

Composition minéralogique et origine des placers littoraux dans quatre îles du Morbihan *

Louis Chauris ⁽¹⁾

*Mots-clés : Minéral lourd, Minéralisation littorale, Origine
Morbihan (Belle-Ile, Quiberon, île Houat, île Hoedic)*

Résumé

L'étude des cortèges de minéraux lourds concentrés dans les placers littoraux de quatre îles du Morbihan (Belle-Ile, Quiberon, Houat et Hoedic), replacés dans un cadre régional, met en évidence l'interférence de deux sources majeures : une source distale (domaine groisillon), soulignée par le glaucophane, le chloritoïde... et pro parte par le grenat (très émoussé) ; une source proximale (domaine du Mor Bras), caractérisée par la staurotide et pro parte par le grenat (souvent anguleux). A ces deux sources se superposent des apports subordonnés d'origine imprécise. Les placers appartiennent ainsi à une "ligne croisée" et sont le résultat de processus d'hybridation. Le faible pourcentage des minéraux verts instables suggère l'ancienneté d'une part importante des sables lourds. Toutefois, la faiblesse de l'indice ZTR souligne le caractère immature des accumulations.

Abstract

The study of the heavy mineral suites concentrated in the beach placers in four islands of Morbihan (Belle-Ile, Quiberon, Houat and Hoedic) replaced in a regional framework, displays the interference of two major sources : a distal source (area of Croix), emphasized by glaucophane, chloritoïde and pro parte by garnet (very blunted) ; a proximal source (area of Mor Bras) characterized by staurolite and pro parte by garnet (often rugged). At these two sources are superposed some subordinated imputs of an imprecised origin. The beach placers belong to a "crossed line" and are the result of hybridization processes. The weak percentage of the unstable green minerals suggest the antiquity of an important part of the heavy sands. However, the weakness of the ZTR index emphasizes the immaturity of the accumulations.

Introduction

Les résultats présentés s'insèrent dans le cadre des recherches entreprises sur les placers littoraux en Bretagne.

Les travaux récents ont montré que la présence, en bordure de mer, de roches riches en minéraux lourds, s'accompagnait toujours, dans cette région, de la formation de placers d'origine proximale. C'est, en particulier, le cas des diorites de Saint-Quay-Portrieux (sables à ilménite et magnétite, L. Chauris, 1982a) ; des gabbros de Saint-Jean-du-Doigt (sables à ilménite, L. Chauris, 1985a) ; des amphibolites de la Penzé (sables à ilménite, L. Chauris, 1984)... Par contre, les formations schis-

teuses banales ou les granites (sauf dans le cas d'un important cortège filonien pegmatitique (tourmaline, grenat)... ou pneumatolytique (cassitérite) constituent des roches-mères défavorables : les placers littoraux sont alors, en règle générale, inexistant ou de faible ampleur (L. Chauris, 1982b).

L'étude détaillée des plages de l'île de Groix, dans le Morbihan, basée sur 38 prélèvements (L. Chauris, 1985b) a établi l'origine proximale prépondérante des placers. La source des concentrations est à rechercher essentiellement dans les "micaschistes à minéraux" et les "schistes bleus" du domaine groisillon (émergé et immergé) qui forment des roches-mères favorables. La dérive littorale en direction de l'est a induit toutefois un triage sélectif des minéraux lourds.

L'extension des recherches aux placers des autres îles du Morbihan situés au sud-est de Croix (Belle-Ile, Quiberon*, Houat et Hoedic), fait l'objet de cette note. Belle-Ile est essentiellement constituée par des

(1) Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, Université de Bretagne occidentale, 29287 Brest cedex, G.I.S. 410012 "Océanologie et Géodynamique".

*Manuscrit déposé le 14 juin 1985, accepté pour publication le 2 septembre 1985.

* Rattaché au continent par le long tombolo de Penthievre, Quiberon peut, en fait, être considéré comme une île.

schistes sérichtiques avec intercalations de porphyroïdes; Quiberon, Houat et Hoedic représentent les points hauts d'un long massif leucogranitique. Le socle des îles granitiques est pauvre en minéraux lourds (mis à part les septa des micaschistes à grenat et les filons de pegmatite à tourmaline, grenat et apatite, dont les volumes restent subordonnés). A Belle-Ile, les schistes renferment un peu de magnétite, ilménite, rutile, tourmaline, mais grenat et staurolite paraissent manquer totalement.

La pauvreté en minéraux lourds du substratum des quatre îles s'avère a priori défavorable à la genèse des placers littoraux. Cependant, de fortes concentrations en sables lourds ont été observées sur plusieurs plages. Une petite exploitation de sables gemmifères a même eu lieu à Houat, au XIX^e siècle. Dans ces conditions, les minéraux lourds accumulés sur les estrans doivent avoir ici une origine au moins en partie distale, d'autant plus que les cortèges ne correspondent pas, en règle générale, aux associations décelées dans les roches du socle.

Dans le but de préciser cette hypothèse, 22 prélèvements ont été effectués dans les placers des quatre îles. De plus, en vue de mieux cerner le problème des sources et des transports, 16 échantillons ont été recueillis dans les accumulations littorales du "continent" situées à l'ouest (Le Pouldu, Gavres), au nord (La Trinité-sur-Mer, Sarzeau, Damgan) et à l'est (Penestin, Piriac) du domaine insulaire étudié (fig.1).

Les prélèvements, de l'ordre de 500 gr à 1 kg par échantillon, ont été effectués à la pelle, par raclage des placages minéralisés, localisés en haut de plage, zone de concentration préférentielle des sables lourds (cf. V.M. Burns, 1979, D.S. Cronan, 1980; E.H. Mac Donald, 1983). Les échantillons ont été analysés selon la méthode décrite dans les ouvrages de J.

