

RAPPORTS DE GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE

PAR

Paul CHOFFAT

Le géologue est fréquemment consulté sur les recherches d'eaux potables ou industrielles, sur des questions d'hygiène publique, sur la composition et la disposition des strates formant le sol, et sur des gisements de matières utilisables.

Quelques-unes de ces questions sont entièrement du ressort du géologue; pour d'autres, c'est à l'ingénieur d'apprécier les conditions économiques de l'exploitation, mais cette appréciation doit être précédée d'une étude géologique, si l'on veut éviter des déboires, ce qui est surtout le cas lorsqu'il s'agit de gisements stratifiés.

Parmi les nombreux rapports de cette nature que j'ai eu l'occasion de faire, il s'en trouve plusieurs présentant assez d'intérêt pour mériter d'être publiés, quoiqu'ils eussent été écrits d'une façon plus détaillée et plus scientifique s'ils eussent eu cette destination et que, pour plusieurs d'entre eux, il serait préférable d'être réunis sous forme de synthèse. J'espère que le lecteur voudra bien se dire, avec le sage, qu'un «tiens» vaut mieux que deux «tu l'auras», et prendre en considération les conditions dans lesquelles ils ont été élaborés. C'est une publication automnale, trop tardive pour risquer d'être qualifiée de réclame.

Après réflexion, nous nous décidons à les publier en français, langue dans laquelle ils ont été écrits pour la plupart, et qui est comprise de tous les Portugais capables d'apprécier ces rapports, qui deviennent ainsi abordables à tous les étrangers.

La reconnaissance des services pratiques rendus par la géologie, s'est fait de plus en plus sentir depuis l'époque où je les exposais dans l'introduction à la description du Tunnel du Rocio¹. Preuve en est l'extension donnée aux Services géologiques officiels dans la plupart des États. Bornons-nous à dire qu'en 1911 le budget annuel du Service géologique de la Prusse, si parcimonieuse de ses deniers, qui était de 630.000 marks en 1902, fut élevé successivement à 719.360 marks en 1905, et à 900.000 marks (216 contos) en 1911, époque à laquelle il reçut son autonomie.

Comme exemple de petit pays, citons la Suisse, qui a commencé avec un budget de 2.000 francs et l'a porté successivement à 8.000, 12.000, 20.000, pour l'élever à 47.000 en 1910.

Or, il est incontestable que ni la Prusse, ni la Suisse ne disposent des deniers publics sans avoir la preuve de l'utilité de la dépense.

Il existe actuellement en Europe 35 Services géologiques appartenant à 18 nations (9 en Allemagne, 5 en Autriche et pays annexes, 3 dans la Grande-Bretagne, 2 en Suisse, en Hollande et en Danemark); ils ne manquent que dans le Monténégro, la Grèce et la Turquie.

Dans les autres continents, on en compte 5 en Asie, 9 en Afrique, dont 4 du gouvernement français: Algérie, territoires du Sud de l'Algérie, Afrique occidentale française et missions scientifiques permanentes en Tunisie.

En Amérique, il existe 7 Services en dehors de ceux des États-Unis; ceux-ci comportent le U. S. Geological Survey, le plus richement doté de tous les Services actuels, et 27 Services des États; 9 autres États ont eu des Services géologiques qui ont été réunis au U. S. Geological Survey.

Enfin l'Australie compte 7 Services géologiques.

Le hasard me met sous les yeux le rapport de la séance générale annuelle de la Société géologique de France du 6 Juin 1911. Je ne pouvais mieux terminer ces quelques mots sur l'utilité de la géologie qu'en en citant quelques passages.

Remarquons que cette Société semblait, jusqu'il y a peu d'années, faire peu de cas de la géologie économique, en opposition à la Société belge de Géologie, qui la mettait en tête de son programme.

Le président sortant, Mr. Lacroix, professeur de minéralogie au

¹ *Etude géologique du Tunnel du Rocio*. Mém. Service Géol. Lisbonne, 1889.

Muséum, annonce la mort de deux membres s'étant distingués dans les applications de la géologie : PHILIPPE THOMAS, vétérinaire principal de l'armée, observateur dans ses moments perdus, et GEORGES ROLLAND, ingénieur des mines.

THOMAS, qui s'occupait surtout de paléontologie fit, en 1882, partie d'une mission scientifique permanente du Ministère de l'Instruction publique pour l'étude de la Tunisie, mission qui continue encore actuellement.

Laissons parler Mr. LACROIX :

« Dès sa première campagne, THOMAS découvre dans l'Eocène inférieur des gîtes de *phosphate de chaux*, qu'il suit sur près de 80 kilomètres. L'année suivante, il montre leur continuation à l'Est de Gafsa, puis vers Kairouan, Kef et enfin en Algérie.

