

**LES
MINES DE SOMORROSTRO**

PAR

EUG. BOURSON

Consul de Belgique

Ingénieur

REPRÉSENTANT DE LA SOCIÉTÉ FRANCO-BELGE DES MINES
DE SOMORROSTRO.

EXTRAIT

De la *REVUE UNIVERSELLE DES MINES*, etc.
ANNUAIRE DE L'ASSOCIATION DES INGÉNIEURS.

1879.

Reçu les respectueux hommages
de l'auteur.

J. H. Murray

M-27984
R-16063

ATV 10.439

LES MINES DE SOMORROSTRO

PAR

EUG. BOURSON

Ingenieur

Représentant de la Société Franco-Belge des mines de Somorrostro



EXTRAIT

De la REVUE UNIVERSELLE DES MINES, etc.
ANNUAIRE DE L'ASSOCIATION DES INGENIEURS



BUREAUX

PARIS

9, rue des Saints-Pères

LONDRES

5, Bouverie street



LIÈGE

24, rue d'Archis

1878

LIÈGE. — IMPRIMERIE DE J. DESOER.

LES MINES DE SOMORROSTRO.

Considérations générales.

On a toujours considéré avec juste raison que le fer était une des richesses naturelles dont l'humanité pouvait le moins se passer et qui avait le plus contribué au progrès.

La multitude des besoins auxquels il satisfait, sa ténacité, sa malléabilité ont excité les recherches des gisements, et il n'est guère de mines où l'on ne puisse constater des travaux déjà fort anciens.

Ces premières recherches se bornaient, naturellement, à l'exploitation des couches tendres, et ce n'est que lorsque le fer eut donné lui-même les outils qui devaient servir à l'extraction de son minerai que les travaux prirent un plus grand essor.

Les premiers essais de cette métallurgie reculée donnèrent directement le métal, mais elle exigeait des minerais riches, d'une réduction facile et d'une grande pureté ; elle obligeait à une consommation relativement considérable de combustible, présentait de grandes difficultés, donnait des produits variables et un rendement réduit : vingt-six pour cent du métal passaient dans la scorie et souvent davantage.

En somme, la dépense était plus forte pour un prix de revient élevé et une production restreinte (1).

Les besoins sans cesse croissants, l'abondance de minerais moins purs et moins riches répandus en gîtes considérables donna naissance plus tard au haut-fourneau. A partir de ce moment le travail des mines prit un grand essor et tous les gisements qui présentaient une exploitation économique furent mis à contribution ; on perdit même de vue ce principe que *la qualité d'un fer dépend beaucoup de la nature du minerai employé*, et les résultats furent souvent défavorables.

Le besoin d'avoir un métal homogène fit tout d'abord classer les minerais, mais, la substitution du fer par l'acier, que provoqua la découverte de Bessemer, fit rechercher des gisements de minerais présentant des qualités exceptionnelles de pureté et de richesse.

C'est de cette époque que date l'exploitation en grand des mines de Sardaigne, de l'île d'Elbe (2), de Mokta en Algérie et du Somorrostro en Espagne.

Des études assez détaillées ont été publiées déjà sur les principaux gisements, mais l'un des plus importants, aussi bien sous le rapport de la masse énorme de minerai qu'il contient que de l'excellente qualité de celui-ci, le gisement du Somorrostro, n'a pas encore été l'objet d'une description technique.

C'est pour essayer de combler cette lacune que nous avons écrit la présente notice.

(1) Une charge de foyer catalan dure environ 6 heures ; elle consomme, pour obtenir 200 kil. de fer, 500 kil. de minerai et 600 kil. de charbon.

Un grand haut-fourneau donne en 24 heures 60 tonnes de fonte pour la formation de laquelle il a consommé 55 tonnes de combustible et 120 tonnes de minerai.

(2) On reproche aux minerais de l'île d'Elbe d'être un peu sulfurés et de donner difficilement de l'acier.

Législation des mines en Espagne.

La législation des mines en Espagne est, sans contredit, une des plus libérales qui existe. C'est grâce à elle que l'industrie minérale a pris dans ce pays un si merveilleux développement et le gouvernement espagnol a su, mieux que tout autre, appeler l'attention de ses nationaux et des étrangers sur les mines, et solliciter de tous l'exploitation des nombreux produits minéraux enfouis dans le sol du pays.

En Espagne, toute personne, quelle que soit sa nationalité et sa position, peut obtenir une concession de mine pour un temps illimité; elle peut disposer, comme elle l'entend, des produits extraits et, du moment où elle paie les contributions imposées, elle est propriétaire absolue.

Une mine se compose d'un certain nombre de *pertenencias* qui sont l'unité de mesure pour les concessions.

La *pertenencia* est un carré de 100 mètres de côté, soit un hectare, et une concession comprend un nombre quelconque de *pertenencias* dont le minimum est cependant fixé à quatre. La seule condition imposée est que toutes ces *pertenencias* soient groupées sans solution de continuité et qu'elles se touchent au moins par un côté.

La même personne peut demander un nombre quelconque de concessions et comme l'étendue de chacune de celles-ci n'est pas limitée, il s'ensuit qu'on peut obtenir d'énormes surfaces. Les parties libres entre diverses concessions, parties sur lesquelles il n'y a pas de grandeur suffisante pour placer quatre *pertenencias*, prennent le nom de *demasias*. La loi n'est pas très-claire au sujet des *demasias* et ne stipule pas quelle est la mine qui doit en bénéficier; le gouvernement étudie la question en ce moment.

Les concessions de mines s'obtiennent d'une façon extrêmement simple: tout particulier désireux de rechercher et d'exploiter un minerai se rend sur le terrain, lève à la boussole le plan de la surface qui lui convient, remet ce plan au gouvernement de la province, et, moyennant une somme de

300 *reales* (78 fr.) une fois payée et un droit annuel de 16 *reales* (fr. 4-16) pour chaque *pertenencia*, il acquiert un droit que nulle influence ne peut lui soustraire tant qu'il se conforme aux règlements (1).

En dehors de ces obligations bien simples le mineur n'est soumis à aucune autre condition ; il n'a pas à prouver que le terrain contient du minerai, il n'a pas à commencer de travaux dans un laps de temps donné, ni à entretenir un certain nombre d'ouvriers, il exploite comme il l'entend et n'est soumis à aucune prescription technique sauf, naturellement, les conditions générales de police et de sécurité. Si la loi pêche par un côté, c'est plutôt par excès de liberté et de facilités laissées à l'exploitant.

Le législateur espagnol a écarté aussi le danger des questions d'inventeur, de propriétaire de surface, de qualité et de fortune des demandeurs qui, dans d'autres pays, se réduisent souvent à la seule question d'influence personnelle. Cette législation si libérale eut pour effet immédiat d'exciter les recherches ; le vaste champ d'investigation ouvert à tous contribua beaucoup à l'essor d'un des plus féconds éléments de la fortune publique et eut, pour premier résultat, de révéler des richesses minérales, qui fussent certainement restées longtemps encore inconnues avec le système de la prohibition.

Les capitaux étrangers affluèrent dans le pays et on estime à près de 150 millions de francs le capital engagé par diverses sociétés depuis environ 14 ans. Il ne faut pas perdre de vue que s'est sous l'empire d'une loi extrêmement libérale et alors qu'aucune imposition n'existait encore sur le minerai, que des capitaux étrangers sont venus dans le pays et ont contribué à rendre prospère l'industrie des mines.

(1) Nous devons faire remarquer cependant que la loi des mines du 6 juillet 1859 stipulait que les mines de fer seraient exemptes de toute imposition jusqu'en 1880. Comme on l'a vu plus haut, cette loi a été modifiée, le 24 juillet 1871, dans son principe, par la redevance annuelle et la redevance fixe.

Les mines de Somorrostro.

Les minerais de fer de Somorrostro sont connus depuis une haute antiquité. J. Bowles, dans son *Introduction à l'Histoire naturelle de l'Espagne*, publiée vers la fin du siècle dernier, s'exprime en ces termes au sujet de ces mines : « On sait, en général, qu'il n'y a point en Europe de mine plus facile à prendre, ni dont le fer soit aussi malléable, que celui du Somorrostro ; c'est une qualité qu'elle avait même du temps des Romains, qui exploitèrent cette mine. »

En effet, Pline le naturaliste parle évidemment de ce magnifique gisement, quand il cite une montagne composée entièrement de fer, située sur la côte Cantabrique (1).

Au moyen-âge, les aciers fins de Viscaye, confectionnés avec le minerai de Somorrostro, avaient une grande réputation en Europe et, jusqu'au commencement du XVII^e siècle, ces produits furent recherchés même en Angleterre.

Situation. — Les mines de Somorrostro sont situées dans une petite chaîne de montagnes peu élevées, dont la direction générale est N. O. ; S. E., connues dans le pays sous le nom de Triano.

Le centre des mines se trouve à environ 4 kil. au Sud-Est du village de Somorrostro qui leur a donné son nom, à 12 kil. O. N. O. de Bilbao et à 7 kil. O. S. O. de Portugaleta, petite ville située à l'embouchure du Nervion (voir planche 17).

Le gisement du Somorrostro, proprement dit, affecte la forme d'une ellipse plus ou moins régulière, dont le grand axe, dirigé O. 30° N. à E. 30° S., atteint environ trois kilomètres et demi et le petit axe deux kilomètres. La puissance en profondeur n'est pas connue ; cependant des travaux d'exploita-

(1) Metallorum omnium vena ferri longissima est, Cantabrie maritime parta, quam oceanus adluit, mons prærupte altus, incredibile dictu totus ex ea materie est, ut in ambitu Oceani diximus. (Livre XXXIV, par. 43.)

tion exécutés par la Société franco-belge des mines de Somorrostro dans la mine *San Bernabe* accusent une puissance de 32 mètres (planche 19, fig. 7) et d'anciens travaux poussés en quelques points jusqu'à 75 mètres, sont restés dans le minerai (1).

En suivant la direction indiquée plus haut, on rencontre, au Nord-Ouest, les dépôts de *Oñon*, *Castro* et autres moins importants; au Sud-Ouest, ceux de *Alonsolegui*, *Basauri*, *Zaratano*, *Ollargan* et *Bolucta*; et, à l'Ouest, celui de *Galdames*.

Ces différents dépôts, indiqués sur le petit plan général par des hachures, constituent le gisement entier des environs de Bilbao et on peut dire que ce gisement se compose d'une succession de dépôts en forme de chapelet et suivant une direction sensiblement parallèle à la rivière Nervion.

Les dépôts de minerais *Campanil* et *Vena*, qui forment la grosse masse connue sous le nom de Somorrostro, sont ceux dont nous nous occuperons plus particulièrement.

Minerais.