Guigues *et al.* (1969) et P. Devismes (1978). Le pourcentage des minéraux lourds ($d > 2,9$) par rapport au sable brut est donné en poids; le pourcentage des différentes espèces est également donné en poids. Quelques analyses qualitatives, non figurées dans les tableaux, ont été aussi effectuées.

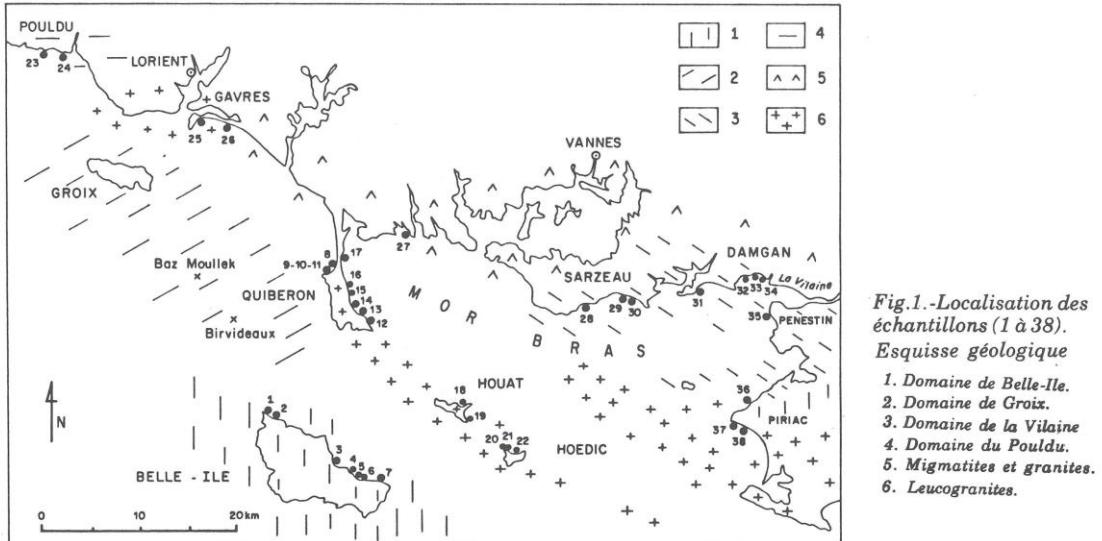
Avant ces recherches, les études sur les minéraux lourds concentrés sur les estrans de la région sont restées sporadiques (Junker *et al.* 1819; Bréon, 1880; C. Barrois, 1896; L. Marsile 1911; L. Berthois, 1929 S. Duplaix, 1949). Les grandes lignes de la géologie régionale sont exposées sur les cartes à 1/80 000 dues à C. Barrois (Lorient, Vannes, Quiberon, Belle-Ile) et synthétisées par J. Cogné (1960). La géologie sous-marine a été abordée par Y. Delanoe *et al.* (1972 a et b), J.P. Lefort (1977). La géomorphologie littorale et sous-marine a fait l'objet des mémoires de A. Guilcher (1948) et de J.P. Pinot (1974). La sédimentologie a été examinée par J.R. Vanney (1965), P. Bouysse (1966), P. Bouysse *et al.* (1967).

Répartition des minéraux lourds

Dans les placers littoraux des îles du Morbihan, les concentrations en minéraux lourds des couches minéralisées sont toujours très élevées et peuvent parfois, comme à Quiberon et Houat, dépasser 80 %. De tels pourcentages soulignent l'extraordinaire pouvoir concentrateur de la mer. Les cortèges sont variés : dans les 22 prélèvements, 17 à 21 minéraux différents ont été reconnus. Toutefois, les spectres sont caractérisés par quelques espèces qui leur confèrent un cachet particulier (tabl.1).

1. Minéraux dominants

Le spectre minéralogique est essentiellement dominé par le grenat et dans une moindre mesure, par la staurolite : à elles seules, ces deux espèces constituent 85,8 % en poids des minéraux lourds.



	BELLE-ILE							QUIBERON OUEST				QUIBERON EST					HOUAT		HOEDIC			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
% M.L.	76,7	60,2	48,1	63,1	69,3	55,3	56,3	81,4	65,2	67,1	41,0	78,8	33,1	80,2	52,6	28,8	39,9	73,8	87,6	64,4	62,4	55,7
Zircon	0,2	1,0	-	3,0	1,2	1,7	-	-	-	-	-	0,7	-	-	0,5	-	0,9	1,2	0,3	-	0,6	-
Tourmaline	0,5	-	-	-	6,2	3,7	4,5	0,2	-	-	1,5	-	-	1,0	-	-	1,4	0,7	0,6	1,3	0,4	-
Rutile	0,2	1,0	-	1,9	1,2	1,7	-	0,4	0,6	0,4	0,7	1,5	1,8	0,8	1,0	1,5	1,8	1,6	0,3	0,5	0,6	-
Anatase	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monazite	-	-	-	-	0,6	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-
Corindon	0,3	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cassitérite	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ilménite	0,6	3,8	-	5,6	6,2	7,5	-	9,8	6,5	12,3	1,5	6,1	9,5	6,4	7,1	5,1	6,9	21,9	0,5	0,4	4,0	1,3
Magnétite	0,6	5,1	-	7,5	4,0	4,1	-	1,2	0,6	0,5	1,5	0,3	9,5	0,8	0,7	-	1,8	5,6	0,5	0,7	4,5	0,5
Staurolithe	3,4	5,7	13,7	11,3	18,6	22,6	18,0	5,5	5,0	5,9	7,9	15,2	8,3	12,9	20,2	14,3	30,0	12,3	22,4	14,0	16,3	26,9
Andalousite	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-
Sillimanite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Disthène	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grenat	93,7	82,0	71,2	67,9	59,2	56,8	60,0	81,8	84,6	80,0	83,8	73,4	69,0	74,9	66,3	71,6	49,5	54,2	74,0	81,6	72,9	69,7
Epidote	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	1,5	0,5	-	-	-	3,0	1,8	-	-	-	-	-
Chloritoïde	-	-	-	-	-	-	-	0,6	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphibole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-
Glaucomphane	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pyroxène	-	-	-	-	1,8	0,9	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	0,4	1,0	1,0	0,4	1,3
Apatite	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphène	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spinelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pyrite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Divers	Pb, Cr	Or	H3,3				H9,0											W			W	

Tabl. I et II. Analyses minéralogiques des échantillons.

