

REVUE UNIVERSELLE
DES MINES, DE LA MÉTALLURGIE,
DES TRAVAUX PUBLICS,
DES SCIENCES ET DES ARTS
APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE,

SOUS LA DIRECTION

DE

M. CH. DE CUYPER

PROFESSEUR ORDINAIRE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE
INSPECTEUR DES ÉTUDES A L'ÉCOLE DES ARTS ET MANUFACTURES ET DES MINES.

Propriétaire-gérant : A. NOBLET,
ingénieur civil.

TOME TRENTE-TROISIÈME.
1873. — 1^{er} SEMESTRE.

BUREAUX :

PARIS,
Rue des Saints-Pères, n° 9.

LIÈGE,
Rue d'Archis, n° 24.

CONDITIONS
DE
L'INDUSTRIE DES MINES DANS L'ILE DE SARDAIGNE,

PAR
M. SELLA,

Député et ministre des finances du royaume d'Italie.

Traduit, avec l'autorisation de l'auteur, par M. Léon KHAFFT

Chimiste.

CHAPITRE IV.

Mines de plomb & de zinc. — Gisements en concordance avec la stratification.

Cette seconde catégorie de gisements métallifères de la Sardaigne est bien nettement distincte de celle des filons que nous venons de décrire. Intimement unis au terrain silurien, ces gisements n'apparaissent plus là où ce terrain fait défaut, et ils prennent leur plus grande importance dans les contrées où, comme aux environs d'Iglesias, il présente son plus grand développement.

Les gisements plombo-zincifères changent aussi de nature suivant l'importance des masses calcaires qui les accompagnent; lorsque les bancs calcaires n'ont qu'une faible épaisseur, on rencontre des minerais de galène et de blende à gangue de quartz, d'amphibole, de pyrite et de limonite; si, au contraire, le calcaire se présente avec une notable puissance, ces gisements contiennent

de la galène, ou de la cérusite (1) et de la calamine avec de l'ocre, de la dolomie et du quartz. Nous avons donc deux ordres de formations indiquées dans le tableau page 356, tome 32.

Au point de vue géologique, la différence entre ces deux formations, l'une plus riche en sulfures, l'autre plus riche en oxydes et carbonates, peut ne pas être très-grande, mais elle est énorme au point de vue industriel, car, dans les entreprises d'exploration et d'exploitation auxquelles elles ont toutes deux donné lieu, tandis que les premières, trompant les espérances conçues, ont entraîné à des pertes très-importantes, les secondes, au contraire, ont permis d'établir des travaux assez lucratifs. Nous ne dirons que quelques mots des premières, nous réservant de nous étendre beaucoup plus sur les secondes.

Mines de galène et blende mélangées. — Les deux points où l'attention des mineurs a été attirée sur les gisements de ces minerais, sont situés, l'un sur le penchant occidental du mont Cardiga, et l'autre dans les monts Rosas, sur le territoire de Narcao.

Le Mont Cardiga s'élève sur la gauche du Flumendosa, entre les trois communes de San Vito, Armungia et Perdas de Fogu, dans les vallons qui coupent les terrains stériles nummulitiques dont il est formé. Dans les strates sous-jacentes aux nummulites, qui émergent dans les vallées d'érosion, il se montre composé de schistes au levant, et au couchant de schistes et de bandes de calcaire intercalés assez irrégulièrement.

Dans ce terrain fortement accidenté par des soulèvements partiels et d'énormes dykes d'eurite, on rencontre, au contact du calcaire et du schiste, des gisements métallifères, formés de galène et de blende, en amas plus ou moins étendus et d'une puissance variable. Les recherches principales ont été celles de Sa Lilla et Parredis.

A Sa Lilla, les travaux, commencés en 1863, par M. l'ingé-

(1) Plomb carbonaté. PbO , CO^2 .

nieur Wellens, et continués ensuite par la *Société sardo-belge*, ont été abandonnés en 1869. A Parredis, on commença en 1864 pour s'arrêter également en 1869. Toutefois, d'autres recherches ont été entreprises à *Baculoceddu*, où domine la chalcoppyrite, mais nous y reviendrons en parlant des mines de cuivre.

Les dépenses d'installation de ces recherches furent énormes. Pour la mine de Sa Lilla, on dut établir une route de 27 kilomètres jusqu'au port de Murtas, construire des maisons de cantonniers, des maisons d'ouvriers à la mine et un vaste bâtiment au port pour y déposer le minerai et loger les chevaux. Parredis exigea également la construction d'une route de 18 kilomètres, de maisons, etc.

La galène et la blende sont intimement mélangées, dans le minerai, en grains fins associés au quartz et à l'amphibole. Un premier triage à la main, fait à la mine même, séparait le stérile, et le minerai riche était expédié en Belgique, où une préparation mécanique assez difficile le classait en deux catégories, l'une de minerai suffisamment plombifère avec peu de zinc, et l'autre de minerai plutôt zincifère avec peu de plomb, de manière à permettre le traitement séparé des deux métaux, celui des minerais réunis ne pouvant réussir.

Des essais, faits à la Monnaie de Gènes, ont donné pour le minerai de Sa Lilla, sur 100 kil. :

Plomb, kilogrammes	26,60	24,80	24
Zinc, id.	30,00	36,00	35
Argent, grammes	20,00	20,00	38

Une préparation mécanique aussi compliquée n'était guère possible en Sardaigne, dans l'état actuel des choses. Les frais élevés du transport en Belgique, et le prix peu rémunérateur du traitement métallurgique ont fait abandonner les mines, en laissant même sur place les amas de minerai extrait.

Dans les monts Rosas, la Société génoise *l'Union* attaqua un gisement semblable à celui de Sa Lilla et Parredis, mais elle l'abandonna également. La découverte de la calamine fit reprendre les travaux par la *Société Cagliari Mining Co limited*.

Le minerai, outre la galène et la blende, contient de la céru-

site et de la calamine, avec prédominance des sulfures du côté du schiste, et des carbonates du côté du calcaire. Il n'est pas encore prouvé que l'on puisse tirer de ce minerai un meilleur parti que de celui de Sa Lilla et Parredis.

Mines de galène ou cérusite et de calamine. — Les mines qui, avec le plomb (galène ou cérusite), renferment des minerais calaminaires (carbonate ou silicate de zinc) sont bien plus dignes de notre attention.

Elles peuvent se diviser en trois classes, selon que prédomine l'un ou l'autre des métaux, à savoir : mines de plomb, mines de zinc et mines de plomb et de zinc.

Les modes différents sous lesquels ces riches concentrations métallifères se présentent dans la stratification du calcaire, ou bien à son contact avec le schiste, ressortiront mieux de la description particulière des mines que nous choisirons comme types de ces gisements. Nous constaterons seulement, qu'en général les minerais de galène pure ou contenant peu de calamine, ont une richesse en argent inférieure à celle des minerais où la cérusite et la galène sont associées à la calamine. Pour les premiers, la teneur en argent varie de 15 à 25 grammes par 100 kil. de minerai, tandis que pour les seconds, elle va de 30 à 70 grammes. Le minerai en grains provenant des laveries et contenant beaucoup de calamine est toujours plus riche que les morceaux plus purs, ou moins calaminaires, obtenus par le triage au marteau.

Mines de Monteponi. — Gisement plombifère. — Cette mine, la plus importante de la Sardaigne par l'étendue des travaux et la valeur des produits, était la seule en exploitation avant 1848, et encore le travail se faisait-il au compte de l'État. Elle est ouverte au sein d'une montagne arrondie, s'élevant à 350 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Les anciens avaient établi de nombreuses exploitations dans ce gisement plombifère, d'après le système indiqué dans la première partie de ce rapport, et consistant à descendre, à partir du sommet de la montagne, des petits puits, dont la profondeur dépassait souvent 100 mètres. Ces puits, que les exploi-

tants ouvraient séparément d'après les indications des affleurements des veines, sont actuellement encombrés par des éboulements, mais on a trouvé autour de l'entrée d'abondants résidus de l'exploitation et du triage, consistant en de très-petits morceaux de galène, généralement altérés à la surface, mais très-faciles à reconnaître après la pluie. En certains points, ces résidus font complètement défaut, et il est difficile alors d'obtenir un échantillon du minerai extrait. Cette inégalité dans la rencontre des résidus peut s'expliquer par celle de la teneur en argent ou par un soin plus grand apporté dans le triage. Il paraît, du reste, que les anciens transportaient ces minerais à des laveries établies dans le Val Canonica, et l'on comprend qu'ils n'enlevaient que ceux dont la richesse en argent pouvait compenser la pauvreté en plomb.

Les bancs calcaires, qui forment le sommet grossièrement arrondi du Monteponi, ont une direction N. N.-O., et une inclinaison générale vers l'E. La planche 21 montre comment les filons plombifères sont intercalés entre les bancs calcaires, très-régulièrement stratifiés, et souvent séparés par de petits bancs de schistes argileux. La coupe, faite dans la direction E.-O., est normale à celle des bancs et du gîte, de manière à en marquer l'inclinaison, la puissance ou l'épaisseur. Dans le sens de la direction des bancs, c'est-à-dire N.-S., les strates métallifères, ou les filons, s'étendent sur un espace d'environ 100 mètres, au-delà duquel elles deviennent stériles. Dans cette zone même, la galène n'est pas uniformément distribuée, mais, de distance en distance, elle est concentrée en amas, appelés *colonnes*, séparés entr'eux par des espaces stériles. Quelques-unes de ces strates métallifères n'ont qu'une seule colonne de minerais riches, d'autres en ont deux, trois et quelquefois six; ces dernières ne peuvent mieux se comparer qu'à un *chapelet*, dont les grains représenteraient les colonnes, avec la différence, toutefois, que les intervalles qui les séparent sont loin d'être égaux. En outre, ces colonnes ne descendent pas suivant l'inclinaison même des bancs, mais elles plongent vers le Sud sous un angle d'environ 35° avec la verticale. Ainsi, nous pouvons considérer les colonnes de minerai de Monteponi,

comme étant comprises entre des plans dirigés vers le N.-N.-O et inclinés vers l'Est, leur pente n'étant pas celle de ces plans, mais déclinant notablement vers le Sud.

Dans chacune de ces colonnes, la galène est ordinairement très-pure, et contient 82 p. % de plomb, avec une teneur en argent qui semble augmenter un peu avec la profondeur, et qui atteint aujourd'hui 26 grammes par 100 kilog. de minerai. Elle est accompagnée dans les strates qui composent le gisement, tantôt d'oxyde de fer, tantôt d'argile; parfois elle se trouve directement en contact avec le calcaire, ou bien elle y est encaissée sous forme de rognons, et alors, elle est toujours plus ou moins altérée. En général, elle a une structure différente dans chacun de ces cas, et l'on connaît la fréquence caractéristique des célèbres cristaux d'anglésite et de cérusite, dans le minerai en contact direct avec le calcaire.

Ainsi que nous l'avons dit dans la première partie de ce rapport, cette mine a été louée en 1850 à la *Société des mines de Monteponi* pour un terme de 30 années, moyennant une redevance annuelle de 32,000 francs. Le champ de la concession accordé à la même époque, en vue de l'extension des travaux souterrains, forme un carré de 2 kilomètres de côté, ou de 400 hectares de superficie.

Cette Société a entrepris d'immenses travaux parfaitement étudiés, qu'elle a poussés avec une grande énergie en y employant, dans ces dernières années, jusqu'à 1500 ouvriers. A ces travaux intérieurs, elle a ajouté la construction de routes et de chemins de fer, de lavoirs mécaniques, ainsi que de vastes magasins, casernes, maisons et dépendances de tout genre d'une très-grande valeur. Les travaux intérieurs et les système de galeries successivement ouvertes aux différents niveaux, sont indiqués sur la planche 21. Ces travaux, qui, en 1858, étaient au niveau dit St-Carlo et Nicolaï, c'est-à-dire à 150 mètres, au plus, sous les affleurements du sommet de la montagne, sont descendus aujourd'hui à environ 300 mètres.

