

GISEMENTS MÉTALLIFÈRES

DU DISTRICT DE CARTHAGÈNE (ESPAGNE)

PAR

M, ALFRED MASSART,

Ingénieur des Mines.

Introduction. — Le district minier de Carthagène, situé au SSE. de l'Espagne, occupe, près de la côte baignée par la Méditerranée, une surface approximative de 8 lieues carrées.

La nature essentiellement métallifère des roches de ce district appela l'attention des anciens, qui les explorèrent sur différents points; leurs travaux mirent au jour de nombreux gisements de minerais alors sans application, et qui aujourd'hui constituent la richesse la plus importante de ce pays.

Connaissant les ressources importantes qu'on pourrait tirer de ce district, si les gisements étaient mieux étudiés, j'ai cru utile de réunir dans cette notice les résultats de mes observations ainsi que les renseignements qui seraient de nature à intéresser les mineurs de ce pays, convaincu qu'en jetant quelque lumière sur les conditions d'être des terrains que l'on fouille si souvent sans discernement, je pourrais contribuer aux progrès de l'exploitation minière de ce sol si privilégié.

Comme je viens de le dire, les premières explorations dans ce district remontent à l'antiquité; de nombreuses générations, pendant une période de plusieurs siècles, ont exploré la croûte et interrogé les flancs des puissantes montagnes dont ce sol est hérissé. Ces fouilles extérieures ont été si nombreuses, si importantes et si variées, que l'œuvre primitive de la nature, déjà si étrangement pittoresque dans ce pays, présente aujourd'hui, en plusieurs endroits, un caractère presque fantastique.

A ces preuves impérissables de l'activité et du travail de bien des générations, viennent se joindre les innombrables travaux souterrains exécutés dans le but d'arracher aux entrailles de ces montagnes les richesses considérables qui y étaient enfouies.

Les premières excavations pratiquées dans ces contrées appartiennent probablement à l'époque carthaginoise, si l'on s'en réfère aux vases, aux statuettes, aux monnaies, etc., etc., accompagnés de caractères et d'inscriptions puniques, qui ont été trouvés en grand nombre dans les anciennes excavations minières et dans des fouilles opérées sous le sol même de la ville de Carthagène. Mais c'est surtout aux Romains que l'on doit attribuer les travaux de mines les plus importants; c'est à l'époque de leur domination qu'on doit rapporter l'impulsion considérable qui fut donnée aux travaux d'exploitation. Nous ne signalerons pas tous les vestiges qu'ils nous ont légués en objets de tout genre et qui ont été découverts dans un très-grand nombre de fouilles, car la variété de ces objets est presque aussi considérable que leur nombre; ce sont : des monnaies appartenant à toutes les périodes romaines, des pics, lampes de mines, amphores, échelles, chaînes, etc., etc.;

enfin quelques monuments dont l'existence n'est révélée que par des ruines, rares cependant aujourd'hui, mais parmi lesquels nous citerons les curieuses dalles ou parquets étagés que l'on peut encore admirer dans la vallée du Gorguel.

L'argent étant principalement recherché par les anciens, le traitement des minerais était conduit en vue d'en retirer spécialement ce métal, même au prix de pertes considérables en plomb; c'est ainsi que l'antiquité a légué à ce district des quantités considérables de scories plombeuses qui devinrent plus tard l'objet d'un traitement lucratif. Comme dernier vestige des travaux de triage et de lavage auxquels les anciens soumettaient les minerais bruts, nous signalerons les puissants amas de décombres et de gangues (appelés *terreras* dans le pays) que l'on retrouve encore dans le *barranco del Francès*, le *barranco de los Lobos*, la *rambla de la Boltada* et la *rambla del Gorguel*.

Ces matières contenant des quantités plus ou moins importantes de plomb ou d'argent, alors rebutées parce qu'on ne les trouvait pas assez riches, ont fait, pendant un grand nombre d'années, l'objet de traitements très-importants; quoique appauvries aujourd'hui par plusieurs lavages qui en ont élagué la majeure partie de leurs produits utiles, elles sont cependant encore retraitées actuellement avec des bénéfices plus ou moins notables.

Les eaux de pluie qui, à certaines époques, constituent des torrents parcourant avec énergie les ravins de cette contrée, entraînent chaque année des quantités plus ou moins considérables de ces débris, et à en juger par ceux qui existent encore aujourd'hui, on est porté à croire que leur volume primitif a été extrêmement important.

Selon les vestiges retrouvés, et les traditions que nous possédons, ce serait 200 ans avant l'ère chrétienne que les travaux de ce district auraient atteint l'apogée de leur puissance, et la ville de Carthagène sa plus grande importance historique, car elle devint alors ville libre, se gouvernant par elle-même et possédant une population qui devait être très-nombreuse, si l'on s'en rapporte aux inscriptions de plusieurs dalles et de soubassements découverts en 1776 qui lui attribuaient le nom de *Municipium Ficariense* à l'époque que nous venons d'indiquer.

Plusieurs siècles plus tard, 600 ans après Jésus-Christ, l'invasion arabe amena la décadence et la chute de l'industrie minière, non-seulement dans ce district, mais encore dans toutes les provinces de l'Espagne où la race maure s'était répandue. Ce n'est qu'en 1462, après leur expulsion, que les marquis de Villena et de Villafranca entreprirent de rendre à ces localités désertes une ombre de l'animation et de l'activité industrielle qui avaient fait leur ancienne splendeur, en continuant l'exploitation des trachytes alunifères du *Cabezo Rajado*, près du petit village d'Alumbres.

L'exploitation des gisements métallifères recommença à prendre un peu de vie, et se développait peu à peu, lorsqu'à la fin du 16^{me} siècle, époque de la découverte des mines d'Amérique, fut lancé un décret royal ordonnant la suspension des travaux de mines, ainsi que la fermeture de tous les puits et galeries, avec défense formelle de fouiller désormais les entrailles du sol de la péninsule.

Cet ordre fut le dernier coup porté à l'exploitation minière de l'Espagne; les immenses richesses que l'on découvrait journellement en Amérique appelèrent bientôt

vers ces régions, la plupart des travailleurs qui s'étaient voués aux travaux de mines de la péninsule, et même après la révocation du décret, les mines du district de Carthagène, ainsi que la plupart de celles de l'Espagne, restèrent encore dans l'oubli. Cet état de choses dura près de trois siècles, et fut encore favorisé par les agitations politiques qui ne cessaient d'énerver le pays. Ce n'est que depuis quarante ans environ, c'est-à-dire après plus de douze siècles de repos, qu'une nouvelle ère d'activité et de prospérité rendit enfin la vie industrielle à ces localités.

CHAPITRE I.

Constitution géologique du sol.

Les roches qui constituent la zone métallifère du district de Carthagène appartiennent aux formations neptuniennes, volcaniques et métallifères.

La puissance considérable des masses appartenant à cette dernière catégorie serait un caractère suffisant pour les grouper dans la même étude; mais, afin de rendre cet exposé plus clair, j'ai pensé qu'il était préférable de réunir la description de toutes les masses métallifères dans un chapitre spécial, et de ne traiter dans celui-ci que les formations du domaine des roches classiques.

La configuration extérieure du sol indique qu'à plusieurs époques des forces intérieures ont bouleversé considérablement la croûte de ce district. Tantôt la matière éruptive, mais le plus souvent des quantités considérables de gaz ou de vapeurs, ont brisé, disloqué et soulevé les terrains

avec une force tellement considérable que de puissants bancs de roches ont été dressés verticalement et même renversés.

Les lambeaux des couches ainsi divisées, tordues, ont donné naissance à des montagnes aussi nombreuses que massives, séparées par les ravins et les gorges les plus capricieux.

Le déboisement complet des montagnes de ces localités a occasionné dans ce pays un état permanent de sécheresse, plaie cruelle de climats aussi ardents. Pas une trace de végétation, pas le moindre ombrage sur ces rochers, dont la sauvage stérilité contribue encore à augmenter le caractère fantastique de ces contrées.

Cette nudité du sol a aidé puissamment au progrès de l'industrie minière de ce pays, car la seule inspection des roches de la surface a permis, dans la majorité des cas, de découvrir les lieux où les gisements métallifères s'étaient déposés ; la coloration des roches et les traces superficielles des formations métallifères ont été un auxiliaire remarquable pour les explorations souterraines.

Les roches dans lesquelles sont enclavés les gisements dont nous aurons à nous occuper, ont été considérées comme appartenant à la période de transition et sont principalement composées de schistes et de calcaires.

En dehors de la zone métallifère, le sol est constitué par des conglomérats tertiaires, quaternaires et modernes, souvent interrompus par des roches volcaniques, telles que trachytes et basaltes.

Les formations de transition étant celles qui encaissent les matières métallifères de ces localités, et par conséquent celles qui nous intéressent spécialement, nous ne

croyons pas utile d'étendre au-delà de ces terrains, l'aperçu géologique que nous allons donner.

Les roches schisteuses et calcaires appartiennent à l'époque permienne ; la nature caractéristique des calcaires et la présence de certains fossiles, très-rares, il est vrai, mais dont nous possédons cependant plusieurs exemplaires, fait dissiper complètement tout doute à l'égard de l'époque de ces formations.

Ces roches appartiennent à l'étage moyen des dépôts permien. Leurs assises inférieures sont constituées par une série de couches schisteuses (*Pizarras*) dont l'épaisseur est inconnue, car, ni les caractères géométriques de l'extérieur, ni les excavations souterraines n'ont encore permis d'en déterminer la puissance ; tout ce que nous pouvons dire à cet égard, c'est que la hauteur de l'étage connu dépasse 120 mètres.

