

NOTE

SUR LES

FILONS DE PHOSPHORITE DE LOGROSAN

DANS LA PROVINCE DE CACERES (1)

PAR

Paul CHOFFAT

(PLANCHE II.)

Généralités sur les gisements de phosphorite de l'Estramadure.

Les phosphates de la province de Caceres sont connus de longue date et ont donné lieu à une abondante littérature entre 1845 et 1878 (2).

Il semblerait qu'il n'y a plus rien à ajouter à leur description sommaire, mais ils ont besoin d'une réhabilitation. En effet, ces gisements ont été prônés comme d'une richesse extraordinaire, puis, des circonstances diverses ayant suspendu les travaux d'exploitation, on est tombé dans l'excès contraire et on a déclaré que leur teneur en phosphate baissait si rapidement en profondeur que leur exploitation en était rendue onéreuse.

Ayant été appelé à examiner les gisements de Logrosan, je me suis convaincu qu'aux profondeurs connues, il n'y a pas de motifs pour admettre cette diminution de la teneur du minerai, et il me semble y avoir un intérêt scientifique et un intérêt économique à faire

(1) Mémoire présenté à la séance du 27 avril 1909.

(2) X. STAINIER, *Bibliographie générale des gisements de phosphate*, 2^e édition. (ANN. DES MINES DE BELGIQUE, t. VII, Bruxelles, 1902.)

connaître des observations détaillées, d'autant plus que c'est peut-être le plus beau filon de phosphate découvert, en Europe du moins.

Il est bien connu que la partie méridionale de la province de Caceres contient de nombreux filons de phosphates appartenant à trois catégories de gisements. Ce sont : à l'Est, ceux de Logrosan traversant les schistes cambriques ; au milieu, ceux de Caceres formant des amas filoniens dans les calcaires dévoniques, et à l'Ouest, près de la frontière portugaise, ceux de Zarza-la-Maior et de Valencia-de-Alcantara, dans le granite. Ces derniers pénètrent en Portugal sur une distance d'environ 10 kilomètres.

Logrosan.

HISTORIQUE.

La phosphorite de Logrosan fut mentionnée, en 1755, par Bowles, comme curiosité minéralogique. En 1834 et 1845, on s'occupait de sa composition chimique, et, en 1855, le Gouvernement espagnol chargeait deux de ses ingénieurs, MM. Naranjo et Lino Penuelas, d'étudier le gisement.

Je passerai sous silence la description qu'ils en publièrent en 1860 (1), quelque bonne qu'elle soit, par le fait que ces messieurs n'ont pu observer que les affleurements ou quelques fouilles peu profondes, tandis que la description publiée, en 1876 (2), par MM. Egozcue et Lucas Mallada, est basée sur l'observation faite après des excavations importantes. Son examen dispense de celui de tous les écrits qui l'ont précédée, autant par suite de son étendue que par suite de la compétence de ses auteurs. J'aurai en outre à mentionner un ouvrage beaucoup plus récent, le *Traité des gîtes minéraux* de MM. Fuchs et de Launay (3).

Les travaux d'exploitation des filons de Logrosan ont commencé en 1865 et ont été suspendus en 1869. C'est en 1875 que M. Egozcue en fit l'étude et fit lever le plan de la région, publié dans l'ouvrage

(1) *Phosphorite de l'Estramadura* (REVISTA MINERA, t. XI, 1860, p. 242) et *Sur la phosphorite de Logrosan (Estramadure)* (BULL. SOC. GÉOL. DE FRANCE, 2^e sér., t. XVII, 1860, p. 157).

(2) *Memoria geognostica minera de la provincia de Caceres*. (MEMORIAS DE LA COMISION DEL MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA, 1876.)

(3) *Traité des gîtes minéraux*, t. I, 1893, article : *Filons de phosphorite de l'Estramadure*, pp. 344 à 348.

précité, à l'échelle de $1/20\ 000$, avec courbes de niveau de 10 en 10 mètres.

M. Martel a pu reconnaître que les tranchées Calles et Magdalena ont été approfondies postérieurement aux études de M. Egozcue.

Ce gisement fut visité plus tard par M. Fuchs, professeur à l'École des mines de Paris, et ses notes ont été utilisées dans la description du *Traité des gîtes minéraux*. Le petit plan qu'il en donne présente quelques différences avec celui de M. Egozcue.

Les travaux d'exploitation du filon de Costanaza ont été repris, le 18 novembre 1907, par une nouvelle entreprise et ils ont été poussés avec beaucoup plus de vigueur que pendant la période précitée.

SITUATION ET ÉNUMÉRATION DES PRINCIPAUX FILONS.

La hourgade de Logrosan est située à l'extrémité septentrionale de la colline granitique de San Cristobal, qui traverse un affleurement de schistes cambriques d'une grande extension.

Un ou deux petits filons de phosphorite entament le bord septentrional de la masse granitique; ils n'ont pas d'importance, tandis qu'ils sont nombreux dans les schistes, les uns ayant des dimensions considérables, tandis que d'autres ne sont que de simples filets.

MM. Egozcue et Mallada en mentionnent onze, dont quatre principaux. Ils sont plus ou moins orientés du Nord-Est au Sud-Ouest; deux se trouvent au Sud et deux au Nord de la colline granitique.

