

Différenciation granitique et minéralisation dans le pluton polyphasé de Quintin (Massif armoricain) *

*Granitic differentiation and mineralization
in the Quintin granitic pluton (Armorican massif)*

Louis CHAURIS ⁽¹⁾, Yves LULZAC ⁽²⁾, Claude GERMAIN ⁽³⁾

Mots-clés : Granite (Pluton Quintin), Orogénie hercynienne, Différenciation magmatique, Indice minéral, Métal substance, Côtes-d'Armor.

Résumé

Le massif granitique de Quintin constitue l'un des plus grands plutons polyphasés du batholite hercynien médio-armoricain. Il est caractérisé par une forte dissymétrie structurale (granite en loupe, enraciné uniquement dans sa partie septentrionale et déversé vers le sud-ouest), une succession d'intrusions endogranitiques de volume restreint dans les zones de distension du bâti, et une nette différenciation magmatique (SiO_2 va de 67 % à 76 %...). Les minéralisations se présentent dans des contextes structuro-paragénétiques variés : (1) druses intra-granitiques (pegmatites potassiques avec tourmaline et béryl...); (2) filons quartzeux radiaux en position apicale, avec béryl, wolframite, molybdénite, löllingite et parfois or natif; (3) filons et filonnets à minéralisation complexe (W-Sn-Cu-Zn-Bi-As) au-dessus d'endogranites cachés; (4) fissures de type diaclase à molybdénite-mispickel et dégénérescence hydrothermale à chlorite-épidote; (5) skarnoïdes à mispickel, pyrrhotite, chalcopyrrite, molybdénite, scheelite. La rareté relative de la cassitérite est expliquée par l'appartenance du pluton à la « magnetite series » (richesse en sphène de la première venue magmatique majeure). Les processus de greisenisation et de kaolinisation post-magmatiques surimposent une empreinte forte, mais localisée, à la différenciation magmatique.

Abstract

The Quintin granite forms one of the greatest plutons belonging to the central armorican variscan belt. It is characterized by a strong structural asymmetry (deep-rooted granite solely in its northern part and sloping towards the south-west), a series of endogranitic intrusions located in distension zones and a distinct magmatic differentiation (SiO_2 : 67 % to 76 %...). The mineralizations appear in different structural and paragenetic occurrences. (1) Intra-granitic geodes (potassic pegmatites with tourmaline and beryl...). (2) Quartz veins in apical position, with beryl, wolframite, molybdenite, löllingite and, sometimes, native gold. (3) Veins with complex mineralizations (W-Sn-Cu-Zn-Bi-As) above hidden endogranites. (4) Fissures with molybdenite-arsenopyrite and hydrothermal degeneration (chlorite-epidote). (5) Skarnoides with arsenopyrite, pyrrhotite, chalcopyrite, molybdenite, scheelite. The relative scarceness of the cassiterite is explained by the « magnetite series » character of the pluton (abundant titanite in the first large magmatic intrusion). Greisenization and kaolinization post-magmatic processes superimpose a strong, but localized, print to the magmatic differentiation.

* Manuscrit reçu le 5 juillet 1990, accepté le 28 septembre 1990.

(1) Directeur de Recherche au CNRS, Département des Sciences de la Terre, URA 1278, Université de Bretagne Occidentale, 29287 Brest.

(2) Ingénieur-Géologue, BRGM, 10, rue Picherit, 44300 Nantes.

(3) Ingénieur-Géologue, 7, rue du Port, Port-Manech, 29139 Nevez.

La compréhension des conditions de mise en place et des épisodes successifs de cristallisation du magma granitique (puis, éventuellement, des processus deutériques) est essentielle dans l'interprétation des occurrences métallifères liées aux plutons polyphasés. Le vaste massif granitique de Quintin, élément du batholite hercynien médio-armoricain, s'avère, à ce titre, d'un intérêt particulier par la présence de minéralisations (Be-Sn-W-Mo-Bi...) dans des contextes structuraux, pétrographiques et gîtologiques variés. Mis à part quelques gîtes uranifères antérieurement étudiés (Baillet, 1963 ; Mulot, 1971 ; Chauris, 1984) et non examinés ici (les indices paraissent en relation avec des processus de cataclase post-magmatiques ayant entraîné la déstabilisation des porteurs primaires d'uranium et avec la précipitation des fluides minéralisés dans des fractures transverses tardives), les occurrences métallifères du massif granitique de Quintin n'ont encore fait l'objet que de rapports inédits ou de courtes notes (Chauris *et al.*, 1964 ; Lulzac, 1965 ; Lulzac, 1968 ; Chauris, 1986 ; Germain *et al.*, 1985 ; Germain *et al.*, 1987). Aucune vue d'ensemble replaçant ces minéralisations dans le cadre de l'évolution structuro-magmatique du pluton n'a encore été présentée : c'est cette première synthèse que nous proposons ici, en restant conscient du caractère préliminaire de la tentative.

1. Succession des venues granitiques et structure du pluton

Le massif granitique de Quintin s'allonge d'est en ouest sur près de cinquante kilomètres. La plus grande partie du pluton recoupe des complexes précambriens ; seule sa partie sud-ouest est intrusive dans des formations paléozoïques (essentiellement le Dinantien) (fig. 1).