Ces schistes présentent des variétés assez nombreuses. Leur couleur passe du brun au gris, au bleu et au jaune verdâtre ; leur texture est tantôt dure et compacte, se laissant feuilleter difficilement, tantôt friable, douce au toucher, et renfermant du mica à l'état de paillettes parfaitement disséminées dans leur masse.

Ces couches schisteuses sont souvent marneuses et forment de véritables bassins imperméables aux eaux ; quelquefois leurs assises sont séparées par des bancs quartzeux atteignant souvent la puissance de 1^m à 1^m50, et elles sont fréquemment traversées par des ramifications ou des lits de pyrite qu'accompagnent parfois la blende et la galène. Les roches, très-souvent déliteuses sous l'influence de l'air et de l'humidité, sont peu employées comme matériaux de construction ; mais, vu leur

inaltérabilité au feu, elles sont d'un grand usage pour la construction des fours destinés à la fusion des minerais.

En dehors de ces roches, les étages de schistes quartzeux et bitumineux qui, dans d'autres contrées de l'Europe, présentent des assises d'une certaine puissance et forment même des horizons géognostiques importants, ne se rencontrent ici qu'accidentellement, et spécialement dans le voisinage de certaines couches de minerais magnésifères dont nous aurons bientôt occasion de parler.

Au dessus de cet étage schisteux, on rencontre souvent des bancs ou des lits de schistes argileux (*Laquena*). Ces dépôts, ayant de 3 à 25^m de puissance, présentent des couleurs vives extrêmement variées ; le plus souvent, ils sont blancs, bleus, verts ou violets, très-doux, onctueux au toucher et extrêmement imperméables. Ces matières proviennent naturellement de l'altération des couches schisteuses supérieures, et sont des débris presque uniquement composés de silicates d'alumine, colorés par de la chlorite ou des sels de manganèse. Ces argiles schisteuses, très-estimées dans le pays, servent à la fabrication de poteries communes et surtout à la confection des terrasses.

Cet étage schisto-argileux n'a pas de continuité ; il n'est formé que de lambeaux circonscrits.

Étage supérieur, calcaire. — L'étage supérieur de cette formation est constitué par des assises calcaires d'une puissance ne dépassant jamais 60^m ; c'est le calcaire celluleux (le *Rauhwaacke* des Allemands). Cette roche, presque toujours magnésifère, renferme souvent de l'argile ; elle est dure, compacte et de couleur variable. Quand elle sert de roche encaissante aux matières métalli-

fères, elle est généralement colorée en brun ou en gris foncé ; souvent elle a une teinte blanchâtre et, quand elle présente cet aspect, on peut être certain de sa stérilité en métal. Ces calcaires sont caverneux ou cellulux, et les cavités qu'ils présentent, sont généralement de même forme, à tel point qu'elles pourraient être considérées comme les moules ou les empreintes de certains mollusques ; ces cavités sont à section plus ou moins circulaire, allongées et toujours dirigées dans le sens de la stratification. Comme dans les pays classiques de ces terrains, le nombre et les dimensions de ces cavités sont en raison de la puissance des couches.

Ce calcaire est souvent grossier et ressemble parfois à un conglomérat ; dans ce cas, ce sont des nodules calcaires de toutes dimensions, cimentés entre eux par une matière argileuse, qui souvent disparaît ; alors, ces noyaux simplement enchevêtrés les uns dans les autres, présentent une incohérence telle que le pic parvient à les désagréger complètement.

Comme roches accidentelles, on rencontre dans ce terrain des amas très-abondants de gypse, de la chaux carbonatée en lits et rognons, des concrétions siliceuses, de la calamine et des ramifications de fer hydroxydé, de manganèse oxydé et de galène.

Les calcaires sont très-répandus ; ils constituent à eux seuls plus des deux tiers du sol du district minier, et sont recherchés comme matériaux de construction ; calcinés, ils produisent une chaux de qualité inférieure, qui possède certaines propriétés hydrauliques.

L'étage du calcaire bitumineux (*Stinkstein* des Allemands), caractéristique de l'époque permienne, fait défaut

dans le district de Carthagène; cependant on rencontre souvent des assises grisâtres, légèrement bitumineuses, et répandant par la percussion ou le frottement une odeur fétide assez prononcée.

Ici se termine la série des roches permienes du district de Carthagène. Si ces dépôts ont été extrêmement tourmentés et si des soulèvements considérables ont bouleversé l'harmonie primitive de ces formations, au moins les roches qui les composent sont-elles de nature peu variée, ce qui simplifie considérablement leur étude.

La plupart des montagnes calcaires sont recouvertes de dépôts de grès schisteux, de conglomérats et même de calcaire écailleux, appartenant à l'époque tertiaire. Dans ces conglomérats, on retrouve des cailloux roulés de schistes et de calcaire, des fragments de fer oxydé, et même des rognons de calamine et de galène. Entre ces formations de débâcles, et souvent au-dessus des calcaires, on rencontre des lits de grès fins et de calcaire blanchâtre qui souvent n'ont que quelques centimètres d'épaisseur et qui prouvent que les mers tertiaires qui baignaient ces rivages, n'ont eu qu'une existence bien éphémère.

CHAPITRE II.

Des gisements métallifères (1).

Le district minier de Carthagène est un de ceux qui présentent certainement le plus grand intérêt, tant au point de vue scientifique que sous le rapport industriel.

(1) Voir les coupes.

La quantité considérable de richesses minérales qui y sont enfouies, leur variété et le caprice avec lequel la nature a procédé dans le dépôt des agglomérations métalliques, sont autant de points extrêmement intéressants.

Les lois qui ont présidé à la formation de ces gisements, leurs relations entre eux et avec les roches encaissantes, leurs allures et les modifications qu'ils ont pu éprouver sous l'influence des soulèvements, sont tous éléments indispensables au mineur, s'il veut être éclairé dans ses explorations, et atteindre avec succès le but qu'il se propose.

Comme nous le verrons, certains gisements du district de Carthagène sont tellement considérables au point de vue de la puissance et de l'étendue, qu'on serait tenté de les classer parmi les terrains neptuniens, en leur attribuant un mode de formation identique à celui de ces derniers : leur texture, leur composition et enfin les caractères géométriques de leurs gisements ont tant d'analogie avec les formations de sédiments que, si des considérations d'ordre chimique ne faisaient repousser cette supposition, on serait entraîné involontairement dans des erreurs considérables. C'est surtout ce qui s'est passé pour la puissante couche de fer silicaté dont nous aurons bientôt à nous occuper.

Afin de nous rendre bien compte de la manière dont la richesse métallifère s'est distribuée dans les roches que nous venons de décrire, il est indispensable de suivre dans la description de ces minéraux un ordre spécial qui nous permettra d'exposer les allures de ces gisements avec le plus de clarté possible.

Nous étudierons donc les gisements métallifères de ce

district, en adoptant l'ordre de leur importance géologique; de cette manière, nous passerons successivement en revue :

- A. — Les gisements de fer silicaté.
- B. — » de blende.
- C. — » de fer hydroxydé comprenant :
 - a. — fer hydroxydé.
 - b. — » manganésifère.
 - c. — fer carbonaté.
 - d. — fer hydroxydé plombifère.
 - e. — argile argentifère.
- D. — Les gisements de galène.
- E. — » calaminaires.
- F. — » d'étain oxydé.
- G. — » de cuivre carbonaté.
- H. — » de pyrites de fer.

A. — GISEMENTS DE FER SILICATÉ.

Entre certaines couches de l'étage inférieur schisteux que nous avons décrit, il existe sur presque toute l'étendue du district quelques couches d'un quartzite ferrifère, séparées entre elles par des lits schisteux de peu d'épaisseur ; très-souvent ces lits disparaissent et les couches quartziteuses, dont la puissance varie généralement entre 10 et 15^m, se trouvent alors réunies de manière à ne former qu'une seule et puissante assise, dont l'épaisseur dépasse quelquefois 100^m.

Comme nous le verrons plus tard, à cause des nombreuses ramifications de galène qu'elles renferment, elles forment une source considérable de richesse à laquelle

l'industrie minière de ce pays pourra, dans un avenir plus ou moins prochain, plus largement puiser qu'elle le fait aujourd'hui.

Cette couche, fig. 1 (connue dans le pays sous le nom d'*Azules*), par la constance de son développement et ses caractères particuliers, forme l'horizon géologique le plus important du pays. Sa couleur caractéristique est le vert olive et sa dureté est considérable ; sa cassure est franchement conchoïdale et sa texture tantôt compacte, tantôt cristalline ; elle est fréquemment traversée par des ramifications quartzuses et renferme des veines, nids ou rognons de galène accompagnée souvent de blende et de pyrite.

Si, pour étudier l'origine de cet immense dépôt, nous ne faisons appel qu'aux caractères physiques, nous serions portés à lui attribuer une origine sédimentaire, analogue à celle des roches qui ont constitué les dépôts neptuniens. En effet, tantôt elle suit fidèlement le plan de stratification des roches qui l'encaissent, tantôt elle présente des discordances à la façon des couches ; enfin sa texture, tantôt compacte, tantôt schisteuse, présente des caractères tellement communs avec ceux des formations de sédiments, qu'aucun doute ne paraîtrait devoir s'élever sur l'origine de cette importante formation. Cependant une étude plus approfondie de cette roche laisse bientôt soupçonner une origine distincte de celle des terrains neptuniens. Cette matière, contenant l'oxyde de fer à l'état de sel ferreux, ne s'est probablement pas formée par voie de dépôt sédimentaire, car la peroxydation du fer en eût été la conséquence.