« Des centaines de millions sont déjà sorties et sortiront encore de cette découverte, qui montre à quel point les gouvernements ont intérêt à favoriser les études de géologie théorique et combien peuvent fructifier, pour l'intérêt général, les maigres subsides parcimonieusement consacrés à l'étude du sol national ».

ROLLAND a fait des études couronnées de succès sur l'hydrologie du Sahara, et plus tard des travaux d'une grande importance économique sur le prolongement souterrain des assises de minerais de fer stratifiés dans le Lias de la Lorraine. En combinant les résultats des études de surface avec ceux fournis par les sondages, il dressa une carte topographique souterraine montrant l'existence de trois bassins, et reconnut les variations de composition et la répartition du minerai dans les divers niveaux souterrains.

Enfin, Mr. LACROIX parle de l'attribution à Mr. NICKLÈS, professeur de géologie à l'Université de Nancy, d'un prix quinquennal destiné à récompenser les travaux de géologie appliquée.

« Vous connaissez tous les beaux travaux de paléontologie et de stratigraphie de Mr. NICKLÈS, qui a en outre joué un très grand rôle dans la recherche du prolongement souterrain, sur territoire français, du bassin houiller de Sarrebrück. C'est encore une démonstration éclatante des services pratiques que sont parfois appelées à rendre les recherches scientifiques, en apparence d'ordre purement spéculatif ».

En Portugal, le Service géologique est loin d'avoir été développé comme le demanderait un terrain encore peu connu, mais il s'est au moins maintenu, grâce au dévouement de quelques-uns de ses membres. Par contre, les consultations des particuliers se sont considéra-

blement accrues, quoique l'on n'ait pas encore compris que c'est par le géologue que l'on doit commencer.

S'il s'agit d'eau, par exemple, on épuise d'abord tous les moyens indiqués par des sourciers, en même temps entrepreneurs, par conséquent intéressés à occasionner le plus de dépenses possibles, puis seulement après, on se décide à consulter le géologue, qui n'a aucun intérêt pécuniaire dans ces travaux. Il en est de même pour des recherches beaucoup plus onéreuses, minerais ou combustibles, pour lesquelles on ne demande de rapport géologique qu'après avoir fait faire des rapports infiniment plus coûteux par des praticiens sans connaissances géologiques ou, s'ils en ont, ne pouvant pas rester sur le terrain le temps suffisant pour débrouiller une géologie dont la connaissance a demandé des années d'étude, car les terrains constituant le sol portugais sont d'une composition et d'une allure très compliquées et différent, en général, notablement des terrains des autres pays, ce qui est surtout le cas pour les terrains secondaires, formés dans le voisinage des côtes.

Le praticien ne les comprenant pas, s'en tire par des phrases embrouillées, que l'actionnaire lit avec d'autant plus de respect que ses connaissances sont lacuneuses, des sondages engloutissent inutilement des sommes parfois considérables, puis, en désespoir de cause, on se décide à consulter le géologue.

Fait avant celui du praticien, le rapport géologique aurait éclairé et simplifié sa besogne; venant ultérieurement, c'est à recommencer, car en général l'un ne remplace pas l'autre.

Lisbonne, Décembre 1911.

1. — SUR LES SABLES AURIFÈRES, MARINS, D'ADIÇA ET SUR D'AUTRES DÉPÔTS AURIFÈRES DE LA CÔTE OCCIDENTALE DE LA PÉNINSULE DE SETUBAL ¹.

Sommaire :

- I — Constitution du sol de la péninsule.
- II — Énumération des couches aurifères.
- III — Renseignements historiques.
- IV — Description des couches aurifères :
 - 1.^o Gravier du Crétacé.
 - 2.^o Sables à mouler.
 - 3.^o Gravier pliocènes.
 - 4.^o Sables récents : Généralités — *a*, Dépôts terrestres — *b* et *c*, La plage — Plage au Sud de Fonte da Telha — Plage entre Trafaria et Fonte da Telha.
- V — Recherches à exécuter.

Fig. 1. — Profil traversant la péninsule du Nord au Sud.

Fig. 2. — Plage entre Mina d'Ouro et Fonte da Telha.

Fig. 3. — Profil théorique de la formation des dunes de coteaux.

Fig. 4. — Profil montrant la disposition des sables entre Trafaria et Fonte da Telha.

Fig. 5. — Carte de la côte entre Costa-de-Caparica et le cap d'Espichel.

Fig. 6. — Fac-simile de l'écriture du Dr. JOSÉ BONIFACIO DE ANDRADA E SILVA, figurant sur la première page du registre des mines d'or.

I. — Constitution du sol

La péninsule de Setubal constitue un grand bassin d'affaissement,

¹ Ce rapport était accompagné d'une carte géologique du littoral à l'échelle de 1:50.000, entre S. Julião au Nord du Tage et le cap d'Espichel, dont une partie est reproduite ici à échelle réduite.