Les minerais de Somorrostro se divisent en trois espèces types :

- 1° La *Vena* ou *Galeria*;
- 2° Le *Campanil*;
- 3° Le *Rubio*.

Les deux premières espèces sont des variétés différentes de peroxyde de fer peu hydraté (hématite rouge), le *Rubio* appartient à la classe des peroxydes de fer hydratés (hématites brunes).

Vena. — La *Vena* ou *Galeria* est d'un violet-noirâtre à structure souvent cristalline; elle contient, parfois, des cavités tapissées de lamelles noires et brillantes d'oligiste

(1) Nous n'avons pas pu éclaircir ce point, les galeries inférieures étant inondées depuis longtemps.

spéculaire. La Vena provient probablement de la décomposition lente et complète du fer carbonaté spathique dont elle conserve souvent la cristallisation rhomboédrique très-apparente; quand elle est en masse un peu puissante, elle se rencontre dans les régions inférieures du gisement, mais on trouve également ce minerai soit mélangé avec le Campanil, soit avec le Rubio. Dans ce dernier cas, il n'est pas en contact immédiat avec celui-ci et en est presque toujours séparé par une salbande d'argile.

La Vena se divise en *Vena dura* et *Vena dulce*, suivant qu'elle est plus ou moins dure; dans tous les cas, c'est, de tous les minerais de Somorrostro, celui dont la teneur en métal est la plus élevée.

C'est ce seul minerai que les anciens exploitants enlevaient, c'est lui qui alimentait les forges à la Catalane. Jusque vers 1850, le Campanil était abandonné comme n'étant pas suffisamment pur ni fusible.

Son nom de *Galería* lui vient de ce qu'il était exploité par galeries. On recherche encore la Vena dulce, pour le traitement par le procédé Chenot, dans quelques usines du pays et des Landes.

Le transport de ce minerai est très-coûteux parce qu'il est tellement friable qu'il doit être porté à dos de mulets.

Campanil. — Le Campanil peut être considéré comme un carbonaté spathique, dont la décomposition n'est pas tout-à-fait complète. Il se distingue, en effet, du précédent par une plus grande proportion de carbonate de fer, ce qui lui donne une plus grande dureté. Il a une couleur rouge tirant très-faiblement sur le violet, ce qui suffit pour le distinguer de la Vena, beaucoup plus sombre.

Le campanil se rencontre dans les étages supérieurs du gisement, en masses généralement puissantes; il est souvent en contact avec le calcaire de recouvrement, mais sa teneur en métal et sa pureté augmentent sensiblement en profondeur.

C'est le minerai le plus recherché, parce qu'il joint, à une grande pureté et à une teneur élevée, une extraction beaucoup moins coûteuse que celle de la Vena.

Rubio. — Le Rubio forme la partie supérieure et constitue des affleurements souvent très-élevés; un exemple remarquable est l'affleurement de la *Concha 7*, qui a une hauteur moyenne de 65 mètres et est reconnu sur plus de 450 mètres de longueur (fig. 8, pl. 19). La structure de ce minerai est caverneuse et les cavités sont remplies par des terres et des argiles, ce qui fait que la teneur en métal est moins élevée.

La Vena, le Campanil et le Rubio sont les trois espèces qui se rencontrent le plus souvent au Somorrostro; mais, les deux dernières ont une tendance à passer à la Vena en profondeur.

Ces variétés nouvelles sont connues sous les noms de *Campanil-Avenado* et *Rubio-Avenado*; elles participent, comme qualité, de celles des espèces constituantes.

Carbonaté spathique. — On rencontre de temps à autre en profondeur des blocs de fer carbonaté spathique quelquefois tachés de pyrites légèrement cuivreuses, mais ce minerai n'est pas disséminé dans la masse et sa couleur franchement blonde ou grise tranche suffisamment avec celle des autres minerais pour pouvoir l'éliminer quand il se présente.

Les analyses ci-contre donnent la composition des diverses espèces de minerais du Somorrostro.

Analyses des différents

CORPS CONSTITUANTS.	SPA-	KUNIG.					KUNIG	
	TRIGUR.	NOMS						
		Concha 5.	Concha 3.	Concha 1.	Gallones.	Gallones.	Concha 8.	Harga.
Eau	24,20	10,75	10,08	11,55	8,84	7,55	12,45	
Acide carbonique	1,90	6,65	-	-		0,65		
Résidu insoluble	7,00	2,70	2,8	7,22	13,76	3,50	3,95	
Alumine	-	-	-	2,18	2,26	-	-	
Chaux	2,10	0,75	0,8	0,30	0,32	0,71	Traces	
Magnésie	0,15	0,20	-	-	Traces.	-	-	
Oxyde de manganèse . . .	0,80	1,40	1,00	0,03	Id.	1,00	0,68	
Oxyde ferreux	46,10	-	-	-	-	-	-	
Oxyde ferrique	17,64	83,70	84,00	78,35	74,70	85,30	82,64	
Soufre	0,165	0,135	-	0,02	0,006	0,035	Traces	
Phosphore	-	0,01	Traces	0,03	0,08	0,015	Id.	
Fer métallique	48,20	58,60	58,80	54,84	52,29	59,75	57,85	
Manganèse	0,60	1,10	0,72	0,02	Traces.	0,72	0,49	
Total en métal	48,80	59,70	59,52	54,86	52,30	60,47	58,34	
Moyenne en métal	48,80	56,59				59,40		
Résidu insoluble.	Silice	5,95	2,50	2,80	7,22	13,76	2,55	2,90
	Alumine	1,05	0,20	-	2,18	2,26	0,95	1,05
Analysé par	Cockerill.	Cockerill.	Krupp.	Montzsmery.	Eracquier.	Cock.	Demain.	

minerais de Somorrostro.

CAMPANIL.				CAMPANIL AVENADO.			VENA.			
DES MINES.										
Alhondiga.	Porseguida.	San Bernabé.	San Miguel.	César.	Perseguida.	San Bernabé.	Altura.	Alhondiga.	Burga.	Onton.
5,50	4,80	9,70	10,55	6,0	4,40	7,15	6,90	5,05	5,00	13,60
3,50	3,50	-		-	1,20	0,85	0,40	0,85	0,40	
1,00	1,90	5,00	6,60	3,2	1,00	2,50	3,00	1,20	1,20	12,60
-	-	-	1,90	-	-	-	"	"	"	"
4,00	4,00	-	4,50	4,6	1,40	1,00	0,50	1,00	0,50	Traces.
"	0,50	0,50	1,25	-	-	0,40	0,20	0,20	0,10	Id.
1,20	0,70	1,00	1,96	1,9	1,00	1,10	1,00	1,30	0,70	0,30
-	-	-	Traces	-	-	-	"	"	"	"
84,85	83,70	80,95	74,20	84,00	91,05	86,20	87,20	90,70	91,70	72,60
0,074	0,045	0,055	0,02	-	0,045	0,017	0,075	0,035	0,075	0,28
-	-	0,010	0,01	Traces	0,015	0,025	0,025	"	0,02	Traces.
59,40	58,65	56,70	52,00	58,80	63,75	60,35	61,25	63,50	64,20	50,82
0,85	0,50	0,72	1,40	0,13	0,71	0,80	0,72	1,05	0,50	0,23
60,25	59,15	57,42	53,40	58,93	64,46	61,35	61,97	64,55	64,70	51,05
57,83				62,90			60,56			
1,00	1,00	4,67	6,60	3,20	1,00	2,20	2,35	1,05	1,20	12,60
-	-	0,83	1,90	"	"	0,30	0,65	0,15	"	"
Cock.	Cock.	Cock.	Cock.	Krupp.	Cock.	Cock.	Cock.	Cock.	Cock.	Ecole des mines, Paris

Les parties indiquées par des hachures, dans le plan central, pl. 17, désignent les affleurements ou le minerai reconnu par des sondages ou d'autres travaux. La coupe faite suivant la ligne A B du plan indique la ligne d'affleurement probable du minerai d'après des sondages exécutés ou des excavations (1).

On admet que la masse des minerais du Somorrostro proprement dit, est divisée comme suit : $\frac{2}{10}$ de Rubio, $\frac{2}{10}$ de Vena et $\frac{4}{10}$ de Campanil. Mais, si l'on considère tous les dépôts des environs de Bilbao, le rubio entre pour une proportion encore beaucoup plus forte.

Le tableau ci-dessous indique avec une assez grande exactitude les différentes espèces de minerais qui se rencontrent dans les principales mines. Le minerai Rubio est représenté par R, le Campanil par C et la Vena par V. Il est évident que ce tableau n'est qu'approximatif pour la plus grande part; il résulte des observations qui ont été faites d'après d'anciennes excavations ou de nouveaux travaux.

(1) Un plan général et détaillé de toutes les mines de Bilbao est actuellement sous-pressé. Ce plan topographique a été dressé par notre frère regretté, M. Michel Bourson, directeur de la Société franco-belge des mines de Somorrostro.

**Espèces diverses de minerais existant dans les principales
mines de Somorrostro**

NOMS DES MINES.	NATURE des minerais.			NOMS DES MINES.	NATURE des minerais.				
			MINERAIS prédominants.				MINERAIS prédominants.		
Aurora	-	V	C	V	La Lejana	R	-	-	R
Adela	R	V	-	R	Las Venerillas	R	-	-	R
Alhondiga	R	V	C	V	Maria	R	-	-	R
Aitara	R	V	C	V	Marquesa	-	V	C	V
Amadeo	R	-	-	R	Marta	R	-	-	R
Amalia	R	V	-	R	Mefistofeles	R	-	-	R
Amistosa	R	V	-	V	Mendivil	R	-	-	R
Asuncion	R	V	-	R	Moruecos	R	-	-	R
Basilio	R	-	-	R	Nicanora	-	V	C	C
Barga	R	V	C	V	Norma	R	-	-	R
Begona	-	-	C	C	Olvido	-	V	C	V
Berango	R	-	-	R	Orconeras	R	V	-	V
Bienvenida	R	-	-	R	Parcocha	R	V	-	V
Bilbao	R	V	-	R	Pacifica	R	V	-	V
Buena Fortuna	R	V	C	V	Petronilla	R	V	C	R
Buena Estrella	-	V	C	V	Perseguida	R	V	-	V
Caballo	-	V	C	C	Pickivick	R	V	-	R
Carmenes	R	V	-	R	Placido	R	V	-	R
Carolina	R	-	V	R	Primitiva	R	-	-	R
Catalica	-	V	C	C	Pobre	R	-	-	R
Cesar	-	V	C	C	Rubia	R	-	-	R
Conchas	R	V	-	R	Ser	-	V	C	C
Confianza	R	V	C	R	Socorro	-	V	C	C
Concepcion	R	-	-	R	Sol	R	V	C	V
Convenio	R	-	-	R	San Antonio	-	V	C	C
Cristina	-	V	C	V	San Benito	-	V	C	V
Despreciada	R	V	-	V	San Bernabe	-	V	C	C
Diana	-	V	C	C	San Fermin	R	V	-	V
Dudosa	R	-	-	R	San Jose	R	V	-	V
Elena	R	V	-	R	San Mateo	R	-	-	R
Escarpada	R	-	-	R	San Miguel	-	V	C	C
Inocencia	R	-	-	R	San Martin	R	V	-	V
Inesperada	R	-	-	R	Trinidad	R	V	-	V
Jose	R	-	-	R	Union	R	-	C	R
Josefina	R	-	-	R	Ventura	R	-	C	R
Josefita	R	V	-	V	Vitoriana	R	V	C	R
Julia	R	V	-	R	Vicente	R	-	-	R
Juliana	R	-	-	R	Vigilente	R	V	C	V
Justa	R	V	-	V	Vulcano	R	-	-	R

Aperçu géologique.