• **La masse principale du pluton** est constituée par un granite porphyroïde (granite de Quintin *sensu stricto* — ou exogranite I). Les études récentes ont permis de distinguer deux faciès (tout au moins dans la partie occidentale ; à l'est, les levers ne sont pas encore

achevés) : un type central à hornblende verte et biotite, riche en sphène, qui tend vers la composition granodioritique ; un type périphérique à biotite, sans amphibole et à sphène sporadique (tabl. I, 1 et 2). La fluidalité magmatique planaire, marquée par les feldspaths porphyroïdes et les enclaves, présente une inclinaison générale vers le nord (Beurrier *et al.*, 1979) ; dans la partie septentrionale du massif se développe une structure secondaire cataclastique qui se superpose à la fluidalité primaire et va jusqu'au stade mylonitique (Chauris, 1986).

• **La partie centre-nord du granite porphyroïde I** est recoupée par un ensemble de granites à grain fin à moyen, à biotite et à muscovite rare ou subordonnée, très allongé (près de 25 km sur 1,5 à 3,7 km de large), dénommé massifs de Plésidy et du Leslay — ou endogranites Ia (tabl. I, 3 et 4). L'alignement des biotites suggère l'influence de contraintes tectoniques syncristallines ; les textures cataclastiques et mylonitiques indiquent que les contraintes se sont prolongées après la mise en place, parallèlement à l'allongement des intrusions. Divers arguments incitent à penser à la présence d'endogranites plus récents (endogranites Ib) cachés, à faible profondeur, sous les endogranites Ia (Chauris, 1986).

• **L'arc de cercle granitique interne Saint-Nicodème-Trémargat-Lanrivain**, qui s'étend dans la partie sud-ouest du massif de Quintin sur près de 20 kilomètres de long et une largeur de 2 à 3 kilomètres, est formé par une succession de petits pointements, à grain fin ou moyen, à biotite dominante (tabl. I, 5), intrusifs dans le granite porphyroïde I (endogranite II). Le contour amiboïde des affleurements est lié au sub-parallélisme du toit de ces granites avec l'actuelle surface topographique.

• **La lunule externe de la forêt de Duault** est constituée par un granite clair, à grain moyen, à biotite, qui ourle le granite porphyroïde à son extrémité sud-ouest sur près de dix kilomètres de long et moins d'un kilomètre de large (tabl. I, 6) (exogranite II).

Le lever cartographique, les mesures de la fluidalité magmatique et de l'orientation cataclastique ou mylonitique, la nature des contacts des différents granites entre eux et avec les formations encaissantes, les données de

Fig. 1. - Massif granitique de Quintin. Localisation des principales occurrences examinées.

1 - Granite porphyroïde de Quintin *sensu stricto*. 2 - Granites de Plésidy-Le Leslay. 3 - Granites de Saint-Nicodème-Trémargat-Lanrivain. 4 - Granite de Duault. 5 - Limite septentrionale du Dinantien. 6 - Minéralisations drusiques. 7 - Fissurations radiales. 8 - Filons et filonnets en stockwerk. 9 - Fissures de type diaclase. 10 et 11 - Paragenèses de type skarnoïde. Kb = Kerbellec - Kf = Kerfouleu - Kl = Kerleau - Ko = Kerivoal - Kv = Kervern - L = Lanrivain - SN = Saint-Nicodème - Vc = Ville Mereuc - Vm = Ville Main.

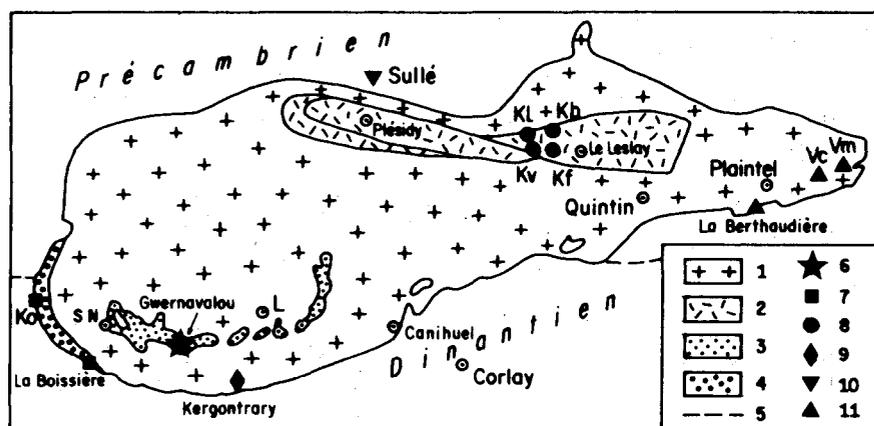


Fig. 1. - Quintin granite massif. Location of the main occurrences studied.

1 - Quintin porphyritic granite *sensu stricto*. 2 - Plésidy-Le Leslay granites. 3 - Saint-Nicodème-Trémargat-Lanrivain granites. 4 - Duault granite. 5 - Northern boundary of the Dinantian. 6 - Drusy mineralization. 7 - Radial fissuring. 8 - Stockwork veins and veinlets. 9 - Joint type fissures. 10 and 11 - Skarn type paragenesis. Kb = Kerbellec - Kf = Kerfouleu - Kl = Kerleau - Ko = Kerivoal - Kv = Kervern - L = Lanrivain - SN = Saint-Nicodème - Vc = Ville-Mereuc - Vm = Ville-Main.