Antérieurement à 1856, l'extraction se faisait par les anciennes galeries San Vittorio et Despine, et, depuis deux ans elle a lieu par la galerie Delaunay. En 1856, la galerie Nicolaï

avait rencontré les filons. Dans les années 1856 à 1858, le champ principal et presque exclusif d'extraction se trouvait dans les galeries Delaunay, San Réal et Nicolaï, exploitées presque entièrement en remontant. En 1859-61, on travailla principalement en descente à partir de San Réal et Nicolaï.

Vers la fin de 1861, la galerie Villamarina, commencée en petite section par Mameli, puis reprise et élargie par la Société actuelle, avait rejoint les filons. La galerie San Carlo fut commencée en 1858, mais ayant rencontré les travaux anciens, elle n'a donné presque aucun produit. La galerie San Severino, commencée en 1859, a été achevée par le chevalier Pellegrini vers 1864.

Comme exemple de l'activité déployée, nous citerons quelques données relatives à l'année 1868, dans laquelle l'extraction du minerai exigea le déblai de 28,675 mètres cubes de roches et de minerai; la construction de 3,332 mètres courants de galeries horizontales et le fonçage de 128 mètres de puits; une consommation de 22,635 kilogrammes de poudre pour le tirage des mines et de 16,050 litres d'huile pour l'éclairage. En 1869, le développement total des galeries horizontales de Monteponi était de 18,725 mètres dont 13,164 munis de chemins de fer.

Avec des travaux étendus sur une aussi vaste échelle dans un gîte très-riche, la production de la galène devait prendre un accroissement considérable, comme on peut le voir au tableau C, chapitre VIII.

Le minerai extrait est classé en trois catégories: la première contient environ 80 % de plomb et peut être considérée comme de la galène pure; la seconde donne environ 62 %. Voici une analyse de cette dernière, faite au laboratoire de la fonderie de Stolberg:

Silice	2,96
Plomb	63,30
Cuivre	0,04
Antimoine	traces » »
Fer	3,11
Zinc	4,89
Chaux	1,26
Soufre	6,28
Acide sulfurique SO^4	3,13
Acide carbonique CO^2	14,35
Total.	99,32

La teneur en argent de la seconde qualité est d'un peu plus de 27 grammes par quintal.

En outre, on produit une certaine quantité de minerai pauvre (actuellement environ 15,000 quintaux par an), contenant 15 à 20 % de plomb, que l'on vend à la fonderie de Domus Novas, où on le fond avec des scories des anciens, après une simple préparation mécanique.

Cette grande production est le résultat d'un système d'exploitation très-simple, qui permet d'attaquer simultanément toutes les colonnes métallifères reconnues, grâce à une disposition bien entendue des chantiers. Celle-ci consiste dans l'emploi de galeries ouvertes à environ 30 mètres l'une au-dessous de l'autre, dirigées normalement à la direction des bancs, qu'elles coupent, et nommées galeries transversales. A mesure que ces galeries rencontrent une couche métallifère, on ouvre, dans la direction de celle-ci, une galerie, dite d'allongement, que l'on pousse sur toute la longueur où l'exploitation paraît pouvoir se poursuivre utilement. Ceci fait, l'extraction de cette portion de la couche ou de colonne riche, peut être entreprise par gradins renversés, remontant sans difficulté jusqu'au niveau supérieur. On remplit successivement le vide fait par l'extraction, en ménageant deux passages, l'un au Sud, l'autre au Nord de la colonne, le premier pour les mineurs, le second pour le rejet dans la galerie d'allongement du minerai et des parties stériles en excès, jusqu'à complet épuisement de la colonne. Cette

manière e préparer *les allongements* sur un niveau donné permet d'attaquer et d'épuiser toutes les colonnes plombifères jusqu'au niveau supérieur.

Les couches et filons actuellement exploités sont au nombre de 57, dont 47 sont compris dans une puissance qui ne dépasse pas 300 mètres, 8 se trouvent à l'extrémité E. et les deux autres à l'extrémité O. de la concession.

Cette grande subdivision du gîte métallifère de Monteponi, outre qu'elle permet une rapide exploitation des colonnes plombifères, détermine aussi un rapide approfondissement des travaux, qu'on peut évaluer en moyenne à 15 mètres par an. La galerie la plus basse que l'on a pu ouvrir, en partant de la vallée qui est au pied de la montagne, est celle de San Severino, située à 150 mètres sous la cime de la montagne et à 142 mètres au-dessus du niveau de la mer : elle a dû traverser 400 mètres de stérile, avant d'atteindre les veines métallifères. Au-dessous de ce niveau, il était impossible d'établir économiquement de nouvelles galeries, et, à partir de 1863, la Société a entrepris sur un côté de la montagne le grand puits dit Victor-Emmanuel, dont l'ouverture est à 200 mètres environ au-dessus de la mer et qui est descendu déjà à plus de 160 mètres, c'est-à-dire au niveau Sella, dont la côte au-dessus de la mer n'est plus que de 50 mètres, et où se font aujourd'hui les travaux d'exploitation. L'extraction a lieu au moyen d'une machine à vapeur de la force de 40 chevaux et on installe une seconde machine pour l'épuisement des eaux, qui commencent à se présenter très-abondantes à un niveau d'environ 60 mètres au-dessus de la mer.

A Monteponi, de même que dans quelques mines déjà décrites, ou que nous ferons connaître, on commence à ressentir les difficultés économiques inhérentes au travail en profondeur. Il n'est pas facile de prévoir de quelle importance sera ici, comme dans les autres districts miniers de la Sardaigne, le travail de l'épuisement des eaux.

La constitution géologique des terrains d'Iglesias permet d'espérer que ces difficultés ne seront pas très-graves : on peut, en effet, admettre que les bassins aquifères s'arrêtent en chaque

point, à la réunion de la formation calcaire avec les schistes. Et comme ceux-ci coupent le calcaire très-fréquemment, on voit que l'étendue de chaque bassin doit être assez limitée. L'imperméabilité des schistes, lorsqu'ils sont en masse très-puissante, est démontrée par le niveau élevé auquel les eaux se rencontrent dans le calcaire, au-dessus du niveau de la mer, dont le calcaire n'est séparé que par la formation schisteuse et souvent sur une petite étendue, comme à la mine de Masua.

On peut donc raisonnablement déduire qu'après l'épuisement des eaux que l'on rencontre actuellement, on n'aura pas à redouter les infiltrations de la mer dans un avenir plus éloigné. Toutefois, tout doute à cet égard ne peut être levé avant que l'expérience en ait prononcé. Nous avons des exemples en Sardaigne, de cas où les difficultés de l'exhaure ont forcé d'abandonner les puits, mais il pourrait se faire aussi que les machines employées étaient trop faibles. D'autre part, on sait que les calcaires anciens sont parfois traversés par de véritables torrents dont la rencontre serait fatale. Il suffit de rappeler les fontaines de Pubusino, di Su Sciopadroxu, etc., qui sourdent précisément sous les calcaires siluriens et dont le débit est de plusieurs centaines de litres par minute.

Gisement de calamine. — Comme nous l'avons exposé, les minerais plombifères des filons de Monteponi se rencontrent dans une zone déterminée, qui s'avance en profondeur vers le sud. Au nord de cette zone, le calcaire semble changer quelque peu de structure, devient moins compacte et paraît quelquefois décomposé et désagrégé. De pareilles variations dans cette roche accusent la présence de la calamine et nous donnerons un bref aperçu de ce gîte, afin de ne pas scinder la description de cette mine importante.

A Monteponi, les gîtes calaminaires commencent à se montrer à environ 200 mètres du sommet de la montagne, vers le nord, et se développent sur 100 mètres de longueur en différentes masses ou amas distincts, dont le principal a bien 40 mètres de puissance. La calamine s'y trouve, ainsi que dans les autres mines analogues de ce district, en parfaite stratification avec le calcaire.

L'exploitation de ces gîtes ne date que de la moitié de 1867, époque vers laquelle eut lieu la recherche des minerais de zinc, faite par les fondeurs du nord de l'Europe. Cette recherche, qui amena aussi la découverte de riches gîtes analogues dans les localités de Planu-Sartu et Malfidano, au Salto-Gessa, ouvrait pour la Sardaigne une nouvelle source de productions minérales.

Dans un grand nombre de gîtes plombifères du Salto-Gessa, et particulièrement dans ceux où le carbonate de plomb domine, la calamine se trouve associée au minerai de plomb, tantôt d'une manière tellement intime que la séparation est très-difficile, et tantôt en veinules distinctes qu'on peut séparer directement dans la mine, ou par un simple scheidage. Les minerais de zinc sont moins estimés pour la fonderie, quand ils contiennent une dose un peu forte de plomb, et, réciproquement, une trop forte teneur en zinc amoindrit la valeur des minerais de plomb; aussi faut-il toujours les avoir séparés et respectivement purs.

La difficulté de la séparation de matières formées d'un mélange très-intime de carbonate de plomb avec le carbonate et le silicate de zinc, avait fait abandonner depuis longtemps les recherches tentées par la *Société la Fortuna* dans la localité susdite de Malfidano, tandis que, dans la mine de Masua, mise en exploitation beaucoup plus tard, les veines de calamine presque pure étaient délaissée à cause de leur faible produit, et les minerais pauvres en plomb, souillés par un mélange intime de beaucoup de zinc, étaient fondus sur place, comme plus tard on le fit aussi pour des minerais semblables de la mine de Nebida ouverte dans un gîte analogue. Ce fut précisément à la reprise des travaux de recherche dans la localité de Malfidano, faite dans le but de fondre les produits sur place, que l'on commença à porter l'attention sur des masses de calamine très-pure et assez abondantes pour permettre l'exploitation exclusive de ce minerai. La teneur en zinc ayant encouragé de telles recherches et déterminé la découverte, dans la localité voisine de Planu-Sartu, de masses importantes, situées presque à la surface et d'extraction facile, l'exploitation de la calamine prit en cet endroit un vigoureux essor qui ne tarda pas à se propager dans tout le district calcaire d'Iglesias.

Parmi les gîtes de calamine qu'on y a découverts, ceux de Monteponi sont, après Planu-Sartu et Malfidano, les plus importants par la quantité de produits qu'ils peuvent fournir; les recherches pratiquées dans ces derniers temps en ont confirmé la continuation à de très-grandes profondeurs.

La qualité du minerai y est toutefois inférieure à celle des deux mines précédentes, la calamine crue de Monteponi ne contenant en moyenne qu'environ 35 % de zinc, ce qui est une teneur très-faible au point de vue commercial. Mais, comme le zinc s'y trouve généralement à l'état de carbonate, on parvient, au moyen d'une calcination préliminaire, faite sur place, à chasser les parties volatiles et, par suite, à porter la teneur à 45 et 47 $\frac{1}{2}$ % de métal.