Diverses hypothèses ont été émises au sujet de la formation et de la configuration du gisement de Somorrostro; nous croyons intéressant de résumer ici les principales; mais, avant d'entrer dans plus de détails, il convient de donner quelques coupes des terrains.

La figure 1, planche 18, représente une coupe verticale du gîte dans la direction S. 31° E., les chiffres représentant les hauteurs au-dessus du niveau de la mer.

La figure 2 est une coupe E. O. du même gisement avec les mêmes indications, et la figure 3 donne une coupe des différents terrains depuis Triano jusqu'à la station d'Ortuella.

Ces diverses figures sont d'une exactitude suffisante pour donner une idée générale du gisement de Somorrostro; elles n'offrent cependant qu'un aperçu de la situation, car aucune étude géologique absolument complète n'a encore été faite.

Le plan et les diverses coupes ont été prises, pour la plus grande partie, dans les terrains où sont situées les différentes concessions de la Société Franco-Belge de Somorrostro.

En 1844, M. Charles Collette, ingénieur du Corps des mines de Belgique, fut chargé par la Députation de Vizcaye de l'étude géologique des terrains de la province (1); c'est, croyons-nous, le premier ouvrage de ce genre qui ait été publié pour cette partie de l'Espagne. Voici comment s'exprime M. Ch. Collette au sujet du Somorrostro :

« Au Nord et au Nord-Ouest de ces mines, non loin d'un endroit nommé Pucheta, apparaissent quelques masses isolées de calcaire peu éloignées les unes des autres et qui semblent séparer le minerai de fer, situé au Sud de celles-ci, des calcaires marneux bleuâtres dont se compose presque toute la vallée de Somorrostro. Ces calcaires sont très-com-

(1) Reconocimiento geologico del Senorio de Vizcaya por el ingeniero del real cuerpo de las minas de Belgica D. Carlos Collette, Bilbo, Delmas, 1848.

paces et d'un bleu tirant sur le gris, ils renferment beaucoup de fossiles dont les coquilles se sont converties en calcaire noir; on y trouve entre autres des *dicérates*.

En avançant, du côté des mines, on rencontre aussi quelques bancs de calcaire entourés de minerai, et, en arrivant au Monte-Triano, on voit clairement la relation qui existe entre celui-ci et les calcaires. Cette montagne est le point le plus élevé des mines; sa partie supérieure est formée d'un recouvrement de quelques mètres de calcaire gris bleuâtre, très-compacte, qui contient une grande quantité de fossiles, parmi lesquels on distingue des *dicérates*, des *hipparites* et une *térébratule*.

Ces calcaires reposent, au Sud, sur des psammites bleues micacées. En un autre point les bancs de calcaire qui courent de O. 28° à 33° N., à FE. 28° à 33° S., avec une inclinaison de 10° à 15° jusqu'au N., 28° à 33° E., couvrent le minerai qui anciennement fut exploité en dessous d'eux. En d'autres points apparaissent des calcaires décomposés à la superficie; le calcaire forme une masse de petits cônes qui couvrent le minerai et qui établissent une ligne de démarcation entre lui et eux. De sorte que ces calcaires qui, par leurs caractères minéralogiques et paléontologiques comme aussi par leur position, appartiennent à la formation crétacée, sont supérieurs et postérieurs au minerai qui s'exploite au Somorrostro.

A la partie S.-O. des mines on rencontre de tous côtés, surtout au fond des vallées, les psammites bleues micacées en stratification concordante avec les calcaires du Triano; après s'être inclinés un peu, ils passent sous le minerai de manière que celui-ci semble être postérieur aux psammites.

Dans la partie N.-E. des mines et en contact immédiat avec elles se rencontrent des bancs de grès gris micacés, quelquefois minéralisés, qui alternent avec des argiles schistenses micacées. Ces alternances passent aux calcaires argileux de la plaine de Somorrostro, qui renferment des rognons de sidérose.

Il résulte donc, de tout ce qui a été dit, que les mines de fer de Somorrostro peuvent être considérées comme une immense masse postérieure aux psammites et antérieure aux calcaires. C'est à-dire que le minerai se rencontre comme celui de St-Martin, aux environs de Saint-Paul de Fenouillet en relation avec les calcaires appartenant au terrain crétacé. La seule différence qui existe entre ces deux mines consiste en ce qu'il n'y a pas au Somorrostro, en contact avec le minerai, de granit ni de roches plutoniques auxquelles on pourrait rapporter son origine. »

M. Ramon Adan de Yarza a publié aussi une intéressante étude géologique sur le Somorrostro dans le courant de

l'année 1877; nous en extrayons les parties les plus saillantes ainsi que la cartes et les coupes géologiques (pl. 29, fig. 1, 2 et 3). (1)

- Le sol de la Viscaye, à part quelques parties éruptives peu importantes, correspond à la formation crétacée.

Les quelques fossiles, rencontrés jusqu'à présent, sont d'une détermination difficile, mais on peut, cependant, distinguer deux périodes dans la formation : l'étage *cenomanien* et l'étage *senonien*; les fossiles de la formation crétacée inférieure manquent complètement.

Quoique nous ne possédions pas encore de données suffisantes pour delimitier, avec exactitude, la ligne de démarcation de ces deux étages et tout en ignorant s'il n'existe entre elles les intermédiaires qui ont été distinguées par les géologues dans la formation crétacée, nous pouvons affirmer que le *senonien* caractérisé par *Micraster coranginum*, *Echinocris vulgaris*, etc., occupe dans la partie Sud-Ouest de la province une zone beaucoup moins étendue que le *cenomanien* qui s'étend sur la plus grande partie de la Viscaye. Ce terrain est aussi le plus important pour notre but, car c'est à lui qu'appartiennent toutes les roches qui sont en relation avec le gisement, et, par conséquent, nous nous en occuperons exclusivement dans ce travail en indiquant brièvement les roches qui le composent et les fossiles qui s'y rencontrent.

En partant de bas en haut, on rencontre dans l'étage *cenomanien* :

1° Des couches siliceuses légèrement micacées à grain fin et d'une couleur bleuâtre dans leur fracture récente, mais qui, au contact de l'air, deviennent gris-jaunâtre plus foncé; ce changement est dû sans doute à un degré d'oxidation supérieur du fer qu'elles contiennent. Ces couches sont très-pauvres en fossiles, et on n'y rencontre avec assez d'abondance que des *orbitolites*; parmi les fossiles recueillis par M. Collette, mais non cités dans son mémoire, nous avons reconnu *Turbo Renauzianus* et *Ostrea conica*, espèces *cenomaniennes*.

Le même auteur cite, dans son ouvrage, d'autres fossiles que nous n'avons pas trouvés dans sa collection ou que le mauvais état de conservation nous a empêché de déterminer.

2° Des calcaires compactes bleus, traversés par de nombreuses veines de spath calcaire blanc, formant quelquefois de véritables marbres. Ces

(1) Apuntes geológicos acerca del criadero de hierro de Somorrostro en la provincia de Viscaya. Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo IV. Cuaderno 1º. 1877.

couches sont très-abondantes en fossiles, mais ceux-ci adhèrent en général tellement à la roche que le plus souvent la séparation en est impossible et qu'ils forment seulement des taches, des veines ou des empreintes. Les genres *Requienia*, *Ostræa*, *Terebratula*, *Astrea*, *Meandrina*, *Fungia* et d'autres y abondent, mais les *Hippurites* sont rares.

Bien que la détermination ne soit pas très-certaine, l'ensemble présente les caractères de la période cénomanienne et des espèces identiques se rencontrent dans les terrains décrits ci-après, mêlées avec des espèces qui caractérisent cette période.

3^e Des couches siliceuses et de calcaire argileux passant quelquefois aux marnes; en quelques points les couches sablonneuses prennent une grande extension et dans d'autres les marnes sont superposées aux calcaires compactes comme c'est le cas pour le Somorrostro; c'est dans ce calcaire argileux que l'on rencontre le plus de fossiles déterminables surtout dans les couches qui affleurent près de la plage de Portugalete.

Les trois étages, que nous venons de signaler, sont toujours en stratification concordante, et leur examen conduit à établir l'ordre de superposition que nous avons indiqué, quoique les escarpements, dislocations et dénudations du terrain font que chacun d'eux affleure à la superficie en divers points.

Dans les environs mêmes de Somorrostro se présentent les trois étages ci-dessus désignés et dans l'ordre de superposition que nous avons décrit; la direction de toutes ces couches est, dans cet endroit, à peu près la même N.-O. à S.-E. magnétique. Cette direction, qui diffère de quelques degrés, 8 environ, de celle qui correspond au soulèvement des Pyrénées, est très-fréquente en Viscaye, et c'est celle que suivent, en général, les lignes de séparation des diverses roches; le plus grand axe de la masse minérale de Somorrostro coïncide aussi avec cette direction et en le prolongeant, il rencontre les gîtes de Iturrigorri, Miravilla, El Morro, Ollargan et d'autres.

En un mot, ce que l'on peut appeler la région métallifère de Viscaye, forme à une grande bande qui suit la direction, ci-dessus indiquée, tachée çà et là d'affleurements de calcaire compacte qui repose sur les grès micacés. Le gisement est en rapport intime avec ces roches et particulièrement avec les calcaires, comme on peut le voir à Galdames, au Regato, à Sopuerta, à Galdacano, etc. C'est cette même bande qui entre dans la province de Santander, est en relation avec les gisements de la partie orientale de cette province et se termine à la vallée d'Arratia, dont les minerais ont peu d'importance.

Nous bornant à l'examen du Somorrostro, nous ajouterons que l'incli-

naison des couches y est variable. En montant, depuis la station d'Ortuela jusqu'au gisement, on observe, d'abord, une inclinaison d'environ 30°; cette inclinaison va en diminuant à mesure qu'on monte, pour arriver à être à peu près horizontale aux points les plus élevés du terrain, situés au S.-O. L'inclinaison du minerai est toujours N.-E.