Mr. HENRIQUE DE LIMA E CUNHA a fait de louables efforts pour amener la reprise de l'exploitation de l'or d'Adiça, abandonnée depuis 1826. En 1892, il avait réussi à décider des entrepreneurs français à hasarder le capital nécessaire, lorsque des circonstances politiques les en détournèrent. Quelques années plus tard, ils m'écrivirent qu'ils y renonçaient définitivement, et me donnèrent toute latitude de communiquer mon rapport, qui était entre les mains de Mr. LIMA E CUNHA. Ce dernier voulut bien le mettre à ma disposition, ainsi que le registre des mines d'Adiça.

s'appuyant au Nord sur les terrains crétacés du Nord du Tage, et au Sud sur la chaîne calcaire de l'Arrabida.

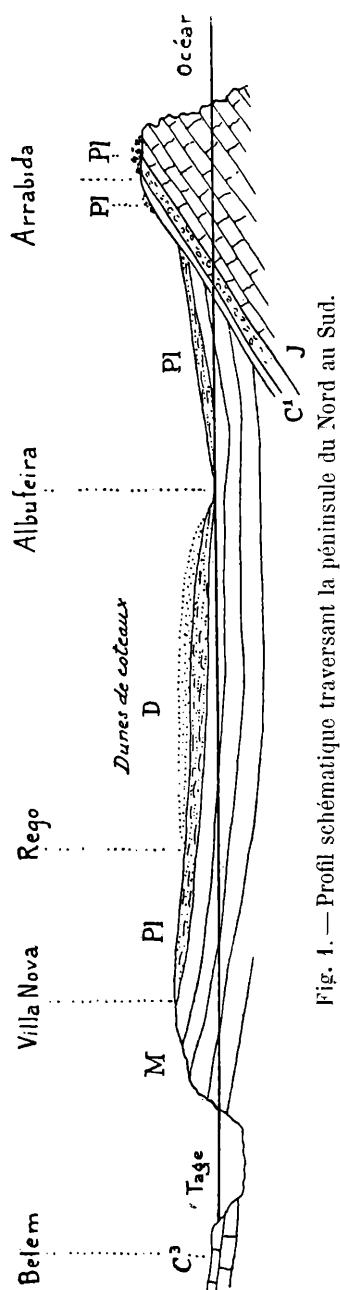


Fig. 1. — Profil schématique traversant la péninsule du Nord au Sud.

Explication des monogrammes pour ce profil et pour tous les autres: J, Jurassique. — M, Miocène (sables à mouler). — D, Dunes.

Elle présente les terrains suivants :

Moderne	<p><i>Dunes</i>, ne dépassant pas une hauteur de 10 mètres à la plage, mais dépassant une altitude de 100 m. sur les falaises. — <i>Alluvions</i>.</p> <p>Sables et graviers d'une puissance minima de 70 mètres lors de leurs dépôts. Au point de vue de l'exploitation, il est important de constater qu'ils ont été déposés dans une mer ouverte ou dans un estuaire, et que ce ne sont pas des alluvions fluviales. Preuves: fossiles marins contenus dans les lentilles d'argile à environ 60 mètres de leur base. — Ils reposent en discordance sur le Miocène, sur le Crétacé et même sur le Jurassique.</p>
Pliocène	
Miocène	<p><i>Sables à mouler</i>. Alternance de sables fins, micacés et argileux, de bancs d'argile et de bancs marno-calcaires.</p> <p><i>Molasse marine</i>. Alternance de bancs d'argile et de bancs marno-calcaires.</p>
Secondaire	<p><i>Crétacé</i>. Calcaires et graviers qui, à l'état de décomposition, pourraient être confondus avec le Pliocène.</p> <p><i>Jurassique</i>. Calcaires et marno-calcaires.</p>

II. — Enumération des couches aurifères

Le gisement primitif de l'or de la contrée en question se trouve dans les terrains cristallins, occupant la partie occidentale du Portugal, dans lesquels le quartz aurifère, en filons, est généralement associé à l'antimoine.

Pendant les époques crétacée et pliocène, ces roches ont été en partie détruites par des courants et ont donné lieu à de puissants amas de graviers, déposés au fond de la mer. Ce sont les produits d'un *premier remaniement*, dans lequel on doit distinguer deux catégories bien tranchées :

1.^o Les graviers du Crétacé qui sont encaissés dans des couches compactes de calcaires et de marno-calcaires, et qui ont été en partie fortement redressés par les dislocations.

2.^o Les graviers du Pliocène qui n'ont pas été recouverts par des terrains plus récents, et dont les couches ne sont que faiblement inclinées.