Pourcentage des différents minéraux lourds (M.L.) en poids. T : Trinité-sur-Mer. P. Penestin P.L. Port au loup

Ba = barytine. Cr = chromite. Pb = galène. H = hématite. Or = or. W = scheelite. m = mispicel

t = topaze. x = xénotime

Localisation des prélèvements :

-Belle-Ile. 1-Les Poulaïns. 2-Deuborh. 3-Bordardoué. 4-Redoute du Gros Rocher. 5-Les Grands Sables (Ouest). 6-Les Grands Sables (Centre). 7-Kerdonis.

-Quiberon Ouest. 8-9-10-Est Beg an Aud. 11-Portivy.

-Quiberon Est. 12-Près aérodrome. 13-WNW Fort Neuf. 14-ESE Saint-Julien. 15-Nord Saint-Julien. 16-Kerbourgenc. 17-Kerhostin.

-Houat. 18-Plage de La Fontaine. 19-Er Beg.

-Hoedic. 20-Pointe du Vieux-Château. 21-Sud-Est Pointe du Vieux-Château. 22-Est Beg en Argol.

-Pouldu. 23-Kerrou. 24-Les Grands Sables

-Gavres. 25-Gavres Ouest. 26-Kervran.

-Trinité-sur Mer. 27-Kervillon.

-Sarzeau. 28-Rohaliguen. 29-Suscino. 30-Penvins.

-Damgan. 31-Saint-Guérin. 32-Cromenac'h. 33-Ouest Béthalon. 34-Béthalon.

-Penestin. 35-Plage de la Mine d'or.

-WSW Mesquer 36-Port au loup.

-Piriac. 37-Almazor. 38-Belmont

	POULDU		GAVRES		T	SARZEAU			DAMGAN			P	P-L	PIRIAC			
	23	24	25	26		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
% M.L.	86,8	90,9	38,8	31,2	35,9	82,7	41,6	27,8	47,3	64,3	64,8	60,9	89,4	70,2	52,4	44,5	
Zircon	-	-	2,3	-	1,8	1,2	0,8	-	-	0,4	-	-	1,7	-	-	-	
Tourmaline	-	-	-	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	3,4	-	1,2	-	
Rutile	-	-	2,3	-	1,4	1,7	2,5	2,6	1,4	1,0	5,6	4,7	1,7	3,4	-	-	
Anatase	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Monazite	-	-	-	-	1,4	0,6	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Corindon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cassitérite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	1,0	-	4,6	0,4	2,5	42,2	54,0
Ilménite	43,1	30,0	16,3	-	84,8	47,3	34,8	52,2	23,4	86,1	61,2	65,4	33,6	28,8	-	1,2	
Magnétite	21,6	45,0	-	-	0,9	27,6	8,8	1,0	0,6	0,5	1,3	1,2	2,5	2,6	0,7	-	-
Staurolithe	3,6	5,0	-	7,5	1,4	-	8,5	3,5	-	0,6	11,2	1,3	14,3	16,9	-	6,1	
Andalousite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sillimanite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Disthène	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Grenat	14,4	10,0	25,8	59,7	6,6	47,0	23,3	28,3	73,2	9,1	17,9	20,4	42,0	35,6	54,9	36,3	
Epidote	3,6	2,5	38,0	7,4	-	-	0,6	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	
Chloritoïde	-	-	9,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Amphibole	-	-	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Glaucomphane	-	-	5,4	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pyroxène	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Apatite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sphène	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Spinelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pyrite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Divers	W	W				W	Or	Or W	Ba	Or	Ba2,4	t x Ba	Or m		m W		