Le minerai forme un grand irrégulier qui mesure 4000 mètres de longueur, sur une largeur très-variable qui atteint 1000 mètres au mont Triano, tandis qu'aux points nommés Torre Meje et San-Lorenzo, c'est-à-dire à l'extrême N.-O. de la masse, il n'est visible que sur 150 mètres environ de largeur. Un autre massif très-considérable aussi, et qui probablement était réuni au premier, en est séparé par le ravin de Granada, ouvert perpendiculairement à la direction des couches. Sa longueur peut être estimée à 2000 mètres et sa largeur, qui est très-variable, présente son maximum du côté du dit ravin entre les pics Espinal et Matamoros, elle atteint environ 750 mètres. En dehors de ces masses, il existe d'autres affleurements peu importants dans l'étendue embrassée par notre plan.

Quant à la position du minerai, par rapport aux terrains ci-dessus décrits, on remarque que la masse repose sur les grès micacés, comme on peut le voir dans les escarpements naturels du terrain aux points nommés *Cevillas*, *Collado*, *Cadegal* et d'autres, tandis que cette masse est couverte en d'autres points par les couches marneuses comme cela arrive à la mine *San-Miguel* et à celles qui en sont voisines. Il en résulte donc que le minerai occupe le même horizon que le calcaire compacte avec lequel il se trouve intimement lié en nombre de points.

Le plan et les coupes font ressortir ces diverses observations.

De ces différentes études on peut conclure, croyons-nous, que l'ordre de superposition des couches de bas en haut est le suivant :

- 1° Psammites, calcaires, grès micacés.
- 2° Calcaires compactes.
- 3° Calcaires et psammites argileux.

Le minerai a toujours été rencontré, jusqu'à présent, au-dessus des grès micacés et en dessous des calcaires argileux, c'est-à-dire, qu'il se trouve dans le même horizon géologique que le calcaire compacte qui quelquefois le recouvre et d'autres fois est recouvert par lui.

Il est hors de doute, croyons-nous, que ces minerais ont

été déposés par des sources chaudes pendant la période crétacée.

Ces sources très-chargées de carbonate de fer ont rempli toutes les anfractuosités du calcaire et le minerai a constitué des dépôts prenant la forme des excavations existantes.

La Vena et le Campanil ont dû être déposés les premiers et le Rubio à une période plus éloignée et par des sources à température moins élevée.

Comme nous le disions plus haut, différentes hypothèses ont été émises au sujet de la configuration et de la formation du gisement.

On peut admettre (fig. 4, pl. 18), que la masse de Vena et de Campanil, faisait partie primitivement d'une couche horizontale, recouverte ensuite par les psammites et calcaires du terrain crétacé. Cette couche a été redressée ensuite par les mouvements du sol qui ont donné naissance au relief montagneux. Enfin des fissures, survenues après ce redressement, auraient laissé passer des sources qui auraient produit le chapeau de Rubio.

Dans cette hypothèse, la Vena et le Campanil s'étendraient peu en profondeur, mais pourraient se retrouver sous les schistes et les calcaires qui constituent les pentes et le fond de la vallée.

On peut admettre aussi (fig. 5, planche 19), qu'après le dépôt en couche horizontale des psammites, grès et calcaires cénomaniens, ces terrains de sédiment auraient été soulevés avec rupture et formation de vastes crevasses dans lesquelles la masse de Vena et de Campanil se serait déposée, amenée par des eaux chaudes sortant d'une fissure centrale. Des fissures postérieures et le refroidissement naturel de sources auraient donné naissance au Rubio.

Dans cette hypothèse, la profondeur de la masse de minerai augmenterait des bords vers le centre.

Cette seconde manière de voir nous semble la plus probable, et c'est celle qui répond le mieux à l'allure générale du gisement et aux travaux exécutés, ainsi qu'on peut le voir par une coupe naturelle qui existe à la mine *San Miguel*

et par des travaux d'exploitation entrepris dans la mine *San Bernabe* par la Société Franco-Belge de Somorrostro (fig. 6 et 7, planche 19).

A *San Bernabe*, le minerai Campanil et Vena est recouvert, en moyenne, par 5 mètres de terre végétale et de calcaire argileux, et le mur, rencontré à 32 mètres du toit, est formé par les calcaires et grès cénomaniens. Un léger retrait a cependant dû avoir lieu après le dépôt du minerai, retrait produit probablement par l'évaporation de l'eau en excès, et le minerai s'est séparé du mur. Cet espace, de trois centimètres environ, a été rempli par un calcaire lamellaire blanc injecté postérieurement au retrait. Nous serions assez disposé à croire que ce calcaire blanc se représentera fréquemment au mur du minerai, produit par les mêmes causes, et, dans ce cas, il serait un indice à peu près certain de la fin de la matière exploitable.

A la mine *San Miguel* le toit est semblable à celui de la mine précédente et la puissance du minerai reconnu atteint aujourd'hui 24 mètres. Nous croyons qu'elle ne dépassera guère ce chiffre, car il est probable que le calcaire cénomaniens de *San Bernabe* viendra le recouper bientôt.

Mur et toit du minerai. — On peut donc considérer le calcaire et le grès comme étant le mur naturel du minerai; là où ce mur naturel est en schiste, c'est qu'il s'est produit une déchirure dans le calcaire, déchirure remplie par le minerai qui entre en contact alors avec le schiste; mais, nous le répétons, c'est là un cas particulier.

Le toit, quand il existe, est le calcaire argileux arénacé beaucoup plus tendre que le précédent et tirant davantage sur le gris. Nous disons « quand il existe », car en général le minerai affleure ou bien se trouve sous une très-petite couche de terre végétale.

Le minerai Rubio forme souvent des escarpements d'une grande hauteur surtout dans les *Canchas* 3 et 7 (pl. 8, fig. 8), dans les *Carmenes* et *Prevision* et dans diverses mines de Galdames.

Exploitation.

Les exploitations des mines de Somorrostro remontent déjà à une époque fort reculée et les premiers travaux exécutés se sont faits dans les parties les plus tendres sans règle et sans méthode; on se contentait d'ouvrir des galeries ou de foncer des puits là où affleurait la Vena et on suivait le minerai aussi loin que possible; aussi tout l'intérieur de la montagne est-il criblé de travaux de ce genre.

Tant que le minerai n'a pas été l'objet d'une exploitation régulière, c'est-à-dire jusque vers 1865, les mêmes errements ont continué.

A l'époque du grand développement de la fabrication de l'acier Bessemer, en 1869, les usines recherchèrent des minerais de bonne qualité et les mines de Somorrostro commencèrent à être mises à contribution.

En 1850, l'exportation atteignait seulement 3,200 tonnes; en 1865, elle montait à 70,000, s'élevait à 249,000 en 1870 pour arriver en 1877 à 964,000 et atteindre, pour les dix premiers mois de 1878, le chiffre de 1,040,000 tonnes.

Malheureusement, jusqu'au moment où des sociétés étrangères se décidèrent à acquérir des mines et à les exploiter elles-mêmes, les travaux furent mal conduits; on se contentait d'enlever le plus de minerai au meilleur marché possible, sans préparer les chantiers d'une façon rationnelle, sans enlever ou en déplaçant de quelques mètres seulement le recouvrement pour devoir procéder à un nouveau déplacement plus tard.

Le recouvrement est en effet une des grandes difficultés de l'exploitation de beaucoup de concessions du Somorrostro. Toutes les mines un peu importantes se touchent et il faut quelquefois transporter les déblais à une longue distance, ce qui augmente le prix de revient dans d'assez fortes proportions; d'un autre côté, comme le travail se fait à ciel ouvert et qu'il faut laisser aux autres exploitants des facilités de passage soit pour leur chemin de fer, soit pour

leur route, soit pour l'installation des câbles et d'autres systèmes de transport, il arrive parfois que de grandes parties sont inutilisées et que l'exploitation se fait avec plus de difficultés.

En général les travaux se donnent à forfait à un entrepreneur qui, fournissant la main-d'œuvre, les outils et la poudre, s'engage à enlever et à transporter à un point désigné une certaine quantité de tonnes à un prix fixé d'avance.

A ciel ouvert, lorsque le chantier est préparé et que la découverte est faite, c'est-à-dire dans le cas le plus facile, le prix de revient pour l'abatage d'une tonne de minerai Campanil s'élève à environ 5 *reales* (1^l,30). Dans le cas où le travail est plus difficile, c'est-à-dire s'il faut préparer le chantier, les prix augmentent assez rapidement, les ouvriers n'étant guère habitués qu'à faire l'abatage.

Le prix de la main-d'œuvre est destiné à augmenter, croyons-nous, en même temps que l'exploitation du minerai.

Les ouvriers mineurs gagnent de 12 à 16 *reales* (3^l,16 à 4^l,16) par journée de travail et les manœuvres de 10 à 12 *reales* (2^l,00 à 3^l,16).

Outils. — L'outil le plus employé, on pourrait même dire le seul, est le fleuret qui sert à percer les trous de mine. Ces fleurets sont cylindriques et ont un diamètre qui varie de 0^m,03 à 0^m,07; ils pèsent de dix à seize kilogrammes.

L'ouvrier viscayen s'en sert très-habilement au point de vue de la rapidité du travail, mais il n'a aucune idée de l'inclinaison plus ou moins grande à donner aux trous de mines, ni de la place à choisir pour un trou par rapport au précédent de façon à obtenir le plus grand effet utile.

Les trous de mine varient, mais la profondeur la plus ordinaire est de 3 pieds castillans (0^m,84). Un bon ouvrier fore en moyenne un pied par quart-d'heure dans le Campanil et pour la même profondeur, il lui faut vingt-cinq minutes dans le Rubio.

En dehors des fleurets, on emploie des coins en fer de 6 à 8 kil., des masses de 8 à 13 kil., des pinces ou leviers de 20 à 30 kil., mais l'ouvrier viscayen préfère toujours l'emploi du fleuret.

Matières explosives. — La poudre est la matière explosive la plus employée; on admet qu'il faut 300 grammes de poudre, à fr. 1-20 le kilog., pour abattre environ une tonne.

L'usage de la dynamite commence à se répandre surtout pour les travaux de découverte en calcaire, ou le percement des galeries en roche dure; avec la dynamite, les trous de mine et la charge sont réduits à peu près de moitié. Le prix de la dynamite est de 3 fr. le kilog.

Prix de revient au chantier. — Un bon ouvrier peut abattre, dans un chantier bien organisé, 5 tonnes de Campanil pour 10 heures de travail; sa paie est de 15 reales, soit fr. 3-90.