Voici, du reste, deux analyses de ces minerais, exécutées dans le laboratoire de l'école d'application des ingénieurs de Turin, qui en feront mieux connaître la nature :

	I.	II.
Carbonate de zinc	41,99	77,32
Hydrosilicate	3,56	2,02
Carbonate de plomb	4,67	0,85
Galène argentifère	7,46	1,20
Oxyde ferrique	8,94	6,18
Calcaire dolomitique	13,59	7,05
Eau à + 120°.	2,10	1,02
Argile	16,58	4,23
Résidus.	1,11	0,97
Zinc pour cent	21,08	40,20

L'exploitation de ces amas de calamine s'est faite à ciel ouvert jusqu'à la fin de 1869. Le minerai abattu au pic, donnait, au début, un prix d'extraction très-modéré. Mais, en profondeur, le défaut de résistance des parois latérales formées par la roche encaissante obligea d'abattre une quantité considérable de stérile pour empêcher des éboulements qui auraient pu mettre la vie des ouvriers en danger et entraver la continuation du travail. Il en résulta une augmentation considérable du prix de l'extraction qui, à la profondeur de 15 et 20 mètres, était environ

quadruple de celui à la surface. Plus tard, des galeries ouvertes à des niveaux inférieurs ont permis d'obvier en partie à cette augmentation progressive, qui aurait fini par mettre l'exploitation en perte. Les calamines des régions inférieures de la mine sont plus friables (on en trouve aussi dans la galerie San Réal et en dessous). La richesse en zinc, après un rapide décroissement qui se déclara sous la surface, ne diminua plus ultérieurement.

Cette phase économique dans l'extraction des calamines est à signaler, car elle s'est présentée pour toutes les mines qui procédaient par exploitation à ciel ouvert, et dont un grand nombre, où l'on ne put introduire les travaux nécessaires pour l'exploitation en profondeur, furent abandonnées en totalité ou en partie, à cause du prix toujours croissant de l'extraction et du danger des éboulements. Pour se faire une idée de la condition de semblables excavations à ciel ouvert, il suffit de rappeler que, dans les gisements de calamine de Montéponi, on a dû abattre, en la seule année de 1868, pas moins de 85,508 mètres cubes de roche, représentant un cube de plus de 44 mètres de côté.

La production de calamine crue, obtenue dans ces diverses exploitations, s'élevait :

En 1867-1868, à.	157,955 quintaux.
En 1868-1869, à.	274,750 »
Total.	432,705 quintaux.

Ces produits, qu'on envoyait d'abord aux fondeurs de zinc étrangers, à l'état brut, c'est-à-dire tels qu'on les tirait de la mine, sont aujourd'hui calcinés sur place au moyen de huit fourneaux disposés près des divers centres d'extraction, et dans lesquels on peut faire passer 120 quintaux par jour.

Suivant le tableau C du chapitre VIII, sur la quantité susdite de 432,700 quintaux.
on a expédié en calamine crue. 114,700 »
et on a calciné le reste, 318,000 »
qui a donné encore. 209,000 quintaux
de calamine calcinée, soit une diminution de poids, par la calcination et les pertes, d'environ un tiers.

Après cet exposé des conditions spéciales dans lesquelles se présentent les deux gisements plombifère et zincifère, formant la mine de Monteponi, nous compléterons sa description par les données suivantes :

Le nombre moyen d'ouvriers employés aux divers travaux d'excavation, à la préparation des minerais et aux travaux accessoires, à l'exclusion de ceux occupés aux transports, était, en 1869, de 1546, se répartissant en 477 ouvriers du continent (particulièrement des mineurs et des ouvriers spéciaux), et en 1069 ouvriers sardes. Au moyen d'une cotisation de 4 % de leurs salaires, ils ont constitué une association de secours mutuels pour les cas de maladie ou d'accident, analogue aux sociétés du même genre établies dans presque tous les centres miniers. Un hôpital de 40 lits reçoit les malades à la mine même, tandis que les ouvriers qui habitent les environs d'Iglesias, sont secourus à domicile.

De vastes logements pour le personnel étranger à Iglesias s'élèvent sur diverses parties de la mine. Ces constructions, les bâtiments de la direction, les ateliers de la préparation des minerais, les installations des machines d'extraction et d'exhaure, tout atteste l'importance de l'établissement et le capital considérable que la Société de Monteponi, depuis qu'elle s'est rendue locataire de la mine, a dû immobiliser, tant dans ces divers ouvrages, que dans le réseau des routes et chemins de fer qui relie entre eux les différents chantiers. En outre, cette localité étant complètement dépourvue d'eau, à tel point qu'on était contraint de la faire prendre par chars à la vallée voisine de San Giorgio, la Société a construit, dans ces dernières années, un aqueduc de 8 kilomètres de longueur, amenant l'eau nécessaire aux ouvriers, au lavage des minerais et à l'alimentation des machines à vapeur.

Ce centre grandiose de travaux, tout en constituant pour la Société d'exploitation une excellente entreprise, eu égard au capital émis, forme en même temps une des plus importantes ressources du district d'Iglesias.

En effet, la majeure partie des dépenses de l'exercice s'applique au paiement des travaux de tout genre fait par la

population de ce district, ou à l'acquisition de produits indigènes, et l'argent qui reste dans le pays peut être évalué à plus de deux millions par an, d'après un compte fait pour l'année 1868.

Transport des minerais. — Le produit annuel de la mine, qui s'élève aujourd'hui, tant en galène qu'en calamine, à plus de 200,000 quintaux, est exporté, à l'exception d'une faible quantité de troisième qualité qui est vendue à la fonderie voisine de Domus Novas. De même que pour ceux de la côte occidentale, ces minerais sont d'abord expédiés sur de petits bateaux à Carloforte, où a lieu le chargement sur les navires de transport. L'expédition pour Carloforte se fait en partie à Porto-Scuso et en partie à Fontanamare, les transports de la mine à ces deux points ont lieu sur des chars sardes à bœufs, ou sur des charrettes tirées par des chevaux.

De la mine à Carloforte, le transport coûte 2^f,10 le quintal, et, en 1868, les frais de ce chef se sont élevés à 735,000 francs. De très-graves difficultés surgirent, dans ces dernières années, à l'occasion du déplorable état de la route provinciale de Gonessa à Porto-Scuso, qui serait le point le plus naturel d'embarquement, et la Société dut se décider à construire un chemin de fer de 15 kilomètres entre ces deux localités.

Le littoral S.-O. de la Sardaigne, d'Oristano à San'-Antioco ne présente aucun port ou baie naturelle qui puisse abriter, contre les vents dominants du couchant, des navires même d'un médiocre tonnage. C'est là une circonstance fort désavantageuse pour les nombreuses mines qui n'ont point d'autre voie pour l'exportation de leurs produits.

Tant que la production de Monteponi n'était que de 40 à 50,000 quintaux par an, on l'expédiait à la plage de Fontanamare, qui n'est éloignée de la mine que d'environ 8 kilomètres. Ce minerai y était déposé dans des magasins construits au bord de la mer, et chaque fois que soufflait le vent d'est, des barques partaient de Carloforte et venaient prendre leur chargement de galène. Mais il arrivait aussi que, pendant des mois entiers, cette occasion ne se présentait pas, de sorte que le minerai

s'accumulait, immobilisant ainsi de très-grands capitaux et rendant impossible la régularité des expéditions.

Dès que la production atteignit le développement qu'elle a aujourd'hui, et qu'on put y ajouter une masse considérable de calamine, ce moyen de transport devint impraticable et l'on dut forcément choisir une autre escale plus éloignée et, par suite, plus coûteuse, mais plus fréquemment accessible aux barques de Carloforte. La route qui venait d'être achevée entre le village de Gonessa et Porto Scuso indiquait cette dernière localité déjà célèbre par sa pêcherie du thon. Mais il se passa alors un fait réellement incroyable, si mes collègues de la Commission et moi nous ne l'avions constaté sur le lieu même. La province de Cagliari, à qui incombait l'entretien de cette route construite aux frais du gouvernement, ne voulut plus rien faire pour la tenir en bon état. La Société se trouva réduite, par cette négligence, à un mode de transport tellement déplorable et barbare qu'il faut le voir pour s'en faire une idée. Il suffira de dire qu'aujourd'hui le trajet de Gonessa à Porto Scuso, en voiture et au pas, ne se fait pas sans danger de briser le véhicule et de verser sur la route tout ce qu'il contient.

Assurément, l'entretien d'une route sur laquelle passent annuellement 400000 quintaux de minéraux est toujours très-coûteux, et ici se présente encore le désavantage que la plus grande partie de la voie est sur le trachyte, qui forme un empierrement trop friable et trop facilement décomposé. Il faudrait donc aller jusqu'à Gonessa pour y chercher du calcaire qui constitue une excellente voirie. Malgré ces difficultés, le Conseil provincial nous semble être mal inspiré en négligeant l'entretien de cette route; et il est déplorable de voir, qu'après avoir réclamé avec instance du gouvernement la construction de nombreuses voies de communication, et que celui-ci les a construites, malgré la situation critique du trésor, on les abandonne parce que l'entretien en est trop coûteux, c'est-à-dire lorsque l'activité des transports en démontre toute l'utilité.

La ville de Cagliari ne ressentira que trop les effets de l'abandon de la route de Porto Scuso, car en présence de l'état impraticable de ce chemin et de l'incertitude de l'époque à laquelle

sera terminée la voie ferrée d'Iglesias à Cagliari, par laquelle la société des chemins de fer sardes n'a été mise en demeure de reprendre les travaux que dans le second semestre de 1870, la Société de Monteponi, ne pouvant retarder indéfiniment le transport de si grandes quantités de minerai et n'ayant que trop souffert d'une pareille situation, a dû se résoudre à relier les mines à Porto Senso par un chemin de fer construit à ses frais. Ce chemin doit être achevé en juin 1871 et coûtera plus d'un million. Il est facile de comprendre la diminution que ce transport doit apporter au mouvement d'affaires qui eût été acquis à Cagliari.

Excellente direction des travaux. — Je ne puis terminer cette étude de mines des Monteponi, sans signaler l'excellente impression qu'a laissée à tous les membres de la Commission la visite des travaux, tant souterrains que de la surface. Sous tous les rapports, leur conduite est digne des plus grands éloges. La prévoyance technique, l'ordre administratif, la sollicitude pour l'ouvrier, tout porte à se croire dans un des centres industriels des pays les plus avancés. Ces magnifiques résultats sont dus essentiellement à la capacité de l'ingénieur Pellegrini et à l'intelligence du Conseil d'administration, au sein duquel brille le sénateur Vesme, dont les travaux scientifiques honorent la Sardaigne.

Que ces hommes distingués nous permettent d'appeler leur attention sur deux points importants : le premier comprend le reboisement et la culture du sol, surtout dans le but de fixer les familles des mineurs, et le second se rapporte à l'instruction de la population ouvrière des établissements de Monteponi.

Mine de San Giovanni di Gonnesa. — En face de la mine de Monteponi, du côté du midi, est une chaîne de roches calcaires dirigée de l'Est à l'Ouest, dont le point culminant occidental est formé par la montagne élevée de San Giovanni. Cette chaîne, séparée de celle de Monteponi par une vallée au fond de laquelle court la route d'Iglesias à Gonnesa et à Porto-Scuso, est composée de schiste et de calcaire, et c'est dans

le calcaire du Mont San Giovanni que se trouvent les gîtes plombifères qu'exploite la mine de ce nom.

Ici encore nous rencontrons le fait, déjà signalé, que la direction générale de la stratification du terrain N. S., est coupée suivant une direction perpendiculaire E. O., par les gîtes plombifères encaissés entre les bancs de la roche calcaire.

Le plus grand champ d'exploitation de la mine est sur le versant Nord de la haute montagne de San Giovanni, c'est-à-dire sur le côté qui regarde Montéponi. En ce point, le schiste, qui constitue le fond de la vallée, forme la pente inférieure de la montagne jusqu'à une hauteur d'environ 130 mètres, puis il est remplacé par un calcaire cristallin, de teinte blanchâtre, qui compose la partie supérieure. La ligne de séparation de ces deux roches va du levant au couchant, sur toute l'étendue de la montagne, c'est-à-dire sur un développement d'au moins 800 mètres, et elle est mise en relief par un banc de calcaire dolomitique, souvent ferrugineux et de teinte jaunâtre.

