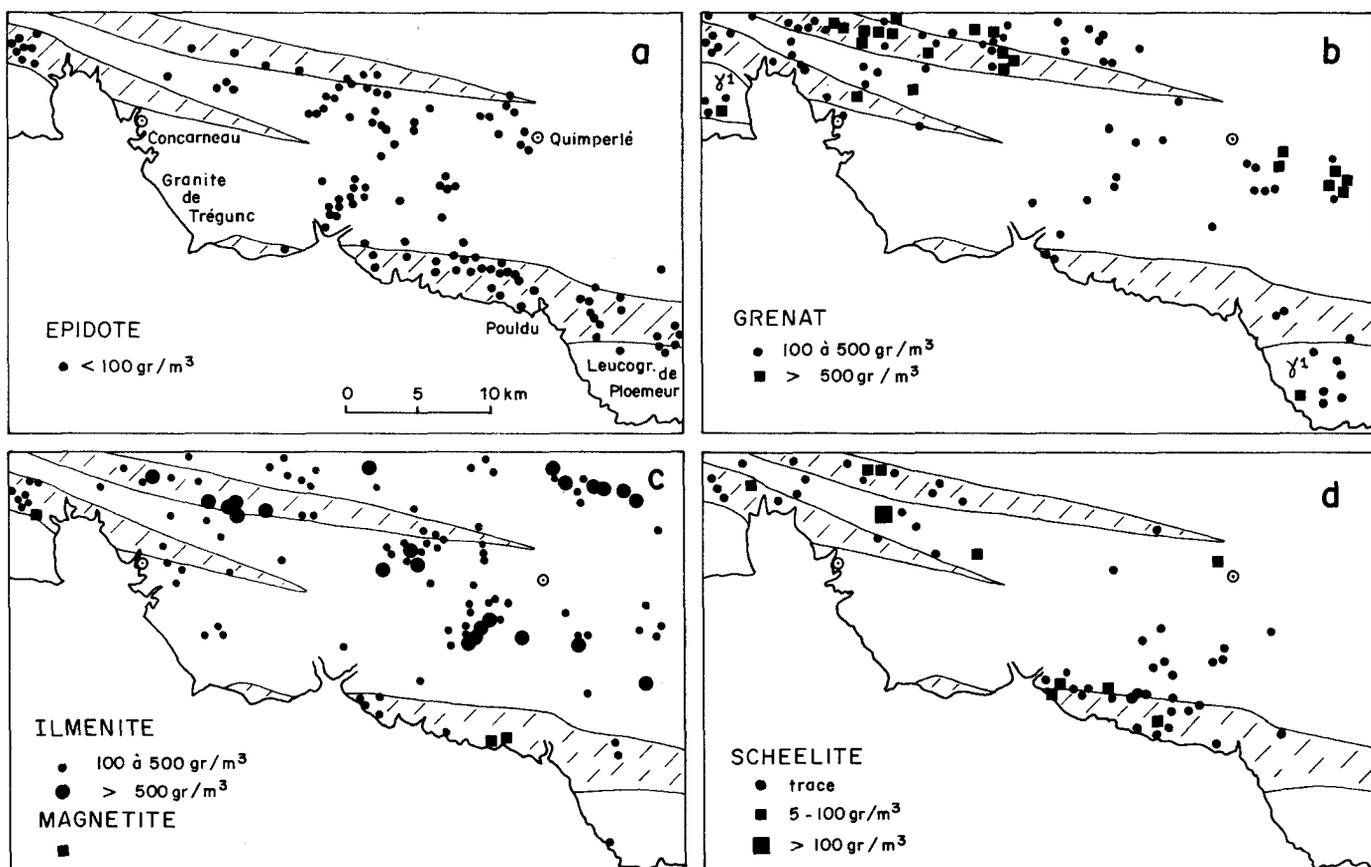


Fig. 6. - Prospection alluvionnaire (Devismes, 1984).