On peut donc calculer le prix de revient d'une tonne de minerai sur le chantier de la mine à fr. 1-21, se répartissant comme suit :

$\frac{1}{4}$ du prix de la journée.	fr. 0.78
300 gr. de poudre	" 0.36
Mèches, usure des outils, etc.	" 0.07

Le bénéfice de l'entrepreneur ne serait donc que de 9 centimes à la tonne, mais il faut ajouter celui qu'il fait sur la vente de divers objets et de la nourriture, car il oblige généralement les ouvriers qu'il emploie à se fournir chez lui.

Il serait, nous semble-t-il, de l'intérêt des exploitants de faire par eux-mêmes le travail en régie, le prix de revient serait moins élevé et ils auraient le grand avantage de conduire les chantiers comme ils le désirent; ils calculeraient, en outre, exactement le temps nécessaire à tel ou tel travail, ce qui n'est pas possible aujourd'hui; car les entrepreneurs s'engagent toujours, quitte à ne pas tenir, ce qui arrive fréquemment.

La Société Franco-Belge vient d'adopter ce système pour différents de ses travaux et nous avons tout lieu de croire qu'elle s'en trouvera bien; les ouvriers sont tout disposés à l'accepter et demandent même une journée moins élevée, parce que ce qu'ils perdent sur la paie, ils le regagnent largement sur les produits qu'ils achètent sans se servir de l'intermédiaire de l'entrepreneur.

Transports.

Lorsqu'il n'existait qu'un seul chemin de fer minier, celui de la Députation, qui partait d'Ortuella pour aboutir au Nervion, tous les transports, depuis les mines jusqu'à la station, se faisaient à l'aide de chars à bœufs.

Beaucoup de mines sont encore réduites à employer ce système, très-lent et très-coûteux ; mais, depuis que l'exportation des minerais de Somorrostro a pris une si grande extension, divers exploitants ont installé des lignes de câbles ou se sont entendus avec des sociétés de chemins de fer pour le transport de leur minerai jusqu'à la rivière.

Chars. — Il y a quelques années les routes conduisant aux divers gîtes étaient encombrées de chars qui faisaient continuellement la payette entre les mines et la station d'Ortuella. Ces chars, solidement établis et posés sur deux roues pleines, ont 2^m,40 de long sur 0^m,95 de large et une profondeur moyenne de 0^m,30 ; ils transportent en pleine charge 1 1/2 tonne. C'est une charge énorme, eu égard au mauvais entretien et aux pentes, souvent considérables, des routes.

Les prix sont très-variables à cause des chemins différents que doivent suivre les chars pour descendre de telle ou telle mine à la station, mais on peut estimer qu'il monte à 4,30 *reales* (1^{fr},12) la tonne-kilomètre.

La distance moyenne des exploitations à la gare est de 2,200 mètres, le prix de revient du transport est donc de 2^{fr},46 par tonne ; en ajoutant ce chiffre au prix de revient du minerai à l'exploitant sur le chantier, nous arrivons à 3^{fr},76 la tonne rendue à la gare d'Ortuella.

Câbles. — Deux systèmes de câbles sont employés aux mines de Somorrostro : les câbles Hodgson et les câbles Bleichert.

Le système Hodgson plus ancien est actuellement le plus répandu, mais le système Bleichert, dont plusieurs lignes sont en construction ou à l'étude, finira, croyons-nous, par obtenir la préférence.

L'installation du système Hodgson revient, en pays de montagne, à environ 65,000 francs le kilomètre, il nécessite toujours l'emploi d'une machine à vapeur.

Les deux points extrêmes de la ligne sont reliés entre eux par un câble en fer ou en acier supporté, de distance en distance, par des poteaux. Ces poteaux soutiennent des petites roues sur lesquelles le câble, tiré par la machine, roule en entraînant avec lui les bennes maintenues simplement par friction.

Les bennes en bois contiennent en moyenne 160 kil. ; la vitesse du câble ne dépasse guère 1^m,60 par seconde.

Un câble Hodgson, installé dans de bonnes conditions, transporte 300 tonnes par jour ; le maximum est de 250 tonnes.

Ce système, qui rend de très-grands services, présente toutefois quelques inconvénients. Son débit est très limité ; il nécessite toujours l'emploi d'une machine qui augmente les frais d'exploitation, car, outre le prix du charbon, il faut ajouter celui du transport de ce combustible, toujours élevé en pays de montagne ; il ne gravit pas de pente au-dessus de 20 p. c. et, par les temps de brouillards ou de neiges, les bennes tendent à glisser en sens inverse de la marche, n'étant retenues que par la simple friction d'une bande de caoutchouc, qui appuie contre le câble. Il est nécessaire de graisser souvent les roues situées au sommet des poteaux, manœuvre assez longue et dispendieuse ; enfin, les frottements du câble, continuellement en marche, usent celui-ci assez rapidement.

Le système Bleichert, beaucoup plus récent, est basé sur le même principe : un câble relie les deux points extrêmes, seulement, ici, le câble est fixe et sert de rail aux petits wagonnets qui roulent entraînés par un second câble, appelé câble de traction. Ce système supprime, à partir d'une pente de 11 p. c., l'emploi de toute machine et remonte des pentes qui atteignent jusqu'à 40 %.

La capacité des bennes en tôle est variable, elles contiennent en général 300 kil. de minerai ; la vitesse du câble varie suivant la quantité à transporter par jour et est en

général de 5 %, kilomètres à l'heure. Dans ces conditions un câble Bleichert transporte 400 tonnes par journée de 10 heures sur une longueur de 2 kilomètres. Des transports de 1000 tonnes par jour ont été exécutés en Hollande.

Le prix d'installation au kilomètre, y compris les frais de transport, de droit d'entrée, les stations supérieure et inférieure, revient au Somorrostro à environ 80,000 fr., ce qui représente une dépense plus forte que celle du câble Hodgson, mais les frais du transport sont beaucoup plus réduits.

Voici en effet l'estimation pour un câble Bleichert prêt à fonctionner, de deux kilomètres de longueur, destiné à transporter 400 tonnes par jour :

10 % pour l'amortissement du capital, 5 % d'intérêt et 5 % pour l'entretien, soit en total 20 % de 160,000 fr. 32,000
 20 ouvriers à 3 francs, travaillant 300 jours
 par an $20 \times 3 \times 300$ = 18,000
 Soit un total de . . . fr. 50,000

pour un transport annuel de 120,000 tonnes sur 2 kilomètres; soit donc par tonne et kilomètre fr. 0,21.

Ce chiffre diminue rapidement au fur et à mesure de l'extension de la ligne, parce que ce qui augmente sensiblement le prix de revient est la construction et l'installation des stations de chargement et de déchargement, qui restent les mêmes, que la ligne soit longue ou courte (1).

En appliquant ces calculs à un câble Hodgson et en prenant le maximum du transport, nous arrivons au résultat suivant :

(1) Les prix de revient d'installation et de transport peuvent être calculés comme suit pour le câble Bleichert suivant les diverses longueurs de la ligne. Nous admettons un transport quotidien de 500 tonnes par jour et ces prix diminueraient encore si le transport quotidien augmentait.

Longueur du câble en kilomètres.	Prix total d'installation.	Prix du transport à la tonne-kilomètre.
1	117,000 fr.	0,301
2	165,500 "	0,192
3	181,600 "	0,158
4	201,400 "	0,137
5	218,700 "	0,117

20 % pour amortissement, entretien, intérêt du capital, soit 20 % de 130,000	fr. 26,000(1)
20 ouvriers à 3 fr., travaillant 300 jours, 20 × 3 × 300	* 18,000
950 kil. de charbon par jour à 35 fr. la tonne (transport compris) soit p ^r 300 jours 33',25 × 300. *	9,975
Un mécanicien à 5 fr. et un chauffeur à 3 fr. pendant 300 jours (5 + 3) 300	* 2,400
Soit un total de. . . fr. 56,375	

pour un transport de 75,000 tonnes sur 2 kilomètres, soit donc par tonne et kilomètre 0',37, ce qui représente une différence de 43 % en faveur du câble Bleichert. D'après des renseignements qui nous ont été fournis par des exploitants, le prix de transport par le câble Hodgson serait encore plus élevé que celui que nous indiquons. Nous croyons cependant que, pour un transport régulier de 75,000 tonnes par an sur une longueur de 2 kilomètres, le prix doit être sensiblement celui que nous indiquons.

Chemins de fer. — Un assez grand nombre de sociétés étrangères se sont établies dans le pays dans le but d'exploiter les mines du Somorrostro et, actuellement, il y a en exploitation ou en construction cinq lignes de chemins de fer qui relient les mines à la rivière :

- 1° La ligne de *Triano*, de la Députation provinciale ;
- 2° Celle de *Galdames*, de la Bilbao Iron Ore Company ;
- 3° Celle du *Regato*, de la Luchana Mining Company ;
- 4° Celle de la *Orconera*, de la Orconera Iron Ore Company ;
- 5° Celle des *Conchas*, de la Société franco-belge des mines du Somorrostro.

D'autres sociétés, entre autres la Somorrostro Iron Ore Company, exploitent par câbles et celle des mines de Onton a relié ses exploitations à l'embarcadère de Povená, situé en dehors de la rivière, par un chemin de fer de 1,250 mètres, à traction par chevaux.

(1) On peut estimer les frais de réparation et d'entretien du câble Hodgson à 10 % par an, l'usure des câbles étant assez forte et tout le matériel très-légerement construit. Ce chiffre de 26,000 fr. devrait donc être porté à fr. 32,500, et le coût par tonne-kilométrique ressortirait alors à 0',42.

Nous donnons, dans le tableau ci-dessous, les renseignements que nous avons pu nous procurer sur ces diverses installations.

Détails sur les divers chemins de fer miniers du Somorostro.