La constance de composition de cette matière, quels que soient les points où on la découvre, sa texture souvent

crystalline et les fréquentes géodes de silicate ferreux qu'elle contient, sont autant de caractères qui tendent à faire croire que ce dépôt a dû avoir une origine analogue à celle des formations métallifères.

Nous avons soumis à l'analyse un grand nombre d'échantillons recueillis dans cette couche. En les choisissant exempts surtout de galène, de blende et de pyrite, on trouve que leur composition, à peu près invariable, peut être formulée comme suit :

Silice	43,20
Oxyde ferreux.	45,15
Chaux	2,25
Alumine	3,15
Eau	6,25
Total.	<hr/> 100,00

Cette matière, comme on le voit, se rapproche de la composition des silicates de fer bien définis. Soumise à la calcination au rouge, elle perd son eau, le fer se peroxyde, et la poudre, de vert olive qu'elle était, devient brun noirâtre; à une température plus élevée, au blanc naissant, elle se ramollit et elle ne tarde pas à entrer en fusion si la température s'élève encore un peu.

Jusqu'aujourd'hui, cette matière, vu son excessive dureté, n'a pu trouver emploi dans les constructions. Dans les fours à plomb, c'est un fondant énergique, et elle est parfois recherchée par les fondeurs du pays pour faciliter le traitement de certains minerais.

Comme nous l'avons dit, cette couche se trouve intercalée dans les assises schisteuses inférieures du terrain

permien, et ne peut généralement être rencontrée par les puits de ce district qu'après que l'on a traversé toute l'épaisseur des calcaires supérieurs, quelques dépôts plus ou moins puissants d'argile schisteuse et enfin les couches supérieures de l'étage schisteux.

Parfois cependant ces couches supérieures schisteuses viennent à manquer ; quelquefois aussi les bancs argileux et même les calcaires font défaut ; alors, la couche silicatée est mise à nu : c'est ce que l'on remarque dans les mines *Emilia*, fig. 4, *Josefita*, etc., du *Collado de Dⁿ Juan*, où l'épaisseur de la couche atteint de 80 à 100^m et, en certains points, un chiffre plus considérable.

La présence de roches ignées dans le voisinage de la couche doit naturellement faire supposer que c'est à ces matières éruptives que tout l'étage schisteux a dû son émergence, et que la couche silicatée, hors des eaux, n'a pu assister que comme témoin des puissantes formations calcaires qui recouvrent les flancs de ce gisement.

Partout où cette couche a affleuré à la surface, les agents atmosphériques l'ont profondément altérée ; l'oxyde ferreux, après sa peroxydation, s'est séparé de la silice sur une hauteur plus ou moins considérable, de manière que les parties supérieures de l'affleurement sont transformées en un véritable gisement de fer hydroxydé. Les nombreuses fouilles et exploitations à ciel ouvert qui ont été pratiquées dans les affleurements de cette couche, indiquent avec netteté la nature et la puissance des altérations que ce silicate a éprouvées, et qui sont rendues si manifestes par la teinte brune que présente cette roche sur une hauteur de plusieurs mètres.

L'excavation la plus importante de ce district est le puits

connu dans le pays sous le nom de *pozo manco munado*, établi au croisement des limites de quatre concessions, parmi lesquelles se trouvent les mines déjà citées de *Emilia* et *Josefta*, qui embrassent une portion notable de cet affleurement ; ce puits a atteint aujourd'hui la profondeur de 200 mètres et n'a rencontré à sa partie inférieure qu'une couche de schiste permien, après avoir traversé sur toute sa hauteur de puissantes assises de fer silicaté, à peine interrompues par quelques lits schisteux.

Nous reviendrons plus loin sur cette formation lorsque nous aborderons le chapitre des réactions qui ont créé les gisements métalliques, et nous chercherons à expliquer les phénomènes qui ont dû présider à la production de cet important dépôt.

B. — GISEMENTS DE BLENDE.

Nous venons de dire que le silicate de fer forme une couche puissante, enclavée dans les assises inférieures de l'étage schisteux. Si l'on se porte plus haut dans cet étage, on rencontre une nouvelle espèce métallique (blende) constituant une couche de grande importance, stratifiée entre des couches schisteuses plus récentes, mais appartenant à la même formation, fig. 2 et 5. Ces gisements, qui ont particulièrement leur siège dans les montagnes de l'*Abenque*, à l'ouest de la zone schisteuse, forment une couche métallifère de 1 à 8 mètres de puissance, composée de métaux sulfurés, parmi lesquels le zinc et le plomb entrent en proportions suffisantes pour faire l'objet d'exploitations importantes. Ces couches, se développant sur une étendue assez considérable, ont été également explorées par les

anciens, pour en retirer le plomb argentifère ; mais, peut-être à cause des difficultés qu'ils devaient éprouver dans la fusion de matières aussi blendeuses, peut-être à cause de leur faible teneur en plomb et en argent, l'exploration de cette partie du district a été poussée avec moins d'ardeur que dans les versants N. et NE. de ces montagnes, où les fouilles ont été vivement entreprises et conduites avec beaucoup de succès.

Cette couche métallifère affleure rarement et ne se rencontre jamais à plus de 40 à 50^m sous le sol schisteux. Aussi tourmentée dans ses allures que le sol lui-même, elle est loin de présenter une composition bien constante ; quelquefois la blende y est très-abondante, au point de constituer un minerai d'excellente qualité, comme dans la mine *Imperio Romano* ; d'autres fois, c'est la galène qui y domine (mine *Fraternidad*) ; parfois enfin, la couche est divisée par de nombreux filets de schistes, ce qui l'appauvrit considérablement (mine *Diosa*).

En prenant un terme moyen parmi les nombreuses analyses que nous avons faites sur des échantillons de cette couche, nous pourrions fixer comme suit la composition de son minerai :

Argile, silice	12,50
Zinc.	26,00
Fer.	19,75
Plomb.	6,20
Soufre.	32,80
Alumine.	2,75
	<hr/>
Total	100,00

Cette couche se présente en une masse noire, brillante, hétérogène, dans laquelle on distingue parfaitement les minéraux, blende, pyrite, galène et un peu de quartz, le tout cimenté par des filets de schiste ou d'argile verdâtre. Cette blende est dure, pesaute, et passe quelquefois à une variété presque compacte, où les cristaux de matière métallique sont tellement microscopiques et disséminés dans le ciment argileux que cette circonstance communique aux fragments une ténacité et une dureté considérables.

Cet état de dissémination de la substance utile dans la gangue complique tellement l'élaboration mécanique de ces minerais, que l'enrichissement par triage et même par voie de lavage est, sinon impossible, du moins extrêmement dispendieux.

Quant à l'importance de ces gisements, elle est beaucoup moins considérable que celle du fer silicaté. En effet, d'après les constatations faites dans les nombreuses excavations de cette région, il est à peu près certain que le fer silicaté forme la grosse charpente sur laquelle repose toute la série métallifère que nous connaissons, tandis que la couche zincifère, quoique assez puissante, est forcément limitée dans une zone d'un kilomètre carré, au sud-ouest des formations schisteuses, surface qui, au Sud, s'étend jusqu'aux soulèvements du *Cabezo del pino*, au Nord, jusqu'au *Barranco de las pocilgas*, à l'Ouest, limité par le *Barranco de la fuente Bartolo*, et enfin à l'Est, par le ravin qui conduit à la *Crisoleja*. En dehors de ces limites, tous les puits qui ont été descendus à des profondeurs suffisantes pour atteindre le fer silicaté, ont permis de constater

l'absence de cette couche blendeuse dans les parties N. et NE. du district minier.

C. — GISEMENTS DE FER HYDROXYDÉ.

En continuant à s'élever jusqu'au plan supérieur de l'étage schisteux, on constate l'existence d'une couche puissante de fer hydroxydé, se répandant sur une étendue considérable du district minier, et interrompue parfois par les dépôts d'argile schisteuse dont nous avons déjà fait mention. V. fig. 4 et 5.

Cette couche ferrugineuse, assez variable dans sa composition, présente une puissance de 5 à 25 mètres, et suit fidèlement tous les caprices de la stratification schisteuse supérieure formant mur au gîte, lequel est recouvert par les assises calcaires dont nous avons donné la description.

Cette couche ferrugineuse, disloquée en même temps que les roches sédimentaires qui l'encaissent, est souvent divisée par des failles et des rejets ; les chutes et les soulèvements sont tellement nombreux, les caractères physiques et la nature de ces masses sont si variables, que pour relier entre eux les divers lambeaux et reconstituer par l'imagination l'œuvre primitive de la nature, il est indispensable de les étudier avec une longue et minutieuse attention.

Cette couche est souvent recouverte de banes calcaires, de 50 mètres au plus de puissance, comme dans les mines *Oriolana*, *San Isidoro*, *Edetana*, etc., du *Barranco del Francès* ; d'autrefois le calcaire fait défaut et la couche forme affleurement à la surface (mines *Precaucion*, *Flor*,

Inglesa, Corcho etc., etc. (fig. 4). Quelquefois enfin le calcaire repose directement sur les schistes ; la couche de fer est absente, mais la continuité de cette formation est encore accusée par des ramifications manganésifères envahissant la base calcaire sur plusieurs mètres de hauteur, ainsi que cela est bien marqué dans la mine *Victoria* de l'*Estrecho*.

