

LE BATHOLITE GRANITIQUE DE LOS PEDROCHES ET SES MINÉRALISATIONS

Note préliminaire

G. DEFALQUE(*), P. DUMONT(**), G. PANOU(***)

1. Introduction

Le batholite granitique de Los Pedroches est situé en Andalousie du Nord. Il s'étire sur plus de 200 km. entre Villanueva de la Serena et Linares en suivant un pli de la chaîne hercynienne de la Sierra Morena (voir planche); sa plus grande largeur (région de Pozoblanco, au Nord de Cordoue) dépasse 30 km. Son auréole de métamorphisme de contact est constituée de terrains que la carte géologique d'Espagne (Madrid 1966) rapporte au Carbonifère (faciès Culm).

La région de Los Pedroches est connue depuis l'Antiquité pour ses minéralisations en cuivre et plomb. C'est ce dernier métal qui a fait l'objet d'une exploitation intense pendant la première moitié de ce siècle, dans des filons logés aussi bien dans le granite que dans les formations sédimentaires paléozoïques. La découverte, au début du siècle, de filons de Bi natif a conféré à cette région un nouvel intérêt à la fois économique et scientifique. Cet intérêt est d'autant plus grand que les descriptions détaillées du batholite et de ses contacts font défaut, malgré l'importante littérature consacrée à la géologie de la Sierra Morena (****). Nous avons pu consulter de nombreux documents miniers qui complètent utilement cette littérature, elle-même trop peu précise pour constituer le fondement d'une étude géologique et métallogénique à grande

échelle. Ainsi, un excellent article (LEUTWEIN, F., *et al.*, 1970), consacré à la détermination de l'âge radiogénique (300 mA) du granite, concerne non pas le batholite lui-même, mais des apophyses situées plus au nord, dont la relation avec le massif granitique principal est probable, mais non démontrée.

Les seules informations précises sont contenues dans des documents miniers à caractère plus ou moins confidentiel. Mais ces documents ont été établis dans un but purement utilitaire et s'attardent souvent à des détails d'exploitation, en négligeant des informations géologiques essentielles. De même, la terminologie minière utilisée ne correspond pas toujours aux notions unanimement admises en géologie et leur interprétation n'est dès lors pas toujours possible.

Dans ce travail préliminaire, nous nous limiterons à un inventaire des types lithologiques et des minéralisations de la partie étudiée du batholite de Los Pedroches (entre Pozoblanco et Gardeña), en ignorant délibérément les problèmes posés par l'intégration du massif dans son cadre géologique régional.

2. Les roches du batholite

2.1. Les différents types de granite.

Les minéralisations de Los Pedroches sont incontestablement liées au massif granitique. Il est donc normal de prêter une attention particulière et d'aborder en priorité l'étude des roches granitiques. Celles-ci sont loin d'être du type uniforme et il importe de dégager les âges relatifs et l'influence métallogénique des

* PETROFINA, s.a. (Espagne).

** Laboratoire de Géologie de l'Université libre de Bruxelles.

*** Laboratoire de Géologie Appliquée de l'Université libre de Bruxelles.

**** cf. bibliographie in fine de [3].

différents types et faciès.

Nous avons reconnu dans le massif les roches suivantes :

- le granite à enclaves, dit de Pozoblanco. Il s'agit d'une roche très répandue et largement utilisée dans la région. Le faciès de bordure de ce granite sera étudié en même temps que les roches métamorphiques.
- le granite porphyroïde sans enclaves dit de Cerro Gordo.
- le granite porphyroïde de la limite occidentale du Mont du Mogabar.
- le granite à muscovite dit du Mont Mogabar
- les aplites associées aux granites
- le microgranite dont les dykes traversent le contact et se prolongent dans l'auréole S. On peut distinguer en outre un faciès de bordure, sans phénocristaux, limité au contact même.
- diverses roches acides ou semi-acides : rhyolite, granodiorite d'Azuel, auxquelles nous ajoutons p.m. la microdiorite (Pan de Higo).

2.2. Description de ces types

2.2.1. Le granite à enclaves de Pozoblanco

1. Le granite proprement dit.

A l'état frais, le granite de Pozoblanco est un granite gris hétérogranulaire à grain moyen essentiellement constitué de *quartz*, de *feldspaths* frais et de *biotite*. Parmi les *feldspaths*, l'*orthose* légèrement perthitique, est le constituant le plus abondant de la roche et le plus largement cristallisé.

Les *plagioclases* sont habituellement zonés, passant par transition récurrente, d'une andésine à 40 % d'anorthite au centre à un oligoclase à 25 % d'anorthite en périphérie des cristaux.