Ce sont du Sud au Nord :

Filon del Barrero, affleurant sur le dos d'une colline, sur une longueur de 1 kilomètre, mais presque uniquement composé de quartz, à la surface du moins. En y joignant l'affleurement de Terrenos colorados, qui est sur son prolongement, on a une longueur de 1 600 mètres.

Filon de la Costanaza. Longueur approximative : 5 700 mètres (décrit plus loin).

Filon del Casillon. Vu la beauté de son minerai, je mentionnerai le petit filon de Casillon, très mal visible dans la localité de Logrosan. Sa longueur ne semble pas dépasser 100 mètres.

Filon Canuelo et *filon Ginjal*. Ces deux filons, d'une longueur totale de 1 400 mètres, ne sont pas exactement sur le prolongement l'un de l'autre. C'est peut-être le voisinage de la colline granitique qui a causé une déviation de la direction.

Filon del Mingote, 1 600 mètres, peut-être 2 800, s'il continue jusqu'à l'affleurement de Cerro San Blas.

Le filon Ginjal et le filon Costanaza sont les seuls qui aient donné lieu à un commencement d'exploitation. Le premier a été attaqué sur deux points d'où on aurait extrait au plus une centaine de tonnes de minerai. Dans une galerie en partie effondrée, on peut constater une largeur de 0^m60 à 0^m80 de minerai mélangé de schiste.

Filon de la Costanaza.

COMPOSITION DU MINERAI.

Il est connu, depuis plus d'un siècle, que la phosphorite de Logrosan est principalement constituée par la variété palmée, formant des masses concrétionnées dans lesquelles des zones de phosphorite alternent avec des zones de quartz, sous forme de jaspe et de quartz cristallisé. La proportion de quartz est extrêmement variable d'un point à un autre. Tantôt on peut extraire des moellons de phosphorite presque pure, tandis que sur d'autres points le quartz peut devenir assez abondant pour rendre le minerai inutilisable.

En plus des deux variétés de quartz susmentionnées, on rencontre un quartzite granuleux, imprégné de phosphate, mais trop pauvre pour être utilisé, et un quartzite compact, à aspect de porcelaine, que l'on prendrait facilement pour du phosphate amorphe. Il n'en contient que peu, quoiqu'il donne les flammes fluorescentes bien connues, lorsqu'on le jette sur la braise.

La phosphorite est généralement blanche, mais elle est parfois teintée en jaune, en rouge, ou même en brun, par des oxydes de fer et de manganèse. Parfois les zones concentriques ont une nuance différente et elles alternent avec les zones blanches ou bleuâtres du jaspe, ce qui produit un fort bel effet.

Enfin, le quartzite forme des filons ou lentilles verticales, soit sur les bords du filon, soit au milieu du minerai.

En outre de ces roches stériles, de nature chimique, se trouvent des mélanges d'origine mécanique : ce sont des débris des schistes encaissants.

Parfois ces inclusions de schiste sont verticales, par conséquent plus ou moins parallèles aux schistes formant les parois ; on a alors l'impression que le filon s'est formé dans plusieurs fentes traversant le schiste. Très souvent ce sont des blocs de schiste tombés des parois pendant le remplissage de la crevasse, et se trouvant disposés horizontalement, ou obliquement, au milieu du filon.

Malheureusement ce ne sont pas toujours de grandes masses, faciles à séparer du minerai, mais on rencontre par places de nombreux petits fragments noyés dans le minerai, dont ils ne peuvent être séparés. Ces inclusions se trouvent aussi bien dans les cotes basses (tranchée de las Brujas) que dans les cotes élevées.

Leur présence ne prouve pas qu'ils doivent forcément se trouver jusqu'à la base de la même tranche, mais ils doivent pourtant être plus abondants dans les sections où la roche encaissante est le plus délitable.

Le minerai provenant d'une faible profondeur a subi un commencement d'altération qui donne à la phosphorite une couleur laiteuse et fait ressortir la structure lamellaire. Dans ce cas, il est facile de la distinguer des quartzites compacts, mais l'approfondissement des puits a fait connaître une phosphorite compacte, gris bleuâtre, légèrement translucide et sans structure lamellaire apparente, qu'il est fort difficile de distinguer du quartzite compact.

MM. Egozcue et Mallada donnent l'analyse suivante d'un échantillon du filon de Costanaza :

Phosphate de chaux tribasique.	87.320
Fluorure de calcium.	6.158
Sulfate de chaux.	traces.
Oxyde ferrique	1.800
Peroxyde de manganèse.	0.326
Alumine	traces.
Silice	1.800
Eau hygroscopique	2.300
Pertes	0.266
	100.000

M. le Dr Mastbaum a trouvé 82.88 % de phosphate tribasique dans un échantillon compact et 83.01 % pour un échantillon palmé, sans quartz visible, ayant perdu son éclat.

M. Martel a trouvé 91.7 % dans du minerai provenant de 84 mètres au Sud du puits Maria.

Quant aux analyses d'ensemble, au point de vue industriel, leur teneur en phosphate varie conformément à la proportion de quartz et de schiste.

Par le triage fait à la mine, on peut régler jusqu'à un certain point la teneur du minerai marchand, et, lors du prélevage des échantillons

destinés à être broyés et analysés, on peut inconsciemment obtenir des résultats très différents. Je citerai l'exemple suivant :

L'entreprise actuelle avait passé avec la fabrique Hijos de Mirat, à Salamanque, un contrat de vente prévoyant deux qualités de minerai, suivant que le phosphate y serait dans la proportion de 70 à 75 % ou de 75 à 80 %.