C'est entre ce calcaire dolomitique ferrugineux, qui acquiert en profondeur une épaisseur de 45 à 50 mètres, et la masse de calcaire cristallin, que le gisement plombifère se trouve intercalé suivant une direction E. — O., presque verticale vers le Nord.

La galène argentifère y est accompagnée d'argile, d'ocre et de calcaire, comme dans tous les gîtes analogues de ce district; sa puissance varie de un à deux mètres.

La galène est distribuée dans la couche métallifère en zones irrégulières, mais qui, dans leur ensemble, tendent à prendre la disposition habituelle en colonnes s'inclinant en profondeur vers le levant. Le minerai qu'on en retire est analogue à celui de Montéponi, c'est-à-dire riche en plomb et pauvre en argent.

D'autres recherches, commencées vers la partie Sud par les travaux de Santa-Barbara, ont mis au jour un filon analogue au précédent, plombifère dans sa partie centrale, et calaminaire dans ses flancs; il est encaissé dans les bancs calcaires suivant une direction Est-Ouest.

Les premières explorations du gisement principal, parallèle au contact externe des schistes et des calcaires, et appelé communément filon de contact, sont antérieures à 1859; elles

furent conduites assez mollement par MM. Nobilioni et l'ingénieur Keller jusqu'en 1860, d'après les indications des nombreux travaux des Anciens, qu'on rencontre dans diverses parties de la montagne de San Giovanni. Continué, toujours faiblement, par un certain Cartau, leur concessionnaire, et, après la mort de ce dernier, par plusieurs de ses créanciers, la mine fut enfin cédée, en 1864, à la Société *Gonnesa Mining Company limited*, moyennant le prix de 50,000 francs, outre le paiement d'une redevance de 10 fr. par tonne de minerai de première et de seconde qualité, et de 1 fr. 50 pour les minerais pauvres contenant moins de 20 % de plomb.

Cette Société se constitua à Londres, au capital de 1,300,000 fr. et par la reprise vigoureuse de recherches déjà bien commencées, mais que le défaut de fonds laissait languir, ainsi que par l'exécution de nouveaux travaux, elle atteignit en peu de temps les parties riches de la couche métallifère, et donna la vie à une importante exploitation. En 1867, la concession définitive lui fut octroyée, avec un droit de sous-sol s'étendant sur 385 hectares.

L'exploitation des zones riches se fait ordinairement en remontant par gradins droits et sans remplissage, vu la solidité des parois calcaires du gîte. Elle marcha, du reste, avec une telle activité, que les galeries de niveau ouvertes pour l'extraction, à 40 et à 82 mètres sous la galerie supérieure, ne réalisèrent qu'en partie leur but économique. Des hangars, avec les appareils nécessaires au triage et au lavage des minerais, furent établis au niveau de la galerie Victor-Emmanuel, et afin d'utiliser cette installation pour les parties inférieures de la mine, on fonça dans l'intérieur de la dite galerie un puits vertical, destiné à l'extraction. De l'orifice de ce puits part en ligne droite une galerie horizontale qui vient au jour à peu de distance des hangars. A son entrée, est installée une machine à vapeur de 15 chevaux, destinée à activer les appareils d'extraction, mais jusqu'ici on n'a pas jugé nécessaire de l'employer.

Le tableau général C établit l'importance de la production de cette mine, obtenue en grande partie, comme à Monteponi, par un simple triage au marteau, complété au besoin par le

lavage au moyen de cribles à secousse. Le minerai pauvre en plomb, c'est-à-dire contenant moins de 20 %, et dit communément de *troisième qualité*, est seul expédié à l'usine de préparation mécanique, établie près de Gonnese, et dont nous dirons bientôt quelques mots. Le prix de cette préparation est très-moderé, grâce à la richesse des zones excavées. Le triage se fait à l'entreprise et se paie de 0^f,80 à 1 fr. par quintal de minerai produit, tant de première que de deuxième qualité, c'est-à-dire d'une teneur en plomb qui varie de 80 à 60 %. Le lavage des débris provenant, soit du triage, soit directement de la mine, se paie 1^f,5 par quintal de minerai produit, d'une teneur supérieure à 60 %. Les matériaux de troisième qualité et qu'on expédie à l'atelier mécanique coûtent 1^f,75 par quintal.

Le personnel employé aux travaux de la mine est en moyenne de 270 personnes, dont une centaine viennent du continent italien, les autres sont des habitants de l'île.

Les ouvriers ont créé une Association de secours mutuels sur les mêmes bases qu'à Monteponi; un vaste hôpital, pour les malades, tant de cette mine que d'autres mines appartenant à la même Société, est établi dans la ville même d'Iglesias.

Les travaux inférieurs sont actuellement inondés, par suite d'un abandon momentané. Pendant les derniers travaux d'excavation, les eaux ne se sont présentées que sous le dernier niveau Sella; mais à cette profondeur elles affluent en telle abondance qu'il faudra nécessairement établir une machine d'épuisement, pour pouvoir descendre et approfondir le grand puits. Ainsi cette mine aura également, dans un avenir prochain, à lutter contre les difficultés de la rencontre des eaux dans les régions inférieures.

Quant à l'expédition des minerais, la mine de San-Giovanni de Gonnese se trouve à peu près dans les mêmes conditions que Monteponi. Un chemin particulier la relie à la route royale, qui court le long de la vallée, mais la distance qui la sépare de la mer étant un peu moindre, le prix du transport de la mine à bord des bâtiments en rade de Carloforte ne s'élève qu'à 1^f,75 par quintal, au lieu de 2^f,10.

En terminant ce bref aperçu sur la mine de San-Giovanni, nous croyons devoir faire remarquer, que c'est la première fois que notre rapport mentionne une mine qui se trouve dans l'obligation de payer, aux premiers auteurs des recherches, une redevance proportionnelle à la quantité de minerai exporté. Bon nombre d'autres mines ont été acquises en Sardaigne avec des conditions analogues qui, malgré leur apparence assez rationnelles, sont de nature, en bien des cas, à nuire à l'industrie. Une redevance fixe et proportionnelle à la quantité extraite, établie indépendamment de toute considération des frais d'extraction, peut absorber le bénéfice de l'exploitant, et même le mettre en perte, de manière à déterminer l'abandon d'une source de production, alors qu'avec un léger bénéfice par tonne, le développement de la production permettrait de rémunérer suffisamment le capital employé dans l'entreprise.

Mine San Giovanneddu. — Cette mine est située au levant de celle de San Giovanni de Gonnesa, dont elle est limitrophe. La première galerie de recherche, ouverte avant 1859 par M. Nobilioni d'Iglesias, fut continuée par le chevalier Antonio Nicolay, de Gênes, puis, en dernier lieu, donnée à louage à la Société *Gonnesa Mining Company*, qui y a exécuté de grands travaux.

Ces travaux ont amené la découverte d'un gîte métallifère à colonnes de galène et de cérusite associées à l'argile, au calcaire dolomitique, avec des traces de calamine, de blende, de quartz et de barytine; dirigé, comme les précédents, du levant au couchant, ce gîte est compris entre les bancs de la roche calcaire de la montagne.

Sur une étendue de 110 à 120 mètres, on a reconnu quatre colonnes métallifères qui descendent vers le Nord et qui sont réunies entre elles par une petite veine d'argile ocreuse, dont l'interposition dans les bancs calcaires marque le gisement du minerai. D'autres colonnes pourront être découvertes par l'avancement des travaux.

La nature du minerai qu'on en retire a été établie par l'analyse suivante de deux échantillons, faite à l'École d'application des ingénieurs de Turin.

	1°	2°
Sulfure de plomb.	85,362	74,341
Argent.	0,0025	0,003
Sulfure d'antimoine.	1,933	2,290
Blende.	1,502	2,039
Gangue (calcaire, argile avec quartz interposé et barytine)	11,2005	16,328

L'exploitation des colonnes découvertes fut vigoureusement poussée dans les dernières campagnes : aussi, après avoir épuisé la partie supérieure et pour obvier aux difficultés d'un travail par petits puits à une grande profondeur, a-t-on ouvert une nouvelle galerie (galerie *Fortuna*) à un niveau intérieur d'environ 60 mètres, sur le penchant de la montagne qui se prête assez favorablement à de semblables travaux.

La quantité de produits obtenus dans cette exploitation se trouve indiquée au tableau général *C* du Chapitre VIII.

Les minerais séparés par un triage à la main, sont à peu près égaux en qualité à ceux de la mine voisine de San Giovanni de Gonnesa : on les classe en deux qualités commerciales, la première de 79 à 80 % de plomb, et la deuxième de 58 à 60 % ; une troisième qualité, qui contient environ 10 % de métal utile, est transportée à l'usine de préparation mécanique près Gonnesa.

Cette mine, dont le personnel se compose de 107 ouvriers, 45 du continent et les autres du pays, possède les bâtiments nécessaires pour leur logement, et pour les travaux du triage ; elle est reliée à la route nationale d'Iglesias à Porto Scuso par un tronçon de voie carrossable construit aux frais de la Société.

Le transport des minerais s'effectue dans les mêmes conditions que pour la mine voisine de San Giovanni.

Laverie de Gonnesa. — Cet établissement, situé à peu de distance du village de Gonnesa, sur la route qui rejoint Porto Scuso, peut être considéré comme une dépendance des deux mines que nous venons de décrire ; il est spécialement destiné à la préparation des minerais pauvres qui en proviennent, ainsi que de ceux de même nature que fournit la mine voisine de Monte Udda, exploitée par la même Société. Construit en 1863

par les sieurs Henfrey et Franel, pour la préparation des minerais pauvres, ou de troisième qualité, de Monteponi, qu'ils avaient entreprise par contrat, il fut cédé, en 1864, à la Société qui l'a tenue en activité jusqu'à ce jour.

Un canal de dérivation du torrent voisin Morimenta fournit abondamment l'eau nécessaire au lavage, et une machine à vapeur de 15 chevaux active une paire de cylindres broyeurs, un classeur, douze cribles et un appareil de concentration des sables fins, appelé *propeller*. Une petite roue hydraulique fait marcher quatre *round-buddles*, sur lesquelles se concentre le minerai fin qui traverse les cribles mécaniques, et les boues que l'on recueille dans les bassins de dépôt de la laverie. Selon les données fournies par la Société, cet atelier aurait travaillé, dans la campagne minière 1867-68, 40,000 quintaux de matériaux pauvres ou de troisième qualité qui ont produit 6,960 quintaux de minerai contenant en moyenne 60 % de plomb et 23 grammes d'argent.

La dépense aurait été de fr. 134,261-14, c'est-à-dire de 19 fr. 30 par quintal produit. Si nous ajoutons à ce chiffre les frais du transport de la laverie à bord des bâtiments, soit 1 fr. 35, nous obtenons un prix de production qui laisse bien peu de marge à un bénéfice.

Le personnel de cet atelier comprenait un surveillant, cinq ouvriers spéciaux et trente laveurs ou manœuvres, tous du pays.

Mine de Reigraxius. — Cette mine présente une variété des gisements plombifères en relation avec la stratification de la roche encaissante. Dans celles que nous venons de décrire précédemment, le gîte métallifère, bien que dirigé et incliné diversement avec une distribution de richesse variable, se trouve compris entre les deux bancs calcaires, tandis qu'à Reigraxius la couche métallifère, constituant le principal gisement de la mine, se trouve au plan de contact de la roche calcaire qui forme la crête de la montagne du même nom, avec les schistes qui constituent une grande partie de son versant Nord ainsi que la vallée inférieure. Ce plan de contact, dont la direction est N.-N.-O., plonge vers le Midi. Il est ordinairement caractérisé par la présence d'argiles plus ou moins ferrugineuses,

et on y a découvert une suite de colonnes plombifères parfaitement exploitables.