Le caractère de continuité de cette couche est loin d'être assez constant pour la considérer comme un horizon dans les travaux du district. Partout où le calcaire existe, on peut constater la présence de la couche, ou, à son défaut, le calcaire ramifié de manganèse ; mais si le calcaire est absent, la couche disparaît souvent sur une étendue extrêmement importante. Le schiste mis à nu sur des surfaces considérables du district, est une preuve irrécusable des nombreuses et puissantes solutions de continuité de ce gisement.

En dehors de cette question géologique, la couche ferrugineuse présente encore beaucoup d'intérêt, car elle est puissante et forme aujourd'hui la principale richesse métallifère de ce pays. Comme nous l'avons dit, elle est extrêmement variable dans sa composition ; mais un élément qui ne l'abandonne jamais et qui toujours est en proportions importantes, c'est le fer hydroxydé, formant en plusieurs points l'objet de grandes exploitations.

Des lambeaux nombreux et puissants de cette couche sont composés de fer hydroxydé manganésifère. En d'autres points, surtout lorsque le calcaire est absent, la couche est parsemée de carbonate de plomb constituant un minerai important, mais presque tout exploité aujourd'hui ; ailleurs encore, elle contient le plomb à l'état de

sulfure, dans des espèces de poches, ou ramifié dans le gîte ; enfin, nous avons aussi à signaler le carbonate de fer comme matière constituante de ce gisement. Tous ces minerais étant activement recherchés, nous allons donner quelques détails sur les allures et la composition des dépôts qu'ils constituent.

A. — *Fer hydroxydé*. — Les parties de la couche exclusivement composées de fer hydroxydé forment généralement affleurement ou sont recouvertes de couches peu puissantes de calcaire ; ainsi, ces minerais paraissent être localisés dans la zone schisteuse, et forment des lambeaux de couches assez importants sur les versants Nord et Sud de l'étage schisteux du district. Dans les endroits où la couche est protégée par des assises puissantes de calcaire, le manganèse fait irruption dans le minerai, qui présente alors une composition spéciale et que nous ferons bientôt connaître.

Les fers hydroxydés de ce pays constituent des masses brunâtres, quelquefois jaunâtres ou noirâtres, et dans ce cas, ont un éclat brillant et résineux qui est un caractère distinctif de leur pureté.

Ces minerais se présentent en bancs stratifiés extrêmement puissants, très-compacts et se laissant difficilement entamer par le fleuret. Ils appartiennent à la catégorie connue sous le nom d'hématites brunes, et constituent des chantiers d'exploitation vigoureusement travaillés aujourd'hui.

Ces minerais, riches en fer et généralement assez purs, trouvent en Angleterre un débouché considérable ; cependant certains gisements renferment des proportions assez

sensibles de soufre et de phosphore et parfois des quantités plus accentuées de cuivre, de plomb et de zinc.

Les analyses suivantes pourront donner une idée de la composition de ces matières :

Composition élémentaire de minerais hydroxydés.

SUBSTANCES.	MINE	MINE	MINE
	INGLESA.	CORCHO.	DIFICULTAD.
Silice	8,50	9,20	11,99
Eau	11,50	12,40	10,21
Fer.	55,20	52,70	51,50
Oxygène	22,80	22,58	21,99
Chaux	1,07	»	0,50
Alumine	1,04	2,10	0,80
Soufre.	1,20	traces	1,54
Phosphore	0,80	»	traces
Cuivre.	traces	0,52	0,40
Zinc	»	0,80	0,80
Plomb.	»	»	0,67
Total.	99,91	100,10	100,00

B. — *Fer hydroxydé manganésifère.* — Les minerais de fer hydroxydé manganésifère forment rarement des

exploitations à ciel ouvert, parce que les couches ferrugineuses ont généralement été recouvertes d'assises plus ou moins puissantes de calcaire, aux points où l'élément manganèse a fait partie de leur constitution. (Fig. 3).

Des excavations souterraines, puits ou galeries, sont donc généralement indispensables pour arriver à ces formations.

Les gisements manganésifères, quoique appartenant à la couche ferrugineuse dont nous avons parlé, sont ordinairement moins puissants que les massifs de fer hydroxydé; cependant leur puissance varie toujours entre 5 et 25 mètres, et ces massifs sont généralement plus répandus que ces derniers.

La couche manganésée a une texture beaucoup moins compacte que celle des fers hydroxydés; elle est poreuse, cloisonnée et souvent feuilletée. Son minerai a très-peu de cohésion et est parfois tellement tendre qu'on parvient à le réduire en poudre entre les doigts; cette propriété est due à la présence du manganèse, et elle est d'autant plus manifeste que les proportions de ce métal sont plus considérables.

Cette même couche présente une couleur brun noirâtre terne, très-caractéristique, et qui est d'autant plus foncée que le manganèse est plus abondant; sa composition est très-variable; les proportions des métaux utiles diffèrent beaucoup, même en des points de la couche très-rapprochés.

Une loi constante préside ordinairement à la composition de ces minerais; les éléments fer et manganèse peuvent varier dans des limites très-étendues, mais le total des deux métaux forme toujours, dans ce district, un

chiffre à peu près constant, entre 48 et 52 pour cent. Quelquefois les gisements manganésifères sont tellement altérés par des ramifications de baryte sulfatée ou par des géodes tapissées de cette substance, qu'il est impossible de la séparer par un triage sans y laisser encore des proportions bien nuisibles de ce corps. Ces gisements avec baryte sont peu nombreux dans le pays et leurs produits sont complètement délaissés.

La couche manganésifère est, comme nous l'avons dit, très-développée dans ce district et fournit des chantiers d'abattage nombreux et importants : les *Barrancos del Francès, de las Pocilgas, de Ponce, de los lobos, el strecho, et Llano del Beal, el Abenque* etc., etc., sont le siège d'une production considérable.

Le tableau suivant indique les compositions de minerais de 4 mines groupées dans un espace qui mesure à peine 30 hectares. Les différences de teneur en métaux utiles, qui, au point de vue géologique, passent inaperçues, présentent cependant sous le rapport industriel un intérêt particulier, car la valeur vénale de ces minerais varie très-sensiblement avec les proportions de manganèse contenues.

Composition des minerais manganésifères du Barranco del Francès.

MATIÈRES CONTENUES.	NOMS DES MINES			
	ORIOLANA.	MOLINERA	S ^a ISIDORO	EDETANA.
Quartz, argile . . .	6,50	15,80	5,65	5,51
Eau	14,48	12,50	14,80	15,65
Fer.	55,50	57,80	27,50	55,40
Manganèse	17,21	7,50	22,51	16,80
Oxygène	49,75	15,34	20,77	19,84
Soufre	1,52	0,80	0,62	1,48
Zinc	0,57	2,51	traces	0,64
Chaux	2,84	5,97	2,98	2,60
Alumine	5,20	5,00	4,80	4,40
Total.	99,57	99,82	99,45	100,12

c. — *Fer carbonaté.* — Cette couche, de plusieurs mètres de puissance, constitue une masse blanchâtre, légèrement rosée, à texture cristalline, renfermant de nombreuses géodes tapissées de cristaux rhomboédriques de fer carbonaté.

Ce minerai contient toujours certaine proportion de pyrite de fer en cristaux disséminés dans quelques points de la masse; quelquefois aussi un peu de cuivre pyriteux, parfois de la blende et des traces de galène

très-argentifère ; il est mélangé assez irrégulièrement de quartz et l'on y rencontre très-rarement la baryte sulfatée.

Le gisement n'a été découvert que dans la mine *Carolina Doncella* (dans la partie du district appelée *el Abenque*), dont la concession se trouve dans des terrains vierges sur une étendue plus ou moins considérable.

Le tableau suivant indique la composition de deux échantillons recueillis dans le gîte; l'un, gris rosâtre, contenait peu de pyrite, l'autre renfermait beaucoup de veines de galène.

SUBSTANCES.	N° 1	N° 2	OBSERVATIONS.
Acide carbonique.	52,40	25,17	L'échantillon n° 2 contenait une proportion d'argent correspondant à 566 grammes d'argent par quintal métrique de plomb.
Quartz	12,20	14,21	
Protoxyde de fer.	48,61	56,50	
» de manganèse.	5,57	4,80	
Pyrite	»	9,50	
Plomb	»	6,26	
Cuivre	»	1,99	
Zinc.	»	traces.	
Soufre	traces.	2,10	
Chaux, magnésie	traces.	traces.	

D. — *Fer hydroxydé plombifère.* — Pour achever d'étudier la couche ferrugineuse dans tous les points où elle éprouve des variations de composition, il nous reste à dire quelques mots des parties où le plomb à l'état natif, carbonaté ou sulfuré, s'est substitué à quelques-uns des éléments précédemment indiqués.

Le plomb carbonaté, en cristaux prismatiques, enchevêtrés les uns dans les autres, forme souvent des poches ou des ramifications intercalées dans la masse ferrugineuse.

Ces gisements, qui sont considérables et dont l'exploration était facile, puisqu'ils constituent généralement des affleurements, ont été cependant dédaignés des anciens, à cause de leur pauvreté en argent ; ils ont été légués aux contemporains, qui, pendant près de quarante ans, y ont puisé des minerais pour une valeur considérable.