La *biotite* est faiblement mais distinctement biaxe; elle renferme des *zircons* et peut présenter des traces d'altération en *chlorite*.

Comme constituants accessoires, il faut signaler l'*apatite* et un peu de *muscovite* secondaire.

2. Le granite de Pozoblanco est parfois recoupé par *des filons leucocrates grenus* qui ne se différencient de celui-ci que par l'absence ou la rareté de *biotite*.

3. Enclaves de schistes métamorphiques :

De formes irrégulières, dans lesquelles se reconnaissent encore des reliques du litage originel, les enclaves schisteuses représentent des morceaux de la couverture sédimentaire, silteuse ou argileuse, détachés du toit de l'intrusion. Ces enclaves sont constituées de *quartz*, de *feldspath* et de *biotite* avec un constituant accessoire important : un *spinelle*.

4. Enclaves de ségrégation

Les enclaves les plus abondantes présentent des formes sphériques, ellipsoïdales ou plus rarement allongées dont les dimensions peuvent aller de quelques millimètres à plus de 2 mètres. Sous le microscope, elles apparaissent constituées de *quartz*, de *plagioclases*, de *biotite* et de *hornblende*; soit la composition d'une roche granodioritique à dioritique.

5. Aplite recoupant le granite de Pozoblanco au contact sud

Ce sont des roches leucocrates hétérogranulaires à grain fin (0,2 à 0,3 mm) avec de rares gros grains atteignant 1 à 1,5 mm. Ces roches contiennent du *quartz*, de l'*orthose*, un peu de *microcline* et de *biotite*. Les *plagioclases* sont rares et complètement opacifiés par des produits cryptocristallins d'altération.

Alors que les filons d'aplite sont très abondants à proximité du contact, ils ne paraissent pas pénétrer profondément dans l'auréole métamorphique, contrairement aux apophyses du granite de bordure, dont le faciès particulier sera décrit plus loin.

2.2.2. Le granite sans enclaves de Cerro Gordo.

C'est un granite rose biotitique à gros grains et à tendance nettement porphyroïde, dont les minéraux constitutifs sont identiques à ceux décrits dans le granite de Pozoblanco, mais ici l'*orthose* prend des dimensions très grandes (1 à 2 cm); elle enclave poeciliquement les