La distribution de ces colonnes est clairement démontrée par la projection verticale des travaux de la mine que donne la planche 23. Le minerai est une galène grenue ou à petites lamelles, peu argentifère, associée au calcaire, et souvent accompagnée d'argile ferrugineuse, avec des traces de calamine, de blende et de quartz.

Cette mine est une des premières qui aient été reprises à l'époque actuelle. Les premiers travaux d'exploration remontent à 1852, et furent continués jusqu'en 1863 par M. Francesco Ferro, qui en avait obtenu la concession définitive en 1862, avec un droit de sous-sol d'une étendue de 264 hectares. Les travaux, suspendus par la mort du concessionnaire, furent repris, en 1867, par l'ingénieur anglais Scott, créateur d'un intéressant établissement agricole et propriétaire de la forêt de Marganai, dans laquelle la concession est comprise en partie.

Les principaux travaux de recherche et d'exploitation eurent lieu dans les deux régions de Santa Barbara et de San Antonio, comme on le voit par la planche déjà citée. En général, les colonnes ont été totalement fouillées dans la partie au-dessus de ces galeries de niveau, et au-dessous jusqu'à des profondeurs variant de 8 à 25 mètres, selon la richesse qu'elles présentaient. Dans le but de poursuivre en profondeur l'exploration, et éventuellement l'exploitation économique des colonnes plombifères de ce gisement, deux galeries de rabais ont été ouvertes, la première (de San Giovanni) dans la région Santa Barbara, à 52 mètres en dessous; la seconde (Scott), dans la région San Antonio, à un niveau inférieur de 75 mètres. Mais, ni l'une ni l'autre de ces galeries n'ont pu jusqu'ici faire connaître suffisamment le gîte pour pouvoir émettre un jugement certain sur l'avenir industriel de la mine en profondeur.

A 800 mètres environ au couchant du chantier San Antonio, on a fait quelques recherches sur l'allure du contact des deux roches, au moyen des deux galeries Garibaldi et Victor-Emmanuel, et on y a exploité une ou deux colonnes; mais en quittant le contact, et en pénétrant dans la masse calcaire pour suivre

quelques veines argileuses métallifères, on tomba dans un terrain bouleversé, où l'on perdit toute direction, ce qui fit suspendre la continuation des recherches.

La production des minerais de plomb de cette mine depuis le commencement des travaux, et celle des calamines exploitées dans les dernières années vers la limite ouest de la concession, se trouvent indiquées dans les tableaux A et B (Chapitre VIII.)

Nous ajouterons qu'une partie des produits plombifères a été vendue dans les dernières années, à la fonderie voisine de Domus-Novas, construite dans le but spécial de traiter les scories des anciens, comme nous le dirons à son lieu et place. Le reste de ces produits et la calamine sont dirigés sur Cagliari, le prix de transport variant de 2^l,5 à 2^l,7 par quintal mis à bord des navires; prix très-élevé, dû en partie au mauvais état de la route pour chars à bœufs, qui relie la mine au village de Domus-Novas, sur une distance de 8 à 9 kilomètres.

Mine de Masua. — Dans les mines dont nous avons parlé jusqu'à présent, le plomb se présente presque exclusivement combiné avec le soufre, à l'état de galène. Assurément on rencontre bien quelquefois des traces de cérusite, mais jamais au point de pouvoir en tenir grand compte sous le rapport industriel. Par contre, il existe, et principalement dans la partie occidentale de Salto-Gessa, au N.-O. d'Iglésias, divers gîtes de plomb, qui, bien que leur mode de relation avec la stratification de terrain ne les distingue pas essentiellement de ceux que nous avons déjà décrits, en diffèrent toutefois très-nettement par la nature des minerais qui les constituent. La galène y est abondamment accompagnée de cérusite ou carbonate de plomb, et ce dernier prédomine quelquefois au point de former des masses très-importantes de carbonate pur. En outre, au minerai de plomb se joint ordinairement la calamine, le plus souvent à l'état de carbonate, soit en mélange intime avec la masse métallifère, soit en veines traversant les minerais de plomb, soit, enfin, en amas de quelque puissance près des parois et aux extrémités de la masse métallifère elle-même. De plus, la teneur en argent des minerais de plomb dans ces gisements est ordinairement beaucoup plus forte que celle des galènes des gîtes déjà décrits

leur titre descendant rarement au-dessous de 30 grammes d'argent et arrivant parfois jusqu'à 70 grammes par 100 kilog. de minerai, pour 60 à 62 kilog. de plomb.

La présence du zinc, en plus ou moins grande quantité, rend la préparation de ces minerais très-difficile. Les moins impurs peuvent être concentrés jusqu'à 60 et 65 % de plomb avec 5 ou 6 % de zinc, par des méthodes d'une application facile en Sardaigne, mais ceux qui sont plus chargés de zinc peuvent difficilement être portés à une teneur en plomb ou en zinc qui en permette l'exportation économique, et on les traite directement sur place.

Nous donnons ci-après les analyses, faites au laboratoire de la fonderie de Stolberg, de deux minerais lavés à la mine de Masua, dans l'état où ils sont exportés. Le premier est un minerai en grains produit par l'enrichissement sur les cribles à secousse, le second est un schlich fin, provenant du travail dans les caissons allemands des matières qui s'accumulent dans les caisses d'eau des cribles, en traversant ceux-ci. La comparaison de ces analyses avec celles des secondes qualités de Monteponi, que nous avons déjà mentionnées et que nous mettons encore ici en regard, fait apprécier la différence de composition des minerais de ces deux mines, qui est indiquée immédiatement par le soufre et l'acide carbonique. Et si les chiffres du zinc diffèrent peu, il faut remarquer que l'analyse se rapporte, pour Monteponi, à un minerai de seconde qualité, c'est-à-dire moins pur, tandis qu'elle représente pour Masua les meilleurs matériaux que l'on puisse obtenir, avec les mêmes appareils employés dans les deux mines.

	MASUA.		MONTEPONT
	N° 1°	N° 2.	2°
Silice.	1,90	2,83	2,96
Plomb	61,53	60,56	63,30
Cuivre	0,06	"	0,04
Antimoine	"	"	"
Fer	3,30	4,19	3,11
Zinc	5,78	5,22	4,89
Chaux	0,66	1,06	1,26
Soufre	2,68	0,35	6,28
Acide sulfurique SO ⁴	2,66	0,98	3,13
Acide carbonique CO ²	21,00	27,25	14,35

Après cet aperçu général sur le caractère spécial de ces gisements, nous aurons peu de chose à dire encore de ceux de la mine de Masua qui présentent l'allure ordinaire par rapport à la stratification du terrain. La direction des bancs calcaires y est généralement N.-S., avec un redressement presque vertical. Dans la partie occidentale de la concession, ils touchent aux schistes qui s'étendent jusqu'à la mer sur un kilomètre environ. Le contact entre les deux roches est très-prononcé à la surface, par la crête aiguë divisée çà et là en aiguilles inaccessibles et formée par le calcaire superposé au schiste, lequel descend à la mer par des contreforts plus déprimés.

C'est au levant de cette crête escarpée, que se trouvent les gîtes plombifères qui constituent la mine. Le premier gîte est composé de trois couches plombifères, ayant la direction N.-S., encaissée verticalement dans le calcaire, limitées en direction, mais très-régulières en puissance et qui se sont maintenues constantes jusqu'à la profondeur de 180 mètres. Ces couches sont contenues dans une zone d'environ 30 mètres et s'étendent peu au delà de cette longueur, en direction. Dans les deux premières, dont la puissance varie de 1 à 2 mètres, la galène

prédomine et on en retire des minerais très-riches; dans la troisième, qui embrasse une zone beaucoup plus étendue, et dont la puissance utile peut être évaluée à 6 mètres, la galène est en moins grande quantité : la cérusite y prédomine et elle est accompagnée de calamine, mélangée ordinairement à la masse minérale et formant aussi des veines séparées. L'argile, avec des ocres et des morceaux de calcaire, complète la constitution de cette masse métallifère. On peut juger de l'importance relative de ce gisement par l'état de la production jusqu'en 1865, qui se trouve au tableau général.

En avançant vers le levant, on rencontre en exploitation un second gîte découvert par la galerie Podesta, et bien distinct du premier par son allure dans la roche calcaire, qui alterne, dans ces régions, d'une manière très-régulière avec des bancs plus ou moins puissants de schistes. Au contact de ces deux roches, on rencontre souvent de grands dykes quartzeux, ou bien des minerais de fer oxydé, ou encore des gisements plombifères, caractérisés spécialement par la cérusite et par la présence de la calamine, quelquefois très-abondante.

Un de ces derniers gisements fut exploité à la mine de *Nebida* et reconnu dans celle d'Acquaresi, c'est-à-dire au Midi et au Nord du gîte en question de la mine de Masua. Mais les amas schisteux s'arrêtent précisément aux deux côtés de la concession de cette mine, dans laquelle on ne traverse que du calcaire. Cependant, dans la direction même du gisement de contact, clairement déterminée dans les deux mines voisines, on a trouvé derrière les vestiges des anciens travaux du siècle dernier le gîte nommé Podesta, composé d'amas irréguliers de galène, et spécialement de cérusite, avec calamine et argile, lesquels suivent à peu près la direction générale de la stratification.

Bien que le peu de régularité et les dimensions de ces amas, ne permettent pas de se rendre facilement compte de leur gisement, on reconnaît toutefois, qu'ils se présentent dans une zone calcaire spéciale, où la roche se trouve plus riche en fer et traversée çà et là par des veines d'argile et d'ocre; de plus, les travaux ouverts transversalement pour l'exploration

ont constaté le voisinage des schistes, qui ne paraissent pas à la superficie. Ce fait confirmerait en même temps l'hypothèse d'un dépôt contemporain en grands amas, selon les différentes localités, des schistes et des calcaires qui concourent à constituer la formation silurienne du district d'Iglésias.

Dans le prolongement Sud de ce gisement, vers la limite de la mine de Nébida, on exploite un autre amas semblable, mais dans lequel la calamine est bien plus abondante et bien plus intimement unie au minerai de plomb.

Ce sont là, abstraction faite des filons réguliers dans le calcaire qui n'ont encore été l'objet que de simples recherches, les gisements des minerais mélangés de cette mine.

Les premières explorations, encouragées par les travaux anciens reconnus sur beaucoup de points, furent commencées avant 1859 par quelques habitants de Fluminimaggiore; continués ensuite faiblement par un certain Paoli Vacatello, elles furent cédées, à la fin de 1859, à la Société anonyme des mines de Monteponi, constituée plusieurs années auparavant, à Gênes, au capital de 600,000 fr. Cette cession se fit sur le paiement d'une somme fixe, outre une redevance de 15 fr. par tonne pour les minerais semblables à la 1^{re} et à la 2^e qualité de Monteponi.

La Société, abandonnant les explorations anciennes, ouvrit vigoureusement une série de nouveaux travaux dans le gisement en couches ou colonnes, puis dans le gîte en amas, nommé gîte de contact; elle obtint, en 1863, la concession définitive avec un droit de sous-sol de 398 hectares, pl. 25.