Sur un premier envoi de 130 tonnes, l'analyse des échantillons remise par le vendeur au Dr Mastbaum accusa une teneur de 72 %, tandis qu'à Salamanque l'acheteur lui trouva 76.60 %.

Des envois successifs de 110, 190 et 260 tonnes ont été faits à la maison précitée, qui a prélevé des échantillons et les a envoyés au laboratoire Maret, Delattre et Maris, à Paris, d'où l'on a indiqué les teneurs suivantes : 75.54 %, 72.61 % et 77.50 %. Des échantillons de la dernière remise, analysés par la maison *Chemische Werke vormals H. et E. Albert*, à Biebrich, ont donné 76.2 %.

D'autres échantillons, envoyés aux Usines de guano et phosphates de Merck, à Nierenburg, ont donné 81.01 % et 81.81 % de phosphate tribasique.

Enfin, un wagon de 10 tonnes, vendu à la Société générale de commerce et d'industrie, à Madrid, a été accepté au taux de 79.17 %.

Ces chiffres prouvent surabondamment la haute teneur du minerai exploitable.

Le puits Maria, qui peut être considéré comme la partie la plus riche du filon, donne sur toute sa hauteur un minerai d'une haute teneur. En éliminant les morceaux contenant du quartz, on obtient facilement du minerai pouvant être livré à 80 %.

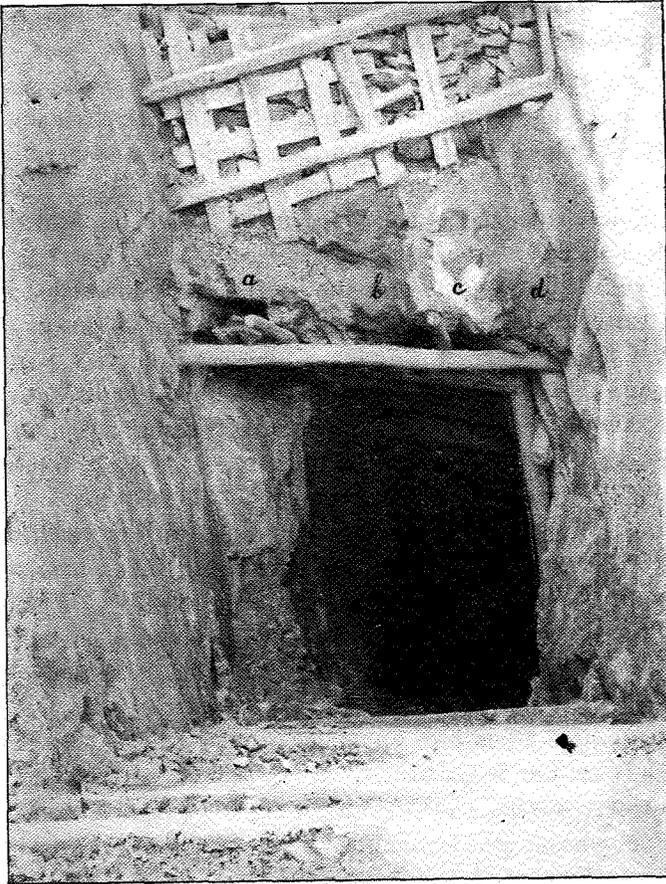
D'après l'analyse complète précitée, le minerai de Logrosan ne contient pas de carbonate de chaux. C'est, en effet, le cas pour le minerai exploité jusqu'ici, mais M. Martel me dit en avoir rencontré dans les échantillons extraits du puits de la partie méridionale des travaux (Consuelo).

ALLURE DU FILON. — TRAVAUX EXÉCUTÉS.

Le filon est vertical, sauf sur un ou deux points dont il sera question plus tard ; il est entièrement dans les schistes cambriques fortement redressés ou verticaux.

Sa nature filonienne a été reconnue par tous les géologues qui s'en sont occupés, depuis Naranjo, en 1860, jusqu'à Fuchs, trente années plus tard.

On peut même le donner comme type de filon dans les sections 1, 3 et 4, tandis qu'il devient moins caractéristique dans la section 5, par suite de sa division.



VUE DU FILON DE COSTANAZA A L'ENTRÉE DE LA DESCENDERIE BERTA.

a. Phosphorite	1 ^m 00
b. Quartzite	0 ^m 40
c. Phosphorite	0 ^m 40
d. Quartzite	0 ^m 40

Ses parois mises à nu par les travaux effectués il y a trente-huit ans ont, en général, résisté sans qu'il se produise d'éboulements importants.

Il forme une ligne ondulée, d'une longueur totale dépassant 5 700 mètres.

Nous distinguerons une partie septentrionale et une partie méridionale qui ne sont reconnues que par des fouilles sans importance, et une partie centrale sur laquelle se sont concentrés tous les efforts et que nous examinerons par sections.

La partie septentrionale est reconnue par cinq puits et affleurements, depuis le Cerro-Cabrero jusqu'au puits de las Brujas, soit sur une longueur de 2 kilomètres. La partie méridionale, tout aussi mal connue, a à peu près la même longueur; elle se termine par une petite fouille au Sud-Ouest de Loma-Rodrigo, sur le versant méridional du thalweg. La partie médiane entre le puits de las Brujas et les fouilles au Sud de la chapelle de Consuelo a une longueur de 1 707 mètres, d'après le plan de l'entreprise actuelle.