	TRIANO.	GALDANERS.	REGATO.	ORCONERA.	CONGRAT.
Longueur de la ligne construite ou à construire	7,800m	22,408m	10,150 (x)	14,500m	7,300m
Largeur de la voie d'axe en axe	1m,75	1m,20	1m,05	1m,05	1m,05
Nombre de voies	1	2	2 (x)	2	1
Rayon minimum des courbes	300m	60m	110m	120m	120m
Pente maxima pour cent dans le sens du trafic	1m,75	2m,02	1m,80	0m,84	1m,75
Id. dans le sens opposé au trafic	"	0,50	0m,15	2m,50	0m,375
Nature des rails.	Fer.	Fer et acier	Acier.	Acier.	Acier.
Poids du mètre courant de rail.	34 kil.	27s,76	22 kil.	28 kil.	25 kil.
Nombre de locomotives	6	10	6 (x)	6	4 (x)
Poids des locomotives vides en tonnes	20 ^s et 25 ^s	26 ^s 65	13 ^s , 190	18 ^s	18 ^s (x)
Id. pleines id.	22 ^s et 27 ^s	32 ^s 60	"	21 ^s	21 ^s
Nombre des wagons	180	512	400 (x)	320	172 (x)
Capacité des wagons en tonnes.	6 ^s	6 à 8	4 ^s , 2	7 ^s	6 ^s , 5 (x)
Vitesse des trains à la montée, à l'heure.	22 kil.	16 kil.	"	18 kil.	20 kil. (x)
Id. à la descente id.	22 kil.	16 kil.	"	18 kil.	20 kil. (x)
Nombre des wagons par train	20 à 24	30	25 (x)	20 à 25	25 (x)
Id. de trains par jour	12 à 18	Variable.	"	10 à 12	10 (x)
Chargement moyen par jour et par embarcadère.	1000	Variable.	1,000 (x)	1000	1000 (x)
Système de déchargement des wagons	Cultivateur.	Par le fond.	Cultivateur.	Par le fond.	Par le fond.
Différence de niveau entre les stations extrêmes	56m	100m	83m	200m	27m, 65
Hauteur des embarcadères au-dessus du niveau moyen de l'océan	6,10	10m,05	10m,00	8m,42	10m,80

(x) Ces chiffres sont ceux qui seront probablement atteints lors de l'exploitation régulière, sur lesquels nous n'avons pas encore de renseignements précis.

Ligne de la Députation. — Avec un matériel réduit et une seule voie, la ligne de la Députation arrive à charger facilement 1000 tonnes par jour et par embarcadère.

Cela tient surtout à ce que le minerai ne fait jamais défaut au point de départ, cette ligne ne s'occupant absolument que du transport et de l'embarquement.

Les minerais de tous les exploitants, à l'exception des Sociétés particulières qui possèdent leur chemin de fer, sont amenés à de vastes dépôts parallèles à la ligne, par des câbles ou par des chars et chargés ensuite à la main dans les wagons. Les wagons basculent sur le devant et manœuvrent avec rapidité; c'est, de tous les systèmes, le plus rapide et le plus économique, mais il a le désavantage d'exiger une voie assez large, parce que, pour arriver à obtenir une pente suffisamment forte pour que le minerai glisse seul, le centre de gravité du wagon doit être élevé au-dessus de la voie.

L'embarcadère est normal à la rivière, le minerai tombe directement du wagon dans un déversoir en tôle qui entre dans l'écoutille du navire.

La Société du Triano demande 8,40 *reales* (2^l,18) pour le transport et le chargement d'une tonne de la gare d'Ortuella à la rivière, ce prix descend à 8 *reales* reales (2^l,08) pour ceux qui conduisent leurs minerais à Ortuella par tout autre moyen que par chars; cette différence provient de ce que la Députation a le soin d'entretenir les routes, et elle fait payer naturellement plus cher à ceux qui s'en servent.

Nous avons actuellement les différents facteurs qui représentent la valeur d'une tonne de minerai à bord pour le vendeur.

En ajoutant $\frac{1}{2}$ real (0^l,13), qui est l'imposition à payer par le propriétaire de mine, nous arrivons aux chiffres suivants, en admettant que la distance de la mine à la gare d'Ortuella soit de 2,200 mètres :

	Transport	Par chars.	Par Hodgson.	Câbles Bleichert.
Abatage		1',30	1',30	1',30
Transport à Ortuella.		2,46	0,81	0,46
Transport par chemin de fer		2,18	2,08	2,08
Impôt		0,13	0,13	0,13
Totaux.		6,07	4,32	3,97

Ces prix de revient (1) ne s'appliquent évidemment que pour le cas le plus simple où il n'y a qu'à abattre le minerai sans faire aucune découverte et quand aucun transbordement, autres que ceux indiqués, ne doit être effectué. S'il faut enlever le recouvrement, faire des triages (ce qui est rare surtout pour le Campanil) et transporter le minerai du chantier d'abatage au premier point de départ, ces prix montent en proportion rapide et peuvent être augmentés en moyenne de 2 francs à la tonne.

Chemin de fer de Galdames. — La Bilbao Iron ore Company possède des gisements considérables de minerai Rubio d'excellente qualité et d'une forte teneur en métal; l'exploitation peut s'en faire avec facilité, les chantiers étant bien découverts. Ces gisements, situés près de Galdames, sont reliés à la rivière, et près de l'embouchure de celle-ci, par une ligne à double voie de 22 kilomètres de longueur.

Chemin de fer de Regato. — Cette ligne n'est pas encore en exploitation. On a construit 6,752 mètres de voie, elle doit atteindre 10 kilomètres. La Société a adopté le système de wagon basculant sur le devant, mais avec une voie de 1^m,05 d'axe en axe et avec la hauteur obligée du centre de gravité du wagon, il est à craindre que les trépidations ne les détériorent promptement.

Chemin de fer de la Orconera. — L'exécution de cette ligne a présenté de grandes difficultés, très-heureusement vaincues par un ingénieur de mérite, M. P. de Alzola; elle devait

(1) Ces prix de revient ne comprennent pas les frais généraux ni ceux d'administration.

monter de 200 mètres sur une longueur relativement restreinte et dans un pays accidenté.

Chemin de fer des Conchas. — Cette ligne ne sera en exploitation que dans le courant de l'année 1879. La différence de niveau entre les deux points extrêmes est peu sensible et les pentes sont minimales, le trafic se fera donc avec facilité et économie. Elle est parallèle sur une grande partie de son parcours à la ligne de Triano et sa construction ne présente aucune difficulté.

La gare de départ est située beaucoup en dessous du niveau moyen des mines et elle sera reliée aux exploitations par une série de câbles Bleichert qui descendront le minerai sur les dépôts.

Chargement des wagons.

Le système de chargement, employé par les diverses Sociétés qui exploitent, est le même partout : le minerai est porté du dépôt, dans les wagons, à bras d'hommes. Ce système, très-primitif et très-coûteux, est jusqu'à présent celui qui a présenté le moins d'inconvénients et, s'il coûte cher, il a l'avantage d'être rapide. Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que le déchargement aux embarcadères est d'autant plus prompt que la quantité d'embarcadères est plus grande et qu'il importe que les trains soient vite chargés et se suivent avec rapidité pour que les navires n'attendent pas et ne perdent pas la marée.

Des études ont été faites pour la construction de dépôts se déchargeant automatiquement à l'aide de portes placées vis-à-vis des wagons ; ce moyen a le double désavantage de réduire la partie utile du dépôt et d'être d'une manœuvre difficile pour une matière aussi pondéreuse que le minerai et dont les morceaux sont toujours inégaux ; il est à craindre, en outre, que les portes s'ouvrent difficilement ou ne se referment pas.

Il nous semble qu'il y aurait possibilité de placer à l'extrémité du dépôt et parallèlement à la voie une double ligne de

raîls en forme d'ellipse très-allongée : sur cette ligne marcherait sans cesse un train de petits wagons basculant sur le côté, qui viendraient prendre le minerai au dépôt et le déverseraient dans les grands wagons; le chargement serait certes plus rapide que celui employé et la main-d'œuvre serait considérablement réduite.

Cette question du chargement des trains est très-importante parce que cette opération prend un temps considérable et entre pour un facteur assez élevé dans le prix de revient du minerai; elle n'a pas encore été résolue d'une manière pratique et mérite qu'on l'étudie avec attention.

Embarcadères.

Le fer n'a pas été employé pour la construction des embarcadères des diverses Sociétés dont nous avons parlé et, bien que la présence du taret ait été constatée dans la rivière, on a préféré les constructions en bois.

Nous n'avons pas à entrer ici dans un examen comparatif entre les deux systèmes, mais nous croyons, à première vue et sans plus ample examen, que pour des ouvrages de ce genre, alternativement soumis à l'action de l'eau douce et de l'eau salée, le fer eût présenté quelques inconvénients; les réparations eussent été aussi plus difficiles et plus coûteuses et les frais de premier établissement plus élevés. Ce sont, croyons-nous, ces diverses considérations qui ont amené toutes les Sociétés à préférer le bois au fer.

Le système le plus généralement adopté est l'embarcadère normal à la rivière; il présente, en effet, des avantages qui peuvent se résumer comme suit : surface plus petite pour un rendement utile égal, économie sur les bois et la construction, manœuvres plus simples et plus rapides, indépendance absolue de chaque embarcadère par rapport aux autres. Il est vrai, d'un autre côté, que dans les embarcadères normaux on ne peut charger les navires que par une écouteille à la fois, et que la quantité de remblai doit être plus grande;

mais, quoi qu'il en soit, nous croyons l'embarcadère parallèle à la rivière moins avantageux.

Le système de chargement le plus simple et qui donne les meilleurs résultats est celui employé aux embarcadères de la Députation : le wagon y culbute le minerai dans des déversoirs ; seulement il présente le désavantage, cité plus haut, d'exiger d'une voie large et des wagons élevés qui s'abîment rapidement.

Les wagons employés par les autres Sociétés déchargent par le dessous, sauf ceux du Regato.

Bien que de grandes améliorations aient été apportées à ce système, il présente encore des inconvénients assez sérieux. La capacité du wagon est réduite à cause de l'inclinaison qu'il faut donner aux parois intérieures pour faciliter l'écoulement, le minerai fait souvent voûte au-dessus des portes, et l'on est obligé de le faire sortir à l'aide de barres de fer, les portes s'ouvrent quelquefois difficilement, et, comme il faut qu'elles soient assez grandes pour laisser un passage suffisant au minerai, si elles venaient à s'ouvrir pendant la marche, elles butteraient contre la voie et causeraient des accidents.

Avec le système de wagons se déchargeant par dessous, deux moyens d'embarquement sont employés : ou le minerai tombe verticalement dans le navire, ou bien il est reçu sur des déversoirs inclinés qui descendent dans les écoutilles. Le premier de ces moyens est employé par la Orconera, le second par les autres Sociétés.

A la Orconera, le train à décharger s'arrête, à une centaine de mètres de l'embarcadère, et chaque wagon vient, l'un après l'autre, en descendant une faible pente jusqu'au *spout*. Nous croyons intéressant de décrire en quelques lignes ce système dont la première application a été faite par la Société Orconera.

Ce qui constitue réellement l'embarcadère est la partie AB (fig. 4 et 5, pl. 20) qui s'avance au-dessus de la rivière comme la moitié mobile du tablier d'un pont levis.

Pour que le navire puisse venir se mettre contre le quai,

cette espèce de tablier, soulevé par de fortes chaînes et équilibré par des contrepoids, décrit de bas en haut un quart de circonférence autour des tourillons SS.

Une fois le navire en place, on fait descendre le tablier AB de façon que le tube télescopique T, T', T'' entre dans l'écoutille du bâtiment et l'opération du chargement commence.