Ces dépôts d'un premier remaniement, principalement les graviers pliocènes, sont actuellement attaqués et entraînés à la plage par les torrents et par l'érosion atmosphérique agissant sur les falaises. Les vagues, qui tendent toujours à ramener à la côte les débris qu'elles en arrachent, les broient à leur tour, tout en formant un certain triage suivant le poids spécifique des matériaux.

— L'or se trouve dans ces différents terrains de remaniement soit complètement libre, sous forme de paillettes et de poussières, soit engagé dans les débris de quartzites.

Jusqu'à ce jour, l'exploitation n'a porté que sur la couche formée actuellement par la mer, et on n'en a utilisé que l'or libre. L'expérience seule montrera si l'exploitation par broyage artificiel peut être lucrative.

On a par contre fait quelques essais des graviers pliocènes, et aussi démontré qu'ils contiennent de l'or.

III. — Renseignements fournis par les anciennes exploitations

Le plus ou moins de richesse des sables aurifères ne peut pas être fixé par des considérations scientifiques ; c'est une question d'es-

sais, par conséquent il est important de se servir de l'expérience des prédécesseurs, et avant d'aller plus loin, j'exposerai quelques considérations historiques.

Les exploitations par les Carthaginois, les Romains, les Arabes et les Portugais jusqu'au milieu du xvi^e siècle, ne paraissent pas avoir laissé de documents utilisables; c'est par contre le cas pour les recherches et l'exploitation qui eurent lieu de 1813 à 1826.

Postérieurement à cette date, il y a eu quelques lavages sans importance, par des orpailleurs isolés.

La valeur d'un écrit dépendant de celle de son auteur, je donnerai des renseignements sur ces derniers.

Andrada (JOSÉ BONIFACIO D'ANDRADA E SILVA) après avoir terminé ses études à Coimbre, passa 10 années (1790-1800) à étudier la minéralogie et l'explication des mines à Paris et en Allemagne. C'est lui qui eut l'idée de faire recommencer l'exploitation d'Adiça, qu'il dirigea de 1813 jusqu'au 1^{er} septembre 1819. Il partit ensuite pour le Brésil, où il s'occupa de politique.

Au début de l'exploitation, ANDRADA lui portait certainement un grand intérêt, mais il était chargé de tant d'autres fonctions qu'il est évident que cette attention n'a pas pu se soutenir. La direction des travaux à Adiça et les recherches sur d'autres points du royaume étaient confiées à BARBOSA (MANUEL NUNES), mineur brésilien.

Vandelli succéda à ANDRADA jusqu'au 31 juillet 1824, avec le titre d'adjutant servant d'intendant. Ses connaissances minières paraissent avoir été acquises en Portugal seulement, il n'avait donc pas autant de points de comparaison qu'ANDRADA. Les résultats furent pourtant meilleurs sous sa direction que sous celles de son prédécesseur et de son successeur, ce qui tient peut-être à ce qu'il cumulait moins de fonctions.

Eschwege (Baron d'), ingénieur allemand, succéda à VANDELLI jusqu'au 30 juin 1826, époque à laquelle les travaux furent abandonnés. Il fut intendant général des mines et métaux de Portugal, puis directeur général des mines de Minas Geraes, au Brésil.

**Extrait du tableau de VANDELLI montrant les résultats
des 3 gestions**

	Quantités extraites	Prix de revient du marc	Bénéfice
ANDRADA, 1814 — 1 ^e sept. 1819 5 ans et 4 mois	211 m., 6 onc., 2 oit., 19 gr. (48 kg., 609)	85 030 r.	3.059.692 r.
VANDELLI — 31 juil. 1824 4 ans et 11 mois	161 m., 2 onc., 2 oit., 47 gr. (37 kg., 16)	78.504 r.	5.403.744 r.
ESCHWEGE — 30 juin. 1826 1 an et 11 mois	16 m., 7 onc., 1 oit., 11 gr. *	212.630 r.	Perte

Les procédés d'exploitation étaient des plus primitifs. VANDELLI les compare à ceux des nègres de l'Afrique. La couche aurifère était extraite par des fossés creusés à la main, ne pouvant avancer vers la mer qu'autant que l'eau souterraine le permettait. Les paillettes étaient séparées par lavage et le résidu amalgamé à la main.

Les écrits dont j'ai connaissance consistent en :

A — Une communication faite par ANDRADA à l'Académie des sciences de Lisbonne, le 10 mai 1815, c'est-à-dire au commencement de l'exploitation (Mém. de l'Acad. de Lisbonne. Vol. v, p. 140-152).

Il est surprenant que ce travail d'un homme incontestablement supérieur contienne de nombreuses contradictions et des références à des faits qu'il dit avoir cités, ce qui n'est pas le cas. On croirait qu'il a été abrégé pour l'impression, sans se rendre compte de ce qui a été supprimé.

B — Un registre manuscrit contenant la correspondance et les comptes de la mine pendant la gestion des deux premiers directeurs. La négligence à faire copier ces documents pendant la gestion d'ESCHWEGE prouve qu'il attachait peu d'importance à cette exploitation.