Ce sont ces minerais, qui, en constituant les premiers éléments de la richesse minière de ce pays, ont été le point de départ de travaux d'exploitation, qui, progressant peu à peu, ont atteint le développement considérable qu'ils présentent aujourd'hui.

Ces gîtes sont actuellement à peu près épuisés. Les mines qui ont donné des chantiers d'abatage puissants, ont été nombreuses, et parmi les plus remarquables quant à l'abondance et à la pureté du carbonate, nous citerons les suivantes : la mine *del humo*, la *superior*, la *Espanola*, *San Antonio*, *el corcho* (fig. 4), la *Inglesa*, la *Paloma*, etc., etc.

Le plomb carbonaté est généralement associé à certaines masses ferrugineuses non manganésées de la couche, tandis que le plomb sulfuré forme des noyaux,

des veines ou des ramifications, intercalées de préférence dans certaines zones manganésées de la couche.

Les tableaux suivants indiquent la composition de deux échantillons recueillis dans les chantiers d'abattage des mines *Corcho* et *los Negros*; la première, concédée dans des fers hydroxydés, et la seconde, dans des minerais manganésés.

MINE CORCHO		MINE LOS NEGROS	
SUBSTANCES.	TENEUR.	SUBSTANCES.	TENEUR.
Quartz, argile. . .	4,40	Quartz	42,08
Acide carbonique.	7,25	Eau.	7,14
Fer	28,50	Plomb	51,25
Plomb	42,00	Oxyde de fer . . .	28,51
Oxygène	15,57	» manganèse.	12,40
Chaux	1,11	Soufre.	6,07
Alumine	1,20	Alumine.	2,84
Soufre	traces.	Chaux	traces.
Phosphore.	»		
Cuivre	»		
Total.	99,85	Total.	100,09

E. — *Argiles argentifères*. — Quelques mines du district, entre autres celles appelées *Corcho*, *Carolina*, *Mur-*

ciana, *Serrano*, *la Belleza* et autres, ont donné pendant longtemps des argiles blanches, jaunâtres ou brunâtres, renfermant des proportions souvent considérables d'argent natif, chloruré ou phosphaté, disséminé dans la masse à l'état de paillettes ou de concrétions microscopiques.

Ces gisements ne sont pas abondants dans le district. Ils se présentent en amas irréguliers dans certaines failles de la couche ferrugineuse, et dans le voisinage des amas de fer hydroxydé contenant le carbonate de plomb.

La présence de l'argent à l'état natif ou sous forme de chlorure et de phosphate, ne peut être attribuée qu'à son expulsion des galènes superficielles, lors de leur altération et de leur transformation en carbonate par les agents extérieurs. A l'état de dissolution, l'argent a été entraîné dans des crevasses, où des actions réductrices organiques ont amené sa précipitation métallique, au milieu des débris altérés de schistes et de matières ferrugineuses, lesquels ont constitué les argiles formant le remplissage de certaines crevasses, fractures et anfractuosités de la couche métallifère.

Parmi les mines du district qui ont donné lieu à des exploitations importantes de ces matières, nous citerons le *Corcho* et la *Murciana*, dont les produits ont été souvent remarquables. (V. fig. 4).

L'analyse suivante, faite sur des échantillons de la mine *Corcho*, donnera une idée de la composition complexe de ces argiles.

SUBSTANCES.	TENEUR %.
Argile	53,75
Eau	9,40
Argent	0,764
Oxyde de fer	10,41
» de plomb	5,24
» de cuivre	5,55
Acide phosphorique	2,50
Chlore	0,94
Chaux	5,80
Alumine libre	6,70
Total.	98,654

D. — GISEMENTS DE GALÈNE.

Les trois grandes couches métallisées de *fer silicaté*, de *blende* et de *fer hydroxydé* dont nous venons de donner la description, sont les seuls gisements du district métallifère de Carthagène qui présentent un caractère de haut intérêt au double point de vue géologique et industriel.

Quant aux autres gisements dont nous allons nous occuper, leur intérêt est presque spécialement économique, car leurs allures et leur composition n'offrent rien qui puisse appeler particulièrement l'attention, attendu qu'ils

font partie de la classe des gîtes généralement connus. Cependant, ceux de galène surtout affectent des dispositions locales qu'il n'est pas sans intérêt de spécifier ; aussi donnerons-nous quelques détails sur ces formations.

Dans les districts métallifères classiques, la galène se présente généralement associée à d'autres minéraux et remplissant avec certaine symétrie une cassure plus ou moins puissante de la roche encaissante. Dans le district de Carthagène, le mode de gisement de ce minéral est différent ; ces dépôts ne paraissent être régis par aucune loi, tant est variable et capricieuse la source qui leur a donné naissance.

Ainsi, la galène exploitée dans ce district se présente dans l'une ou l'autre des conditions suivantes :

1° Dans des poches ou en veines ou mouchetures dans le fer silicaté.

2° A l'état de rognons ou de grains cristallins dans la couche de blende.

3° Sous forme de veines ou rognons dans la couche de fer hydroxydé.

4° Enfin, disposée en ramifications capricieuses de quelques centimètres d'épaisseur dans les assises calcaires.

Dans quelques cas rares, les gisements de galène paraissent affecter la forme de filons, comme dans le *Barranco del Pujarillo*, le *Llano de los blancos*, mais, en étudiant un peu attentivement ces remplissages, on ne tarde pas à les grouper dans la 4^e classe. Ce ne sont en effet que des rognons de galène et de quartz cristallisé, agrégés par un ciment ferrugineux suivant les plans de stratification des roches. Ces ramifications, quelquefois d'une certaine puissance, se perdent à peu de profondeur.

Au point de vue géologique, les gisements de galène de ce pays présentent donc peu d'intérêt, mais comme ces veines, poches, rognons ou ramifications sont répandues dans des masses assez considérables, on comprendra combien ce minéral aide à l'exploitation utile des autres minerais du district.

Avec les données qui précèdent, il est facile d'apprécier le rôle que peut jouer ici l'art de l'exploitation ; les travaux souterrains ne peuvent être conduits dans de tels gisements, d'après les règles qui guident les recherches dans les gîtes réguliers, puisque la matière utile éparpillée dans la croûte du sol, n'étant régie par aucune loi stable, se soustrait à toute espèce d'investigation déterminée. La pratique peut seule conseiller dans ces cas. Si l'étude raisonnée ne conduit pas à saisir les fils de cet inextricable réseau, il est des instincts qui découvrent souvent ces ramifications avec un succès extraordinaire. Par exemple, le mineur andaloux réussit avec un rare bonheur dans ce genre de recherches ; aussi, les concessions minières qui se trouvent dans ces conditions et qui forment la propriété de personnes intelligentes, sont généralement abandonnées à des ouvriers mineurs de la province d'Almeria, qui entreprennent à leurs frais l'exploration de ces roches, et se rétribuent de leur travail en prélevant un tantième pour cent, fixé d'avance, sur les produits de leur exploitation.

Comme nous l'avons déjà dit, les minerais de plomb carbonaté ne renferment que des quantités insignifiantes d'argent ; les galènes au contraire, en contiennent des proportions importantes, variant entre 80 et 250 grammes par quintal métrique de plomb.

Les gisements les plus abondants de galène se trouvent dans la couche de fer silicaté et principalement dans le *Barranco de Mendoza* (mines *Concordia*, *Bilbaina*, *Esperanza*, etc.) et dans le *Barranco del Francès* (mines *Emilia*, *Josefita*, *Alicantina*, etc.)

En dehors des amas argileux argentifères, c'est dans la couche de fer silicaté que sont les minerais les plus argentifères ; ce métal cependant y est très-irrégulièrement disséminé, et il n'est pas rare de trouver des écarts considérables, même en des points séparés de quelques mètres seulement.

D'après ce que nous venons de voir, le district de Carthagène peut donc fournir quatre classes de galènes à gangues bien distinctes :

La 1^{re} contenant du fer silicaté et des traces de blende et de pyrite ;

La 2^e à gangue blendeuse et pyriteuse ;

La 3^e mélangée de fer et de manganèse oxydés avec traces de zinc et de cuivre ;

Enfin la 4^e ne renfermant que du fer oxydé avec silice.

Cette dernière classe est la seule qui puisse donner à la fusion des plombs d'une très-grande pureté.

La 2^e, la plus impure, ne peut être fondue qu'après qu'on en a élagué une grande partie de ses gangues, mais on y arrive difficilement à cause de l'état de dissémination de la blende. Quant aux autres classes, elles donnent des catégories assez pures et constituent ici les minerais les plus abondants.

E. — GISEMENTS CALAMINAIRES.

La calamine forme dans le district deux espèces de gisements bien distincts :

Les premiers, provenant des altérations de la couche blendeuse dans ses affleurements, se trouvent partout où le mur schisteux a rencontré les calcaires.

Les seconds constituent des amas lenticulaires plus ou moins réguliers dans les assises calcaires (fig. 2 et 5).

Dans les premiers, le passage de la blende à la calamine s'opère insensiblement ; dans les seconds, les gîtes sont complètement exempts de blende ; cependant, quand les assises calcaires sont peu puissantes, ou que le gîte se poursuit en profondeur, le passage de la calamine à la blende s'opère aussitôt qu'on approche des schistes.