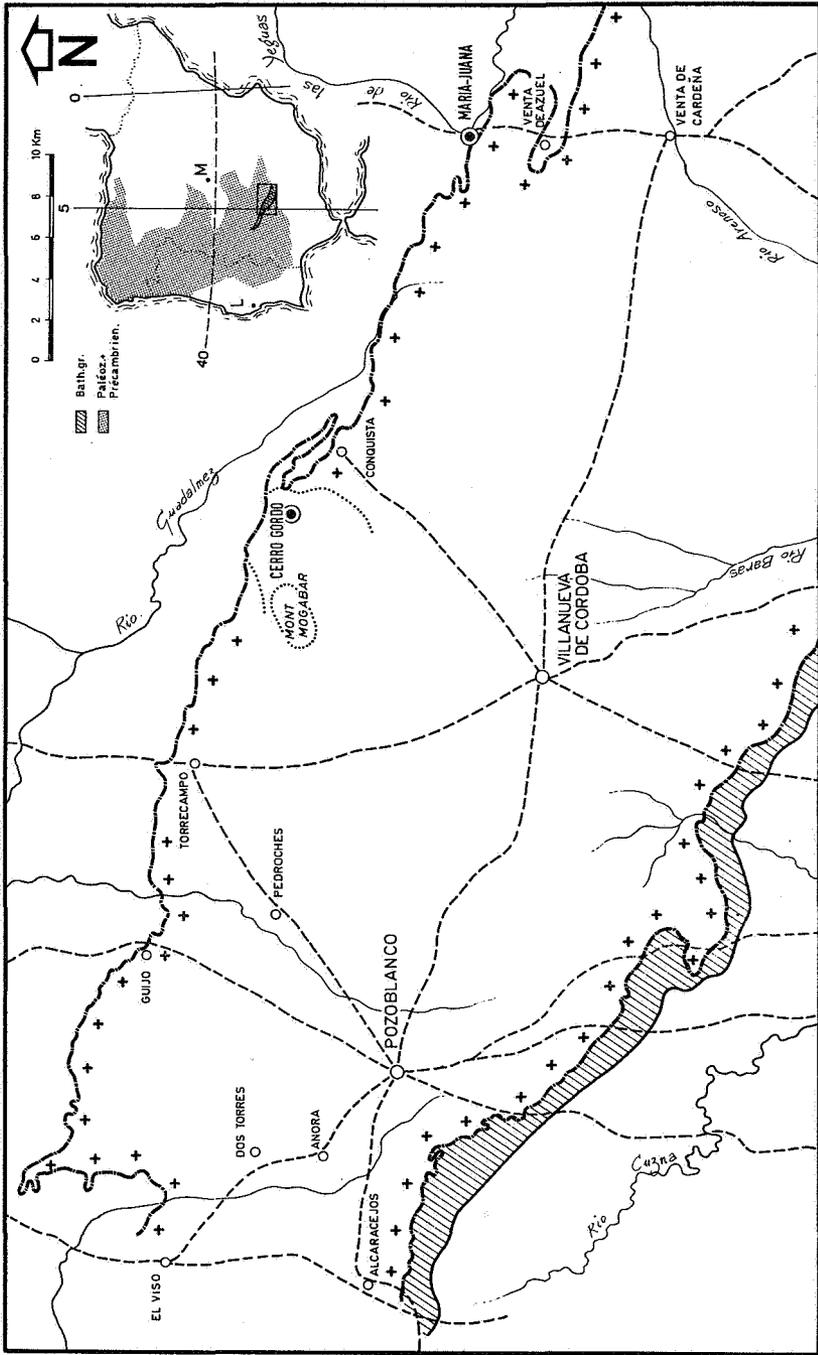


Fig. 1

autres constituants de la roche, conférant à celle-ci une texture porphyroïde typique.

De plus, il est fréquent d'observer dans les cristaux d'orthose des alignements de petites

inclusions qui montrent que la croissance de ce minéral a été interrompue à plusieurs reprises; le stade terminal de la croissance des orthoses est souvent caractérisé par des inclu-

sions de quartz présentant une même orientation cristallographique (Structure graphique). — Les plagioclases peuvent présenter eux aussi une bordure poecilitique enclavant du quartz sans orientation privilégiée.

Le granite de Cerro Gordo montre parfois une texture gneissique peu accusée.

Les *aplit*es associés à ce granite sont constituées de quartz, orthose, albite et muscovite.

2.2.3. *Le granite à muscovite du Mont Mogabar*

Cette roche, généralement, appelée « granite à deux micas » par les prospecteurs locaux, est un granite rose équigranulaire à grain fin, riche en muscovite. Il contient accessoirement de la biotite et de la tourmaline et de l'apatite. La fraction lourde (> 3,32) de ce granite est essentiellement constituée de matériaux cryptocristallins de couleurs variées; on a pu identifier du zircon, de la tourmaline, des oxydes de fer et 1 grain de cassitérite.

2.2.4. *Granite porphyroïde de Castillo*

Granite porphyroïde à grands cristaux d'orthose rose enclavés dans une mésostase à grains fins qui, sous le microscope se révèle elle-même à structure hétérogranulaire.

La mésostase est constituée de biotite, partiellement chloritisée, et accessoirement de muscovite.

Remarquons également la présence de gros grains de quartz arrondis entourés d'une couronne de feldspath potassique.

2.2.5. *Les roches dioritiques d'Azuel.*

1. *La granodiorite d'Azuel* constitue la roche encaissante de l'important filon Maria Juana. La roche est essentiellement formée de quartz, andésine, orthose (partiellement séricitisée), de biotite et d'une amphibole secondaire (pargasite). Accessoirement, on rencontre de la tourmaline, un feldspath potassique et du zircon.

2. *La diorite de Maria Juana* n'a été rencontrée que par les travaux souterrains. Elle se distingue de la roche précédente par l'absence

de quartz et d'amphibole et la présence d'un pyroxène, parfois complètement transformé en un agrégat cryptocristallin de carbonate.

La roche contient également de la biotite et des plagioclases.

2.2.6. *Le microgranite*

Les phénocristaux sont constitués de quartz automorphe et profondément corrodé, de biotite chloritisée, de plagioclase et de feldspath potassique non maclé, complètement opacifiés par une fine pigmentation. La mésostase est partiellement micropegmatitique.

Cette roche forme des dykes saillants dans la morphologie dont la direction générale au nord de la route Pozoblanco-Villanueva de Cordoba est N-45°-0. Au contact même du granite, le microgranite montre une véritable structure d'écoulement.

Au Sud de la route, ces dykes sont orientés NNO-SSE. On retrouve la même orientation des microgranites intrusifs dans la bordure sud du batholite à l'est de la route Pozoblanco-Obejo.

2.3. Conclusions

1) Le massif de Los Pedroches n'est pas homogène. Certaines relations spatiales et temporelles peuvent être considérées dès à présent comme connues:

— Le microgranite recoupe le granite de Pozoblanco et lui est donc postérieur.