Ce registre contient des lettres de BARBOSA faisant connaître les points où il a fait des recherches, mais elles n'indiquent que ce qu'il a vu par une batée faite sur le terrain ; on n'y voit pas le résultat

* Dans ce poids il entre 4 marcs, 7 onces, 1 oitavo, 56 gr., (1 kg., 126), exploités à la plage de S. Julião.

de l'examen des échantillons obtenus par la batée, cet examen étant fait à Lisbonne.

C—Un passage de quelques lignes dans une description géognostique des environs de Lisbonne par le baron d'ESCHWEGE (Mém. Acad. t. xi, p. 267. Année 1831).

D—Des annotations au mémoire précédent par VANDELLI, qui proteste contre le dédain qu'affecte ESCHWEGE par rapport à ces mines. VANDELLI donne en outre un tableau des quantités extraites, prix de revient, etc. pendant toute la durée de l'exploitation : 1814 à 1826 (Même volume, p. 298 et tableau in f°).

Une des grandes difficultés pour l'utilisation de ces rapports consiste dans les désignations des lieux dits et des maisons isolées. Ces désignations employées vers 1815 sont différentes de celles portées sur la carte de la péninsule de Setubal levée à la même époque par J. M. NEVES COSTA, et ces dernières sont encore différentes de celles employées actuellement.

Quant aux distances, elles sont complètement fausses, aussi bien celles qu'indique ANDRADA que celles qu'indique BARBOSA.

Les termes employés diffèrent un peu de leur sens actuel, il faut les entendre comme suit :

Cascalho..... — graviers.

Guapiara (expression des { graviers en dépôts superficiels, de peu
orpailleurs brésiliens). { d'épaisseur.

Pissara ou piçara..... — sable fin relié par de l'argile.

Pissarão..... — sable grossier relié par de l'argile.

Esmeril..... { sable fin, formé principalement de
grains de fer magnétique (et titané?),
de quartz, d'améthiste, de rubis, etc.,
contenant généralement de l'or.

Salão..... { se dit généralement du limon déposé
actuellement. ANDRADA l'emploie
comme synonyme d'argile.

1 palme = 22 centimètres.

1 lieue = 6^{km}, 170.

Mesures et poids..... { 1 marc = 8 onces.

2 marcs = 459 grammes.

1 once = 8 oitavos.

1 oitavo = 72 grãos.

IV. — Description des couches aurifères

1.° Gravieres crétaées. — Je ne mentionne ces couches qu'à cause de leur analogie avec les gravieres pliocènes. Ayant la même origine, il y a lieu de supposer qu'elles contiennent les mêmes substances.

Ces couches sont bien découvertes à la baie de Lagosteiros, où elles sont inclinées sous un angle de 25°. Leur épaisseur est d'environ 50 mètres, mais il y a des bancs de compositions diverses qui doivent avoir une teneur fort différente.

La ligne d'affleurement s'étend jusque vers Setubal, donc sur une longueur de près de 30 kilomètres.

2.° Sables à mouler. — J'ignore s'ils contiennent de l'or. Je les mentionne à cause d'un passage confus d'ANDRADA qui le fait supposer, et sur lequel je reviendrai en parlant des sables récents, et parce que l'expérience a démontré que les roches qui servent de base à des gravieres aurifères, contiennent souvent de l'or introduit postérieurement à leur consolidation.

La ligne d'affleurement s'étend du Sud au Nord, dans les falaises, depuis 5 km. au Sud de la lagune d'Albufeira, jusqu'au couvent des Capuchos (signal Chibata), c'est-à-dire sur près de 20 km. dont 5 ne sont séparés de la mer que par une plage très étroite.

De Chibata, l'affleurement est visible dans les collines sur plus de 7 km. et se termine dans la lagune du Tage, près de Mutella.

3.° Gravieres pliocènes. — Ces gravieres ont une extension considérable; ils couvrent tout l'intérieur de la péninsule de Setubal, sauf les hauteurs qui limitent le Tage et les hauteurs de l'Arrabida, et remontent la rive gauche du Tage sur plus de 20 kilomètres. Leur épaisseur réelle n'est pas connue; près d'Alfeite, on peut constater de 60 à 70 mètres, ce qui est un minimum.

Ces gravieres sont loin d'être homogènes dans toute leur épaisseur, ils présentent des bancs de finesse très diverse, passant du sable fin au sable grossier et aux conglomérats. Tantôt les grains de quartzite sont libres, tantôt ils sont reliés par une argile généralement jaune ou rougeâtre, parfois gris bleuâtre.

Cette succession n'est pas régulière et varie d'un point à un autre, de sorte que l'on ne peut pas fixer une série reconnaissable en différents points éloignés les uns des autres.