La ligne d'affleurement présente des ondulations dans le sens vertical, par suite du modelage par l'érosion postérieurement au remplissage du filon.

Pour plus de clarté, nous adopterons le zéro de l'entreprise qui se trouve à environ 6 mètres au-dessus du croisement du filon par le ruisseau Ginjal. Il est, à environ 400 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Depuis l'extrémité septentrionale du filon, qui est environ à la cote + 100, le terrain s'abaisse jusqu'au ruisseau Ginjal, puis se relève pour former une première colline (tranchée Calles), atteignant la cote + 56 et séparée de la deuxième par un thalweg, chemin de las Zorreras, ayant la cote + 24.60. Il s'élève ensuite régulièrement jusqu'à la cote + 64.80, puis s'abaisse peu à peu vers le Nord, le dernier affleurement étant à peu près au même niveau que le croisement du ruisseau à la colline de las Brujas.

Les anciens travaux consistaient en tranchées à ciel ouvert, en un petit tunnel passant sous la route royale et en puits de reconnaissance, qui sont actuellement plus ou moins comblés.

L'entreprise actuelle procède par puits et galeries superposées. On prévoit neuf étages de galeries, dont huit sont en travail sur différents points. Ce sont donc de bonnes conditions d'observation.

J'ai visité les travaux en février et en mai 1908, et les ai suivis ensuite sur les rapports bimensuels de l'ingénieur M. C. Martel. Toutes les indications relatives à la proportion du minerai utile et à sa teneur en phosphate sont empruntées à M. Martel, car il faut assister au triage pour pouvoir se rendre compte de la proportion de minerai à teneur marchande.

Nous remarquerons que ses estimations sont inférieures à la réalité

parce qu'il n'a pris en considération que le minerai à 70 % et au-dessus, les frais de transport ne permettant pas d'utiliser le minerai moins riche avant la construction d'une voie ferrée ou le montage d'une usine sur place.

DESCRIPTION DES CINQ SECTIONS DE LA PARTIE MÉDIANE.

Je diviserai la partie médiane, ou partie reconnue utilisable, en cinq sections qui sont, du Nord au Sud :

Première section. — *Tranchée de las Brujas.* L'étude de cette section est importante, parce qu'elle nous donne des renseignements sur l'allure du filon au point le plus bas.

Le puits et la tranchée ont une longueur de 115 mètres jusqu'au thalweg, où se trouve le puits Isabel. Cette tranchée a au maximum 6 mètres de profondeur, sa plate-forme est à la cote + 2, celle de la galerie Isabel, qui doit l'attaquer en sous-sol, est à — 4.50.

La puissance du filon varie entre 0^m30 et 2 mètres.

Le minerai est semblable à celui des autres tranchées, plus pur au point où le filon se coude et contenant des débris de schistes dans les parties larges.

On y voit du phosphate palmé, alternant avec du quartz, mais ce n'est qu'en en extrayant quelques mètres cubes que l'on pourrait se prononcer sur sa teneur au point de vue industriel; or le propriétaire du terrain s'oppose à l'extraction à ciel ouvert, et la galerie à travers bancs n'a pas encore atteint le filon en sous-sol.

Deuxième section. Entre la tranchée de las Brujas et la deuxième tranchée se trouve un terrain recouvert par la végétation sur une longueur de 310 mètres. Cet espace étant compris entre deux tranchées où le filon est bien caractérisé, sa présence ne semble pas devoir être mise en doute; l'entreprise a du reste commencé une galerie à travers bancs pour faire une reconnaissance en profondeur.

Troisième section. — *Tranchée Calles.* Longueur : 237 mètres; profondeur maxima : 9 mètres (voir le plan et le profil).

MM. Egozcue et Mallada signalent une largeur de filon de 3^m30 à 3^m50 et des masses de 0^m30 à 0^m50 de phosphorite pure. L'entreprise actuelle a fait quelques petites fouilles et deux puits, dont le principal (puits Calles) est situé vers le milieu de la tranchée. Il a une profondeur de 28 mètres; son fond est donc à la cote + 9. A la cote + 21.25, on a ouvert deux galeries en sens contraire, qui rencontrent le filon

avec 0^m65 de bon minerai du côté Nord et 1 mètre du côté Sud (Martel, janvier 1909).

Quatrième section. — *Du chemin de las Zorreras au point culminant.* (Voir le plan et le profil.) Du chemin de las Zorreras, correspondant à un thalweg (cote + 24.60), le terrain monte insensiblement jusqu'au point culminant (cote + 64.83). C'est dans cette section, qui a une longueur de 527 mètres, que s'est concentrée toute l'activité de l'entreprise actuelle, les autres sections n'ayant que des travaux de recherche. On y a attaqué cinq étages de galeries et deux puits principaux : l'un, près du chemin de las Zorreras, atteint la cote + 14.50, tandis que l'autre, le puits Maria, correspond à la cote + 46.40 du terrain et atteint en profondeur la cote + 14.07. Il est foncé, à 15 mètres au Sud de la route royale, dans la partie la plus riche du filon et se trouve à une distance de 337 mètres du premier puits.

Nous verrons plus loin que la puissance du minerai utile varie de 3^m10 à 2^m10; sa teneur est très haute, aussi bien vers la surface du terrain qu'à la base du puits.