DISTRICTS N° SUR CARTES & M.L.	NORD-OUEST				POULDU "OUEST"				POULDU "EST"				SUD-EST															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Zircon	56,8	56,7	37,8	37,4	50,0	86,9	60,6	90,9	77,2	14,1	88,6	23,7	72,3	29,4	38,2	31,9	26,0	48,3	15,3	45,6	79,5	35,9	38,8	31,2	17,1	41,0	81,4	
Tourmaline	3,6	4,3	-	0,5	0,6	-	-	-	-	1,6	-	0,4	0,3	1,5	-	0,8	0,8	0,8	1,5	-	-	5,1	2,3	-	-	-	-	
Rutile	1,3	0,5	-	0,5	0,6	-	0,8	-	-	1,6	-	0,8	0,3	-	1,4	-	0,7	0,5	3,5	-	0,6	1,0	-	2,5	0,9	1,5	0,2	
Anatase	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	0,8	1,5	1,7	1,6	1,5	1,0	1,5	1,2	0,9	5,1	-	2,3	-	1,9	0,7	
Monazite	mtr	0,3	tr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	tr	tr	-	mtr	-	-	-	mtr	
Corindon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cassitérite	0,18	0,1	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	0,13	tr	0,14	-	-	-	mtr	-	-	1,5	-	-	-	-	-	
Scheelite	mtr	tr	tr	mtr	mtr	tr	mtr	tr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	mtr	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ilménite	64,7	80,8	35,2	82,7	47,9	43,1	43,8	30,0	26,9	41,0	32,1	37,1	32,9	40,6	32,3	45,6	26,7	28,9	32,6	1,6	0,6	25,6	16,3	-	14,1	1,5	9,8	
Magnétite	-	1,6	-	4,6	32,9	21,6	28,5	45,0	28,8	17,2	39,0	19,6	37,1	33,1	19,4	15,0	11,1	6,8	10,0	1,6	0,6	10,2	-	-	0,9	1,5	1,2	
Staurotide	2,2	2,1	4,4	2,5	4,6	3,6	11,0	5,0	3,8	4,9	9,1	3,4	9,6	6,0	13,2	11,9	13,4	28,9	5,0	23,0	28,3	18,4	-	-	1,8	7,9	5,5	
Andalousite	-	0,5	-	0,5	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	1,1	1,2	2,3	-	1,5	1,2	0,6	-	-	-	-	-	0,2
Sillimanite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Disthène	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grenat	27,0	7,5	52,8	6,1	11,0	14,4	13,7	10,0	11,5	8,2	18,3	20,5	17,8	10,5	26,4	13,1	26,7	30,0	4,0	70,3	67,6	30,7	25,8	59,7	49,7	83,8	81,6	
Epidote	-	-	-	2,0	1,1	3,6	0,8	2,5	15,3	22,1	-	9,8	0,5	6,0	2,8	9,9	15,6	1,0	34,2	-	-	1,0	38,0	7,4	23,5	1,5	-	
Amphibole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,2	-	-	0,8	-	0,4	0,5	-	-	-	-	-	-	7,0	1,4	-	-
Glaucophane	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chloritoïde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apatite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphène	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pyrite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Divers	m	-	-	m	-	-	-	-	-	c	-	c	-	m	o-p	-	-	-	o	px	px	o	c9,5	px	-	px	px	

Tabl. 1. - Le pourcentage des minéraux lourds (% M.L.) par rapport au sable brut est donné en poids. Le pourcentage des différents M.L. est également donné en poids. - = présent ; tr = traces ; mtr = microtraces. Divers : c = chlorite ; o = or ; m = mispickel ; p = pyromorphite ; px = pyroxène. Localisation des prélèvements sur la figure 1 (1 à 3 ; 20 à 27) et figure 3 (4 à 19).