Quelles sont les couches qui contiennent le plus d'or? D'après les belles études de Mr. DAUBRÉE sur la distribution de l'or dans le Rhin,

on devrait admettre que ce sont celles qui ont les éléments les plus gros et qui sont dépourvues d'argile, mais il s'agit ici de dépôts sous-marins et non pas de dépôts fluviaux. L'expérience a démontré aussi bien à Adiça dans le dépôt sous-marin, en formation, qu'en Californie dont le gisement est probablement aussi une formation sous-marine, que ce sont les couches argileuses qui sont les plus riches.

ANDRADA a rendu compte des essais effectués dans ces strates jusqu'en 1815; il en fit faire d'autres ultérieurement, par BARBOSA, mais il se borne à dire s'il a de bons indices ou non. Les quantités observées ne sont pas indiquées, et généralement il ne fait pas connaître si le gravier est fin ou grossier, caillouteux ou argileux. Les recherches ordonnées par VANDELLI sont dans le même cas; il est évident qu'il devait exister d'autres notes, égarées ou trop bien resserrées en ce moment.

D'ESCHWEGE dit que les graviers pliocènes sont aurifères sur toute leur extension et dans toute leur épaisseur, mais que l'or est trop disséminé pour être exploité avec avantage. Ces assertions paraissent être émises à la légère, au moins en ce qui concerne la première.

Les essais dont j'ai connaissance se répartissent comme suit, en procédant du Nord au Sud :

Almada . . . — Ordre donné par VANDELLI d'examiner les environs de cette localité. Résultats inconnus.

Corroios . . . — Environs examinés par un apprenti, qui n'a trouvé d'or que sur deux points.

Foz do Rego. — BARBOSA dit avoir fait plusieurs essais entre les chutes d'eau et les sommets, et avoir partout trouvé de l'or.

Charneca . . . — Ce village étant composé de maisons éparses, il est difficile de se rendre compte des points examinés. BARBOSA cite spécialement Cazalinho et les propriétés du Collège des nobles. D'après ce que j'ai pu obtenir des habitants, il y aurait deux lieux dits Cazalinho, l'un près de Villa-Nova et l'autre plus au Sud; tous deux se trouvent dans le bassin hydrographique du Rego. — Les vignes du Collège des nobles seraient par contre sur l'autre versant, et correspondraient à Valle-de-Rosal.

BARBOSA n'a par contre rien trouvé entre le

couvent des «Frades rabidos» (capuchos?) et Villa-Nova; ces points sont pourtant sur le Pliocène.

Descida das Vaccas. — Bons indices, $\frac{1}{4}$ de lieue à l'intérieur.

Mina d'Ouro..... — ANDRADA décrit la falaise et dit qu'elle n'est pas dépourvue d'or, mais qu'il est en si petite quantité qu'il ne vaut pas la peine d'être exploité directement ¹.

Environs d'Azoia. Ce n'est que pour les environs d'Azoia que nous voyons l'intention d'exploiter directement le Pliocène.

ANDRADA parle de 2 lambeaux, aux lieux dits Pereira et Pontedós-Cabeços ou Cabecinhos. Le gravier aurifère, de 1 à 3 palmes (22 à 66 c.) d'épaisseur, tantôt repose sur le calcaire, tantôt en est séparé par une couche de sables argileux grisâtres ou rouge sang de bœuf.

Au premier point, 4 palmes cubes de gravier ont donné $2\frac{1}{2}$ grains d'or, ($3^{sr}, 4$ par m^3) et au 2^e, 2 palmes en ont donné $3\frac{1}{2}$ ($8^{sr}, 75$ par m^3). «Ce ne sont que des minimums, car ce procédé n'utilise pas la poudre d'or».

Le sable argileux contiendrait peu d'or, ANDRADA dit pourtant que, dans cette formation de graviers superficiels ou guapiara, on pourrait utiliser non seulement le gravier, mais aussi une partie du sable argileux et le sable entraîné dans les ravinements. L'or serait d'autant plus abondant que les cailloux sont plus foncés.

BARBOSA fut de nouveau envoyé dans ces environs en janvier 1816. Il dit seulement que l'eau qui y coule en hiver est en trop petite quantité pour pouvoir se passer de grands réservoirs. Il observa ensuite les environs de Calhariz, mais n'y fit pas d'essais.

Ce recouvrement pliocène des roches jurassiques et crétacées est beaucoup plus étendu que ne pensait ANDRADA, mais il est en général masqué par les broussailles, et n'est guère reconnaissable que dans les ravins et dans les terrains cultivés. On le trouve sur le plateau élevé qui supporte le phare, et surtout sur les pentes et les plateaux qui s'étendent au Nord de la ligne de faite. Il est déchiqueté en une quantité de petits lambeaux, qu'il ne serait pos-

¹ Vers 1873, un Anglais accompagné de sa femme et d'un domestique passa deux années à Adiça. On prétend qu'il ne cherchait pas l'or sous le sable récent, mais bien dans les roches de la falaise.

sible de figurer que sur un plan à grande échelle. Tantôt on n'a que le sable argileux, tantôt il est recouvert par un sable mêlé de quartzites roulés, paraissant provenir en partie de la décomposition des sables argileux.