— Bien que le contact n'ait pas été observé, il est plausible d'admettre que le granite du Mont Mogabar est postérieur au granite de Cerro Gordo; un simple coup d'œil sur le paysage le montre faisant saillie au travers des granites porphyroïdes.

— Des aplites recoupent les granites de Pozoblanco et de Cerro Gordo; mais contrairement aux aplites du contact Sud, celles du contact Nord sont riches en muscovite et le microcline semble faire défaut. Par contre, il existe des affinités certaines entre les aplites du contact Nord et le granite à muscovite du Mont Mogabar.

2) A notre connaissance, le granite de Cerro

Gordo n'a été observé que dans le Nord du batholite et nous ignorons encore les relations existant entre cette roche et le granite de Pozoblanco. Toutefois, l'examen pétrographique montre l'existence d'une unité dans la nature des minéraux constitutifs de ces deux roches. La mise en place dans des conditions identiques est donc plausible et le passage progressif d'un type à l'autre ne nous surprendrait pas. Dans cette manière de voir, le granite de Cerro Gordo représenterait un faciès interne du batholite et, en conséquence, l'absence locale du granite à enclave le long du contact Nord impliquerait la présence d'un accident tectonique important.

3) L'abondance des enclaves dans le granite de Pozoblanco pose un problème génétique.

Une fraction relativement faible de ces enclaves est incontestablement formée de schistes de couverture plus ou moins digérés par le granite. Elles sont caractérisées par leurs contours irréguliers, leur texture litée et leur composition minéralogique particulière (spinelles et biotite). La majorité des enclaves a, par contre, des caractéristiques différentes. Il s'agit de corps sphériques ou ellipsoïdaux à contours réguliers et présentant une composition dioritique (quartz, plagioclases, biotite, amphiboles). Ces enclaves représentent, selon les opinions traditionnelles, des résidus de l'assimilation par le magma granitique d'une roche préexistante. La couverture étant constituée de schistes et de silts, son assimilation ne peut donner des enclaves de composition dioritique; on ne peut pas davantage invoquer l'assimilation de bancs calcaires qui sont inconnus jusqu'à présent dans la région Sud. On est donc amené à supposer que les enclaves représentent les résidus de l'assimilation de roches basiques préexistantes, telles les sills de microdiorite observés dans la couverture métamorphique de la bordure Sud du Batholite.

Cette interprétation suppose une chronologie du type suivant:

- a) Mise en place d'un magma basique sous forme de dyke et de sills dans la couverture sédimentaire avec développement d'un métamorphisme local.
- b) Mise en place du magma granitique qui

par assimilation locale de matériaux basiques préexistants forme le granite à enclave de Pozoblanco et développe le métamorphisme actuellement observé.

c) Mise en place du granite plus acide du Mont Mogabar et des filons aplitiques.

d) Le microgranite et les filons minéralisés seraient des manifestations plus tardives encore, sans qu'il soit possible d'établir une relation temporelle entre ces deux phénomènes.

3. Couverture métamorphique et sédimentaire de la bordure S. du batholite.

3.1. Les terrains sédimentaires non envahis par le métamorphisme.

Ces terrains sont essentiellement constitués de schistes et de grès.

Les schistes comportent toute une gamme de roches allant de l'argile massive transformée en phyllades à des siltstones gréseux, zonaires ou non. Ces deux types peuvent alterner.

Les sédiments franchement argileux de cette série sédimentaire présentent un clivage schisteux bien marqué, dirigé NO-SE (direction hercynienne) et présentant une forte pente au Sud-Ouest.

Intercalés en bancs minces ou épais dans les schistes et les siltstones, s'observent des grès gris-vert à gris-beige, à grain moyen, présentant localement des traces de déformations sous-aquatiques (slumping, pseudo-nodules) et dont les plans de stratification montrent, parfois, des figures de charge (Load-casts).

Sous le microscope, ces grès à grain moyen, mal classés, comportent des débris roulés de quartz, de feldspaths et de roches diverses, séparés les uns des autres par une matrice argileuse assez abondante. Il s'agit de *grauwackes* au sens de F.J. PETTITJOHN (1957).

Cette alternance de schistes, de siltstones et de *grauwackes* constitue une série sédimentaire monotone, affectée de plis serrés et injectée de filons et de sills de roches magmatiques diverses. L'ensemble a subi, au contact du granite de Pozoblanco, des transformations métamorphiques importantes dans une bande

large, le long de la route Pozoblanco-Canaleja, de près de deux kilomètres et correspondant à une stampe normale d'une épaisseur minimum de 800 mètres*. Cette largeur d'affleurement diminue considérablement vers l'Est pour ne plus représenter que 500 mètres, le long de la route Pozoblanco-Obejo, là où le contact métamorphique présente une invagination coïncidant avec la « zone centrale » des mineurs (voir figure 1). Plus à l'Est encore, la zone métamorphique s'élargit et au Sud de Villanueva de Cordoba, elle dépasse à nouveau 1000 mètres de largeur.