2. Causes des variations de teneurs

a) Contamination des sables terrigènes par les sables organogènes

Ce processus entraîne un appauvrissement du potentiel sableux en M.L. Les conditions nécessaires au triage des M.L., très dilués dans les sables coquilliers, n'apparaissent que d'une manière exceptionnelle. La comparaison des teneurs en CO₃Ca entre les sables de l'estuaire de la Laita et des plages de l'anse du Pouldu (Berthou, 1964) d'une part, et les sables de l'estuaire du Belon (Marin, 1971) et des plages voisines d'autre part, est très suggestive. Dans le Belon, les teneurs en CO₃Ca dépassent parfois 90 % (t.m. = 55,3 %) ; au Pouldu, la teneur maximale est de 13,2 % seulement (t.m. = 6,3 %).

b) Apport massif de sables terrigènes faiblement minéralisés

Un bon exemple est fourni par le *leucogranite de Ploemeur* qui affleure au sud de l'anse du Pouldu, de Fort-Bloqué à Gavres (fig. 1). Dans tout ce secteur littoral, les dépôts de sables lourds sont très rares et de très faibles dimensions. Les sables, souvent grossiers et formés essentiellement de quartz, avec muscovite associée, dérivent à l'évidence du leucogranite. Un autre exemple est représenté par le *granite porphyroïde à biotite de Trégunc* dont l'altération est à l'origine de sables grossiers à quartz dominant (et biotite parfois très abondante (anse de Kerzou et Cabellou) qui ourlent la côte entre la pointe de Trévignon et Concarneau (fig. 1).

c) Influence des roches-sources favorables

1) Rôle majeur de l'arrière-pays

Le paragraphe précédent montre qu'à un arrière-pays pauvre en M.L. (granites de Ploemeur et de Trégunc) correspond, dans la région étudiée ici, un littoral pauvre en concentrations. A l'inverse des deux secteurs précités (côtes de Ploemeur et de Trégunc), l'anse du Pouldu est entaillée dans des formations cristallophylliennes ; les principaux minéraux lourds observés en place sont représentés par le grenat, l'épidote, la magnétite. Les prospections à la batée en lit vif effectuées par le BRGM (Devismes, 1984), confirment la coïncidence préférentielle de certains M.L. avec le complexe cristallophyllien, non seulement dans la région du Pouldu, mais également au fond de la baie de Concarneau (fig. 6 a à d). Le fait est net pour l'épidote et pour la magnétite. Les principales concentrations en magnétite ont été décelées dans l'arrière-pays immédiat du Pouldu, témoignant ainsi, avec la morphoscopie, de l'origine très proximale de cette espèce dans les dépôts de l'anse. Le grenat reste assez sporadique dans les formations cristallophylliennes du Pouldu, en bon accord avec les teneurs relativement peu élevées décelées dans les sables de l'anse. La scheelite est fréquemment notée dans les ruisseaux du complexe cristallophyllien et de ses abords ; son origine sur les plages est certainement proximale. Du fait de sa résistance, la cassitérite peut avoir une source relativement distale, en accord avec son émoussé. La staurotide a une origine lointaine ; elle provient, selon toute probabilité, des districts micaschisteux de Coray-Scaër-Baud (fig. 1). Les cartes alluvionnaires confirment la pauvreté en M.L. des granites de Trégunc et de Ploemeur - sauf pour ce dernier massif en ce qui concerne le

grenat - : ainsi pourraient s'expliquer les teneurs élevées du Courigan et de Kerroc'h.

Les apports "continentaux" par la Laïta sont actuellement tout à fait négligeables. L'étude des bancs de sables qui encombrant son embouchure et son cours inférieur, montre que la masse sableuse provient du littoral (décroissance progressive des teneurs en CO_3Ca de l'aval vers l'amont (Berthou, 1964) ; composition minéralogique comparable à celle des plages et des dunes de l'anse du Pouldu (Berthou, 1964). Par contre, dans le passé, lors des épisodes de régression, la Laïta a certainement joué un rôle important dans le transport des sédiments terrigènes fournis par les épandages périglaciaires.

2) Rôle mineur du domaine groisillon

Le domaine groisillon (fig. 1) a constitué une source majeure de M.L., non seulement pour les dépôts de l'île elle-même, (Chauris, 1985b), mais aussi pour les îles situées au sud-est (Quiberon, Belle-Ile, Houat et Hoëdic) (Chauris, 1987b).