La seule particularité dans l'exploitation de cette mine se rapporte à l'excavation qui exige des travaux exécutés avec une grande prudence, et des remblais faits avec le plus grand soin, en raison de la puissance des amas, allant en certains points jusqu'à 15 mètres, et de la faible résistance des parois d'appui sur un des flancs. L'exploitation s'y fait en remontant par couches de deux mètres de hauteur. Le tout est maintenu par un boisage établi à la tête du mineur qui travaille à l'avancement du front de taille et à mesure de l'avancement. Cet ouvrier remplit le vide qu'il laisse derrière lui, en abandonnant dans les remblais les bois de support.

Ce mode d'exploitation, fait perdre tous les bois employés, mais il serait difficile d'établir autrement la sécurité du travail, à raison des éboulements qu'on observe souvent au couronnement d'une partie de la masse minérale. Cette masse étant presque entièrement métallifère, le stérile est pris dans des éboulements qu'on produit expressément dans les travaux anciens supérieurs. On procède ainsi à l'extraction du minerai et au remblai du vide qu'il laisse, en faisant successivement l'une au-dessus de l'autre des coupes horizontales de deux mètres de hauteur, et en remontant de l'extrémité inférieure de l'amas métallifère à sa partie supérieure.

Quand la masse métallifère a une hauteur trop considérable, il convient de la diviser en deux ou plusieurs parties au moyen de plans intermédiaires. En pareil cas, on commence par faire les sections horizontales correspondant à ces plans, et de chacun d'eux on remonte, suivant la manière indiquée plus haut, jusqu'au plan supérieur. Toutefois, en faisant ces sections de partage de la masse à extraire, on a soin d'établir au pied une cloison de madriers situés dans la direction déterminée et recouverte de broussailles et d'argile. C'est sur cette cloison qu'on place les remblais correspondants à la section même, et sur ceux-ci les remblais qui doivent suivre. De cette manière, lorsque du plan inférieur on a poussé les excavations jusque sous cette cloison, et que, pour y monter, on a eu soin de placer convenablement les boisages de soutien, on peut enlever tout le minerai qui repose sur la cloison elle-même, et, ainsi, ne point laisser dans la mine une zone de matériaux que l'on n'aurait pu enlever sans ces précautions.

Le mélange intime des minerais plombifères avec les minerais de zinc, rendant très-difficile, dans les conditions actuelles des mines sardes, l'obtention de bons produits commerciaux, tant de plomb que de zinc, on s'est décidé, dans cette mine, à traiter les minerais pauvres en plomb et accompagnés d'une certaine quantité de zinc. Le triage et le lavage, exécutés suivant la méthode ordinaire, donnent les produits suivants : minerais de plomb, expédiés aux fonderies étrangères, et contenant 58 à 65 % de plomb (analyses déjà citées); minerais de zinc ou

calamine, contenant environ 35 % de zinc et 1 à 5 % de plomb, exportés de même, soit crus, soit calcinés, et portés alors à la teneur de 45 à 48 % de zinc; les minerais de plomb pauvres contenant 28 à 36 % de plomb et une quantité de zinc variable et non inférieure à 10 %, qui sont traités dans la fonderie établie dans la vallée, à peu de distance de la mine.

De cette manière, le traitement métallurgique remplace la préparation mécanique des minerais mélangés, moyennant des opérations très-simples, et d'après les calculs de la direction de la mine, avec un avantage marqué, grâce à la nature du minerai et aux conditions locales.

Le tableau (pl. 22) donne une idée nette des opérations successives par lesquelles on fait passer le minerai à Masua, et les tableaux généraux C de la production contiennent les données relatives à la mine et à la fonderie.

La mine est reliée par un bon chemin carrossable à la plage de la baie de Masua, et, à la mine voisine de Nebida par un autre chemin, qui communique à la route nationale d'Iglesias à Porto-Palmas.

Les transports se font par mer du port de Masua à Carloforte, sur les bateaux ordinaires de cette dernière localité, qui chargent de 8 à 12 tonnes, à raison d'un prix variant de 6 à 7 francs par tonne rendue à bord des navires. Des divers chantiers de la mine et de la fonderie à la mer, le prix du transport est de 2 francs par tonne.

Le personnel appliqué, tant aux travaux de la mine, qu'à la fonderie, compte 600 ouvriers, dont 120 environ, spécialement mineurs, sont du continent, le reste du pays. Les fondeurs et les autres ouvriers de la fonderie sont tous de l'île, et, pour la plus grande partie, du village de Selargius, près Cagliari. Ils forment une association de secours avec un hôpital de 24 lits établi à la mine, et une école du soir pour l'hiver, fréquentée avec beaucoup de zèle par une quarantaine d'ouvriers de tout âge.

Fonderie de Masua. — Cette fonderie, qui commença à travailler en 1862, compte six fourneaux à manche, dont deux et parfois trois sont en activité pour la durée de la campagne,

c'est-à-dire de novembre à juillet. Leur disposition est indiquée à la planche 24, en même temps que celle de la soufflerie pour laquelle un ventilateur à force centrifuge est activé par une machine à vapeur de la force de huit chevaux, qui peut aussi faire marcher, au besoin, les appareils d'un petit atelier de réparations. Actuellement on remplace les fours qui étaient entièrement en maçonnerie par d'autres dans lesquels le creuset est en fonte, avec une circulation d'eau dans des cannelures horizontales. Ces nouveaux fours donneront un travail plus régulier et une grande économie de matériel réfractaire.

Le minerai à traiter contient, comme nous l'avons dit, 32 pour cent de plomb, avec une quantité de zinc qui ne descend pas en dessous de 10 à 12 pour cent; sa gangue se compose d'oxyde de fer, de chaux, de magnésie, d'alumine et de silice, celle-ci et le fer en proportions assez variables.

Comme il s'agit ici de matières; pour la plus grande partie oxydées, les minerais crus passent directement au fourneau à manche; la galène qu'ils contiennent en petite quantité, cède facilement le soufre aux courants oxydants et au zinc volatil, et jamais on n'obtient des mattes.

Le combustible employé est le coke provenant d'Angleterre par la voie de Carloforte.

Le lit de fusion se forme dans les proportions suivantes :

Minerai en morceaux (scheidage) p. % . . .	25 à 30
Minerai en grains (laverie)	25 à 30
Scories moins pauvres de la même opération.	50

Ce lit de fusion est préparé chaque jour devant les fourneaux et passe avec un septième de son poids de coke anglais. Deux fourneaux passent environ 36 tonnes de lit de fusion, ou 18 tonnes de minerai, en 24 heures, avec une consommation de 5 à 5 1/2 tonnes de coke.

Le personnel attaché à chaque four se compose d'un fondeur et d'un tireur de scories, d'un chargeur et d'un porteur de charbon. Les scories, recueillies dans de petits wagons en fonte, sont transportées par un petit chemin de fer sur la halle de la fonderie; refroidies, elles sont rejetées, ou brisées pour retourner aux

fours, suivant les résultats des essais qui se font dans le laboratoire de la fonderie. La coulée du plomb a lieu trois fois par jour, à l'heure du changement du poste, qui ne travaille que huit heures. Le poste entrant et le poste sortant assistent à la coulée et au nettoyage du creuset, ainsi qu'à la formation des saumons.

On obtient environ 60 saumons par jour, du poids de 62,5 kil. chacun. Ce plomb contient de 90 à 110 grammes d'argent par 100 kil., c'est-à-dire, en moyenne, un kil. par tonne.

On a construit, dans ces dernières années, des chambres de condensation, pour recueillir les dépôts des fumées de plomb; elles contiennent jusqu'à 33 p. % de ce métal, outre une abondante proportion de zinc. Ce dernier se retrouve à de grandes distances; les vapeurs légères auxquelles il donne lieu se déposent en poudre blanche impalpable, non-seulement sur le toit de l'usine, mais aussi sur les terres contiguës à la fonderie. Les dépôts recueillis dans les chambres sont agglomérés dans un four à réverbère, puis traités séparément dans un four à manche. On en retire du plomb qui contient encore 35 à 55 grammes d'argent par 100 kilogrammes.

Les difficultés principales de ce traitement métallurgique résultent d'abord du prix élevé du combustible, le coke anglais coûtant, rendu aux fourneaux, de 55 à 60 francs la tonne. En second lieu la nature *zincifère* et la pauvreté des minerais occasionnent une perte relativement considérable de métal utile. Nonobstant, avec des minerais de telle nature, c'est la seule solution pratique qui se soit présentée pour leur utilisation économique, et elle est très-habilement conduite par le directeur de l'usine, le chevalier Marchese, au talent et à l'expérience duquel on doit la bonne issue de tous ces travaux de Masua.

Mine de Nebida et fonderie de Fontanamare. — Dans cette mine limitrophe de la précédente, qui fut concédée en 1865 à la maison Decamilli de Gênes, sur une étendue de 342 hectares et qui fut exploitée par M. Prosper Christin, jusqu'en 1869, des minerais analogues à ceux de la mine de Masua ont conduit, après des tentatives réitérées, aux mêmes conséquences : une fonderie pour le traitement des minerais

plombifères. pauvres est expressément établie près la mer, dans la localité de Fontanamare.

Parmi les divers gîtes de minerais de plomb et de calamine qui existent dans la concession, nous distinguerons plus particulièrement celui du contact, dont la direction correspond à celle du gisement Podesta de la mine de Masua. Mais ici le contact des schistes avec les calcaires est nettement et régulièrement développé, tant à la surface que dans l'intérieur de la mine, et la couche métallifère s'est constamment trouvée comprise entre les deux roches avec la direction N.-N.-O. et une légère inclinaison vers le levant. La teneur en plomb en est, du reste, comme à l'ordinaire, assez variable d'un point à l'autre; et, comme toujours, les argiles, les ocres et la calamine avec le calcaire dolomitique et des traces de *blende* accompagnent le minerai.

Les produits de l'exploitation des différents gisements de cette mine, depuis la première exploration jusqu'en 1869, figurent, pour la quantité et la valeur, au tableau C.

Leur transport par bateaux à Carloforte se fait par Fontanamare, par une voie carrossable de six kilomètres que les exploitants ont fait construire à leurs frais et qui, avec les raccordements aux différents chantiers, donne une longueur totale de 8 1/2 kilomètres. Le prix du transport de la mine à la mer est de cinq francs par tonne, et il en coûte autant pour le continuer par mer jusqu'à Carloforte. Deux fourneaux pour la calcination de la calamine sont établis à Fontanamare.

La mine de Nebida est placée sous la direction de l'ingénieur Keller, le Nestor des ingénieurs minéralurgistes de la Sardaigne.

Mines de Calamine. — Après avoir décrit les types principaux des mines de galènes et des mines de minerais de galène, *cérusite* et calamine, nous passons aux gîtes dont l'exploitation a pour but essentiel la production de la calamine, carbonate ou silicate de zinc. Nous avons déjà mentionné incidemment le gisement zincifère de Monteponi et, à cette occasion, nous avons signalé la mine de Malfidano et **Planusartu**, la première qui ait été exploitée comme mine de zinc et la plus

important pour la quantité et la richesse des produits. Nous en donnons ci-dessous une brève description.

Mines de Malfidano et de Planusartu. — La reprise des explorations minières en cette région, qui forme l'extrémité nord-ouest de la forêt Gessa, près le port de Bugerru, est due à l'ingénieur C. Eyquem, qui, vers la fin de 1865 et le commencement de 1866, acquérait, en vertu de concessions régulières, cinq permis de recherche voisins, appelés : Pranusartu, Malfidano, Topivacca, Bega sa funtana et Punta perdosa. Les premières explorations ayant mis au jour d'importants indices de gisement de belle calamine, Eyquem réussit à former, dans la même année 1866, une association de capitaux français, en vue d'ouvrir dans cette région des travaux de recherches sur une grande échelle. Ensuite des brillants résultats obtenus dans les mines de Pranusartu et de Malfidano, cette association se transforma en une Société anonyme des mines de Malfidano, ayant son siège à Paris, avec un capital de 12,500,000 francs, divisés en 25,000 actions de 500 francs.