	1(10)	2(13)	3(4)	4(3)	5(7)	6(7)	7(1)	8(2)	9(1)	10(1)	11(2)	12(1)	13(1)	14(1)	
SiO ₂	67,19	69,65	69,51	71,60	75,71	75,40	53,41	53,43	76,15	77,15	79,65	69,30	49,10	46,80	
Al ₂ O ₃	15,23	14,75	15,09	14,71	12,87	13,09	21,65	26,79	12,61	12,86	12,76	18,85	15,31	14,12	
Fe ₂ O ₃	3,81	3,21	2,57	1,75	1,19	1,49	7,14	3,66	1,39	1,07	0,90	0,95	9,74	9,04	
MnO	0,07	0,06	0,04	0,03	0,04	0,04	0,12	0,04	0,03	0,01	0,01	0,00	0,15	0,17	
MgO	1,73	1,30	0,98	0,57	0,37	0,38	3,26	1,22	0,21	0,22	0,27	0,22	5,94	7,86	
CaO	2,71	1,88	1,61	1,07	0,66	0,63	0,40	0,28	0,55	0,55	0,11	0,03	13,53	17,22	
Na ₂ O	3,82	3,72	3,61	3,36	3,49	3,52	0,22	0,31	3,21	2,20	0,36	0,18	2,66	1,17	
K ₂ O	3,98	4,36	4,21	4,67	4,75	4,81	6,72	8,44	4,64	3,43	3,69	3,69	0,35	0,26	
TiO ₂	0,61	0,48	0,48	0,30	0,15	0,16	1,17	0,47	0,15	0,12	0,16	0,48	0,90	1,00	
P.F.	0,77	0,79	1,20	1,46	0,45	0,47	4,62	4,36	0,50	1,32	1,60	5,37	2,53	1,52	
H ₂ O ⁻							0,40	0,21	0,09	0,18	0,15	0,45	0,22	0,21	
TOTAL	99,92	100,20	99,30	99,52	99,68	99,99	99,11	99,21	99,53	99,11	99,66	99,52	100,43	99,37	
Li	59	62	90	61			73(1)	870	376	73	84	199	15	14	30
Rb		168(1)	200	243			305(1)	675	915	305	285	343	185	19	15
Sr	164	131	224	166	10(2)	26(1)	56	10	26	13	4	74	135	152	
Ba	437	387	710	563	40(2)	60(1)	184	362	60	76	49	430			

Tabl. I. - Analyses chimiques (J. Cotten, U.B.O., sauf 1 et, pro parte, 2, 5 et 6 (BRGM)).

1 et 2 - Granite porphyroïde de Quintin. 1 - à biotite et hornblende ; 2 - à biotite. 3 - Granite de Plésidy. 4 - Granite du Leslay sensu stricto. 5 - Granites de l'arc de cercle interne Saint-Nicodème-Trémargat-Lanrivain. 6 - Granite de la lunule externe de Duault. 7 - Greisen de Kerleau. 8 - Greisen de Kerbellec. 9 à 11 - Travaux miniers de La Boissière. 9 - Granite ; 10 - Granite greisenisé ; 11 - Greisen. 12 - Granite kaolinisé de La Ville-Goro (granite du Leslay s.s.). 13 - Pyroxénite de La Berthaudière. 14 - Pyroxénite de La Ville-Main.

Tabl. I. - Chemical analyses (J. Cotten, U.B.O., except 1 and, in part, 2, 5 and 6 (BRGM)).

1 and 2 - Quintin porphyritic granite. 1 - biotite and hornblende ; 2 - biotite. 3 - Plésidy granite. 4 - Leslay granite sensu stricto. 5 - Granite from the inner Saint-Nicodème-Trémargat-Lanrivain arc. 6 - Granite from the outer Duault crescent. 7 - Kerleau greisen. 8 - Kerbellec greisen. 9 to 11 - La Boissière prospect workings. 9 - Granite ; 10 - Greisenized granite ; 11 - Greisen. 12. Kaolinized granite from La Ville-Goro (Leslay granite s.s.). 13. La Berthaudière pyroxenite. 14. La Ville-Main pyroxenite.

la gravimétrie... permettent de proposer une coupe schématique transversale du pluton (fig. 2). Quelques points retiendront ici particulièrement l'attention.

• **Dissymétrie du pluton.** Le massif de Quintin apparaît comme un « granite en loupe », enraciné uniquement dans sa partie septentrionale, au voisinage du grand accident linéaire médio-armoricain, dans des formations précambriennes, et « déversé » vers le sud-ouest, jusqu'au bassin dinantien (fossé) de Châteaulin. Cette interprétation, proposée dès 1965 par l'auteur (Chauris, 1965) a été adoptée récemment par Beurrier *et al.* (1979).