Mais qu'en est-il vers le nord-ouest en direction de l'anse du Pouldu ? Sur les plages de Gavres et du Polygone, l'influence des apports groisillons est attestée par les traceurs que constituent ici le glaucophane et l'épidote. En avançant vers le nord-ouest, à partir de Larmor (point 22), le glaucophane devient plus sporadique. L'épidote est souvent abondante, mais son origine peut être, en grande partie, proximale. La morphoscopie et la granulométrie des grenats de Courigan et de Kerroc'h (points 20 et 21) ne correspondent pas à une source groisillon. En fait, la faible importance des apports en provenance du domaine groisillon à l'ouest de l'estuaire du Blavet est due à l'influence de la *dérive littorale* qui s'effectue vers l'est et non vers l'ouest.

IV. Comparaisons avec d'autres sables à magnétite en Bretagne

Le tableau III permet de comparer le district du Pouldu s.s. avec quelques autres districts de sables lourds à magnétite en Bretagne littorale (Chauris, 1982, 1985a et b, 1986, 1987a). Chaque district se différencie des autres districts par l'importance ou la rareté d'une ou deux espèces minérales : le Pouldu, par le pourcentage relativement élevé en staurotite et en épidote ; Groix, par la prédominance du grenat ; Saint-Quay-Portrieux, par la forte teneur en amphibole et la rareté du grenat ; Locquirec par la teneur très élevée en ilménite et la très faible teneur en grenat ; l'embouchure de la Loire, par le pourcentage très fort en pyroxène, et par les basses teneurs en ilménite.

Les associations paragenétiques indiquent que deux provinces, distinctes par leur situation géographique et leur nature pétrographique, sont à l'origine des sables littoraux à magnétite de Bretagne. (1) Pour les dépôts situés au nord de l'estuaire de la Loire (districts de Saint-Malo, Saint-Quay-Portrieux, Locquirec, le Pouldu, Groix), une province proximale, constituée par diverses formations du socle ancien armoricain (dolérites, gabbrodiorites, schistes verts...) qui affleurent près des occurrences littorales. L'origine locale est confirmée par la morphoscopie des minéraux et, en particulier, de la magnétite qui se présente souvent en octaèdres non émoussés. (2) Pour les dépôts situés de part et d'autre de l'embouchure

Nb. Ech.	POULDU 15 (5 à 19)	NORD-OUEST 4 (1 à 4)	SUD-EST 8 (20 à 27)	GROIX 38
Magnétite	24,3	~2-3	~2-3	10,4
Ilménite	36,1	65,8	8,7	18,5
Grenat	15,7	23,3	58,6	60,6
Staurotite	8,9	2,8	11,5	~<1
Epidote	8,3	~1	8,9	6,4

Tabl. II. - Teneurs moyennes (en % de M.L.) de 5 minéraux de l'anse du Pouldu et des trois districts voisins.

DISTRICT	POULDU	ST.MALO	ST.QUAY PORTRIEUX	LOCQUIREC	GROIX	EMBOUCHURE LOIRE	
Nb.Ech.	15	5	10	13	38	RIVE NORD 6	RIVE SUD 9
%M.L.	50,2	37,5	58,4	26,9	71,4	72,2	52,1
Ilménite	36,1	37,6	47,1	61,3	18,5	7,0	3,4
Magnétite	24,3	30,7	24,3	15,0	10,4	11,7	15,1
Staurotite	8,9	-	-	-	-	5,2	1,1
Grenat	15,7	10,0	1,5	-	60,6	46,9	5,8
Epidote	8,3	-	1,6	11,1	6,4	-	-
Amphibole	-	-	24,1	6,2	-	-	-
Pyroxène	-	-	-	-	-	21,9	70,8

Tabl. III. - Composition minéralogique de quelques districts de sables lourds à magnétite en Bretagne.

de la Loire, une province distale, formée par les édifices volcaniques récents du Massif central, riches en augite, olivine, magnétite. Cette interprétation est attestée par les prélèvements effectués le long du cours de la Loire et par la présence de minuscules fragments de roches volcaniques à magnétite dans les sables des plages de l'embouchure (Debyser et al., 1955 ; Ters, 1978 ; Chauris, 1987a).