3.2. Faciès métamorphiques au contact du granite.

Du Sud vers le Nord, en se rapprochant du granite on observe les transformations suivantes :

a) Développement d'une linéation sur les plans de clivage :

Cette linéation (ou longrain) correspond à l'intersection d'une seconde direction de schistosité avec les plans de la première schistosité, oblique à la stratification, décrite plus haut. C'est une zone de transition dans laquelle on assiste :

- 1) à la disparition vers le nord du clivage schisteux ;
- 2) au développement vers le nord d'une véritable foliation des roches qui est parallèle cette fois au litage et à la stratification des sédiments ;
- 3) à la transformation des schistes gris en schistes plus sombres présentant de petites taches noirâtres à section arrondie ou allongée. C'est l'apparition des schistes tachetés.

b) Développement des nodules dans les schistes tachetés :

Les fines punctuations sombres, à contours indistincts, des schistes mouchetés font bientôt place à de véritables petits nodules produisant

une sorte de gaufrage sur la surface de foliation des schistes. Ces schistes noduleux noirâtres présentent sous le microscope des aspects divers. Tantôt, au sein de la masse schisteuse transformée en séricite et biotite, on observe de petites taches arrondies, translucides en lumière naturelle et qui, entre nicols croisés, apparaissent franchement isotropes. Ces nodules correspondent manifestement à d'anciens cristaux complètement altérés qui ont été affectés par la déformation tectonique*.

Tantôt, des nodules arrondis, à centre isotrope, sont bordés d'une couronne recristallisée en séricite, en association avec de rares phénoblastes automorphes d'andalousite (chiastolite) dans un état de fraîcheur remarquable.

La zone des schistes noduleux occupe les 3/4 de l'auréole métamorphique mais on y observe des interstratifications qui viennent en interrompre la succession monotone ; il s'agit :

- a) de bancs de *siltstones* et grès à grain fin (les *grauwackes* métamorphiques des mineurs) et dont la particularité est de ne pas présenter normalement de nodules.
- b) de bancs homogènes d'une roche noire, très dure, qui contraste par sa fraîcheur avec les schistes encaissants très altérés ; c'est une *cornéenne* constituée essentiellement de cordiérite associée à un peu de chiastolite. La matrice argileuse qui entoure ces phénoblastes est recristallisée en muscovite et biotite.
- c) *Développement de lamelles de muscovite* : Les lamelles de muscovite qui atteignent couramment 1 à 2 mm de diamètre prolifèrent dans les schistes en même temps que se raréfient les nodules et que l'on se rapproche de la bordure du granite ou des apophyses granitiques qui annoncent le contact.

Sous le microscope, les *schistes à muscovite* apparaissent essentiellement constitués de quartz, de muscovite, de biotite, de tourma-

* L'épaisseur énorme de la série sédimentaire du contact Sud, les plis serrés que l'on y observe, la schistosité oblique nettement accusée qui caractérise les faciès argileux. L'absence de fossiles, rendent pour le moins douteux son rattachement au Carbonifère.

* Ces nodules représentent peut-être d'anciens cristaux d'andalousite transformés en une matière argileuse. Des nodules analogues des schistes d'Andlau et de Vielsalm ont été identifiés aux RX respectivement comme illite (Nuss, 1954) et comme kaolinite (THEUNISSEN, 1970).

line et occasionnellement d'andalousite fraîche. Le quartz et la chlorite forment des traînées qui soulignent le litage originel du sédiment, parallèlement auquel la roche se débite assez difficilement. Le débitage difficile provient du fait que les lamelles de mica ont recristallisé à travers la stratification, particularité qui apparente cette roche à une cornéenne micacée. La muscovite présente des caractères optiques identiques à ceux des muscovites que l'on trouve dans le granite de bordure. Quant à la biotite, elle se développe en petites lamelles, plus rarement en rosettes, au détriment de la chlorite qui, manifestement, n'est pas en équilibre avec cette paragenèse.

Les schistes à muscovite comportent fréquemment des lits gréseux isolés, ou encore des alternances régulières de lits silteux et de lits argileux recristallisés en muscovite et biotite (schistes à fahlbandes des mineurs). Dans les deux cas, les lits silteux ou gréseux ne montrent que peu de traces de recristallisation.