Tabl. II

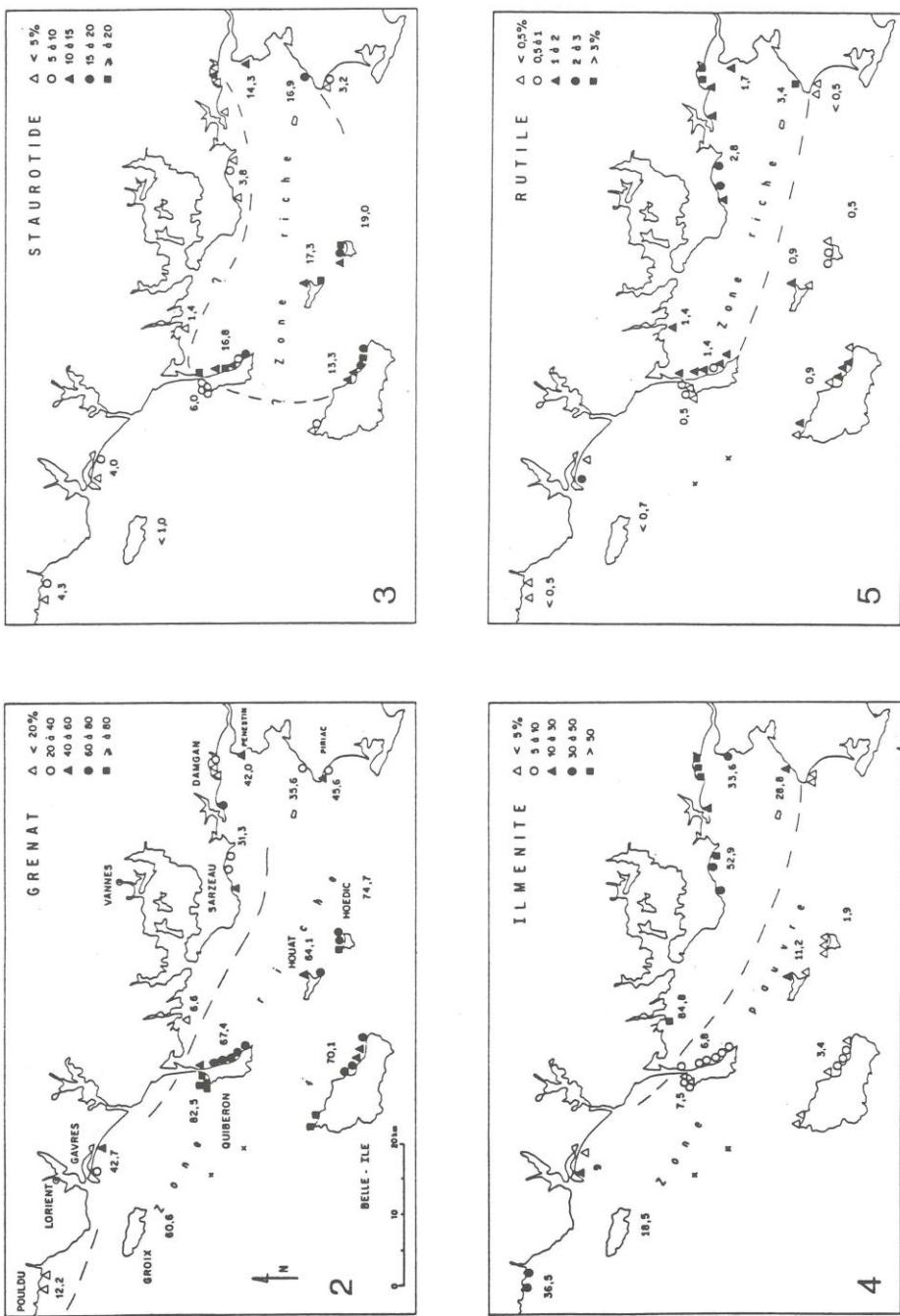
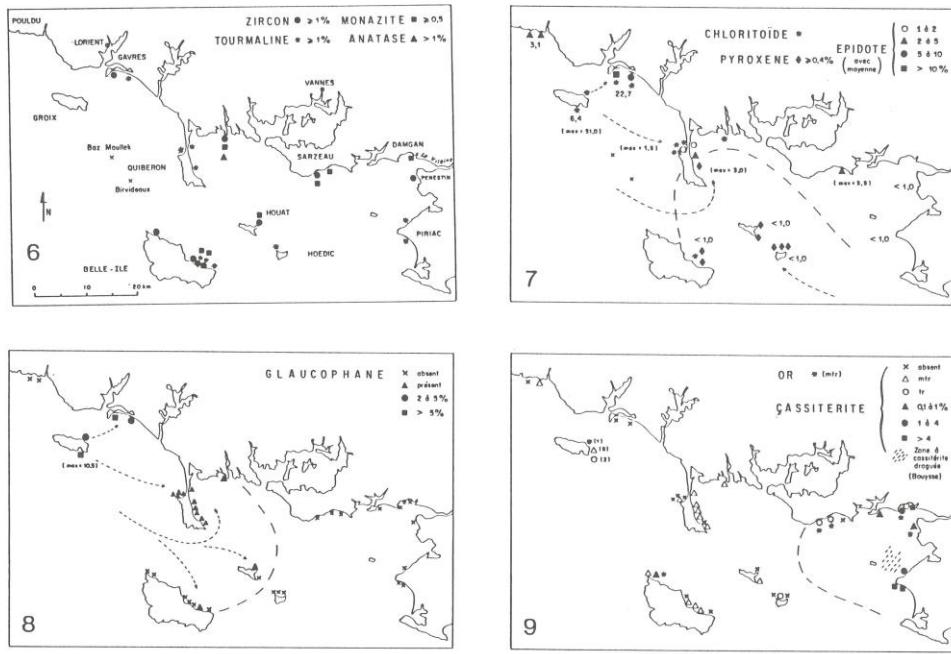


Fig.2 à 9 .. Tirets : limite approximative des zones .
Les flèches indiquent la direction estimée du
déplacement . Pourcentage des minéraux lourds en
poids . Les chiffres donnent les moyennes pour les
différents districts .



Le grenat est, de loin, l'espèce la plus significative, avec une teneur moyenne (t.m.) de 71,7 % qui explique la couleur rougeâtre des accumulations (fig.2). A Belle-Ile (t.m. = 70,1 %), le pourcentage très élevé à l'ouest (>93 %) décroît, dans l'ensemble, progressivement vers l'est. A Quiberon (t.m. = 73,5) apparaît une nette opposition entre la côte occidentale (t.m. = 82,5 %), avec très peu de variations dans les prélèvements) et la côte orientale (t.m. = 67,4 %, avec une diminution sensible de la teneur dans le prélèvement septentrional). A Houat, t.m. = 64,1 % ; l'analyse qualitative d'autres échantillons (Trec'h Salus, Trec'h Goured) confirme la nette dominance du grenat. A Hoedic, t.m. = 74,7 %, avec décroissance des pourcentages d'ouest en est.

La staurotide, avec une teneur moyenne de 14,10 % représente de deuxième minéral des cortèges (fig.3). A Belle-Ile, à l'inverse des grenats, forte croissance des teneurs vers l'est. A Quiberon, nette différence entre l'ouest et l'est, comme pour le grenat, mais dans un rapport inversé : à l'ouest, t.m. = 6 %, avec faible variation ; à l'est, 16,8 %, avec une forte augmentation pour le prélèvement septentrional. A Houat, t.m. = 17,3 % ; les analyses qualitatives de Trec'h Salus et de Trec'h Goured confirment la deuxième place de la staurotide. A Hoedic, t.m. = 19,0 % avec, à l'inverse du grenat, augmentation de la teneur vers l'est.