• **Succession de venues endogranitiques.** Les endogranites se sont mis en place : (1) dans des zones de faiblesse directionnelle (cas des granites de Plésidy-Le Leslay ou endogranites Ia parallèlement à l'accident médio-armoricain). (2) Dans des zones de distension plus tardives, perpendiculaires à l'allongement de l'accident linéaire (cas des endogranites Ib, présumés cachés sous les endogranites Ia). (3) Dans des zones de décollement au sein de la structure en loupe du granite porphyroïde (semi-couronne Saint-Nicodème-Trémargat-Lanrivain ou endogranites II).

• **Zone apicale.** La lunule de Duault (exogranite II) est interprétée comme une intrusion tardive dans une zone de décollement entre la masse granitique porphyroïde et l'encaissant du pluton, à l'extrême avancée de la « loupe » vers le sud-ouest. Elle représente alors la zone marginale, en position apicale, du corps magmatique déversé.

• **Différenciation du pluton.** Plusieurs stades majeurs peuvent être mis en évidence (tabl. I, 1 à 6).

(1) Granitoïdes porphyroïdes (granodiorite à hornblende et biotite — granite monzonitique de Quintin), caractérisés par leur « basicité » (SiO₂ ~ 67-69 % ; CaO ~ 2,7-1,9), les teneurs assez élevées en éléments ferromagnésiens et, toute proportion gardée, en Cr (52-41) et en Ni (16-13). Ces premiers stades correspondent sans doute à plus de 80 % de la masse plutonique. (2) Granites de Plésidy-Le Leslay, marqués par une légère augmentation de l'acidité (SiO₂ ~ 69,5-71,6 ; CaO ~ 1,6-1,1), la décroissance en éléments ferromagnésiens ; les teneurs en Ba et Sr sont ici particulièrement élevées. Ces intrusions pourraient représenter environ 10 % du volume occupé par le pluton. (3) Granites de Saint-Nicodème-Trémargat-Lanrivain, caractérisés par la forte croissance de l'acidité (SiO₂ ~ 75,7 % ; CaO ~ 0,6 %), la diminution sensible des teneurs en Fe, Mg, Ti, Ba et Sr, les basses teneurs en Cr (12 ppm) et Ni (5 ppm). Leur volume ne doit pas dépasser quelques %. (4) Granite de Duault dont la composition est très comparable à celle des granites précédents et le volume encore plus restreint.

2. Classification structuro-paragénétique des minéralisations

Dans l'état actuel des recherches, aucune minéralisation (exceptées les occurrences uranifères) ne peut être rattachée avec certitude aux granites porphyroïdes. Les rares autres indices observés dans ces granites « précoces » paraissent en relation avec des endogranites plus tardifs.

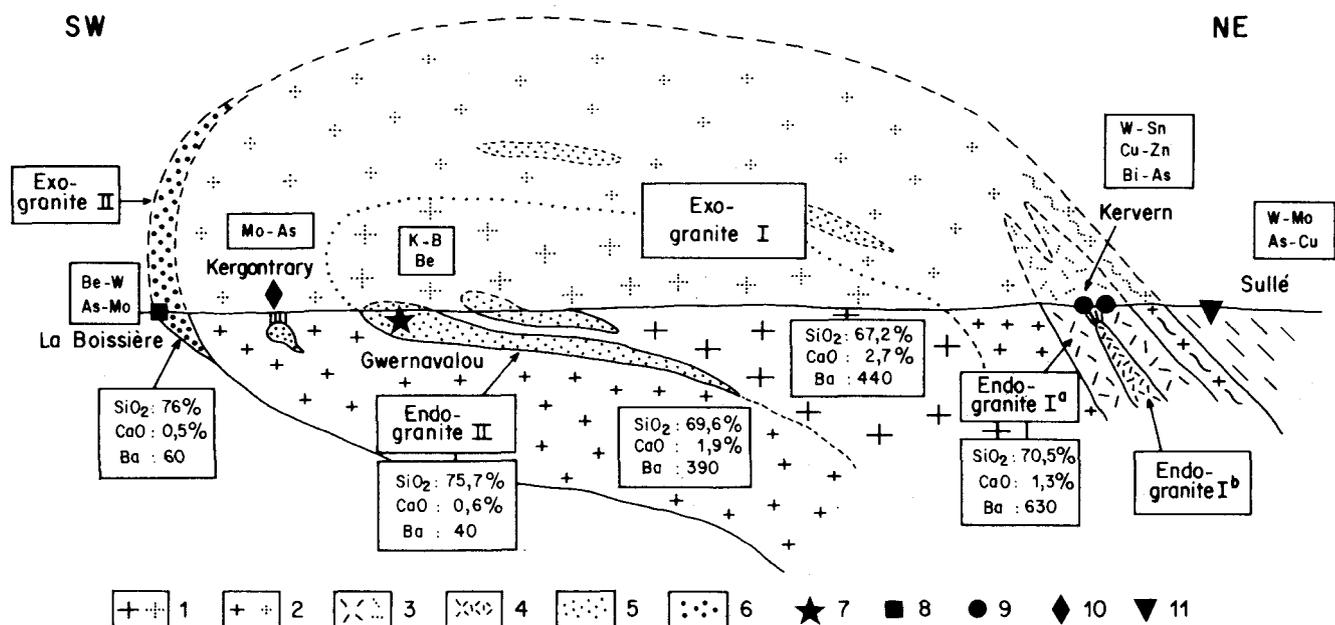


Fig. 2. - Coupe semi-schématique interprétative du massif granitique de Quintin.