Les sables entraînés dans les ravinements sont en petite quantité, car les broussailles sont abondantes sur toute la partie que j'ai parcourue. L'impression que j'ai emportée est que ces gîtes pourraient être exploités par un orpailleur, mais qu'ils ne se prêtent nullement à une exploitation en grand. Dans tous les cas, on aurait de sérieuses difficultés par suite du manque d'eau.

4.° Sables récents. — Ces sables présentent trois catégories :

- a) Les dépôts entraînés par les torrents, ou arrachés aux falaises par les pluies.
- b) Lorsque la plage est étroite, ce dépôt est remanié par les flots, et les parties les plus denses forment une couche inférieure qui s'enrichit chaque année. C'est la couche marine reconstituable.
- c) La plage s'étant élargie par l'apport du sable, une partie de cette plage est à l'abri des flots; la couche enrichie ne peut donc plus être reconstituée. Nous la désignerons comme couche marine non reconstituable.

Il est à remarquer que ces dépôts ne sont pas seulement enrichis par l'action des flots, mais aussi par celle du vent, qui en extrait une énorme quantité de sable pour former les *dunes*, surtout les dunes de coteaux.

Il est pourtant possible que le vent entraîne un peu d'or en particules très ténues, car le sable magnétique se présente dans les dunes de coteaux, même à une altitude de 400 mètres, où il s'accumule dans le fond des rides.

Pourtant ces sables magnétiques des dunes de coteaux, essayés à Trafaria par BARBOSA, n'ont pas présenté de traces d'or.

a) *Dépôts terrestres.* — Le ravin du Rego a un bassin d'alimentation fort étendu, en entier dans les graviers aurifères. A peu près à sec en été, il a au contraire une force si considérable en hiver, que les graviers qu'il transporte sont dispersés à une grande distance autour de son goulet, et ne donnent lieu qu'à un cône de déjection à relief très faible.

Il y aurait donc à voir : 1.° Si ce cône contient des couches auri-

fères exploitables; 2.^o si la couche marine est à une profondeur exploitable.

En outre, les sables à mouler et les différentes strates du Pliocène étant bien découverts, ce ravin se prête à en faire l'essai pour savoir si l'une ou l'autre couche est directement exploitable.

Entre Rego et la lagune d'Albufeira, il n'y a pas de ravins aussi importants que celui de Rego, mais les falaises sont dans leur plus grande hauteur constituées par les graviers pliocènes. Le vent, la pluie et les ruissellements les entaillent sur toute leur surface découverte, ces derniers produisant des excavations verticales ou cannelures (boqueirões) par lesquelles les eaux entraînent du sable vers la plaine. Le pied de ces cannelures est parfois excavé et contient du sable qui doit être enrichi jusqu'à un certain point. Le gîte le plus grand que j'y aie observé avait une surface d'environ 2^{m²} et une épaisseur de 0^m,40. Le ravin aboutissant à cette cannelure contient aussi du sable remanié, au maximum 5^{m³}.

Il est fort possible que d'autres cannelures présentent une cuvette de plus grandes dimensions, car je n'en ai examiné que deux ou trois.

b) et c) *La plage*. — La plage présente deux parties bien distinctes:

1.^o Un triangle de 11^{km} de longueur ayant 1500^m de hauteur près de Trafaria et s'amincissant peu à peu, pour se terminer à Fonte-da-Telha.

2.^o Au Sud de Fonte-da-Telha, une plage très étroite, présentant de petits élargissements dont les plus considérables sont la plage de la lagune d'Albufeira et la plage de Valle-Grande.

La grande dune de coteaux qui garnit la falaise empêche l'apport des graviers pliocènes, sauf sur 3 points: le Rego, la lagune et la plage de Valle-Grande, auxquels il faut ajouter Descida-das-Vaccas où l'apport s'est certainement effectué, ce qui peut encore avoir lieu actuellement.

Depuis Rego jusqu'à la lagune d'Albufeira, l'apport de sables pliocènes a en outre eu lieu par les eaux agissant sur la falaise, c'est-à-dire sur une surface assez grande dans le sens vertical, mais presque nulle dans le sens horizontal.

Plage au Sud de Fonte-da-Telha. — Nous commencerons notre examen par la partie de la plage où les exploitations ont exclusivement eu lieu.