Au total, les pourcentages en staurotide tendent en règle générale, à croître d'une manière significative, d'ouest en est, tant dans les îles considérées individuellement que prises dans leur ensemble.

2. Minéraux accessoires

Ilménite et magnétite. L'ilménite forme le troisième minéral des accumulations de sables lourds, avec une t.m. de 6,1 % seulement (fig.4). A Belle-Ile, dans l'ensemble, les teneurs augmentent d'ouest en est. La plus forte teneur des quatre îles est observée à Houat (21,9 %) ; Par contre, à Hoedic, la teneur est particulièrement faible (t.m. = 1,9 %). La magnétite est nettement moins fréquente que l'ilménite (t.m. = 2,6 %). Les variations entre les quatre îles restent faibles (t.m. comprises entre 1,9 et 3 %).

Minéraux "résistants". La teneur moyenne en rutile est d'environ 1 % (fig.5). Les pourcentages sont toujours faibles, parfois seulement de l'ordre de 0,2 % ; la teneur la plus élevée (1,9 %) a été notée à Belle-Ile. A Quiberon, il apparaît une différence significative entre la côte ouest (t.m. = 0,5 %) et la côte est (1,4 %). La t.m. en zircon est encore plus faible que celle du rutile (fig.6) ; la teneur la plus élevée (3 %) a été décelée sur la même plage que la teneur la plus forte en rutile. A Quiberon, on note, comme pour le rutile, une différence entre la côte occidentale et la côte orientale. Les pourcentages en tourmaline sont toujours très bas, souvent <0,2 % ; ils dépassent exceptionnellement 1%, sauf dans la partie est de Belle-Ile où ils peuvent s'élever jusqu'à plus de 6 %. La monazite est omniprésente, mais le plus souvent, sous forme de microtraces ou de traces : c'est en particulier le cas à Quiberon et à Hoedic ; la plus forte teneur (1,2 %) a été notée à Houat. Le corindon est également omniprésent ; les seules teneurs significatives (0,3 % et 0,4 %) ont été décelées à Belle-Ile.

Au total, l'indice ZTR (Zircon + Tourmaline + Rutile) demeure très faible et indique ainsi le caractère immature des accumulations de minéraux lourds. On note une différence entre Quiberon Ouest (très bas) et Quiberon Est (sensiblement plus élevé). Les plus forts indices sont décelés à Belle-Ile dans les placers des Grands Sables (7,1 et 8,6).

Minéraux "verts". L'épidote, présente dans 21 sur 22 échantillons, est observée uniquement sous forme de traces à Belle-Ile, Houat et Hoedic ; à Quiberon, on décèle une certaine différence entre la côte ouest (maximum = 1,5 %) et la côte est (maximum = 3 %) (fig.7). Le chloritoïde est rarement reconnu ; les seuls pourcentages notables ont été observés à Quiberon ouest (maximum = 1 %). Les pyroxénies ont été décelées dans 20 sur 22 prélèvements ; ils paraissent caractériser un domaine oriental (partie est de Belle-Ile, côte est de Quiberon et surtout Houat et Hoedic) (fig.7). L'amphibole verte est présente dans tous les échantillons, mais avec des teneurs très faibles (maximum = 0,4 % à Houat). Le glaucophane, uniquement présent sous forme de traces, offre, cependant, une répartition significative : il est omniprésent à Quiberon (10/10), noté dans un seul prélèvement à Belle-Ile et à Houat, totalement absent à Hoedic (fig.8).

Au total, le faible pourcentage des "minéraux verts", relativement fragiles, incite à penser que les déplacements de sables lourds, concentrés dans les placers, ont commencé depuis une époque assez reculée.

Silicates d'alumine. L'andalousite est omniprésente ; la seule teneur significative (1,8 %) a été notée dans le prélèvement septentrional de Quiberon Est. Le disthène a été reconnu dans tous les échantillons, mais uniquement en traces. La sillimanite est moins répandue : à Belle-Ile, elle est décelée seulement dans la zone est ; à Quiberon, on observe une différence entre l'ouest (omniprésente) et l'est (dans un échantillon sur deux).

La cassiterite est présente, le plus souvent sous forme de microtraces, dans plus de la moitié des prélèvements (fig.9). A Quiberon, on note l'opposition entre la côte occidentale (1 éch. /4) et la côte orientale (5/6). A Deuborh (Belle-Ile), la teneur est de l'ordre de 0,5 % ; ce prélèvement est également le seul ayant fourni un peu d'or. La scheelite est très rare et observée uniquement sous forme de microtraces à Houat et Hoedic.

Origine des minéraux lourds

1. Une source distale : le domaine groisillon

L'île de Groix est formée de micaschistes quartzo-phénitiques (dominants) avec grenat, chloritoïde, épidoite, chlorite, (magnétite, ilménite, rutile, zircon, tourmaline...) et de roches basiques subordonnées : schistes bleus avec glaucophane, épidoite, grenat, pyroxène (magnétite, rutile..) ; schistes verts avec albite, épidoite, chlorite, amphibole, (magnétite...) . Les recherches de géologie marine (Y. Delanoë, 1972 a et b; J.P. Lefort, 1977) ont établi que les formations

groisillonnées se poursuivent sous la mer bien au-delà des limites de l'île ; vers le sud-est, elles se prolongent par Baz Moullek et les Birvideaux (fig.1). Au total, le domaine groisillon, émergé et immergé, a pu libérer une masse énorme de minéraux lourds.