Hauteurs exagérées. 1 et 2 - Granite porphyroïde (Exogranite I). 1 - à biotite et amphibole ; 2 - à biotite. 3 - Granites de Plésidy-Le Leslay (= Endogranites Ia). 4 - Endogranite caché Ib. 5 - Granites de Saint-Nicodème-Trémargat-Lanrivain (= Endogranites II). 6 - Granite de Duault (= Exogranite II). 7 à 11 - Mêmes symboles que pour la figure 1.

Fig. 2. - Interpretative semi-schematic section of the Quintin granite massif.

Vertical scale exaggerated. 1 and 2 - Porphyritic granite (Exogranite I). 1 - biotite-amphibole granite ; 2 - biotite granite. 3 - Plésidy-Le Leslay granites (Endogranite Ia). 4 - Hidden Endogranite Ib. 5 - Saint-Nicodème-Trémargat-Lanrivain granites (= Endogranites II). 6 - Duault granite (= Exogranite II). 7 to 11 - same symbols as for Figure 1.

1. Minéralisations drusiques

A Gwernalou près de Trémargat, un des granites à grain fin, à texture légèrement saccharoïde, à biotite et très rare muscovite, de la semi-couronne endogranitique II Saint-Nicodème-Lanrivain, est caractérisé par la présence relativement fréquente de druses (de quelques centimètres à plusieurs dizaines de centimètres de long) remarquables par la beauté des minéraux cristallisés (Germain *et al.*, 1985, 1987). Le type le plus fréquent est représenté par une association pegmatitique potassique, à dégénérescence hydrothermale (K-B-[Be]). Une « écorce » de granite vacuolaire entoure parfois les druses. Les constituants dominants (feldspath potassique de teinte orangée, quartz et tourmaline), sont parfois accompagnés par muscovite, béryl (en prismes hexagonaux) et divers minéraux secondaires tardifs (albite, adulaire, chlorite, bertrandite (en remplacement du béryl), phénacite, autunite, torbernite... Plusieurs autres espèces de petite taille sont encore en cours d'étude. Les différenciations magmatiques paraissent réparties au hasard dans la masse granitique, sans aucune liaison avec la fissuration du granite (soulignée uniquement par quelques rares tourmalinites). Tout se passe ici comme si les fluides tardi-magmatiques, enrichis en bore et, d'une manière subordonnée en béryllium, étaient restés emprisonnés dans la masse endogranitique, non loin de son contact avec le granite porphyroïde. Ces druses se sont formées dans un endogranite profondément encaissé dans l'exogranite I. Une telle situation s'accorde avec l'absence de minéralisation fissurale et de greisenisation.

2. Fissurations radiales

L'exogranite II de la forêt de Duault est recoupé le long de sa bordure par de nombreux filons quartzeux radiaux minéralisés (formation Q-Be-W-Mo et parfois Au) (Lulzac, 1968). Deux ensembles principaux ont été mis en évidence : au sud, le groupe de La Boissière (15 filons minéralisés sur une extension latérale de 1 500 m) ; au nord, le groupe de Kerivoal (11 filons minéralisés, sur 1 500 m). Près de Kerhamon, entre les deux groupes, le quartz est uniquement minéralisé en béryl. L'occurrence de La Boissière a fait l'objet de travaux miniers de reconnaissance. Le filon, vertical, de 15 à 20 centimètres de puissance, présente des épontes greisenisées (avec localement formation d'andalou-site) ; le granite admet des mouches disséminées de löllingite. Le béryl apparaît soit en cristaux incolores à vert très clair, centimétriques, cassés et ressoudés par le quartz et groupés en amas enchevêtrés, soit en cristaux vert clair à bleu clair isolés dans le quartz. Il est localement en voie de remplacement par la bertrandite. La wolframite (ferbélite), parfois épigénisée en scheelite, est postérieure au béryl qu'elle moule ; elle se présente en traînées dans le quartz filonien ou en cristaux isolés dans les épontes. La teneur moyenne en WO₃ du filon (25 éch.) est de 3 420 g/t. La molybdénite, en lamelles millimétriques, est isolée dans le quartz ou associée à la wolframite. La löllingite du filon quartzeux moule la wolframite. Bismuthinite et tétradymite sont rares et toujours microscopiques. L'or natif n'a été décelé qu'après broyage et passage à la batée ; la teneur est de l'ordre de 6 g/t. La formation du système filonien

radial, en position apicale, à proximité immédiate de la bordure externe du pluton, apparaît liée à la fin de l'intrusion dans des zones relativement superficielles. Comme dans le type I (druses), le béryl est présent, mais la tourmaline manque totalement. La paragenèse est essentiellement caractérisée par le développement des minéralisations tungstifères et arsénifères. Le stade pegmatitique fait défaut ; l'association est typiquement pneumatolytique-hydrothermale de haute température (avec apparition subordonnée de la greisenisation).