Conclusions

1 - Les accumulations de sables lourds de l'anse du Pouldu constituent un bon exemple d'interférences de sources multiples : * proximales pour la magnétite et l'épidote ; * relativement distales pour la staurotite ; * plus difficiles à préciser pour les minéraux ubiquistes, comme l'ilménite et le grenat. La dérive littorale et le triage différentiel sur les estrans tendent à estomper les filiations. Malgré sa richesse en minéraux lourds, le domaine groisillon a une influence limitée sur les concentrations de l'anse du Pouldu, par suite de la dérive littorale en direction de l'est.

2 - La fréquence relative de l'épidote, la morphoscopie de la magnétite souvent encore octaédrique et la faiblesse de l'indice ZTR (Zircon + Tourmaline + Rutile) soulignent l'immaturation des dépôts.

3 - L'extension réduite des accumulations (quelques centaines de mètres au maximum sur les plages situées au sud-est de la Laïta) entraîne de faibles tonnages, malgré des teneurs souvent élevées.

Remerciements

Nous témoignons notre vive reconnaissance à H. Chevance, BRGM., Division Minière du Massif armoricain, pour son aide précieuse dans l'étude des M.L. Les cartes ont été redessinées par J.-L. Travers.

Références bibliographiques

- AUDREN C. (1986). - Évolution structurale de la Bretagne méridionale au Paléozoïque. Thèse Doct. d'État, 366 p., Rennes.
- BARROIS C. (1885). - Carte géologique à 1/80 000. Feuille Lorient.
- BARROIS C. (1886). - Carte géologique à 1/80 000. Feuille Châteaulin.
- BERTHOU P.Y. (1964). - Étude sédimentologique de la Laïta et du littoral voisin de son embouchure. Thèse 3^e cycle, Paris, 177 p.
- BOUYASSE P., LE CALVEZ Y. (1967). - Étude des fonds compris entre Penmarc'h et Groix. *Bull. BRGM Fr.*, 2, pp. 39-73.
- BURNS V.M. (1979). - Marine placer minerals. In vol. 6 "Marine Minerals", Review in Mineralogy. *Mineral. Soc. America.*, pp. 347-380.
- CHAURIS L. (1977). - Métamorphisme et magmatisme dans le Massif armoricain au cours de l'orogénèse hercynienne : une interprétation en termes de tectonique des plaques. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, D, pp. 895-898.
- CHAURIS L. (1982). - Placers littoraux à ilménite et magnétite : les sables noirs des plages de Saint-Quay-Portrieux (Massif armoricain) *Mém. Géol. Univ. Dijon*, n° 7, pp. 301-311, 1 pl.
- CHAURIS L. (1985a). - Minéraux lourds des plages et arrière-pays : le cas du Petit-Trégor (Massif armoricain). 110^e Congrès Nat. Soc. Savantes. Sc., fasc. I, pp. 183-194.
- CHAURIS L. (1985b). - Placers littoraux d'origine proximale : l'exemple de l'île de Groix (Massif armoricain). 110^e Congrès Nat. Soc. Savantes, Sc., I, pp. 195-206.
- CHAURIS L. (1986). - Placers littoraux à magnétite en Bretagne (France). *C.R. Acad. Sci. Fr.*, t. 302, série II, pp. 343-346.
- CHAURIS L. (1987a). - Nature et origine des placers littoraux de l'embouchure de la Loire. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, Nantes, Nelle série, t. 9, 1, pp. 1-11.
- CHAURIS L. (1987b). - Composition minéralogique et origine des placers littoraux dans quatre îles du Morbihan (Massif armoricain, France). *Géologie de la France*, 1, pp. 55-63.