Le wagon W, quittant le train, arrive sur le tablier au-dessus du point O où se trouve l'ouverture du télescope. Les portes du wagon sont ouvertes et le minerai tombe directement dans le navire; une fois le wagon déchargé, il descend seul par une autre voie pour aller former un train vide qui retourne aux mines.

Ce télescope est formé de quatre tubes en tôle, rentrant les uns dans les autres et d'une pièce en fonte E fixée à charnière en dessous du tablier.

Selon que la marée est plus ou moins haute, on élève ou l'on descend les diverses parties de cet appareil à l'aide d'un cric, ou de contrepoids, agissant sur la chaîne C solidement attachée au tube inférieur au point K.

La chaîne C, passant sur les poulies PP et s'enroulant sur le treuil du cric, soulève le tube inférieur T qui entre dans le précédent T', lequel entre à son tour dans le tube T'' et ainsi de suite; de cette façon, on gagne toute la hauteur qui existe entre l'entonnoir E et le tube inférieur T. Pour la descente, on procède à l'opération inverse et les tubes descendent par leur propre poids.

La partie inférieure T du télescope est munie de deux portes X, X' manœuvrées par des chaînes, ces portes sont destinées à fermer complètement l'appareil au commencement du chargement, de façon à éviter les chocs du minerai sur le fond du navire; une fois le tube à peu près plein ces portes sont ouvertes et le minerai vient se déposer et servir de matelas pour les charges suivantes.

Ce système extrêmement lourd (environ 100 tonnes) ne présente pas les avantages que ses difficultés de manœuvre seraient en droit d'exiger, il a l'inconvénient de présenter une sécurité beaucoup moins grande que les autres moyens

de chargement, toute la charge étant en porte-à-faux et située à l'extrémité du bas de levier AO, mais il est le seul, croyons-nous, qui permette d'avoir des embarcadères peu élevés.

A la Société franco-belge les manœuvres sont absolument les mêmes, c'est-à-dire que le wagon vient seul à l'embarcadère et s'en retourne seul, mais le déchargement se fait dans des déversoirs inclinés. Ces déversoirs en tôle sont mobiles de façon que leur pente soit toujours suffisante, quelle que soit la hauteur de la marée, pour permettre l'écoulement facile du minerai.

Ce système d'embarquement est plus simple, il évite des pertes de temps et des manœuvres et permet aux navires de s'approcher facilement de l'embarcadère.

Tous les moyens employés présentent cependant un inconvénient auquel il serait, croyons-nous, facile de remédier, nous voulons parler de l'arrimage dans le navire.

Le minerai, soit qu'il tombe d'un télescope placé perpendiculairement, soit qu'il descende d'un déversoir, arrive toujours au même point et ne se répartit pas, dans la cale, en proportions égales; il forme, à l'endroit où il tombe, un monticule dont les flancs présentent la pente naturelle du minerai. Ce monticule doit être ensuite aplani et déblayé à bras d'hommes et ce travail d'arrimage est une perte de temps et d'argent.

Il nous semble qu'il y aurait possibilité de terminer les déversoirs par un coude cylindrique en tôle qui pourrait se mouvoir autour d'un axe dans un plan horizontal. Ce tube coudé prenant toutes les positions, répartirait lui-même le minerai dans la cale et éviterait les inconvénients cités plus haut.

Le Port.

Tous les embarcadères se trouvent situés sur la rive gauche de la rivière Nervion; c'est cette rivière qui constitue le port.

L'embarcadere le plus éloigné de l'embouchure est celui de la Orconera situé à 6,200 mètres de la mer; en cet endroit le Nervion a une largeur de 115 mètres, qui va en augmentant, mais très-irrégulièrement, jusqu'au moment où il se jette dans la mer et où elle atteint 160 mètres.

Des travaux doivent être faits pour donner à cet élargissement un évasement progressif qui régularisera le cours du fleuve et en maintiendra le thalweg parallèle aux rives.

Vis-à-vis de l'endroit où sont établis les embarcadères de la Orconera, et au milieu du fleuve, la profondeur est de 5^m,20 pour atteindre 8 mètres à l'embouchure: mais toutes les Sociétés ont dû draguer pour pouvoir permettre aux navires de fort tonnage de se placer contre les embarcadères.

Des marées. — En prenant la cote 0^m,00 pour le niveau moyen de l'Océan, les différentes marées hautes atteignent les cotes suivantes :

Pleine mer de quadrature (minimum)	0 ^m ,65
Id. id. (maximum)	1 ^m ,20
Marées vives (maximum).	1 ^m ,60
Pleine mer ordinaire de syzygies	1 ^m ,90
Marées d'équinoxe (maxima)	2 ^m ,30

En prenant cette même cote 0^m,00, on a pour les marées basses :

Basse mer de quadrature (maximum)	0 ^m ,65
Id. id. (minimum).	1 ^m ,15
Basse mer des vives eaux (maximum)	1 ^m ,55
Basse mer ordinaire de syzygie	1 ^m ,90
Basse mer de syzygie (minimum).	2 ^m ,30

Soit donc une différence de 3^m,15 entre les deux marées des vive seaux.

Vitesses. — La vitesse d'oscillation de la vague est d'environ 0^m,50 par seconde; celle du courant de la rivière varie de 1^m,02 à 1^m,50 pendant la marée montante et de 1^m,10 à 1^m,65 pendant la marée descendante. Ces chiffres sont des moyennes et nous n'avons pas tenu compte des orages qui augmentent le courant ou des fortes mers qui donnent une plus grande vitesse d'oscillation à la vague.

Des vents. — Dans la baie que forme le Nervion à son embouchure, baie qui atteint 1,700 mètres de large, on peut dire que, d'une manière générale et assez régulière, les vents soufflent de la terre, c'est-à-dire de l'Est et du Sud pendant la matinée et de l'Ouest dans l'après-midi. Quant à leur vitesse, elle est très-inégale et atteint rarement 30 milles à l'heure; les vents de tempête n'ont pas encore été observés. La baie, ouverte au Nord, est assez sûre, surtout si les navires longent les côtes situées à l'Ouest, qui les abritent des forts vents qui soufflent du large.

La barre. — Le plus grand inconvénient du port de Bilbao est la barre sablonneuse qui en ferme l'entrée. Cette barre est double et est formée de deux bancs de sable, l'un extérieur, du côté de la mer, et qui se soude à la rive droite (c'est le plus considérable), l'autre intérieur qui se soude à la rive gauche.

Ces deux bancs de sable, au lieu de s'ouvrir dans l'axe de la rivière, sont mobiles et forment un chenal qui varie suivant la direction des vagues et du vent; ils sont un obstacle sérieux à la sortie des navires en dehors des marées vives et les départs sont interdits même, à ces époques, pour peu que la mer soit houleuse et que le capitaine du port n'ait pu reconnaître la position des bancs par sondages.

Le gouvernement espagnol a frappé les minerais d'un impôt spécial à la sortie, et cette taxe est consacrée à l'amélioration du régime de la rivière et à la destruction de la barre. Ces travaux sont indispensables, car, eu égard aux difficultés de sortie et à l'encombrement de la rivière, le fret sur Bilbao est généralement un peu plus élevé que celui de ports, se trouvant dans les mêmes situations d'éloignement.

Navires. — Cet inconvénient de la barre réduit de beaucoup le nombre de jours où il est possible de charger en temps utile. Un navire, calant 15 pieds anglais à l'arrière, peut sortir en moyenne quatre jours après les fortes marées de la pleine lune ou de la nouvelle lune et, s'il n'est pas prêt au plus tard dans ces quatre jours, la hauteur d'eau, au-

dessus de la barre, n'est plus suffisante et il est obligé d'attendre les grandes marées suivantes. Ce cas s'est présenté assez souvent; il est donc important que les bâtiments n'aient pas une calaison trop forte, de façon à pouvoir augmenter les chances de sortie.

Les chargements ayant lieu à tour de rôle, c'est-à-dire d'après l'ordre d'entrée dans la rivière, il est essentiel que les navires arrivent le plus tôt possible, car un jour de retard dans le voyage peut faire perdre une grande marée. En effet, tous les steamers arrivant à peu près en même temps, un jour de retard correspond à l'entrée de dix ou douze navires qui prennent leur tour de rôle avant le retardataire et éloignent le chargement de celui-ci de plusieurs jours.

Comme le prix du fret diminue pour les armateurs en proportion du tonnage enlevé à chaque voyage, on avait, dans le principe, construit des navires de 1,500 à 1,600 tonnes, mais les résultats ont été défavorables, ces navires perdant souvent les marées.

Le meilleur type de steamer, croyons-nous, pour la rivière de Bilbao (tant que la barre ne sera pas enlevée) serait un bâtiment calant 13 $\frac{1}{2}$ pieds ou 14 au plus, avec 1,000 tonnes de chargement, muni d'une forte machine de 100 à 120 chevaux pour avoir de la vitesse et gouverner facilement dans le golfe de Gascogne pendant les gros temps.

Les plus forts navires en fer qui font régulièrement le service de transport du minéral, sont des bâtiments de 1,200 tonnes, mais d'après des chiffres officiels ils ne prennent ce chargement qu'une ou deux fois par an et la moyenne de toute l'année est de 890 tonnes.

Dans ces conditions le type d'un navire de 1,000 tonnes avec un calant d'eau restreint semble indiqué, il prendrait un plein chargement dans les bons mois et dépasserait certainement la moyenne de 890 tonnes avec des chances de sortie que les gros navires n'ont pas.

Le fret est extrêmement variable; il y aurait possibilité de le réduire si les navires venaient chargés, mais à l'excep-

tion de quelques vaisseaux anglais qui portent des charbons, tous les autres arrivent sur lest (1).

Exportations.

L'exportation des minerais de Bilbao a été en augmentant chaque année dans des proportions considérables, et cette augmentation croîtra encore quand les divers moyens de transport et d'embarquement qui s'exécutent seront établis.

D'après les renseignements que nous avons pu nous procurer, la sortie des minerais a été la suivante :

(1) Divers vaisseaux ont été construits dernièrement sur des types spéciaux pour le service de Bilbao, ils portent 1,400 tonnes avec 13 $\frac{1}{2}$ pieds de calaison et ont une machine de 120 chevaux. Ces types répondent parfaitement aux exigences du service.

On peut calculer le prix du transport du fret, par voyage double, entre Bilbao et Dunkerque, Calais, Terneuzen ou Rotterdam, en admettant une moyenne de 20 voyages par an et un transport de 1000 tonnes à chaque voyage.