3. Filons et filonnets parfois en stockwerk

Dans le district du Leslay, la minéralisation s'est, selon toute probabilité, déposée au-dessus de pointements endogranitiques cachés (endogranites présumés Ib). Les paragenèses appartiennent au type « départ acide », avec développement des phases sulfurées. Les travaux miniers de Kervern (Lulzac, 1965) ont reconnu une minéralisation assez complexe à W-Sn-Cu-Zn-Bi-As dans une gangue quartzreuse avec un peu de muscovite et de fluorine rare. La cassitérite reste très subordonnée par rapport à la wolframite et à la scheelite ; le mispickel est rare ; la chalcopryrite et la blende, fréquentes ; les minéraux de bismuth, microscopiques. A Kerfouleu (Lulzac, 1965), la minéralisation (wolframite, scheelite, blende, chalcopryrite, bismuthinite...) apparaît dans un stockwerk quartzeux. A Kerbellec, où la scheelite, souvent abondante, est épigénisée partiellement par la wolframite (« reinite »), la greisenisation est très développée. A Kerleau, la cassitérite est disséminée dans des greisens et des filonnets quartzeux. Au total, le district du Leslay est caractérisé par l'apparition relativement sporadique de la cassitérite, la fréquence des minéraux tungstifères et, toute proportion gardée, bismuthinifères (bismuth natif, bismuthinite, aikinite, cosalite, kobellite et joséite). La fissuration irrégulière, en veinules souvent rapprochées, suggère (avec le développement de la greisenisation) une formation relativement peu encaissée en profondeur. Comme les occurrences

sont situées en plein granite, cette interprétation conduit à penser que les endogranites Ib se sont mis en place assez tardivement lorsqu'une partie du toit (constitué par les endogranites Ia et l'exogranite I) était déjà érodée.

4. Fissures de type diaclase

Dans la grande carrière ouverte près de Kergontrary, le granite porphyroïde à biotite de Quintin est recoupé par de nombreuses et minces fissures quartzieuses subverticales du type diaclase. La paragenèse fissurale est caractérisée par la présence de molybdénite en mouches millimétriques (qui apparaissent aussi dans le granite encaissant), de mispickel en cristaux cannelés, pyrite ; chlorite localement très abondante et épidote rayonnée plus sporadique indiquent une dégénérescence hydrothermale. La minéralisation est rapportée aux émanations d'un endogranite caché présumé.

5. Paragenèses de type skarnoïde

Sur ses bordures, le massif granitique de Quintin est localement en contact avec des formations riches en chaux. Au nord, la grande carrière de Sullé exploite un complexe basique (amphibolites, épidiorites) où la minéralisation se présente en mouches disséminées ou dans des fissures : mispickel en agrégats de cristaux automorphes, pyrrhotite, pyrite, chalcopryrite, molybdénite, scheelite, traces de blende et de galène ; la calcite, tardive, enduit les diaclases (fig. 3). Au sud, des pyroxénites interstratifiées (probablement anciens dépôts calcareux métamorphisés) ont été cartographiées par Barrois (feuille Saint-Brieuc à 1/80 000), d'une manière discontinue entre le nord-est de Canihuel et l'est de Plainel (tabl. I, 13 et 14). A la Berthaudière, la pyroxénite, riche en sphène, est minéralisée en pyrrhotite xénomorphe, avec inclusions de chalcopryrite, de cobaltite automorphe et exsolutions en flammes de pentlandite. Près de la Ville-Mereuc, la scheelite a été observée dans une roche sombre (en éboulis). Les

Fig. 3. - District de Saint-Adrien.
1 - Carrière de Sullé. 2 - Scheelite alluvionnaire (BRGM).
3 - Chalcopryrite alluvionnaire (BRGM).

Fig. 3. - Saint-Adrien district.
1 - Sullé quarry. 2 - Alluvial scheelite (BRGM).
3 - Alluvial chalcopryrite (BRGM).

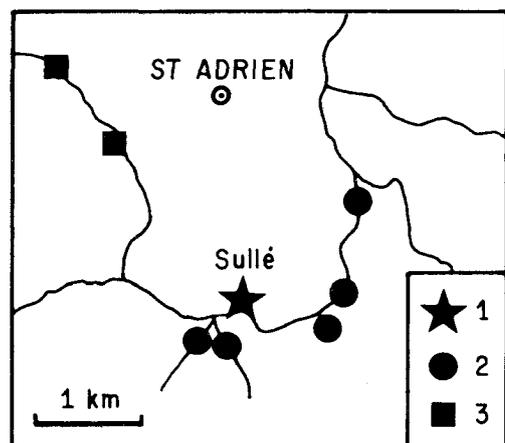
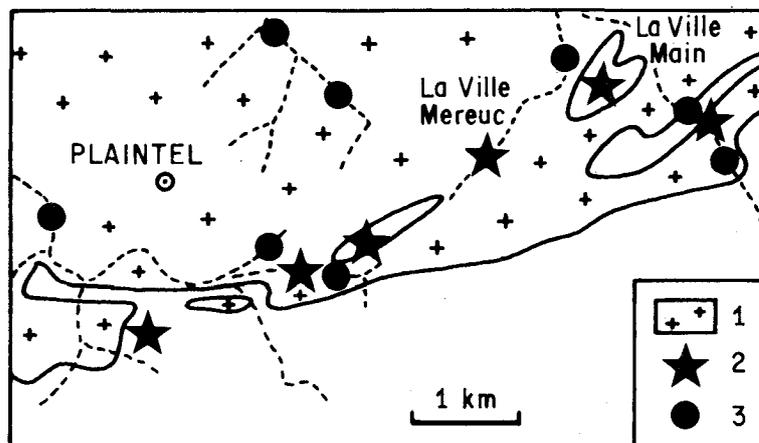


Fig. 4. - District de Plainel.
1 - Granite de Quintin. 2 - Pyroxénite. 3 - Scheelite alluvionnaire (BRGM).