Ainsi, de même que la blende est subordonnée aux schistes, de même le calcaire est invariablement la roche encaissante des calamines. Ce sont là des faits résultant de l'observation, et sur lesquels nous reviendrons plus tard. Les gisements de calamine formant têtes aux affleurements blendeux, sont très-limités en étendue, mais leur puissance est bien supérieure à celle de la couche blendeuse ; ils affectent la forme d'amas extrêmement irréguliers, et souvent interrompus par des lits argileux ou des rognons calcaires plus ou moins puissants. Ces gisements sont généralement pauvres en zinc ; ils ne dépassent pas 32 à 33 % et contiennent de fortes proportions de fer.

En étudiant la nature et la disposition de ces gîtes, on ne peut mettre en doute que la source qui leur a donné naissance, était précisément celle qui a produit le gisement blendeux, source qui, comme nous le verrons, fut profondément altérée par la présence des calcaires.

Ces gisements de calamine ont été l'objet d'exploitations très-importantes ; les mines *S^{ta} Teresa*, *Iberia*, *Dichosa*, *Inocente*, *la Lola* etc., appartiennent aux gîtes d'affleurements, et ont donné pendant plusieurs années des quantités considérables de minerais. Le tableau suivant indique la composition des produits de trois de ces mines :

SUBSTANCES.	S ^{ta} TERESA.	DICHOSA.	INOCENTE.
Matières volatiles . .	26,12	25,12	26,54
Argile	6,52	6,40	11,15
Zinc	52,20	53,20	41,00
Fer.	13,50	15,17	6,50
Manganèse	3,21	2,75	traces.
Oxygène	14,60	14,96	9,36
Chaux	2,25	1,25	traces.
Alumine	1,80	1,15	2,40
Plomb	traces.	traces.	3,51
Soufre	»	»	traces.
Total.	100,10	100,00	100,26

Les gîtes de calamine appartenant à la seconde classe, c'est-à-dire, formant des amas dans les bancs calcaires, sont beaucoup plus abondants que les premiers ; ils sont

aussi plus puissants, leur richesse en zinc est plus élevée, et ils renferment enfin des proportions de fer moins considérables. Les gangues qui accompagnent ces calamines sont intimement mélangées avec la matière utile ; elles sont calcaires, quartzeuses, ferrugineuses et un peu manganésifères.

Les deux classes de gîtes se distinguent immédiatement par la texture et la couleur de leur minerai. Les minerais provenant des gisements calcaires sont généralement feuilletés, cloisonnés et de couleur grise, tandis que ceux provenant d'affleurements blendeux sont compactes et présentent généralement une teinte rouge ferrugineuse caractéristique.

Parmi les gisements de la seconde classe, nous avons à citer les mines *Tetuan*, *Sⁿ Aniceto*, *Cuarenta*, *Monte Carmelo*, *Don Quijote*, *Sancho Panza*, *Sⁿ Jose*, *Perdidar*, etc., etc., qui ont fourni pendant longtemps des minerais de très-bonne qualité.

Le gisement exploité par les puits *Tetuan*, *San Aniceto*, *Cuarento* et *Monte-Carmelo* est, au point de vue de la qualité du minerai et peut-être même de la puissance de l'amas, celui qui mérite une attention spéciale parmi les gîtes calaminaires de ce district. C'est un amas lenticulaire, courant d'Est à Ouest, enclavé dans les assises calcaires supérieures et recouvert par des grès schisteux de l'époque tertiaire. Le minerai, très-pur dans les étages supérieurs, a dégénéré considérablement en profondeur, et ne présente plus aujourd'hui qu'un mélange confus de calamine, de fer et de manganèse carbonatés, impropre à la fabrication du zinc. On a calculé que cet amas pouvait

contenir 80,000 tonnes de minerai brut ; le triage élagua plus de la moitié de nulles valeurs, et le restant a constitué un minerai d'une teneur moyenne de 37 pour cent de zinc environ.

Presque tous les gisements de calamine du district de Carthagène sont à peu près épuisés. Peut-être de nouvelles découvertes viendront-elles combler les lacunes croissantes qui s'opèrent chaque jour ; mais cela est peu probable, et dans un avenir qui n'est pas éloigné, il ne restera peut-être plus que les traces de ces exploitations, qui, pendant quelques années, furent le fleuron de la richesse minière de ces localités.

Nous indiquerons dans le tableau suivant la composition du minerai de quelques gisements appartenant à la seconde classe :

MATIÈRES CONTENUES.	TETUAN.	S ⁿ JOSE.	PERDIDA.	MALA CARA
Matières volatiles .	25,60	26,15	27,70	29,64
Silice	12,50	3,40	4,50	11,21
Zinc	56,25	45,20	58,50	37,50
Fer.	9,28	4,00	6,20	7,25
Manganèse	2,52	3,80	2,74	»
Oxygène	14,56	10,50	10,50	9,84
Chaux	0,50	4,50	7,20	2,61
Alumine	»	2,17	»	»
Plomb	»	1,20	»	1,00
Soufre	»	traces.	»	traces.
Cuivre	»	»	2,54	»
Total.	101,01	100,72	99,48	99,05

F. — GISEMENTS D'ÉTAIN OXYDÉ.

L'oxyde d'étain concrétionné (étain de bois) forme dans ce district deux gisements connus, de peu d'importance, dans les assises schisteuses supérieures. Un gîte de ce genre a été exploité dans les mines *San Isidoro* et *Mari-nera*, et un autre, de faible puissance, a été reconnu depuis longtemps dans la mine *Superior segunda*. Il est probable que le temps amènera la découverte de nouveaux gîtes de

cette nature, car, par analogie des autres gisements, il est hors de doute que ces formations doivent avoir été répandues en certains points du district.

Le gisement exploité dans la mine *San Isidoro* formait un amas lenticulaire à peu près vertical, compris dans les plans de la stratification schisteuse. Ce gîte affleurait à la surface et présentait en certains points une puissance de 2 mètres et au-delà, qui, diminuant rapidement en profondeur, ne se trouva plus être que de quelques centimètres à l'étage de 60 mètres. Ce gîte, composé d'oxyde d'étain concrétionné, était accompagné d'argile et d'une gangue silicatée très-légère et poreuse, se rapprochant beaucoup de la composition et de l'aspect des tuffis laviques. A certaine profondeur, la baryte sulfatée fut rencontrée dans le gîte et altéra tellement la nature du minerai qu'il fut impossible d'amener la séparation de ces matières, même par les lavages les plus soignés.

Quant au gîte de la *Superior segunda*, aucun travail d'exploration n'y a été exécuté. C'est un affleurement de 30 à 40 centimètres de puissance, de peu d'étendue, à l'état terreux et accompagné de proportions plus ou moins considérables de galène.

G. — GISEMENTS DE CUIVRE CARBONATÉ.

Le cuivre à l'état de carbonate est assez répandu dans les assises schisteuses et calcaires ; il y est disséminé, mais ne constitue jamais des gîtes exploitables. Nous avons cependant à signaler un amas découvert, il y a quelques années, dans la mine *Amable* et qui, pendant plusieurs mois, a donné une exploitation lucrative. Cet amas,

couché entre les schistes et les bancs calcaires supérieurs, était presque exclusivement composé de carbonate bleu et vert, mêlé cependant de noyaux plus ou moins considérables de cuivre sulfuré.

La composition d'un échantillon moyen de cet amas a donné les résultats suivants :

Eau	6,50
Carbonate bleu	49,60
» vert	42,50
Sulfure cuivreux	17,47
Pyrite de fer	8,64
Quartz, argile.	5,31
Total.	<u>99,75</u>

H. — GISEMENTS PYRITEUX.

Pour terminer la description de la série des gisements métallifères du district de Carthagène, nous signalerons l'existence de la pyrite de fer, extrêmement répandue dans les assises schisteuses, tantôt sous forme de filons peu puissants, coupant les stratifications du terrain, tantôt sous forme de couches ou de lits entre les bancs stratifiés, tantôt enfin disséminée à l'état de poches ou de veinules dans les schistes et le fer silicaté.

Quelques gites de pyrite ont été exploités, mais la faible valeur du soufre est un obstacle à l'extraction actuelle de ces minerais.

CHAPITRE III.

Considérations sur l'origine des gisements.

Une question bien intéressante à résoudre est celle de l'origine et du mode de formation des gîtes métallifères de cette contrée.

De nombreux savants ont cherché à expliquer les phénomènes qui ont présidé à la formation des remplissages métallifères, mais les théories qui ont été exposées, sont loin d'expliquer tous les phénomènes qu'on observe, et par suite, ces théories ne sont pas toujours à l'abri de la critique.

La solution de ce problème, si intéressante, n'est peut-être pas encore trouvée, mais on ne peut nier que les recherches de la science ont apporté beaucoup de lumière dans ce labyrinthe, et qu'un pas gigantesque a été fait depuis quelque temps dans cette ardue question.

Les remplissages métallifères ont été successivement expliqués par les phénomènes d'éruptions liquides, de dégagements de vapeurs et enfin, abandonnant la voie ignée, par des dissolutions salines, qui, poussées de l'intérieur se seraient épanchées dans les innombrables cassures ou crevasses dont la croûte du sol est sillonnée.

Certes, on commettrait une grave erreur en voulant attribuer à une cause unique la formation de tous les gisements métalliques ; les volcans et les geysers actuels nous donnent des preuves évidentes de formations dues aux phénomènes d'éruptions, d'émanations et de sources minérales aqueuses, mais l'étude attentive de la composition des principaux gîtes, de leurs allures et de la disposition de

la matière dans ces gisements, s'accommode parfois bien difficilement de l'idée d'une origine interne, à cause de l'impossibilité dans laquelle on se trouve, d'expliquer certains phénomènes, qui, par leur constante apparition dans les gîtes, exigent l'existence indispensable de certaines conditions sur lesquelles la théorie est muette et qu'elle est impuissante à expliquer.