- COGNE J. (1960). - Schistes cristallins et granites en Bretagne méridionale : le domaine de l'anticlinal de Cornouaille. *Mém. Carte Géol. Fr.*, 382 p.
- COGNE J. (1976). - La chaîne hercynienne ouest-européenne correspond-elle à un orogène par collision ? Proposition pour une interprétation géodynamique globale. *Coll. intern. CNRS*, 268, pp. 111-129.
- CRONAND D.S. (1980). - Underwater minerals. *Academic Press, London*, 362 p.
- DEBYSER J., VATAN A., BOYER F. (1955). - La sédimentation sableuse sur la côte atlantique entre la Loire et le Bassin d'Arcachon. *Geologisch. Rundschau*, 43, 2, pp. 406-425.
- DELANOË Y., DIEUCHO A., PINOT J.P. (1972). - La zone pré-littorale entre les îles de Glenan et l'île d'Houat. Étude géomorphologique et géologique. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7, 14, pp. 248-260.
- DEVISMES P. (1978). - Atlas photographique des minéraux d'alluvions. *Mém. BRGM, Fr.*, n° 95, 206 p.
- DEVISMES P. (1984). - La détermination rapide des minéraux lourds des alluvions et des roches. Thèse Univ. Brest, 74 p.
- DUPLAIX S. (1949). - Étude des minéraux lourds de la plage de Gavres. *Bull. COEC*, 1, 5, pp. 11-12, 1 fig., 1 tabl.
- DURAND S. (1956). - Le Tertiaire et le Quaternaire des environs de Port-Louis (Morbihan). *Bull. Soc. géol. minéral Bretagne*, N^o 11^e série, 2, pp. 26-106.
- DURAND S. (1960). - Le Tertiaire de Bretagne, étude stratigraphique, sédimentologique et tectonique. *Mém. Soc. Géol. Minéral. Bretagne*, 12, 390 p.
- GROVEL A. (1970). - Étude d'un estuaire dans son environnement. Le Blavet maritime et la région de Lorient. Thèse, Univ. Nantes, 249 p. + 122 p. (annexe).
- GUIGUES J., DEVISMES P. (1969). - La prospection minière à la batée dans le Massif armoricain. *Mém. BRGM*, n° 71, 172 p.
- GUILCHER A. (1948). - Le relief de la Bretagne méridionale de la baie de Douarnenez à la Vilaine. 682 p. La Roche-sur-Yon, Impr. Edit. H. Potier.
- GUILCHER A., ANDRADE B., DANTEC M.H. (1982). - Diversité morphosédimentologique des estuaires du Finistère. *Norois*, n° 114, Poitiers, pp. 205-228.
- LEFORT J.P. (1977). - Les prolongements submergés du Massif armoricain : étude de géologie et de géophysique marine. *Mém. Soc. géol. Fr.*, 130, pp. 1-68.
- MACDONALD E. (1983). - Alluvial mining. Chapman and Hall, London, 508 p.
- MARIN J. (1971). - Étude physico-chimique de l'estuaire du Belon. *Rev. Tr. Inst. sci. techn. Pêches marit.*, 35, pp. 109-156.
- OLIVIERO H. (1978). - Dynamisme sédimentaire de l'estuaire de la Laïta. Thèse 3^e cycle, Univ. Nantes, 122 p., 99 fig., 21 tabl.
- PINOT J.P. (1974). - Le pré-continent breton entre Penmarc'h-Belle-Ile et l'escarpement continental. Étude géomorphologique. Lannion, Impram., 256 p.
- TERS M. (1978). - Notice Carte géologique Paimbœuf à 1/50 000. *Edit BRGM*, 59 p.
- TRIBOULET C. (1980). - Les métabasites entre Concarneau et Lorient : un exemple de métamorphisme prograde polyphasé en Bretagne méridionale. *Bull. Minéral.*, 103, pp. 92-100.
- TRIBOULET C. (1983). - Uni- and divariant equilibria between staurolite, chloritoid, garnet, chlorite, biotite in medium pressure meta-acidites from Lorient-Concarneau area (South Brittany, France). *Contrib. Mineral. Petrol.*, 82, pp. 195-204.