Fig. 4. - Plainel district.
1 - Quintin granite. 2 - Pyroxenite. 3 - Alluvial scheelite (BRGM).



indices de scheelite alluvionnaire des environs de Plain-tel pourraient dériver de pyroxénites (fig. 4). Il est possible que la scheelite molybdique déterminée dans les alluvions au nord de Corlay (Devismes, 1978) soit également en relation avec les pyroxénites de la bordure méridionale du massif granitique de Quintin.

3. Processus post-magmatiques (greisenisation et kaolinisation)

a) Greisenisation

Dans le pluton de Quintin, les greisens se sont formés à partir de trois types de granites différents : le granite porphyroïde (au-dessus des endogranites Ib : exemple Kerleau) ; le granite du Leslay (au-dessus des mêmes endogranites : exemple Kerbellec) ; le granite de Duault (dans l'exogranite II : exemple La Boissière). Les greisens appartiennent à deux types pétrographiques : les greisens micacés (Kerleau, Kerbellec), caractérisés par une basse teneur en SiO_2 , une teneur élevée en alumine et en potasse, et une forte perte au feu ; les greisens quartzeux (La Boissière), caractérisés au contraire, par leur teneur élevée en SiO_2 , leur basse teneur en alumine et en potasse, et par une perte au feu assez faible (tabl. I, 7, 8 et 11). Dans tous les cas, la greisenisation se traduit par une chute importante des pourcentages en soude et en chaux (destruction des plagioclases) et, pour les traces, en Ba et Sr. La marche de la greisenisation à La Boissière peut être suivie sur le tableau I, 9, 10, 11 (granite \rightarrow granite greisenisé \rightarrow greisen).

b) Kaolinisation

Localement, en plusieurs points du pluton (environs du Foeil ; Keroncel...), mais sans liaison avec une venue granitique particulière, apparaît une intense kaolinisation, associée à des filons de quartz tardifs transversaux. Le processus entraîne un lessivage prononcé de la soude et de la chaux, mais non du potassium qui résiste dans la phase micacée (tabl. I, 12). La kaolinisation marque le stade ultime de la déstabilisation du massif granitique sous l'influence des derniers fluides hydrothermaux.

4. Répartition des éléments

1. Béryllium. Le béryl et la bertrandite secondaire ont été observés uniquement dans les types 1 et 2, c'est-à-dire dans des occurrences localisées au sein du granite « générateur », soit dans des formations pegmatitiques drusiques (type I), soit dans des formations pneumatolytiques-hydrothermales (type 2) ; la phénacite, seulement dans le type 1. L'absence de leucogranite caractérisé dans le pluton de Quintin est a priori défavorable à la concentration du béryl. Quelques analyses préliminaires tendent à suggérer qu'il n'y a pas eu d'enrichissement en béryllium dans la semi-couronne endogranitique Saint-Nicodème-Lanrivain (8,5 ppm) par rapport au granite porphyroïde (8,4 ppm). La teneur en Be d'un greisen de Kerbellec est de 14 ppm, l'augmentation par rapport au granite reste faible.

2. Lithium. Les teneurs présentent peu de variations lors des différents stades magmatiques ((Beurrier *et al.*, 1979) et analyses nouvelles) (granite porphyroïde \sim 60 ppm ; granites du Leslay, de Trémargat et de Duault \sim 75 ppm). Les teneurs en lithium augmentent de manière significative lors de la greisenisation (400 ppm). Le lithium est alors lié à la phase micacée de néoformation, comme le souligne le contraste des teneurs entre les greisens riches en muscovite (540 ppm) et les greisens relativement pauvres en ce minéral (200 ppm). À l'inverse de la greisenisation, la kaolinisation conduit à une chute très importante de la teneur en Li (15 ppm).

3. Bore. La tourmaline est rare dans le pluton granitique de Quintin. Quelques tourmalinites recourent le granite de Plésidy où elles provoquent un blanchiment des éponges. À Gwernavalou, la tourmaline des druses n'occupe qu'un volume infime de la masse granitique. La teneur moyenne en bore de l'ensemble du pluton reste basse et pourrait se situer autour de 15 ppm (Beurrier *et al.*, 1979).

4. Étain. Parmi les cinq groupes décrits, seul le type 3 présente des occurrences de cassitérite, d'importance subordonnée, en relation avec des venues endogranitiques encore masquées (Lulzac, 1965 ; Chauris, 1986). Les quelques autres points significatifs mis en évidence par les prospections alluvionnaires du BRGM (Lulzac, 1968 ; Guigues *et al.*, 1969) sont associés également, selon toute probabilité aux intrusions granitiques postérieures à la mise en place du granite porphyroïde. Les teneurs en Sn augmentent de manière sensible dans les greisens : à Kerbellec = 380 ppm, soit environ 40 fois la teneur du granite ; à Kerleau, 1 200 ppm. L'absence générale de cassitérite en relation avec le granite porphyroïde peut être attribuée à la fréquence du sphène dans la première venue magmatique du pluton (faciès granodioritique à amphibole). Selon Ishihara (1978), du fait de la similitude des rayons ioniques entre Ti^{4+} et Sn^{4+} , l'étain, piégé dans le sphène lors des stades précoces de la différenciation magmatique, ne peut plus guère être enrichi dans les fluides résiduels.