Depuis plusieurs années, un savant allemand, Bischoff, s'est livré à des études approfondies sur cette intéressante question, et après des travaux exécutés avec une science et une patience remarquables, il est parvenu à expliquer, d'une manière assez satisfaisante, les phénomènes qui ont présidé au remplissage des crevasses, et à mettre en lumière les phases et réactions par lesquelles la substance métallifère a dû passer avant d'arriver à constituer les gisements que nous connaissons aujourd'hui.

Bischoff a été amené à conclure que les eaux se chargeant insensiblement des matières métallifères disséminées dans les roches, se sont engouffrées ensuite dans les nombreuses crevasses du sol ; ces liquides, tantôt soumis à l'action oxydante de l'air, tantôt aux actions réductrices des matières organiques, ou bien à celles des parois encaissantes de certaines roches, ou enfin, à toute autre influence chimique, ont nécessairement éprouvé des décompositions qui donnèrent lieu à des précipitations continuelles contre les parois des crevasses.

Cette théorie, longuement exposée dans les travaux de Bischoff, et appuyée par des exemples réellement intéressants, peut apporter dans bien des cas la lumière dans les phénomènes qui ont donné naissance aux gîtes métalliques.

Pour rester dans les limites de cette notice, nous ne prendrons des théories de Bischoff que ce qui nous est indispensable pour expliquer l'origine et le mode de formation des gîtes de ce district, ce que nous essayerons de faire dans un exposé rapide.

Nous concentrerons notre attention sur la formation des grandes masses dont nous avons parlé, c'est-à-dire, sur les couches de fer silicaté, de blende et de fer hydroxydé.

En étudiant attentivement ces formations, on est conduit à admettre qu'après l'expansion des vapeurs qui ont si puissamment soulevé les roches, des cassures, des rejets et des chutes de terrains se sont inévitablement produits.

Lorsque des étages composés de plusieurs bancs ont été soulevés, il est arrivé souvent que les bancs supérieurs ont formé voûte et que les bancs inférieurs seuls se sont affaissés, de manière à produire entre ces masses des vides d'une puissance parfois considérable.

Dans ces espaces vides ont pu circuler les liquides contenant les dissolutions métallifères, qui, sous l'influence d'actions ultérieures, ont été lentement altérés, et les produits de la décomposition, en se précipitant successivement sur les parois, ont fini par remplir entièrement l'espace vide primitivement formé.

Maintenant, si le liquide n'a pas altéré les parois de la roche encaissante, le gîte formé a conservé exactement les proportions de l'espace vide ; si, au contraire, ce liquide a pu corroder les parois de la roche, le creux a pu augmenter considérablement de volume, et le gîte a pris des proportions plus ou moins considérables.

§ 1. *Formation du fer silicaté.* — Si dans une dissolution

convenablement concentrée de sulfate ferreux acide, nous laissons séjourner, pendant un temps assez long, un fragment de schiste de transition suffisamment poreux, un échange lent d'éléments se produit : du silicate ferreux se précipite, et la liqueur ferreuse renfermera certaine proportion de sulfate d'alumine.

Si, de ces phénomènes qui ont pu se passer dans la nature, nous rapprochons les considérations précédentes sur le soulèvement des masses, on comprendra comment la couche silicatée a pu avoir une origine chimique, et être due à l'action corrosive de sources ferreuses sur les schistes encaissants du gîte actuel.

En effet, quand on observe attentivement cette couche, dans son voisinage avec les schistes supérieurs, on remarque qu'elle affecte une texture schisteuse complètement analogue à celle de la roche qui l'encaisse, c'est-à-dire que l'épigenèse ou le métamorphisme de la couche schisteuse s'est opéré sur une épaisseur plus ou moins considérable, sans altération des caractères physiques de cette couche.

§ 2. *Formation des gisements blendeux.* — Les liquides tenant le fer et le zinc en dissolution à l'état de sulfates, circulant dans les creux de la stratification schisteuse, ayant été soumis à l'action réductrice de matières organiques, ont éprouvé des décompositions qui amenèrent la précipitation de ces métaux à l'état de sulfures.

En examinant attentivement les positions topographiques et géométriques de cette couche, sa composition cristalline, la présence et la disposition des cristaux de blende et de pyrite qui s'y trouvent, la forme et la nature des nombreuses géodes qu'on y rencontre, on reste con-

vaincu que cette formation a dû être l'œuvre d'une cristallisation aqueuse par des sources venant du dehors.

§ 3. *Formation des fers hydroxydés, carbonatés et manganésifères.* — Après les détails ci-dessus, il nous reste bien peu de choses à dire sur le mode de formation de ces matières.

Les liquides ferreux en contact avec les roches calcaires ont donné naissance aux formations carbonatées; les dissolutions contenant le fer à l'état ferrique ont produit des amas hydroxydés, comme cela s'est passé pour les sels de manganèse.

De l'échange mutuel des éléments, qui, d'une part appartiennent à la roche, et de l'autre, aux dissolutions salines, il est résulté des quantités importantes de sulfate de chaux entraîné en dissolution dans des failles, des crevasses ou des dépressions cavernieuses du calcaire, où il s'est précipité, formant des amas irréguliers, qui, dans ce district, sont l'objet de grandes exploitations.

Les espaces creux dont nous avons parlé, et qui ont logé les créations métallifères de ce pays, se sont produits en des points excessivement nombreux, mais limités sur des étendues plus ou moins importantes. Dans le cas qui nous occupe, ces espaces creux ont été produits entre les calcaires et les schistes, et les liquides salins circulant dans ces vides et rencontrant les obstacles calcaires, ont corrodé plus ou moins ces derniers ou se sont logés dans les nombreuses fissures de cette roche. C'est ainsi que s'expliquent les ramifications ferrugineuses que l'on rencontre si souvent à la base des assises calcaires, en des points où la couche ferrugineuse est absente, mais où l'espace qu'elle devrait occuper, n'est

accusé que par des veinules ferrugineuses plus ou moins puissantes.

§ 4. *Formation de zinc et de plomb carbonatés.* — Nous dirons quelques mots des gisements de calamine et de plomb carbonaté.

Les amas de carbonate de zinc résultent évidemment de l'altération des sources contenant le zinc sulfatisé, par la réaction du carbonate de chaux.

Nous avons déjà eu l'occasion de dire que les affleurements des couches blendeuses en contact avec les bancs calcaires se trouvaient transformés en minerais carbonatés ; ici, s'est produit un phénomène semblable à celui qui a eu lieu pour le fer carbonaté.

Les formes en amas irréguliers des gisements de calamine viennent à l'appui de l'action corrosive des sources salines. Partout où la composition de la roche en contact avec ces sources pouvait échanger quelques-uns de ses éléments contre ceux que contenaient les dissolutions salines, la corrosion de la roche a été inévitable, et cette action a duré aussi longtemps qu'a existé la cause primordiale de ces sources ; aussi peut-on s'expliquer le volume considérable qu'affectent certains amas et l'irrégularité vraiment singulière de leurs allures.

Le carbonate de plomb, comme nous l'avons dit, se trouve disséminé dans certaines portions de la couche hydroxydée, principalement dans les parties découvertes et exposées directement à l'action des agents atmosphériques. Ce carbonate de plomb, tantôt à l'état terreux, tantôt à l'état de petits cristaux prismatiques enchevêtrés les uns dans les autres, est généralement mélangé

de chlorure, de phosphate et même de sulfure de plomb non décomposé.

Cette altération des sulfures s'est opérée partout où les eaux chargées d'acide carbonique ont pu pénétrer et séjourner pendant des espaces de temps plus ou moins considérables.

Comme on aura pu le voir par cet exposé rapide, le district de Carthagène est excessivement intéressant sous le rapport minier. Au double point de vue de la variété des minerais et de la puissance des gisements, il présente des curiosités scientifiques très-importantes ; c'est surtout dans les localités de ce genre que le géologue doit interroger la nature, et là, tant dans les entrailles de la terre qu'à la surface du sol, il peut recueillir à chaque pas des renseignements nouveaux, qui l'aideront considérablement à pénétrer les secrets de ce réseau de forces et d'agents qui ont concouru à la constitution actuelle du sol.

Si, au point de vue scientifique, ce district est fécond en phénomènes, il ne l'est pas à un degré moindre quant aux sources matérielles de richesses qu'il peut produire. En effet, il s'exporte annuellement plus de 800,000 tonnes de minerais de fer, dont les $\frac{2}{3}$ constituent des fers manganésifères, envoyés en France et en Belgique ; le reste forme des minerais hydroxydés, destinés à l'Angleterre.

Les minerais de plomb exploités sont fondus sur place et donnent de 20,000 à 25,000 tonnes de plomb contenant environ 30,000 kilogrammes d'argent.

Enfin, on produit des calamines, dont la quantité a diminué

considérablement depuis peu, mais qui, l'année dernière, s'est encore élevée à 22,000 tonnes de minerai calciné.

A ces productions, la blende pourrait aussi joindre son contingent, qui a été sensible dans les années antérieures; mais la faible teneur en zinc de ces matières, ainsi que les frais élevés actuels de fabrication du zinc, en ont suspendu momentanément l'écoulement.