On constate donc, tant dans les schistes à muscovite que dans les schistes noduleux, l'existence d'au moins deux épisodes métamorphiques. Le développement des grandes muscovites, de la biotite, de la tourmaline, de la cordiérite et sans doute aussi de l'andalousite fraîche et des bordures de séricite bordant certains nodules isotropes, est lié à la mise en place du granite de Pozoblanco; mais ce métamorphisme avec apport de bore et de potassium s'est apparemment développé dans des roches qui possédaient déjà un faciès métamorphique voisin du type « schistes verts ».

3.3. Le faciès de bordure du granite de Pozoblanco.

Au contact des schistes, le granite de Pozoblanco montre un faciès particulier caractérisé par un grain plus fin, la rareté de la biotite et la présence de tourmaline en mouchetures dans la roche ou en cristaux, implantés dans le granite perpendiculairement au contact du schiste.

En coupe mince, la roche peut être définie

comme un *granite alcalin* à quartz, orthose, albite, muscovite, tourmaline et apatite.

A ne considérer que l'allure générale de la couverture schisteuse qui incline au Sud, le contact granitique pourrait être qualifié de concordant mais l'étude détaillée révèle l'existence de multiples apophyses qui pénètrent dans les schistes de couverture suivant des contours capricieux et discordants.

Apparemment, les filons d'aplite ne pénètrent guère dans les schistes. Les filons granitiques intrusifs ont, en effet, la composition du granite de bordure; on y observe des poches de quartz à tourmaline. Ces filons granitiques sont eux-mêmes recoupés par des filonnets de quartz à tourmaline qui pénètrent dans les micaschistes encaissants.

Nous n'avons observé aucune pegmatite au cours de prospections; cette constatation semble indiquer que le granite de Pozoblanco s'est mis en place sous une couverture sédimentaire trop peu épaisse pour permettre le développement du stade pegmatitique. Cette hypothèse cadre mal avec l'épaisseur de la couverture sédimentaire impliquée par le développement de la schistosité, à moins d'admettre que ce granite soit tarditectonique.

3.4. Les intrusions et le volcanisme associés à la couverture sédimentaire de la bordure sud du massif de Los Pedroches.

Outre les filons de quartz, on dénombre dix types de roches magmatiques; nous nous limiterons à la description de celles que l'on rencontre le plus souvent.

3.4.1. *Microdiorite quartzique* (*).

A l'état frais c'est un porphyre noir à taches blanches. Par altération superficielle la roche devient plus claire et prend souvent une teinte kaki. Les phénocristaux ne dépassent guère le centimètre.

* C'est le « pain de figue » (pan de higo) des mineurs de la région.

Sous le microscope, la roche comporte, en proportions variables des pléno-cristaux automorphes de *plagioclases* et de *quartz* noyés dans une mésostase constituée de *quartz*, d'*oligoclase*, de *biotite* et occasionnellement d'une *amphibole* fibreuse du type actinote. Le plagioclase des phéno-cristaux est une *andésine* zonée titrant de 40 à 45 % d'anorthite. Elle s'altère à partir de la périphérie et cette transformation, s'étend fréquemment à l'entière des cristaux. Les phéno-cristaux de quartz sont corrodés, quand ils existent.

Ces microdiorites apparaissent en intrusions généralement concordantes avec l'allure des couches.

3.4.2. *Rhyolites*

Dans les travaux miniers, nous avons identifié des *rhyolites blanchâtres* à structure fluidale et à cristaux corrodés de quartz, intercalée et concordante dans les schistes noirs noduleux.

Rhyolites laminées et recristallisées: deux filons de cette roche, conformes à la direction des couchés, ont été reconnus au sud de Villanueva de Cordoba. Macroscopiquement, c'est une roche jaunâtre montrant des lamelles de muscovite (1 à 2 mm) orientées suivant une direction privilégiée.

Dans un fond microcristallin, constitué de quartz et de feldspath et montrant de grands cristaux de muscovite poeciloblastiques de néoformation s'observent des traînées et des nids de minéraux plus largement cristallisés de quartz, feldspaths altérés et apatite.

3.4.3. *Lamprophyres*

Il s'agit de roches en filons recoupant les couches sous des angles aigus. Ces roches montrent une cristallisation en deux phases distinctes des minéraux ferro-magnésiens qui y abondent. Elles sont de deux types différents.

a) *Vogésite*: roche grise à grain fin, difficile à distinguer macroscopiquement des grau-wackes sédimentaires. La roche est constituée de rares phéno-cristaux subautomorphes d'une *amphibole brune*, pouvant atteindre 2 mm de long et partiellement transformée en chlorite et épi-

dote, engagés dans une mésostase formée de microlites dont les dimensions sont de l'ordre de 0,1 à 0,2 mm. Ces petits cristaux sont constitués de hornblende, de feldspath altéré avec comme minéraux accessoires de l'apatite et un peu de chlorite secondaire.

b) *Kersantite à grenats*: roche magmatique noire comportant de grandes lamelles de biotite identifiables à l'œil nu. En lame mince, on reconnaît des phéno-cristaux corrodés (diamètres entre 0,5 et 2 mm) de biotite et de hornblende brune altérée en biotite et chlorite. La mésostase comporte des plagioclases zonaires très altérés, de la biotite fraîche et de la pyrrhotine assez abondante. Comme constituant accessoire, on note l'apatite et surtout des grenats à bordure réactionnelle complexe. De la calcite secondaire peut se développer assez largement dans la roche.