5. Tungstène. Élément relativement bien représenté (types 2, 3 et 5). Le granite de Duault montre un net cachet tungstifère. Outre les secteurs de La Boissière et de Kerivoal, la prospection à la batée et les éboulis quartzeux indiquent une zone minéralisée, encore inconnue en place, au sud de Convenant Picaigne. De plus, la mise en évidence à Parc Nevez, dans l'auréole de contact, d'un prélèvement alluvionnaire à 100 g/t (Lulzac, 1968) suggère la présence locale de filons wolframifères dans les formations dinantiennes de l'auréole. À La Boissière, la teneur moyenne du greisen en WO_3 est de l'ordre de 400 g/t.

6. Molybdène, bismuth et arsenic. La molybdénite a été rencontrée, toujours en faible quantité dans les types 2, 4 et 5. Les minéraux de bismuth dans les types 2 et 3 ; l'arsenic (mispickel ou löllingite) dans les types 2, 3, 4 et 5.

Conclusion

La différenciation du massif granitique porphyroïde de Quintin est marquée par la cristallisation de venues

tardives à grain plus fin, dans des zones de distension de la structure du bâti. Ces injections plus récentes sont accompagnées par l'apparition de minéralisations de haute température, soit dans les dernières intrusions à efficacité métallogénique, soit, au-dessus, dans les granites déjà consolidés. Dans le pluton de Quintin, les stades ultimes, nettement différenciés, n'occupent toutefois que des volumes très restreints qui réduisent fortement leur intérêt économique. A la rareté générale

de la cassitérite — district du Leslay mis à part — (rareté en relation avec le cachet « magnetite series » (Ishihara, 1978) du massif principal souvent riche en sphène) et des minéraux de béryllium, s'oppose la fréquence relative des minéralisations en tungstène et, dans une moindre mesure, en molybdène et en bismuth. Les processus de greisenisation, typiquement post-magmatiques, surimposent une forte empreinte aux processus de différenciation magmatique *sensu stricto*.

Références bibliographiques

- BAILLET P. (1963). - Le massif granitique de Quintin-Magoar (Côtes-du-Nord). Thèse de 3^e cycle, 134 p.
- BEURRIER M., BLES J.L., GROS Y., LOZES J., MAROT A. (1979). - Étude de la partie occidentale du massif granitique de Quintin. Pétrographie, géochimie, fracturation. *Bull. BRGM Fr.*, (2), 1, n° 4, pp. 317-336.
- CHAURIS L. (1965). - Sur la répartition et la structure de certains granites hercyniens tardifs en Bretagne Occidentale. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 260, pp. 5826-5828.
- CHAURIS L. (1984). - Les occurrences uranifères associées à la ceinture batholitique médio-armoricaine (France). 109^e Congr. nat. Soc. sav., Dijon, n° I, pp. 51-62.
- CHAURIS L. (1986). - Recherche des endogranites à efficacité métallogénique. L'exemple du district stanno-wolframifère de Saint-Gildas (Côtes-du-Nord, Massif Armoricain). 111^e Congr. nat. Soc. sav., Poitiers, Sciences, n° I, pp. 9-20.
- CHAURIS L., GUIGUES J., MOUSSU R., WALTER J. (1964). - Observations préliminaires sur les gisements stanno-wolframifères associés au granite du Leslay (Côtes-du-Nord). *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 258, pp. 5499-5502.
- DEVISMES P. (1978). - Atlas photographique des minéraux d'alluvions. *Mém. BRGM Fr.*, 95, 206 p.
- GERMAIN C., GUILLOU A. (1985). - Minéraux des druses du granite de Quintin. *Le Cahier des micromonteurs*, 2, pp. 3-6.
- GERMAIN C., GUILLOU A. (1987). - Nouvelles découvertes minéralogiques dans les druses du granite de la carrière de Gwernavalou, commune de Trémargat (Côtes-du-Nord). *Le Cahier des micromonteurs*, 3 p.
- GUIGUES J., DEVISMES P. (1969). - La prospection minière à la batée dans le Massif Armoricain. *Mém. BRGM Fr.*, 71, 172 p.
- ISHIHARA S. (1978). - Metallogenesis in the Japanese island arc system. *J. Geol. Soc.*, 135, pp. 389-406.
- LULZAC Y. (1965). - Observations géologiques effectuées dans le travers-bancs de Kervern en Saint-Gildas. Rapport BRGM, inédit, 10 p.
- LULZAC Y. (1968). - Les filons à wolfram et or natif de la région de Locarn-Duault (Côtes-du-Nord). Rapport BRGM, inédit, 31 p.
- MULOT B. (1971). - Atlas-guide des gisements et indices uranifères dans le département des Côtes-du-Nord, 43 p., inédit.