Trois étages de galeries partant du puits Maria se dirigent vers le Nord et vers le Sud. Les premières traversent un minerai riche et abondant, ce qui est aussi le cas pour la galerie Magdalena, qui vient à leur rencontre.

La partie nord de la quatrième section est évidemment la meilleure, malgré la pauvreté au puits Magdalena qui se trouve sur un étranglement, comme il s'en présente du reste sur d'autres points de la section.

Les galeries du côté sud montrent une diminution assez rapide de la puissance utile. Dans la première, la puissance moyenne est supérieure à 1 mètre jusqu'à 75 mètres du puits; elle tombe ensuite à 0^m20 et 0^m30, tandis qu'à 30 mètres la deuxième galerie est déjà réduite à 0^m50, pour reprendre immédiatement après. Nous voyons donc que les rétrécissements ne sont pas régulièrement superposés, ce qui tient peut-être à la présence d'une faille coupant obliquement celle qui a été remplie par le filon.

Ces rétrécissements ne doivent pas faire supposer que cette partie n'a pas de valeur, car, dans une tranchée au-dessus de ces galeries (110 mètres de la route), le filon avait de 0^m60 à 1 mètre d'utile, avec 75 % de phosphate de haute teneur. Un échantillon a donné 91.7 % de phosphate tribasique (Martel), ce qui est à peu près la teneur maxima de l'apatite.

Dans le reste de la section, le filon est moins régulier, il présente

des intercalations de schistes qui le rendent par places inutilisable, du moins en surface. Elle se termine pourtant avec une puissance utile de 0^m80.

Cinquième section. Du point culminant à la fin des travaux, 558 mètres.

Cette section est presque inconnue sur les premiers 520 mètres.

A en juger par la surface du sol, le filon est très divisé par les schistes et ne semble pas avoir une grande valeur, puis commence une série de tranchées anciennes ou modernes, ayant fourni du minerai de 60 à 70 % (tranchée Veronica), mais ce n'est plus le filon régulier des sections 3 et 4, les parties riches ne sont pas aussi étendues. Ce n'est qu'après les avoir attaquées en sous-sol que l'on pourra juger de leur valeur.

Un bloc de 6 mètres de puissance (tranchée de Consuelo) a été exploité jusqu'à une profondeur de 7 mètres, où il se réduisait à 1 mètre. Malgré sa belle apparence extérieure, il ne contenait que 50 % de minerai utile.

Par contre, un puits de 13^m60, foncé près de cette masse, donnait du minerai mélangé de schiste, qui après triage titrait 55 %; ce puits a dû être abandonné à cause de l'eau, mais on en fonce un autre qui permettra de constater si cet étranglement en profondeur est suivi d'un épanouissement, comme c'est le cas sur d'autres points.

DÉVIATIONS ET VARIATIONS.

Déviations de la verticale. J'ai dit plus haut que le filon est vertical sur presque tout son parcours, mais il a été observé une *déviacion de la verticale* au puits Calles (milieu de la section 3), 1 mètre sur une profondeur de 29 mètres, vers la fin de la section 4 et vers l'extrémité de la section 5, où il incline 70° vers le Nord-Ouest et 100 mètres plus loin 80° Sud-Est. Enfin, dans le puits Loma-Rodrigo, vers l'extrémité méridionale du filon, la paroi nord-ouest est verticale, tandis que la paroi sud-est plonge sous un angle de 70°.

Variations dans le sens horizontal. Le filon présente plusieurs ondulations avec rétrécissements à chaque coude, mais dans ces rétrécissements le minerai est beaucoup plus pur, comme c'est généralement le cas dans les gîtes minéraux.

Je citerai deux exemples pris au hasard. Dans la tranchée de las Brujas, le filon a 0^m50 de puissance au coude et passe rapidement à

2 mètres, et, dans la galerie Magdalena, le filon avait 0^m50 au coude et 0^m95 à une distance de 5 mètres.

A l'extrémité nord-est de la galerie Magdalena, le filon présentait les alternances suivantes :

Phosphorite	1 ^m 00
Schistes	1 ^m 85
Phosphorite	0 ^m 80
Schistes	0 ^m 25
Phosphorite	0 ^m 20

Soit 2 mètres de minerai sur une puissance totale de 4^m10.

Au puits Maria, situé 250 mètres plus loin, sur une puissance totale de 3^m65, il n'y a pas de schistes, mais uniquement une intercalation d'un filon de quartzite vertical d'une épaisseur de 0^m55, par conséquent 3^m10 de minerai d'excellente qualité.

Il y a par places des renflements subits; tel est celui de 11 mètres de puissance, sur une longueur de 8 mètres, signalé par MM. Egozcue et Mallada au Sud de la route royale. Ils estimaient à 20 % le minerai utile.

Dans la section 5, nous avons vu un massif de minerai de 6^m20 de puissance.

Variations en profondeur. La question des variations en profondeur a une importance capitale.

MM. Egozcue et Mallada émettent l'hypothèse que le filon peut être inexploitable à la profondeur de 100 mètres, non pas à cause d'une moindre teneur en phosphate, mais par suite de son amincissement.

MM. Fuchs et de Launay admettent pour tous les filons de phosphate l'augmentation de la proportion de quartz en profondeur et, par suite, la diminution de la teneur du minerai à mesure que l'on s'enfonce au-dessous de la surface du sol.