Les plages de l'île de Groix renferment les plus importantes accumulations de sables lourds reconnues en Bretagne méridionale (L. Chauris, 1985b). Le spectre est dominé par le grenat avec des teneurs souvent supérieures à 80 % des minéraux lourds (t.m. = 60,6 %); puis, par l'ilménite (t.m. = 18,5 %), la magnétite (t.m. = 10,4 %) et enfin l'épidote (t.m. = 6,4 %). A ces minéraux essentiels (> 95 % des minéraux lourds) s'associent le chloritoïde (teneur généralement faible; parfois même non observé ; quelques prélèvements dépassent 8 %), le glaucophane (pratiquement noté dans tous les prélèvements (37/38) ; un échantillon est supérieur à 10 %) et le rutile (décelé dans tous les prélèvements, mais toujours avec des basses teneurs (au maximum 1,7 %)). Ces sept espèces qui constituent le cortège caractéristique des placers de l'île, présentent une origine essentiellement proximale.

L'influence de la dérive littorale orientée d'ouest en est, déjà sensible par la morphologie des accumulations sableuses de l'île de Groix, est confirmée par les modifications : (a) dans l'importance relative des placers (localisation des fortes concentrations uniquement dans la partie orientale de l'île); (b) dans leur composition minéralogique (différence des pourcentages de plusieurs espèces entre l'ouest et l'est : décroissance de l'épidote..., augmentation de l'ilménite...). Les dragages effectués à l'ouest de l'île de Groix (P. Bouysse *et al.*, 1967) se sont révélés pauvres en grenat. L'absence d'apports groisillons importants vers le nord-ouest est suggérée également par l'examen des placers du Pouldu (tableau II, 23-24) dont le spectre est totalement différent de celui de Groix : faible teneur en grenat (12,2 %), très forts pourcentages en ilménite (34,5 %) et en magnétite (33,3 %), teneur significative en staurolite.

Les apports groisillons en direction de l'est peuvent être établis à l'aide de minéraux-traceurs.

(a) Dans le cadre de la région étudiée, le glaucophane est connu en place uniquement dans le domaine groisillon (fig.8). A Gavres, les placers sont riches en glaucophane (jusqu'à 5,4 %) (tableau II, 25-26). A Quiberon, l'apport groisillon est encore sensible, même s'il est plus faible. Sur la côte septentrionale du Mor Bras, le glaucophane est noté aux environs de Carnac (L. Marsille, 1911), mais pas au-delà de La Trinité sur Mer (tableau II, 27) ; il est rare à Belle-Ile et à Houat, inconnu à Hoedic. L'apport groisillon en glaucophane vers l'est a commencé à une époque ancienne, comme l'atteste sa présence dans les dépôts tertiaires de Port-Louis, Etel et Quiberon (S. Durand, 1960). Une certaine coïncidence spatiale apparaît entre les extensions anciennes et actuelles.

(b) Le chloritoïde est également abondant à Gavres (9,5 %, tableau II, 25) (fig.7). A Quiberon, il est présent dans tous les échantillons de la côte occidentale ; il est rare à Belle-Ile, absent à Houat et Hoedic et sur la côte du Mor Bras à l'est de La Trinité-sur-Mer. Avec l'éloignement de la source

groisillonne, la résistance relativement faible du chloritoïde peut expliquer son absence dans les zones orientales du domaine étudié.

(c) L'épidote est très fréquente à Gavres (tableau II, 25-26) (fig. 7) ; elle est notée avec des teneurs significatives à Quiberon, mais à Belle-Ile, Houat et Hoedic, elle ne se présente plus qu'en traces.

(d) Les variations des teneurs en ilménite paraissent significatives (fig.4). La teneur moyenne des quatre îles est environ trois fois plus faibles qu'à Groix. On assiste en outre (mis à part un prélèvement exceptionnel à Houat) à une décroissance des pourcentages avec l'éloignement de Groix : Gavres (environ 9 %), Quiberon Ouest (7,5), Quiberon Est (6,8), Belle-Ile (3,4), Hoedic (1,9). Les très fortes concentrations observées sur la côte nord du Mor Bras (84,8 % à La Trinité sur Mer ; 52,9 % dans les districts de Sarzeau-Damgan (tableau II) ne se retrouvent pas dans les îles. Cette constatation suggère l'absence d'influences septentrionales sur la composition des accumulations insulaires.

(e) Le grenat constitue dans les quatre îles, comme à Groix, le principal minéral des placers (fig.2). Sur la côte septentrionale du Mor Bras, par contre, les teneurs sont nettement plus basses ; 6,6 % seulement à La Trinité-sur-Mer ; 31,3 % dans les districts de Sarzeau-Damgan, avec quelques prélèvements <10 %. Au total, les teneurs sont ici très nettement inférieures à la moyenne des placers insulaires. Ces observations incitent à penser qu'une partie importante du grenat des quatre îles provient du domaine groisillon. La possibilité de telles migrations, facilitées par la morphologie globuleuse du grenat, est appuyée par le fort émoussé de ce minéral.

2. Une source proximale : le domaine du Mor Bras

Le domaine groisillon n'est pas la source unique des minéraux lourds concentrés dans les sables des quatre îles.

(a) La répartition de la staurolite dans les placers constitue un argument démonstratif pour une autre source (fig.3). A l'évidence, ce minéral n'est pas d'origine groisillonne : il est exceptionnellement en place dans l'île. En outre, dans les placers de Groix, les teneurs sont, le plus souvent très basses : sur 38 échantillons analysés (L. Chauris, 1985b), seuls cinq ont montré des pourcentages supérieurs à 1 % (1,2, 1,4-2,1- 2,2 et 5,1). Les teneurs sont basses également le long de la côte septentrionale du Mor Bras (1,4 % à La Trinité-sur-Mer; t.m. 3,8 % à Sarzeau-Damgan), ainsi qu'au sud de Piriac (3,2 %). Par contre, elles s'élèvent très nettement le long de la côte de Penestin (14,3 % à Pénéstin; 16,9 % à Port-Loup) (tableau II, 35-36) où elles sont d'un ordre de grandeur comparable à celui de Hoedic, Houat, Belle-Ile et Quiberon Est. Les prospections alluvionnaires en lit vif ont montré de fortes teneurs en staurolite dans les micaschistes qui affleurent au nord du granite de Guérande (J. Guigues *et al.* 1969). La staurolite est connue en place dans les micaschistes de part et d'autre de l'estuaire de la Vilaine (C. Audren, 1971). L'ensemble de ces observations suggère que la source primaire de la staurolite doit être recherchée dans ces formations micaschisteuses et dans leurs prolongements occidentaux à présent ennoyés dans le Mor Bras.