	Par voyage.
1. Frais à Bilbao (douane, pilotage, consulat, impôt, etc.).	fr. 850
2. Mêmes frais dans les ports ci-dessus (moyenne)	1,000
3. Assurance 5 % de 350,000 fr.	875
4. 70 tonnes de charbon à 22 fr. (moyenne)	1,540
5. Entretien du navire	1,000
6. Traitement et nourriture de l'équipage (18 hommes)	2,000
7. Amortissement et intérêt (10 % par an)	1,750
8. Administration, frais imprévus 4 %	700

Total pour 1000 tonnes de minerai. . . fr. 9,715

Soit par tonne 9^{fr}.72, chiffre qui pourrait être diminué, car, avec un navire construit dans de bonnes conditions, on pourrait arriver à 21 voyages annuellement.

1850.	3,200 tonnes.	1872.	583,200 tonnes
1865.	70,600 "	1873 (1).	365,340 "
1866.	73,000 "	1874 (2).	20,375 "
1867.	118,000 "	1875 (2).	31,467 "
1868.	7 "	1876 (2).	408,880 "
1869.	140,000 "	1877 (3).	964,533 "
1870.	249,870 "	1878 (3).	1,040,000 "
1871.	257,580 "	(10 mois).	

Soit environ pour les trois dernières années 2,600,000 ton.

Ces minerais sont exportés surtout en Angleterre et en France; ils se répartissent comme suit :

Angleterre.	62 %.
France	23 %.
Belgique	7 %.
Allemagne	6 %.
Autres pays (4)	2 %.

Dans la situation actuelle de la barre et de la rivière, il est difficile de dépasser de beaucoup l'exportation de 1878, car il ne faut pas perdre de vue que ces chargements considérables ont lieu pendant une moyenne de 15 jours par mois seulement, à cause de la barre qui ferme l'entrée du port.

Conclusion.

Comme on l'a vu, précédemment, la grande production des mines de Somorrostro ne date que d'une dizaine d'années.

Des essais furent tentés vers 1863, par les propriétaires de mines, pour faire connaître leur minéral à l'étranger, et

(1) Époques de la guerre Carliste et imposition de 6 *reales* (1^{fr},56) par tonne pour les années 1874 et 1875.

(2) Fin de la guerre Carliste et diminution de l'impôt porté seulement à 1 ¹/₄ *raels* (0^{fr},39).

(3) Imposition de 2 ¹/₄ *reales* par tonne (0^{fr},65). Le dernier *real* imposé est affecté aux travaux de la rivière et de la barre.

(4) Les usines des États-Unis ont fait prendre à plusieurs reprises des chargements de Somorrostro.

de petits chargements furent expédiés en France et en Angleterre.

Les métallurgistes français comprirent rapidement les avantages qu'il y aurait pour eux à employer ces minerais et les demandes augmentèrent encore lors de la grande production de l'acier; elles avaient atteint en 1872 près de 600,000 tonnes et semblaient devoir croître encore quand la guerre carliste et des impositions exagérées interrompirent tous les travaux et firent baisser la production à 20,000 tonnes seulement. Depuis, l'activité a repris, des Sociétés métallurgiques étrangères ont acquis des mines et les ont reliées à la rivière par des voies ferrées, des travaux sont entrepris partout sur une large échelle et, si la situation politique reste calme, l'exportation ne pourrait être réduite qu'à cause des grandes difficultés de sortie que présente la barre.

Il ne faut pas perdre de vue cependant que des impôts trop élevés sur le minerai seraient une cause immédiate de ralentissement, les gisements de fer propre à la fabrication de l'acier étant assez nombreux et le grand bassin de la Méditerranée semblant particulièrement favorisé sous ce rapport.

Dans l'île de Seriphos, une des Cyclades, de vastes amas d'oxydes magnétiques ainsi que d'hématites brunes et rouges ont été découverts; des minerais manganésifères très-riches se rencontrent dans les ties d'Andros, de Thamia et de Léa et ces contrées appellent l'attention des métallurgistes au point de vue du faible taux ordinaire des frets en retour des Dardanelles, qui permettraient des transports à des prix avantageux.

En Italie, la Lombardie produit d'excellents minerais carbonatés; le Piémont fournit du fer oxydulé magnétique cristallin d'excellente qualité, qu'on exploite à Cogne, Traversella, Chambare, etc.

L'île d'Elbe possède des minerais de 60 à 69 p. c. de teneur en fer et si l'exploitation en était faite d'une façon plus économique, ils pourraient être une concurrence sérieuse (1).

(1) Les minerais de l'île d'Elbe sont un peu sulfureux.

Dans le royaume des Deux-Siciles, on rencontre des fers hydratés manganésifères, à San-Donato et à Monte Compoli, dans la terre de Labour.

En Sardaigne, il existe de nombreuses mines de fer dont la richesse est renommée. La mine bien connue de San-Leone a vu ses exploitations fortement amoindries, malgré les efforts des propriétaires, à cause de la concurrence de l'Algérie.

Dans le Portugal, les bons minerais ne manquent pas. A Moncorvo, dans la province de Tra-Os-Montes, il existe de beaux oligistes; à Quadramil, dans la même province, il y a un gîte d'hématites rouges et brunes de 7 kilomètres de longueur sur environ 20 mètres de puissance moyenne. Des gisements remarquables se rencontrent encore dans l'Aleme-tejo assez près du littoral.

Le gîte de Mokta-el-Hadid, près de Bône, fournit du minerai aux usines du sud, du centre et même du nord-ouest de la France, ainsi qu'à quelques usines anglaises et belges.

Le gisement de Mokta est un amas extrêmement puissant ou plutôt une montagne de minerai magnétique souvent mélangé d'oligiste, il rend au fourneau de 62 à 65 % de fonte (1).

Les minerais de Suède, composés principalement de magnétite et de fer oligiste, sont d'une qualité remarquable et peuvent devenir une concurrence redoutable iorsque des voies de communication seront ouvertes; l'exploitation des différentes mines de la Suède se montait en 1876 à 796,957 tonnes, dont une partie seulement est utilisée dans le pays (2).

La valeur moyenne du minerai sous vergues est de 19 francs

(1) Le minerai de Mokta donne à l'analyse : CO^2 — 2,6, SiO^2 — 2,2, AlPO^2 — 0,7, CaO — 0,45, MgO — 1,2, FeO — 6,4, Fe^2O^2 — 84,5, Mn^2O^2 — 3,5, PhO^2 — 0,05, soit une teneur en fer de 64,14 p. c.

Voir *Revue universelle*, 1^{re} série, t. XXXVIII, 1875, Note sur le gisement et l'exploitation de Mokta, par M. Rocour.

(2) Voir, au sujet de l'état actuel de l'industrie du fer en Suède, la

et avec des frêts de retour peu élevés, ce minerai lutterait avantageusement en Allemagne, en Angleterre, en Belgique et en France.

On le voit, les bons minerais sont répandus et de toutes parts on fait en sorte de le livrer aux meilleures conditions de bon marché; la science, de son côté, cherche à résoudre un problème dont la solution aurait pour effet l'utilisation de minerais abandonnés aujourd'hui. Nous voulons parler de l'élimination du phosphore qui nuit aux qualités que l'on recherche dans le métal. Cette question si difficile et qui, depuis longtemps, occupe les métallurgistes, n'est pas encore résolue d'une manière complète, mais, d'après le rapport de M. Fremy présenté à l'Association française pour l'avancement des sciences, elle aurait fait un grand pas à l'Exposition de 1878 (2).

La nouvelle théorie de l'aciération est, du reste, fondée sur les principes suivants :

1^o Il n'existe pas, comme on l'a cru pendant longtemps, de *minerais d'acier*; tout bon minerai de fer, traité convenablement, peut produire un acier excellent.

2^o La *propension aciéreuse* de certains minerais n'est pas due à la présence d'un corps mystérieux qui ne se trouverait que dans quelques minerais privilégiés, mais unique-

notice de M. Rich. Akerman, professeur à l'École des mines de Stockholm, *Revue Universelle*, 2^e série, t. III, 1878.

Voici l'analyse d'un minerai extrêmement remarquable du gouvernement de la Nordbothnie, mine de Luosavern.

Peroxyde de fer, 98.50. — Protoxyde de manganèse, 0.015. — Magnésie, 0.10. — Chaux, 0.015. — Alumine, 0.2. — Titane, 0.25. — Silice, 0.75. — Acide phosphorique, 0.24. Soit donc une teneur en fer de 71.3 p. c. et de 0.107 de phosphore.

(2) - Plusieurs inventeurs m'ont montré, en effet, des fers et des aciers excellents fabriqués avec des fontes phosphoreuses.

Sans vouloir divulguer des secrets qui m'ont été confiés, je puis dire cependant que c'est en employant dans le haut-fourneau des laitiers très-basiques et dans le puddlage des scories riches en oxyde de fer, ou même en faisant usage de carbonate de soude, que l'on arrive à séparer du fer la plus grande partie du phosphore qu'il contenait. - (Rapport cité plus haut.)

ment à la pureté du minerai et à la méthode employée pour le réduire; un ingénieur habile, qui sait éliminer les éléments nuisibles à l'aciération et ajouter ceux qui manquent, pourra donc employer dans la fabrication de l'acier presque tous les minerais de fer.

3^e S'il n'existe pas, jusqu'à présent, d'acier utilisable sans carbone, il faut reconnaître aussi que la seule combinaison du fer et du carbone ne suffit pas pour produire les différents aciers qu'exige l'industrie.

Quoi qu'il en soit, nous croyons fermement que le Somorrostro luttera avantageusement contre tous ses concurrents; il a pour lui sa situation relativement rapprochée des centres métallurgiques, des minerais riches, purs et extrêmement abondants; mais les travaux d'amélioration du régime de la rivière et de destruction de la barre sont de première nécessité, car c'est de leur achèvement complet et rapide que dépend, en grande partie, la continuation de la vitalité du port.

Le gouvernement espagnol, qui est arrivé à de si magnifiques résultats par son décret de loi sur les mines, a intérêt à maintenir florissant ce puissant élément de la fortune publique; la ligne de conduite est toute tracée: faciliter les débouchés et ne pas imposer de taxes de sortie qui augmenteraient le prix de revient du minerai d'une manière sensible.

Il ne doit pas oublier que des gisements puissants et d'excellente qualité existent en dehors du Somorrostro et que la concurrence est inévitable; il ne doit pas perdre de vue que des capitaux considérables sont venus de l'étranger, pleins de confiance dans son esprit d'équité et de justice, et que des taxes exagérées viendraient ruiner les espérances sur la foi desquelles ces capitaux s'étaient engagés.

Il ne dépend donc que du gouvernement espagnol de tarir une source considérable de revenus qu'il a su créer, ou de l'augmenter encore; c'est à cette seconde hypothèse que nous nous arrêtons, parce qu'elle est la plus conforme aux intérêts bien entendus et à la justice.