Ils s'expriment de la manière suivante au sujet du filon de Logrosan : « Son remplissage présente une structure zonée, alternativement composée de lamelles cristallines de phosphorite et de petits cristaux de quartz; ces derniers vont en augmentant avec la profondeur, si bien qu'à 50 mètres à peine de la surface la teneur moyenne, qui était supérieure à 65 % aux affleurements, est descendue au-dessous de 50 % : ce qui rend toute la partie profonde du gîte provisoirement inexploitable. »

L'état des anciens travaux ne permet pas de supposer qu'ils attei-

gnaient une profondeur supérieure à 15 mètres, sauf dans des puits de recherches qui seraient actuellement comblés.

Il y a, il est vrai, un passage du mémoire de MM. Egozcue et Mallada (p. 235) d'après lequel une tranchée aurait eu 25 mètres de profondeur. Au point correspondant se trouve une grande tranchée dont le fond était remblayé lors de ma première visite, mais elle ne semble pas avoir eu plus de 14 mètres de profondeur. Y aurait-il une faute d'impression, 25 au lieu de 15, ou bien a-t-elle été partiellement remblayée avant la formation de l'entreprise actuelle? Voyez sur le profil la « tranchée au Nord de la route », dans laquelle on a figuré en pointillé l'espace où elle peut atteindre la profondeur de 25 mètres. Cet espace doit être traversé par une galerie passant à 17 mètres au-dessous du sol; elle rencontre actuellement le filon en place, avec 2^m40 de minerai de première qualité.

On ne saura que plus tard s'il a existé une exploitation à 25 mètres de profondeur, mais si c'est exact, ce ne serait que sur une distance restreinte, et il n'y aurait rien d'étonnant à ce que sur un point la teneur ait été faible; on ne pourrait en tirer aucune déduction générale.

MM. Egozcue et Mallada disent catégoriquement que l'abandon des travaux par l'ancienne entreprise a été dû à la mésintelligence entre les personnes intéressées. Il est du reste incontestable que la pauvreté du minerai n'est pour rien dans cet abandon, puisqu'il reste de l'excellent minerai à exploiter à une faible profondeur. L'examen des galeries m'a fait voir, sur plusieurs points, des augmentations ou des diminutions assez rapides sur une hauteur relativement faible, mais il eût été prématuré d'en tirer des conclusions. Le fonçage des puits montre déjà des faits plus positifs; je me référerai à trois d'entre eux pour lesquels j'utilise, avec quelques légères modifications, des graphiques construits par M. Martel (voyez p. 111). Ce sont, du Nord au Sud, les puits Calles, Magdalena et Maria, séparés par des distances de 115 et 537 mètres.

Puits Maria. La cote du terrain est de + 46.40 et la profondeur du puits est de 52^m33; sa cote de fond est donc de + 14.07.

Les indications relatives à l'affleurement en ce point ne sont pas très détaillées dans la description de la province. On y dit que la puissance dépasse 5 mètres, dont 60 à 70 % de minerai utilisable, d'où M. Martel déduit une puissance utile d'environ 3^m25.

A partir de 9 mètres, les observations sont plus détaillées; le filon de quartzite intercalé avait 0^m33 et il a peu diminué, car il varie entre 0^m45 à 0^m50 à la profondeur de 30 mètres.

La partie utile, qui était de 3^m40 à la cote + 37.40, est réduite de 1 mètre à la cote + 27.95; c'est le minimum de puissance. Elle oscille ensuite autour de 2^m60, pour atteindre 2^m80 à la cote + 17.50 et descendre à 2^m525 à la cote + 14.

Au premier abord, on est porté à conclure à une forte diminution, mais en regardant ce qui précède, nous voyons que ce rétrécissement est moins fort que celui de 2^m40 à la cote + 27.95, et pourtant la puissance a remonté jusqu'à 2^m80!

Nous avons vu que la phosphorite est séparée verticalement par un filon de quartz; or les deux filons de phosphorite se comportent d'une façon différente: celui du Sud augmente en profondeur, tandis que celui du Nord diminue.

La qualité du minerai est restée la même du haut en bas; c'est une belle phosphorite palmée, alternant avec des zones de quartz, mais sans mélange de schiste. Sa teneur moyenne en phosphate tribasique est toujours voisine de 70 %.

Les données suivantes renseignent sur la teneur marchande vers la base du puits.

Sur 25 tonnes de minerai trié, à teneur moyenne supérieure à 70 %, extraits de la profondeur de 50 mètres, on a obtenu 10 tonnes de minerai sans quartz, c'est-à-dire à 80 %.

Les matériaux extraits à 52 mètres (y compris le filon de quartz) ont donné deux tiers de phosphate supérieur à 70 %, un sixième de phosphate plus fortement mélangé de quartz et un sixième de quartzite.

Puits Magdalena. Cote du terrain: + 25 mètres, profondeur du puits: 10^m50; cote du fond: + 14^m50.

Mauvais au début, il a présenté un renflement de 0^m60 à la profondeur de 4^m50, mais il est rapidement tombé à 0^m40, puis à 0^m30. Il y a donc rétrécissement.

Puits Calles. Surface du sol: 37 mètres; profondeur de la tranchée: 8^m50; profondeur du puits au-dessous du sol: 28 mètres; cote du fond: + 9 mètres.