3.5. Conclusions

Certaines roches magmatiques comme les rhyolites et la microdiorite observées dans la zone métamorphique, témoignent de recristallisations en muscovite et biotite. Elles sont donc antérieures au granite et a fortiori aux filons minéralisés qui recoupent le granite.

Malheureusement, nous ignorons encore la position, dans l'histoire géologique de la région, des lamprophyres reconnus dans la zone non métamorphique. Il reste d'ailleurs à déterminer si les kersantites et les vogésites sont contemporaines ou non, ainsi que leurs filiations possibles avec le « Pan de Higo ».

La situation se complique encore lorsqu'on veut tenir compte du phénomène le plus acide observé au contact S, c.à.d. des rhyolites. Celles-ci sont antérieures au granite (dont elles ont subi le métamorphisme) mais il est encore impossible de les situer chronologiquement par rapport à la microdiorite.

La présence d'un magma basique initial pose un problème métallogénique qui a totalement échappé aux géologues ayant travaillé dans la région. En effet, si l'on admet une filiation entre les différents épisodes magmatiques, on doit pouvoir supposer que le magma basique initial a pu donner naissance à des

roches mères pour une partie des métaux et que les fluides émanant du granite ont servi à leur remobilisation. On pourrait par la même occasion expliquer la richesse anormale des lamprophyres en sulfures et la teneur élevée d'une diabase rencontrée près du Guadalmez en pispickel, pyrite et Bi, sans traces apparentes du métamorphisme, que des solutions hydrothermales ultérieures auraient laissées. On pourrait aussi introduire des explications originales à certaines associations peu conformes aux conceptions métallogéniques classiques (tungstène-antimoine, étain-calcédone).

4. Les minéralisations

4.1. Les essais de classification

Les géologues miniers ayant travaillé dans la partie centrale du batholite de Los Pedroches, ont établi des classifications génétiques parfois fort détaillées des minerais reconnus dans la région. Une synthèse de ces théories, trop simplifiée par endroit et assez confuse, a été publiée en 1961 (MARQUEZ TRIQUERO E., 1966).

A ces classifications rigides et souvent hypothétiques, nous préférons la classification beaucoup plus souple exposée dans un document inédit par G. REHWALD (1943). Ce géologue refusant toute généralisation a présenté une classification des minéralisations basée sur la composition et la température probable de formation des minerais. C'est selon des critères fort voisins que nous avons dressé notre propre tableau des minéralisations, moins complet que celui de REHWALD, du fait qu'il ne contient que les minerais observés par nous.

Nous présenterons ce tableau dans une publication ultérieure. Notons dès à présent qu'il serait vain de rechercher une zonalité bien marquée ou d'établir une chronologie trop précise de la mise en place des gisements de Los Pedroches. Les mineurs et géologues de la région savent bien qu'à la conception d'une succession ordonnée d'événements de courte durée, il faut souvent substituer celle d'événements à répétitions multiples, chevauchements et superpositions, couvrant chacun un inter-

valle de temps non négligeable par rapport à l'ensemble de la période considérée. Nous décrirons ci-après quelques types caractéristiques de minerais. Nous négligeons intentionnellement les minerais de plomb, antimoine et mercure mieux représentés dans d'autres parties du batholite et déjà décrits dans les mines qui ont fait la renommée de Los Pedroches.

4.2. Quelques minéralisations caractéristiques.

4.2.1. Les minerais de bismuth

Le bismuth natif est un des minéraux constituant le ciment des brèches de failles de direction approximative NNE-SSO dans l'auréole métamorphique du batholite. Il se présente sous forme de petits grains isolés et de petits amas plus étendus.

Les grains de Bi natif ont donc des dimensions très variables (de quelques microns à plusieurs mm). A faible profondeur, ils sont toujours fortement altérés en carbonate et oxyde, qui forment une auréole autour de nombreux noyaux de Bi natif conservé. Le contact Bi natif - formes oxydées est souvent très irrégulier (dentellé) et limité parfois à une partie seulement de la périphérie des grains. Lorsque des restes relativement importants de Bi natif sont conservés, ils contiennent toujours des petites plages internes d'altération à contours nets.