(b) C'est aux mêmes micaschistes émergés, ennoyés ou enclavés dans les leucogranites qu'il convient aussi de rapporter une autre partie des grenats accumulés dans les placers des quatre îles et plus particulièrement à Hoedic, Houat et Quiberon Est (fig.2). Une faible proportion des grenats dérive également des pegmatites intragranitiques de Quiberon, Houat et Hoedic. Ainsi peut-on expliquer l'association de grenats anguleux, d'origine proximale, aux grenats parfaitement émuossés d'origine distale. L'examen morphoscopique révèle qu'à l'est (Hoedic, Houat), les grenats sont, en moyenne, beaucoup moins émuossés qu'à l'ouest (Belle-Ile). Ces observations qui suggèrent une décroissance vers l'est du pourcentage relatif des grenats d'origine groisillonne, vont dans le même sens que les remarques faites pour différentes espèces minérales (glaucophane, chloritoïde, épidoïte, ilménite). La part respective des deux sources reste toutefois très délicate à apprécier.

(c) L'origine la plus probable de la cassitérite doit être recherchée principalement à l'est du Mor Bras où affleurent des occurrences en place (Piriac) ou déposées dans les formations relais (Pliocène? de Penestin) (fig. 9). Les teneurs décroissent rapidement à partir des gîtes terrestres. La cassitérite des placers insulaires se présente en grains fins et roulés. Une liaison, au moins partielle, avec le leucogranite de Piriac a été confirmée par les dragages effectués au large de cette localité (P. Bouysse, 1966). Comme la cassitérite, l'or est principalement d'origine orientale ; la source des occurrences, extrêmement tenues, de Belle-Ile (1 prélèvement sur 7) et de Groix (1 sur 38 seulement) reste inconnue.

3. Des sources indéterminées

Un pourcentage imprécis des minéraux lourds précités (grenat, staurotide, ilménite...) pour n'évoquer que les principales espèces) provient très certainement des épandages sableux étendus sur la plate-forme continentale au cours des régressions quaternaires (ou plus anciennes) et remaniés par les transgressions. Leur origine peut être très lointaine ; toutefois, l'importance de la source groisillonne et de la source du Mor Bras (supra) suggère que la proportion de ces apports est relativement réduite.

Les provenances de la magnétite sont souvent difficiles à préciser. L'absence, sauf quelques exceptions, de teneurs élevées, minimise l'influence d'apports localisés à l'inverse de certains placers de Groix (L. Chauris, 1985b). De même, les faibles différences entre les teneurs moyennes dans les placers des quatre îles (1,9 à 3 %), quelque soit la nature du socle, incitent à penser à une certaine homogénéisation des apports due à des provenances distales au moins partielles. Cette interprétation est appuyée fréquemment par une morphoscopie parfaitement émuosée, en particulier à Belle-Ile.

Le cas du pyroxène pose également problème. La carte de répartition privilégie à l'évidence un domaine sud-est (fig.7), qui pourrait représenter (?) les derniers apports des sables ligériens (cf. J. Debryser *et al.*, 1955).

L'origine des minéraux lourds résistants s'avère, comme toujours, d'interprétation délicate, d'autant

plus que, dans le domaine étudié, les contrastes de teneurs sont, en règle générale, peu accusés. En fait, la faible proportion de ces minéraux dans les spectres influe très peu sur la composition d'ensemble des placers. Dans le cas du rutile (fig.5), on peut opposer un domaine "pauvre" (t.m. <1% : Groix, Quiberon Ouest, Belle-Ile, Houat, Hoedic, Piriac) et domaine "riche" (t.m. >1% : Quiberon Est, Trinité-sur-Mer, Sarzeau, Damgan, Penestin, Port-au-Loup, avec des teneurs localement >5%) sans que la provenance du minéral dans les placers insulaires soit pour autant éclaircie. L'origine de la monazite des placers insulaires (21 sur 22 échantillons) demeure également inconnue. En aucune façon, Groix où ce minéral est très rare dans les sables (4/38) ne peut représenter une source vraisemblable.

Conclusion

En dépit de ses dimensions relativement restreintes (80 km de long), la région étudiée permet, grâce au nombre d'analyses effectuées (76), d'émettre quelques conclusions de partie générale sur l'origine des minéraux lourds concentrés dans les placers littoraux.

La répartition des espèces minérales dans les accumulations littorales (dépôt) est sous l'influence : a) des aires d'alimentation différentes (sources) ; b) des phénomènes de triage dynamique associés aux processus d'altération différentielle (transport).

Des exemples d'interférences entre deux sources principales sont fournis par l'étude des quatre îles du Morbihan. Les placers appartiennent ici à une "ligne croisée" et sont le résultat de processus d'hybridation.

Par ses roches-mères particulièrement favorables, le domaine groisillon (ou domaine occidental) constitue une source privilégié de minéraux lourds, dont il est possible de suivre, grâce à certains traceurs, la dispersion vers l'est. Cet apport arénique distal interfère progressivement avec des apports plus proximaux, dérivés en particulier des micaschistes de l'estuaire de la Vilaine et de leur prolongement sous-marin dans le Mor-Bras. Les dépôts de ce domaine oriental se caractérisent par la staurotide, pratiquement absente du domaine groisillon. A ces deux sources majeures, s'ajoutent des apports, probablement restreints, d'origine indéterminée.