On n'a pas de données sur la puissance à la surface du sol, mais, d'après MM. Egozcue et Mallada, le filon aurait eu 3^m50 dans la tranchée, soit à environ 5 mètres de profondeur, dont un tiers d'utile, ce qui fait 1^m15. Nous voyons ensuite la puissance utile osciller entre 0^m80 et 1^m25, pour se réduire à 0^m50 à la profondeur de 14^m50, puis elle augmente assez rapidement, tout en subissant quelques petites oscillations, et se termine avec 2 mètres (Martel). Il y a donc tendance

manifeste à un élargissement, quoique sa cote de fond soit inférieure à celle du puits Maria.

Comparaison des trois profils. La puissance du filon et celle du minerai utile diminuent lentement dans le *puits Maria*. Sur 52 mètres de profondeur, la puissance totale passe de 5 mètres à 2^m80, mais la puissance utile diminue moins rapidement, puisque de 3^m25 elle se réduit à 2^m32. Le puits Magdalena, mauvais dès le début, atteint la même cote de fond sans changement notable, tandis que le puits Calles, qui descend 5 mètres plus bas, présente une augmentation incontestable, malgré ses oscillations.

A 440 mètres au Nord du puits Calles, nous avons vu des affleurements occupant une cote plus profonde, la tranchée de las Brujas, qui atteint la cote + 2.

Nous savons déjà que dans cette tranchée le filon atteint 2 mètres de puissance et que le minerai semble de bonne qualité.

Conclusions.

Pour terminer, j'émettrai les conclusions suivantes :

1° Le filon présente une alternance de rétrécissements et d'élargissements, non seulement dans le sens horizontal, mais aussi dans le sens vertical ;

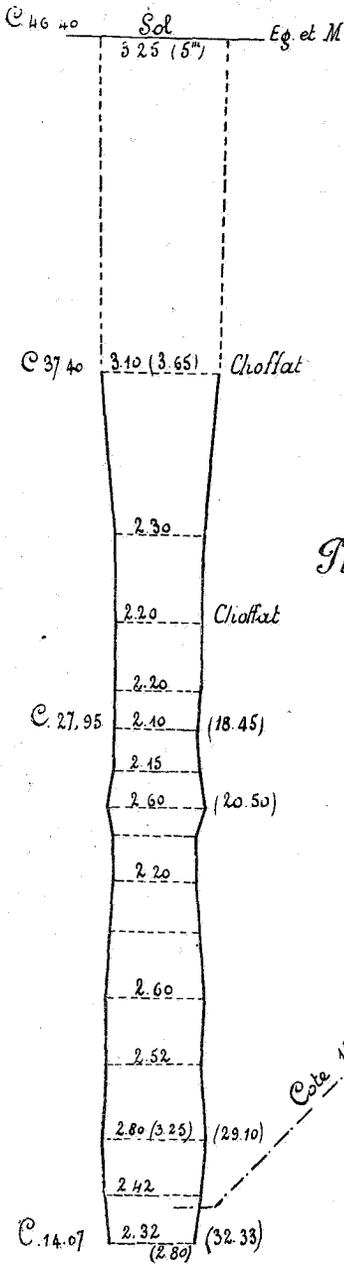
2° Les résultats du fonçage des puits sont contradictoires, suivant que le puits se termine dans un élargissement ou dans un rétrécissement, mais en tout cas la diminution de la puissance du minerai en profondeur est extrêmement lente, si elle existe réellement ;

3° Le mélange de schiste ne semble pas répondre à une règle. Son absence et la haute teneur du filon dans toute la hauteur du puits Maria doivent être considérées comme une exception. Sur d'autres points, le mélange du schiste existe aussi bien dans les points élevés que dans les plus profonds (tranchée de las Brujas) ;

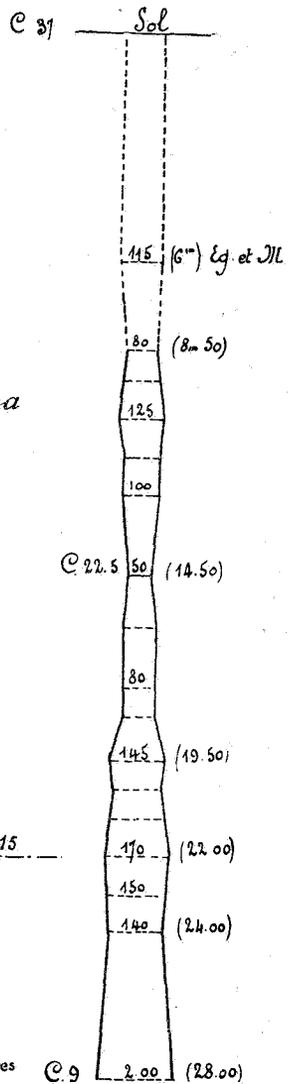
4° Sur une même verticale, la qualité du minerai peut se modifier dans l'un ou l'autre sens ;

5° La quantité de minerai exploitable dans la partie médiane du filon (1 707 mètres) est assurément très grande, mais l'avancement des puits et des galeries ne permet pas encore d'évaluer la quantité exploitable sans risquer de commettre des erreurs importantes dans l'un ou l'autre sens. C'est surtout le cas pour les espaces qui ne sont connus que par des fouilles superficielles.