D'après l'affirmation du Directeur l'acquisition de ces divers permis avait été payée 224,898 fr. et on rencontra, en outre, de fortes contestations de la part des propriétaires du terrain; contestations qui ne sont pas encore aplanies; mais les travaux se développèrent avec une rapidité croissante et, en 1870, les deux concessions de Planusartu sur une étendue de 333 hectares et de Malfidano avec 390 hectares, étaient définitivement accordées à la Société.

Les principaux gisements qu'elle exploite en ces deux concessions sont les suivants :

Ceux du plateau calcaire de Planusartu, près la mer, qui sont divisés en deux groupes :

Les amas du Sud et les amas du Nord.

Le gisement de Malfidano à Caitas.

Les amas isolés de Planedda et de Monte-Regio.

Les amas de Pranusartu contiennent de la calamine à peu près privée de plomb, et sont disposés sur deux lignes dans la direction N.-N.-O., c'est-à-dire selon la stratification du calcaire en cette localité. Les deux groupes du Nord et du Sud sont

éloignés l'un de l'autre d'environ 600 mètres, le premier se trouvant à la limite du plateau en face du port de Bugerru, et le second, au couchant, à la crête du plateau même, près de la mer, dont le niveau est de 300 mètres en dessous.

Ils se composent d'une suite d'amas allongés dans le sens de la stratification, ayant de 6 à 12 mètres de largeur sur 10 à 20 mètres de longueur, et intercalés entre des bancs calcaires inclinés vers le levant.

Le groupe Nord embrasse une zone d'une largeur d'environ 20 mètres et s'étend à peu près sur 180 mètres de longueur; le groupe Sud forme une zone de 60 à 70 mètres de largeur, qui s'étend à 300 mètres. A côté des amas de ce dernier groupe on rencontre des affleurements d'hématite rouge, qui, autrefois, avaient fait considérer cette mine comme mine de fer.

Dans ces gisements, la calamine se présente sous les couleurs les plus variées; elle est très-rarement compacte, mais presque toujours divisée en petites strates parallèles à l'allure du calcaire encaissant, séparées par une terre sablonneuse assez riche en zinc. Une telle subdivision dans la masse de la calamine s'observe également dans d'autres mines d'Iglesias, et peut être expliquée d'après différentes hypothèses, entre lesquelles les données insuffisantes que nous possédons actuellement ne permettent pas de prononcer. La qualité du minerai, surtout à la surface, est excellente, comme on peut le reconnaître à l'analyse suivante, qui a été faite dans le laboratoire de l'école d'application des ingénieurs de Turin.

Carbonate de zinc.	90,945
Id. de plomb	1,029
Sulfure de plomb.	0,285
Oxyde de fer.	0,307
Carbonate de chaux.	3,075
Id. de magnésie.	1,118
Silice.	1,225
Alumine.	0,790
Eau à + 120°.	0,928
Pertes	0,928
Zinc, pour cent =	47,27

A quelques mètres de profondeur, la présence du sulfure de zinc se fit sentir dans les gisements, avec une petite augmentation du minerai de plomb et de la silice, comme le démontre une seconde analyse faite au même laboratoire.

Carbonate de zinc.	66,330
Id. de plomb	4,768
Sulfure de zinc.	2,125
Id. de plomb	2,973
Oxyde de fer.	3,699
Carbonate de chaux.	5,646
Id. de magnésie.	3,284
Silice.	6,492
Alumine.	4,789
Eau séparée à + 120°.	2,377
Pertes	0,642
Zinc pour cent =	33,753

Toutefois, la teneur moyenne du produit extrait, après calcination, se maintient supérieure à 58 pour cent de zinc, comme on le verra plus loin par des analyses des calamines à carbonate de zinc exportées par la Société.

L'exploitation de ces amas se fait à ciel ouvert et l'extraction très-facile ne coûtait, dans les premiers temps, que 3 ou 4 francs par mètre cube de minerai. On calcule pouvoir descendre ainsi dans les différents amas à la profondeur de 16 mètres, en se servant toutefois, pour l'extraction de la calamine, de galeries que l'ondulation du terrain permet de pratiquer dans ce but. Les recherches entreprises pour reconnaître le gisement à 35 et 50 mètres de profondeur, n'ont pas, jusqu'à présent, autant que nous sachions, réussi à confirmer sa continuation à ces niveaux.

Le gisement de Malfidano est constitué de strates de calamine unies à des minerais de plomb, intercalées entre des bancs calcaires de faible épaisseur, et formant une zone métallifère de 60 mètres de largeur sur environ 800 mètres de longueur reconnue jusqu'à présent. Ces strates, dont l'allure générale est assez régulière, sont reliées entre elles par une infinité de veines qui traversent les bancs calcaires interposés et forment en plusieurs endroits des renflements, des amas, des colonnes

assez singulières. Cette zone est dans la direction N. N.-O. et presque verticale avec une légère inclinaison vers E. N.-E. ; le canal de Bugerru, qui va de l'Est à l'Ouest, la divise en deux parties, dont une au Nord et l'autre au Sud de la vallée.

La partie Sud du gisement affleure sur un versant qui s'élève à 280 mètres, où il termine par un plateau. On rencontre d'abord des *cérusites* et des calcaires très-plombifères, et, en quelques endroits, des veines de minerai mélangé de *cérusite* et de galène et même de *blende*, d'après ce qu'affirme le directeur de la mine. Mais, en remontant, la proportion de minerai de plomb diminue, et celle de calamine augmente jusqu'à ce que près du plateau on rencontre l'important amas de calamine de Caïtas. Au Nord de la vallée, les masses superficielles étaient de belles calamines, avec des traces de *blende*, mais en descendant les excavations, on trouve le minerai de plomb de plus en plus abondant ; d'après les affirmations du directeur de la mine, les recherches pratiquées en profondeur au moyen d'un puits confirment mieux encore les observations faites dans les excavations à ciel ouvert. Du reste, c'est en cette localité même que l'ancienne Société La Fortune avait mis la main à des recherches de minerais de plomb, comme nous l'avons déjà dit en parlant du gisement de calamine de Monteponi.

Les analyses que nous rapportons ci-après de deux échantillons de calamine pris dans ce gîte, et dont le second est assez plombifère, feront mieux connaître la composition de ces minerais. (École d'application des ingénieurs de Turin) :

	N° 1.	N° 2.
Carbonate de zinc.	95,185	64,920
Id. de plomb.	0,472	3,571
Sulfure de zinc.	0,508	1,464
Id. de plomb.	traces	18,197
Oxyde de fer.	0,354	1,130
Carbonate de chaux.	723	"
Id. de magnésie.		
Silice.	1,518	3,973
Alumine.	0,710	2,827
Eau à + 120°	0,305	0,147
Pertes.	0,225	0,280

Les travaux d'exploitation consistent en de grandes tranchées à ciel ouvert, par lesquelles on attaqua le gisement en commençant au niveau de la vallée. Ces tranchées s'étendent à 300 mètres sur le côté droit de la vallée et à 100 mètres sur l'autre. L'excavation de haut en bas se fait aussi dans l'amas de calamine de Caitas. Le coût de l'extraction de la calamine était de 7 francs par tonne en 1868. On payait, en outre, 4 francs pour la calamine plombifère et 12 francs pour les minerais de plomb extraits.

L'amas de Monteregio, à deux kilomètres de distance horizontale du port de Bugerru et à 350 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, se compose de calamine blanche en grande partie compacte; son affleurement mesurait 40 mètres de longueur sur 20 de largeur environ. Cette masse se présente sous forme d'entonnoir, de sorte qu'elle se rétrécit en descendant, mais avec assez de lenteur et de régularité pour qu'on puisse encore la retrouver à 50 ou 60 mètres de profondeur. L'exploitation faite sur les 10 premiers mètres par excavation descendante coûtait 1^r,50 par tonne; à présent, elle se poursuit en remontant, au moyen de galeries ouvertes dans le flanc de la montagne, et traversant la masse métallifère aux niveaux de 28 et de 50 mètres sous l'affleurement.

Dans la masse dite de Planedda, le minerai prédominant est le silicate de zinc; on y rencontre des ocres et des terres assez riches en calamine. La masse métallifère a également la forme d'un cône renversé; ses dimensions, qui, à l'affleurement, étaient un carré de 20 à 25 mètres de côté, présentaient encore, à 62 mètres de profondeur, une section horizontale de 90 mètres carrés environ.

De bons chemins carrossables mettent tous ces travaux en communication avec la plage de Bugerru; le minerai de Planedda seul est descendu sur la route qui passe dans la vallée, au moyen d'un fil de fer de 480 mètres de longueur. Le développement de ces voies de communication, ouvertes pour le service des chantiers de la Société, dont quelques-uns sont situés à une grande hauteur, atteint 14,5 kilomètres, et la dépense de leur construction s'est élevée à 184,000 francs, à cause

des difficultés que présentaient certaines parties taillées dans le calcaire.

Le prix moyen des transports, des chantiers à la mer, est de fr. 4-50 par tonne.

Les minerais qui proviennent de l'exploitation se divisent en quatre qualités :

Calamine, carbonate de zinc en morceaux ;

Calamine, silicate id. id. ;

Calamine plombifère ;

Terres riches en calamine.

Tout le minerai carbonaté est calciné avant d'être exporté de l'île. On calcine pareillement une partie du silicate, et avant 1869, on soumettait les terres riches à la même opération.

Pour la calcination du minerai en morceaux on a construit 10 fours, à deux portes, de 6 mètres de hauteur et de la capacité de 28 à 30 tonnes. Six de ces fours ont été montés sur la plage de Bugerru, et quatre à Taccarossa, dans l'île de Carloforte. Les six premiers seulement sont en activité, les autres ne travaillent plus depuis 1868.

Le combustible employé dans la proportion en poids de 4 % de minerai, est un mélange en parties égales de houille et de charbon de bois. Chaque four donne 10 tonnes de calamine calcinée par 24 heures, avec une dépense de fr. 9-50 par tonne.

Les terres calaminaires étaient calcinées sur la plage de Bugerru dans quatre fourneaux à réverbère, ayant 5 mètres de longueur sur 1^m,80 de largeur; cette calcination se faisait avec du charbon de terre, et elle coûtait fr. 14-50 par tonne.

Les produits de cette mine importante, exportés à l'état de calamine crue ou calcinée, se trouvent indiqués au tableau C. Nous ajoutons ici quelques analyses faites, à Paris, par M. Hautefeuille, et qui m'ont été communiquées par l'ingénieur M. Bourdiol.

Calamine carbonatée crue.

	1.	2.	3.	4.
Perte pour calcination	0,300	0,281	0,305	0,310
Silice	0,100	0,122	0,050	0,070
Plomb.	0,020	0,020	0,027	0,018
Oxyde de fer.	0,016	0,060	0,041	0,035
Carbonate de chaux	0,030	0,024	0,025	0,025
Zinc	0,424	0,392	0,440	0,432
Oxygène	0,106	0,098	0,110	0,108
	0,996	0,997	0,998	0,998

Calamine plombifère crue.

	1.	2.	3.	4.
Calcination	0,258	0,265	0,284	0,270
Silice	0,080	0,060	0,056	0,052
Plomb.	0,130	0,134	0,150	0,170
Oxyde de fer.	0,040	0,030	0,023	0,026
Carbonate de chaux	0,025	0,028	0,015	0,016
Zinc.	0,364	0,372	0,364	0,356
Oxygène	0,091	0,093	0,091	0,089
Oxyde de cuivre.	»	0,005	»	»
	0,988	0,987	0,983	0,979

Terre calaminaire crue.