La comparaison des cartes de répartition des minéraux lourds (fig.2 à 9) aboutit ainsi à une certaine ordonnance autour de l'influence de deux provinces principales d'alimentation : à l'ouest, le domaine groisillon (distal) ; à l'est, le domaine du Mor Bras (proximal). L'opposition, souvent signalée, entre la côte ouest et la côte est de Quiberon, souligne particulièrement bien l'influence respective des deux domaines.

Dans tous les cas, les placers de la région étudiée présentent un caractère immature, marqué par la faiblesse de l'indice ZTR. Toutefois, la proportion restreinte des "minéraux verts", fragiles, suggère l'ancienneté d'une partie importante des minéraux lourds accumulés dans les placers.

Remerciements

Ce travail a été entrepris dans le cadre du GIS "Océanologie et Géodynamique". H. Chevance, chef du laboratoire de Minéralogie, BRGM, Nantes a effectué les analyses de sables lourds ; J.L. Travers a redessiné les cartes.

Bibliographie

AUDREN C. (1971).- Etude pétrographique et structurale des schistes cristallins de l'estuaire de la Vilaine .Thèse 3ème cycle,Université de Rennes, 104 p.

BARROIS C.(1896).- Phénomènes littoraux actuels du Morbihan. *Ann. Soc. géol. Nord*, 24, pp. 182-226.

BERTHOIS L. (1929).- Sable marin de l'île d'Houat. *Bull. Soc. géol. Minéral. Bretagne*, 10, pp. 8-9.

BOUYSSÉ P. (1966).- Résultats généraux obtenus par les premières campagnes du "Beluga" en baie de la Vilaine et ses abords. *Bull. BRGM Fr.* (1), n°5, pp. 3-17.

BOUYSSÉ P. , LE CALVEZ Y. (1967).- Etude des fonds compris entre Penmarc'h et Groix .*Bull. BRGM Fr.* (1), n°2, pp. 39-73.

BREON (1880).- Liste des minéraux des sables de l'Île de Groix et de l'île d'Houat. *Bull. Soc. fr. Mineral* ,3, pp. 55-56.

BURNS V.M. (1979).- Marine placer minerals . In vol 6 "Marine Minerals", Review in Mineralogy- Mineral. Soc. America, pp. 347-380.

CHAURIS L. (1982a).- Placers littoraux à ilménite et magnétite : les sables noirs des plages de Saint-Quay-Portrieux (Massif armoricain). *Mem Géol. Univ. Dijon*, n°7, pp. 301-311.

CHAURIS L. (1982b).-A la recherche des placers littoraux : concentrations de sables lourds sur les plages du Nord-Finistère (Massif armoricain).107 ème congrès Nat. Soc. Sav. Brest, Sci, n°3, pp. 119- 130.

CHAURIS L. (1984).-Concentrations de sables lourds sur les plages de la baie de Morlaix (Finistère). *Norois*, 31, n°123, pp. 407-426.

CHAURIS L. (1985a).- Minéraux lourds des plages et arrière -pays : le cas du Petit-Trégor (Massif armoricain). 110 ème Congrès Nat. Soc. Savantes, Montpellier, Sci, I, pp.183-195

CHAURIS L. (1985b).-Placers littoraux d'origine proximale : l'exemple de l'île de Groix (Massif armoricain) 110 ème Congrès Nat. Soc. Savantes, Montpellier.Sci I, pp. 195-206.

COGNE J. (1960).-Schistes cristallins et granites en Bretagne méridionale. *Mém. Carte géol. Fr.*, 382 p.

CRONAN 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. *Geol. Rundschau*, 43, 2, pp. 406- 425.

DELANOË Y., DIEUCHO A., PINOT J.P. (1972a). La zone périlittorale entre les îles de Glénan et l'île d'Houat. Etude géomorphologique et géologique. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7, 14, pp. 248-260.

DELANOË Y., GALENNE B., LASNIER B., PINOT J.P. (1972b).- Découverte par carottage sous-marin d'une association pétrographique de micaschistes à chloritoïde et de schistes à glaucophane autour de la Baz Moullek , à 11 kilomètres au sud-est de l'île de Groix (Morbihan). *C.R. Acad. Sci. Fr.*, (D), 274, pp. 644-646.

DEVISMES P. (1978).- Atlas photographique des minéraux d'alluvions *Mém. BRGM*,Fr. n°95, 206 p.

DUPLAIX S. (1949).- Etude des minéraux lourds de la plage de Gavres. *Bull. COEC*,1, n°5, pp. 11-15.

DURAND S. (1960).- Le Tertiaire en Bretagne , étude stratigraphique, sédimentologique et tectonique. *Mem. Soc. Géol. Minéral. Bretagne*, 12, 390 p.

GUIGUES J., DEVISMES P. (1969).- La prospection minière à la batée dans le Massif armoricain *Mém. BRGM*,Fr. n°71, 172p.

GUILCHER A. (1948).- Le relief de la Bretagne méridionale de la baie de Douarnenez à la Vilaine .*Imp. Edit. H. Potier, La Roche sur Yon* , 682 p.

JUNKER et DUFRENOY (1819).- Rapport sur les recherches et les essais de la mine d'étain de Piriac (Loire -Inférieure). *Ann. Mines* 1, 4, pp. 21-58.

LEFORT J.P. (1977).- Les prolongements submergés du Massif armoricain : étude de géologie et de géophysique marine. *Mem. Soc géol Fr.*, nouvelle série, 56, 130, pp.1-68.

MAC DONALD E.H. (1983).- Alluvial mining. Chapman and Hall, London,508 p.

MARSILLE L.(1911).- Sur quelques sédiments clastiques et organiques de la baie de Quiberon . *Bull. Soc. Polymathique du Morbihan*, pp. 220-224.

PINOT J.P. (1974).- Le pré-continent breton entre Penmarc'h - Belle-Ile et l'escarpement continental. Etude géomorphologique . Impram. Lannion ,256p.

VANNEY J.R. (1965).- Etude sédimentologique du Mor Bras , Bretagne .*Marine Geology* ,3, pp. 195-222.