Le développement de l'industrie minière de ce district s'est opéré avec une lenteur regrettable; les agitations politiques, l'absence de capitaux, le mauvais état des routes et la connaissance incomplète du terrain que l'on fouille, sont autant de causes qui ont contribué à retarder la découverte de beaucoup de ses formations métallifères.

Les concessions minières étant de peu d'étendue, et appartenant à des personnes qui, en général, ne peuvent faire de grands sacrifices, il en résulte, vu le manque d'esprit d'association, que les travaux d'exploration qu'on y pratique, sont tout-à-fait insuffisants, et que l'exploitation est conduite avec une telle cupidité que le défaut de sécurité dans les ouvrages souterrains oblige souvent de les désertir en y abandonnant forcément la majeure partie du minerai.

La production actuelle est suffisante pour entretenir la population du district de Carthagène et rémunérer largement les capitaux qui sont engagés dans les mines; mais on ne doit point perdre de vue que le gisement le plus considérable, le seul suffisant pour assurer l'avenir de l'industrie minière du pays, est la couche de fer silicaté dont les proportions de plomb sont probablement considérables.

Les gisements de blende ne peuvent être utilisés qu'en

tirant parti du plomb qu'ils renferment, et nous savons que ce métal n'est pas profusément répandu dans cette couche.

Quant aux gisements de fer hydroxydé, ils sont l'objet d'exploitations importantes, et quoique ces minerais représentent une valeur intrinsèque assez modique, ils constituent cependant une richesse réelle pour le pays, si l'on a égard à la production considérable de ce gisement.

Lorsque nous avons traité de ces gîtes, nous avons fait ressortir surtout leur puissance et leur importance géologique ; mais nous avons à faire observer que, si cette couche est étendue et de grande épaisseur, sa composition ne permet pas toujours de l'exploiter avec bénéfice. Depuis quelques années, les extractions de minerais de fer sont ici considérables ; et, en dehors de quelques gîtes privilégiés ou exploités avec modération, il est à craindre que la plupart des mines seront complètement épuisées sous peu.

En résumé donc, en considérant sans illusion la situation minière actuelle de ce district, il y a lieu d'émettre des craintes sérieuses pour l'avenir ; nous pensons que le gîte de fer silicaté peut parer aux éventualités, et sera même une grande source de richesse pour la génération actuelle du pays. Mais, pour extraire les métaux qu'il renferme, il est indispensable de l'explorer et de l'aménager convenablement ; or, nous avons parlé de la situation topographique de ce gisement, qui n'affleure à la surface ou ne se trouve à peu de profondeur qu'en des points extrêmement limités : sur presque toute l'étendue du district, cette couche plonge sous des assises importantes de schistes et de calcaires, et, pour l'at-

teindre, il est indispensable de creuser des puits profonds, de se rendre maître des eaux, qui à ces grandes distances sous le sol exigeront des moteurs assez puissants, et enfin, d'y établir des travaux d'exploitation bien entendus.

Nous ne devons pas nous dissimuler que des travaux de ce genre exigent des frais considérables et ne peuvent être entrepris que par certains capitalistes, mais comme les concessions minières de ce pays sont d'une extrême exiguité et comme, dans l'état actuel des choses, on ne dispose généralement que de ressources financières très-limitées, on ne sortira, croyons-nous, de l'ornière qu'en recourant au système d'association, ce levier puissant des grandes entreprises modernes, qui en mettant tous les intérêts sous la même sauvegarde, appellera du dehors les capitaux nécessaires et leur assurera la sécurité qu'ils sont en droit d'exiger.



PLANCHES.

- Pl. 1, p. 12. NESTEROWSKY. Carte géologique de la partie Nord du versant Ouest de la chaîne de Salair.
- Pl. 2, p. 58. A. MASSART. Coupes de terrains du district minier de Carthagène.
- Pl. 3, p. 178. P.-J. VAN BENEDEN. Oiseau fossile nouveau des cavernes de la Nouvelle-Zélande.
- Pl. 4 (3 par erreur), p. 197. C. UBAGHS. Chelonia Hoffmanni, Gray, du tuffeau de Maastricht.
- Pl. 5 (4 par erreur), p. 212. A. RUTOT. Coupe du système bruxellien à Ixelles.
- Pl. 6, p. CVI. G. DEWALQUÉ. Coupe de la vallée du Hoyoux.
- Pl. 7, p. CLXIII. J. VAN SCHERPENZEEL THIM. Coupe du système houiller passant par l'axe des bures de l'Arbre-S'-Michel et du Bois d'Yvoz.
-

BARRANCO DEL FRANCÈS. Mine Emilia.

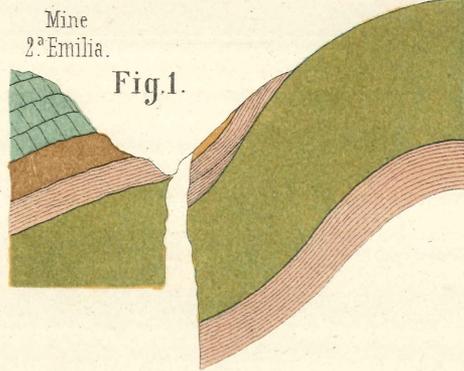


Fig. 1.

GORGUEL, ABENQUE.

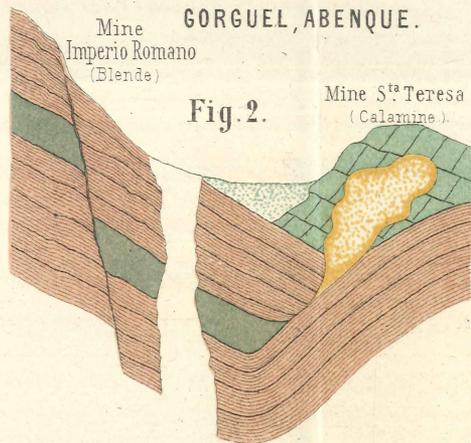


Fig. 2.

COUPES

DE TERRAINS DU

DISTRICT MINIER DE CARTHAGÈNE

par M^r A. MASSART.

BARRANCO DEL FRANCÈS.

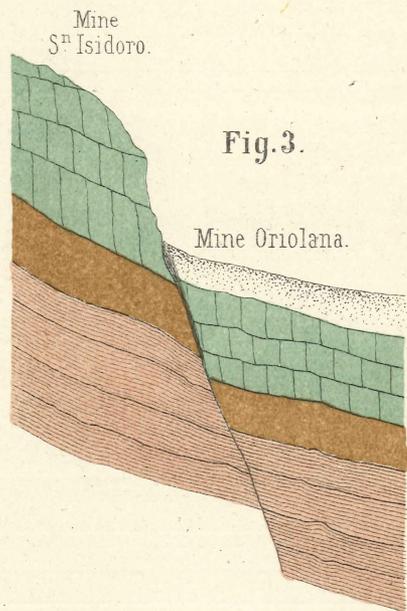


Fig. 3.

Mine Corcho.

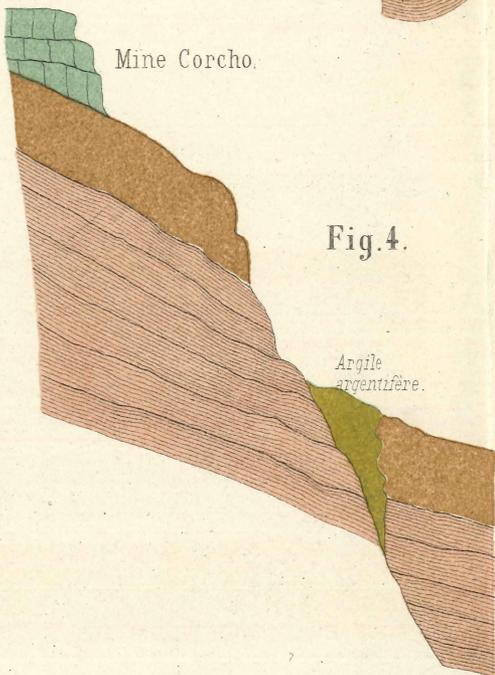
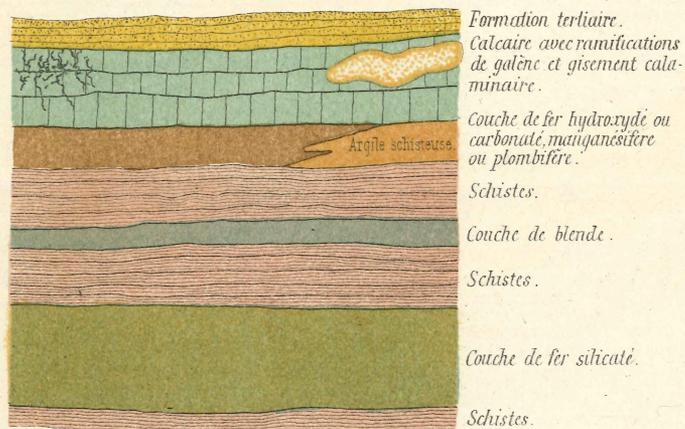


Fig. 4.

Fig. 5.

Coupe idéale des terrains.



Formation tertiaire.
Calcaire avec ramifications
de galène et gisement calaminaire.
Couche de fer hydroxydé ou
carbonaté, manganésifère
ou plombifère.
Argile schisteuse.
Schistes.
Couche de blende.
Schistes.
Couche de fer silicaté.
Schistes.