Au Bi natif sont souvent associés des minéraux de cuivre, nickel, cobalt, arsenic et plus rarement la pyrite. D'une façon générale, les sulfures sont très faiblement représentés dans ces paragenèses.

Le cuivre associé au bismuth n'a été rencontré jusqu'à présent que dans les travaux miniers superficiels. Il s'agit de malachite (plus rarement de chrysocolle) en grandes plages ou en rosettes, associée à la limonite et aux minéraux oxydés de Bi. Plus rarement, nous avons rencontré une altération de cristaux aciculaires, constituée d'un mélange intime de malachite et de bismuthine et associée à des plages plus grandes de malachite. Cette dis-

position particulière suggère une association primaire chalcopryrite-sulfure mixte de Cu et Bi (peut être l'emplectite des mineurs locaux).

Les minerais de Bi-Ni-Co-As sont constitués par l'association chloantite-Bi natif. Au contact de ces deux minéraux, la chloantite, même enclavée, développe ses formes propres. Par contre, le Bi natif se présente toujours avec des formes irrégulières.

Au contact nord, nous avons également rencontré une association plus complexe comprenant du Bi natif fortement oxydé et de la chloantite fraîche en cristaux idiomorphes. Des filonnets de malachite recoupent cette association et s'élargissent localement en plages millimétriques. Un des minéraux d'oxydation pourrait être le silicate de bismuth, signalé au début du siècle dans la région. Nous avons pu isoler ce minéral et comptons présenter une description dans une publication ultérieure.

L'association Bi-As est beaucoup plus rare; nous avons rencontré dans certains filons du Bi, presque totalement oxydé, associé à la scorodite, altération probable du mispickel et à un peu de malachite.

La pyrite apparaît en profondeur. Associée à ce minéral, on observe des gerbes de cristaux aciculaires, totalement altérés en bismuthine. Cette disposition fait penser à une paragenèse en bismuthinite.

4.2.2. Cuivre — Arsenic — pyrite

Plusieurs filons du contact sud contiennent de la chalcopryrite massive associée à la pyrite et au mispickel. L'examen sous le microscope a montré que la pyrite originelle a été progressivement remplacée par la chalcopryrite; souvent il ne subsiste que quelques îlots de pyrite. A faible profondeur, et le plus souvent le long des fissures, la chalcopryrite s'altère en covellite; plus rarement la digénite sépare ces deux

minéraux. Le mispickel, toujours frais, est associé à la pyrite et la chalcopryrite. Des filons de mispickel massif sont également connus.

4.2.3. La cassitérite et les minéraux associés.

Les alluvions à cassitérite sont principalement connues près du contact nord. Elles forment des accumulations importantes dans lesquelles on trouve également d'autres minéraux utiles, la wolframite par exemple, et d'une façon systématique des galets de calcédoine. L'origine de la cassitérite est encore mal connue; nous supposons que la roche mère pourrait être le granite à muscovite du type « mont Mogabar » bien qu'aucun gîte primaire n'ait encore été reconnu dans cette région. Une étude récente (OVTRACHT, A. et TAMAIN, G., 1971) attribue une origine analogue à l'étain de Los Pédroches.

Des filons de wolframite et de scheelite sont par contre connus tant au contact nord qu'au contact sud. Certains d'entre eux ont fait l'objet d'exploitations d'une certaine importance.

4.2.4. Conclusions

Les minéralisations de Los Pedroches sont à la fois complexes et variées. Indépendamment de leur importance économique, elles posent de nombreux problèmes géochimiques et métallogéniques et justifient une étude plus approfondie.

Remerciements

Nous remercions la direction de la société I.A.R.S.A. (Industrias Arsenicales Reunidas s.a.) d'avoir autorisé la publication de cette note.

BIBLIOGRAPHIE

- MARQUEZ TRIGUERO, E. (1966). Contribucion al estudio metalogenico de « Los Pedroches » (Cordoba) — Notas y Communs. *Inst. Geol. y Minero. España* N° 82, p. 9-26.
- LEUTWEIN, F., SAUPE, F., SONET, J. et BOUYX, E. (1970). Première mesure géochronologique en Sierra Morena. La granodiorite de Fonianosas.

Geol. en Mijnbouw, Vol. 49, n° 4, p. 297-304.

- OVTRACHT, A. et TAMAIN, G. (1971). Tectonique, migration des « centres chauds » et minéralisations dans le sud de la Meseta Ibérique (Espagne). *Coll. Raguin*, Paris.

Communication présentée le 18 mai 1971.