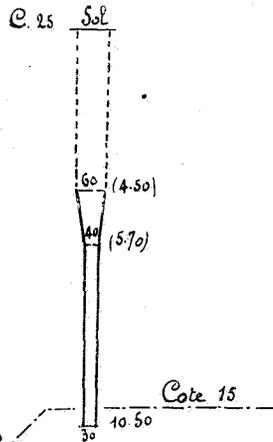
Puits Maria



Puits Calles



Puits Magdalena



0 1 2 3 4 Mètres

Les chiffres à gauche des figures indiquent les cotes au-dessus du zéro de l'entreprise et les chiffres entre parenthèses à droite des figures indiquent les profondeurs des puits.

Les nombres à l'intérieur indiquent : les premiers la puissance, en centimètres, de minerai utile (en première qualité), et les deuxièmes, mis entre parenthèses, indiquent la puissance totale du filon.

Dans leur évaluation de la provision de minerai, MM. Egozcue et Mallada donnent le chiffre hypothétique de 100 mètres comme limite de l'exploitation du filon.

L'exploitation des mines de Caceres l'a dépassé et leur abandon n'a pas été occasionné par le manque de minerai, mais par les frais trop considérables de l'épuisement de l'eau.

L'ingénieur Jacob, directeur de l'ancienne exploitation, m'a donné des échantillons du puits Esperanza, de 108 mètres de profondeur. Leur teneur varie de 50.5 % à 81.9 %. D'après MM. Fuchs et de Launay, les puits San Salvador et San Eugenio avaient environ 105 mètres.

Pour le moment, rien ne fait supposer que le minerai de Costanaza soit trop réduit pour être exploité à une profondeur analogue. Les filons de Mingote, Ginjal et Cassillon sont probablement moins importants, mais les fouilles faites jusqu'à présent sont trop superficielles pour permettre de dire s'ils peuvent donner lieu à une exploitation lucrative.

Lisbonne, le 10 février 1909.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II

FIG. 1. — Profil en long des 3^e et 4^e sections du filon de Costanaza montrant l'état des anciens travaux et l'avancement des nouveaux à la date du 1^{er} février 1909, d'après l'ingénieur C. Martel. Échelle : $\frac{8}{10}$ de millimètre par mètre.

FIG. 2. — Plan horizontal du filon de Costanaza, sections 3, 4 et 5, entre le puits Consuelo et l'extrémité Nord de la tranchée Calles. Échelle : $\frac{1}{3}$ de millimètre par mètre.

Fig. 1. Profil des 3^e et 4^e Sections du filon Costanaza

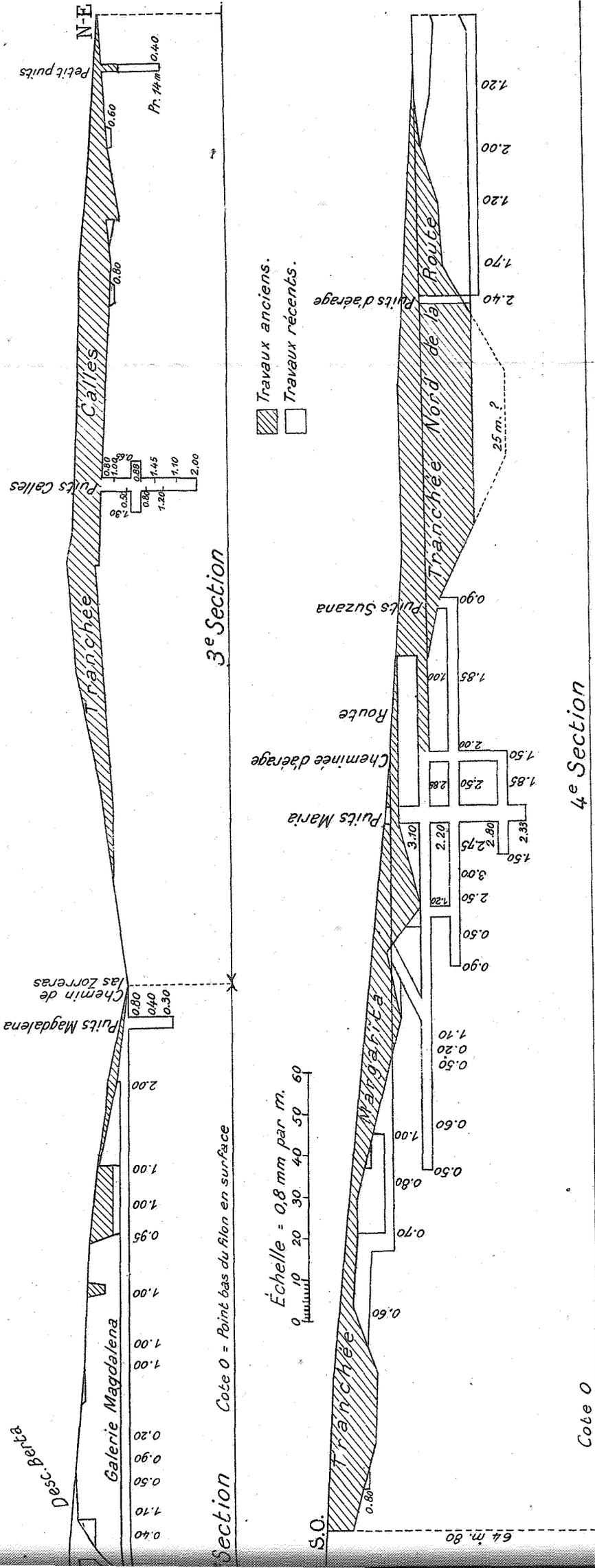


Fig. 2. Projection horizontale du filon Costanaza