	1.	2.	3.	4.
Calcination	0,235	0,229	0,230	0,230
Silice	0,130	0,150	0,139	0,150
Plomb.	0,010	0,030	0,025	0,028
Oxyde de fer.	0,093	0,068	0,072	0,070
Carbonate de chaux	0,030	0,036	0,028	0,050
Zinc.	0,392	0,380	0,396	0,376
Oxygène	0,098	0,095	0,099	0,094
Oxyde de manganèse.	0,010	0,010	0,010	»
	0,998	0,998	0,999	0,998

Calamine silicatée crue.

	1.	2.	3.	4.
Calcination	0,120	0,120	0,120	0,110
Silice	0,195	0,195	0,205	0,200
Plomb.	0,018	0,020	0,020	0,028
Oxyde de fer.	0,080	0,083	0,088	0,080
Carbonate de chaux. . .	0,015	0,020	0,020	0,010
Zinc	0,456	0,448	0,436	0,456
Oxygène	0,114	0,112	0,109	0,114
	0,998	0,998	0,998	0,998

Calamine calcinée.

	1.	2.	3.	4.
Calcination	0,044	0,046	0,043	0,035
Silice	0,125	0,110	0,100	0,120
Plomb.	0,029	0,030	0,030	0,030
Oxyde de fer.	0,045	0,048	0,055	0,050
Carbonate de chaux . .	0,020	0,034	0,045	0,033
Zinc.	0,580	0,584	0,580	0,584
Oxygène	0,145	0,146	0,145	0,146
	0,998	0,998	0,998	0,998

L'expédition de ces minerais, comme de ceux de toutes les mines sises sur cette côte, prend la voie de Carloforte, mais le service des petits bateaux de ce port ne pouvant suffire aux grandes quantités de ces produits, sur une plage qui ne permet les opérations de l'embarquement que par un temps favorable, la Société, après avoir construit de vastes magasins de dépôt près de la mer, et établi, avec de grandes dépenses, un embarcadère d'environ 3,000 mètres carrés, a acquis également un matériel spécial pour le transport de la rade de Bugerru à celle de Carloforte où les navires viennent prendre leur chargement. Ce matériel comprend :

- 1 remorqueur à vapeur.
- 1 chaland en fer de 80 tonnes.
- 5 bateaux » de 24 »
- 5 bateaux en bois de 60 »
- 13 barques » de 10 à 13 tonnes.

Avec ce matériel, la Société peut amener de Bugerru à Carloforte 400 à 500 tonnes par jour de beau temps, aux prix suivants :

De Bugerru à Carloforte	fr. 6,25
De Carloforte à bord	» 1,60
Dépenses diverses d'embarquement, de débarquement et pesage . . .	» 2,25
Total par tonne. fr.	10,10

Sur toute la région des concessions et permis de recherche de la Société des mines de Mallidano (1200 hectares environ), dans les environs de Bugerru, il n'existe aucun cours d'eau. Une seule source coule sur les sables de la plage même et, bien qu'elle soit au niveau de la mer et contiguë à celle-ci au point que chaque vague un peu forte la recouvre, elle n'est point saumâtre et suffit aux besoins domestiques du personnel employé aux travaux. Ce personnel comprend 660 ouvriers dans la bonne saison et 420 en été, dont une moitié (principalement mineurs) sont du continent et l'autre moitié du pays.

Ce personnel a établi une Société de secours mutuels sur les bases des associations des autres mines de l'arrondissement; un hôpital dirigé par un médecin a été construit dans la baie de Bugerru.

Les travaux de la mine sont dirigés par un savant ingénieur français, M. Bourdiol, avec le concours de jeunes employés d'élite. On a beaucoup fait pour faciliter l'exploitation; mais nous craignons que le désir de tirer parti des calamines dans le plus bref délai possible, en empêchant de prendre le temps nécessaire pour bien reconnaître l'allure du gîte, ne rende plus difficiles les travaux ultérieurs, et ne fasse perdre des amas de minerai qu'une direction plus prudente des travaux au commencement aurait permis d'utiliser. Et cette observation, nous la faisons pour toutes les mines de calamine à masses très-puissantes, sans en excepter Monteponi.

Nous regrettons d'avoir à reprocher aux mines de calamine un peu de *Raubabbau*, qui, pour plusieurs sièges, n'aura pas de bonnes conséquences.

Autres mines de calamine. — L'importance des découvertes faites par la Société de Malfidano dans les mines que nous venons de décrire, et les excellents résultats qui suivirent rapidement les premières explorations, excitèrent puissamment la recherche des calamines dans la formation calcaire d'Iglesias, tant dans les mines exploitées ou explorées comme mines de plomb, que dans les localités où les recherches de minerais plombifères étaient demeurées infructueuses.

Le principal exemple du premier cas est la découverte des gîtes de zinc de Monteponi, dont nous avons déjà parlé, et dont l'exploitation ne le cède qu'à celle des mines de Malfidano, pour la valeur des produits. Parmi les autres gîtes plombifères dans lesquels on a découvert et exploité la calamine, de la fin de 1866 à ce jour, nous citerons les mines de *Acqua Resi*, dans le Salto-Gessa, de *San Giovanni di Gonnese*, et de *San Giovanni neddu*, que nous avons déjà mentionnées en partie, et qui appartiennent à la Société *Gonnese Mining Company*, la mine de *Nebida*, dans le Salto-Gessa, la mine de *Masua*, la mine de *Reigraxius* dans la localité appelée *Gennarosita* et *Campi elisi*, la mine de *Giorgio*, appartenant à la Société de Monteponi et beaucoup d'autres. La production de ces mines est donnée dans les tableaux statistiques des produits, chapitre VIII.

D'autres sociétés se sont formées encore pour rechercher et exploiter la calamine; la principale est la société civile des mines d'Iglesias, constituée avec des capitaux étrangers, principalement français, qui a mis en exploitation différents gîtes dont les plus importants sont ceux appelés *Sa Duchessa* (ou *Cea Spreni*) dans le Salto Oridda, commune de Domus Novas, *Monte Cani* dans le Salto Gessa, limitrophe à la mine de *Masua*, *Monte Agruzau*, au couchant de Monteponi.

Mine Sa Duchessa. — Cette mine fut reprise à quelques concessionnaires de permis de recherche, à Iglesias, pour la somme de 100 mille francs, plus une redevance annuelle de 7 francs par tonne de produit. En outre, la Société acheta du propriétaire du terrain, au prix de 80,000 fr. payables en plusieurs échéances, le droit de disposer de tout le bois croissant dans le périmètre de la concession, ainsi que celui d'y faire toute exca-

vation utile et d'établir la voie carrossable nécessaire au transport des minerais à Domus Novas.

Ce chemin compte environ 8 kilomètres jusqu'à la grotte grandiose de San Giovanni, dans laquelle un chemin charretier avait déjà été construit par M. Semenza, propriétaire de la forêt Orrida.

Le parcours total des fours de calcination à Domus Novas, y compris la distance de la grotte à ce village, est de 10 kilomètres environ, et de Domus Novas le minerai est dirigé sur le port de Cagliari; le transport, donné à forfait, coûte de la mine à Cagliari, fr. 25,20 par tonne.

Le gisement, au reste, est assez important et présentait un affleurement d'une étendue d'environ 140 sur 120 mètres. Le carbonate de zinc dominait à la surface, et sa teneur en zinc était assez faible, comme le prouvent les analyses faites au laboratoire de l'école d'application des ingénieurs de Turin.

	1.	2.	3.
Carbonate de zinc.	28,543	42,687	35,962
Hydrosilicate id.	2,461	1,068	2,155
Sulfure id.	0,670	0,256	0,401
Carbonate de plomb.	1,185	0,524	1,027
Galène.	1,718	0,612	1,139
Oxyde de fer.	3,175	3,773	7,216
Silice soluble	1,229	1,045	1,752
Alumine soluble	1,021	0,793	1,187
Carbonate de chaux	29,615	28,514	25,676
Id. de magnésie	10,547	9,320	9,132
Silice et silicate insoluble	16,696	10,466	13,249
Pertes.	1,140	0,942	1,104
Zinc pour cent	14,75	22,08	18,60

En profondeur, cependant, le minerai s'enrichit en beaucoup de points et change de nature par l'augmentation de la proportion de silicate, comme l'indiquent les essais suivants faits au même laboratoire.

1° Teneur en zinc, 47 % :

Minerai en masse caverneuse, spécialement du silicate de

zinc mélangé d'un peu de carbonate et accompagné de sesqui-oxyde de fer, et de faibles traces de blende et de sulfure de cadmium; gangue argileuse.

2^e Teneur en zinc, 51,9 % :

Carbonate de zinc avec du silicate hydraté, contenant des traces de blende, galène, sulfure de cadmium, et sesqui-oxyde de fer; gangue composée de quartz, d'argile, de carbonate de chaux dolomitique.

3^e Teneur en zinc, 53,326 % :

Silicate de zinc mélangé de sesqui-oxyde de fer, avec des traces de blende et de cadmium sulfuré, gangue argileuse.

4^e Teneur en zinc, 57,82 % :

Mineral calciné, composé de silicate de zinc, mélangé d'oxyde de zinc, avec des traces de sesquioxyde de fer, d'oxyde de manganèse et d'oxyde de cadmium; gangue argileuse.

Ces différentes teneurs ne peuvent, toutefois, établir la richesse moyenne du gisement, qui est notablement inférieure.

En outre, cette masse présente des agglomérations de mineral riche, disséminé dans des proportions prédominantes de terres argileuses et ferrugineuses, contenant des calamines en nodules, en grains, en sable, dont on ne pourra tirer parti qu'en établissant un atelier de préparation mécanique, qui, à cause du manque d'eau, devra être placé près du village de Domus Novas, à 9 ou 10 kilomètres de la mine.

Mine de Montecani. — La mine de Montecani fut acquise par la même Société au prix de 150,000 francs; y compris le rachat de toute redevance, de M. François Calvi qui avait repris le permis de recherche au propriétaire du terrain. Ce gisement, dont l'allure suivait nettement la stratification du calcaire, se resserre en profondeur et se trouve épuisé aujourd'hui. On en a cependant extrait d'importants produits, qu'un bon chemin carrossable, construit en partie dans ce but, transportait au port de Cala Domestica d'où on les expédiait à Carloforte.

La production de ces deux mines, ainsi que celle de Monte Agruxau, est renseignée au tableau général de la production minière.

La Société anonyme des mines et fonderies de plomb et zinc de Stolberg et Westphalie (Prusse) a repris également la concession pour la durée de 15 ans, de plusieurs mines de calamine, dont la maison E. di A. V. Modigliani, propriétaire du terrain, avait les permis de recherche. Cette acquisition s'est faite sur le paiement d'une somme importante, outre une redevance de 8 francs par tonne, avec un minimum annuel déterminé. La Société y a entrepris d'importants travaux, bien que, jusqu'à présent, elle n'ait pas exporté de notables quantités de minerai.

Nous citerons encore la mine de *Campopisano*, près Iglesias, appartenant à la Société de Monteponi; celle de San Benedetto (*Pala de is luas e Sedda Mucciui*) de la Société française Pétin et C^{ie}, celle de *Baueddu*, limitrophe de la précédente, dirigée par les susdites maisons Modigliani et E. Serpieri de Cagliari. La première de ces mines est aujourd'hui en exploitation active; à la deuxième les travaux sont suspendus par les derniers événements, quoiqu'elle ait donné des produits remarquables; la troisième, également suspendue momentanément, quoique non abandonnée, est reliée au port de Cala Domestica, par un chemin carrossable d'environ 15 kilomètres (jusqu'à Grugua).

(A continuer.)