Elles ont toutes eu comme point de départ le lieu dit: Mina

d'Ouro (nommé par ANDRADA : Ponta-do-Matto et Mina-do-Principe-Regente) et se sont étendues à 2^{km.} au Nord de ce point et à 7^{km.} au Sud. Elles n'ont donc à peu près exploité que la couche marine reconstituable.

On doit attribuer le choix de ces emplacements à ce que l'eau courante pour servir aux lavages ne se rencontre que sur cette étendue de plage, et à ce que l'exploitation de la couche non reconstituable devait lutter, soit contre un recouvrement de sable trop épais, soit contre une nappe d'eau souterraine trop considérable pour être épuisée par le travail à la main qui se faisait à cette époque.

J'ai visité Mina-d'Ouro le 1^{er} juin à midi; c'était à peu près la basse mer un jour de marée faible. La place est bien reconnaissable par l'abondance de la source et par les ruines d'un petit bâtiment, datant de l'exploitation d'ANDRADA.

La source vient au jour au-dessus des sables à mouler, du fond d'un cirque allongé qu'elle a creusé dans la falaise, et dont le plus grand diamètre est de 20 mètres.

La falaise est plus basse qu'à quelques centaines de mètres plus au Nord; les $\frac{2}{3}$ environ de la hauteur sont formés par le Pliocène.

La largeur de la plage, du pied de la falaise jusqu'à la limite des plantes terrestres (euphorbes)¹, était de 30 mètres, et de là jusqu'à l'eau, de 40.

On dit que, par les tempêtes, la mer avance jusqu'au pied de la falaise, mais à ce point elle ne doit pas être bien forte, car elle a laissé à peu près intact un fossé de 10^m de long sur 6 de large, creusé il y a environ 5 ans pour un essai d'exploitation.

Il est donc évident que la couche aurifère ne se reconstitue que peu ou point au pied même de la falaise, et que des essais faits sur ce point ne doivent donner que des résultats décourageants.

La plage était peut-être plus étroite au commencement du siècle ?

Son type pour cette partie est donné comme suit par ANDRADA et ESCHWEGE :

Couche 3. Sable de plage contenant quelques feuillets de sable magnétique qui ne valent pas la peine d'être exploités. Epaisseur de 1^m,10 à 1^m,30, par places de 2^m,60 à 4^m (ce qui varie suivant les années).

Couche 2. Couche de sable argileux (pissara) peu consistant, gris lorsqu'il est humide, jaune lorsque il est sec. Il contient de l'«émeri»

¹ Une euphorbe élevée, facilement reconnaissable, s'avance jusqu'à l'extrême limite des hautes marées.

et des paillettes d'or couleur jaune d'œuf. Épaisseur de 20 à 40^{cm}, mais on l'a déjà rencontré avec une épaisseur de 1^m. La palme cube (10 litres) donne en moyenne ¹ 2 grains d'or (10^{gr} par mètre ³), les ⁵/₆ étant obtenus à l'état de paillettes et ¹/₆ par l'amalgamation des résidus du lavage.

Couche 1. Argile plastique, grise, à la surface de laquelle s'est déposé passablement d'or, de sorte que l'on extrait la partie superficielle pour être lavée.

Il serait important d'avoir plus de détails sur cette argile plastique, il faudrait savoir si c'est une couche géologique tertiaire, ou si c'est une formation récente, et, dans ce cas, si elle occupe toujours le même niveau.

Une coupe de la falaise, décrite par ANDRADA, fait supposer que cette argile est tertiaire, et que la couche aurifère qui la surmonte est la réduction d'une autre couche tertiaire, ce qui est en contradiction avec ce qu'il dit plus haut. Il dit en outre que la couche d'argile de la falaise est au niveau de la mer, ce qui fait sous-entendre que celle qui supporte la couche aurifère est aussi au même niveau.

Le fossé dont j'ai parlé plus haut était plein d'eau, je n'ai donc pas pu en examiner le fond, mais les déblais lavés par l'eau paraissent représenter une couche tertiaire. Ce qui me fait supposer qu'il s'agit d'une couche récente, c'est qu'une argile gris foncé, contenant des coquilles récentes, mais à caractères particuliers, se trouve à l'extrémité des sables de Trafaria et sur la rive nord du Tage, ne découvrant qu'à la basse mer.

Si on peut reconnaître que cette couche est générale sous la plage, et toujours à une même altitude, le problème de la recherche de l'or sera considérablement simplifié.

Je transcris les quelques lignes que ESCHWEGE consacre à ce sujet, en rappelant que VANDELLI a protesté contre le dédain que cet auteur affecte pour les mines d'Adiça, et que la gestion de VANDELLI a été très lucrative, tandis que celle d'ESCHWEGE a été préjudiciable.

« Tout ce terrain d'alluvions (Pliocène) est aurifère, mais l'or est tellement disséminé dans toute la masse, aussi bien dans les couches

¹ D'après le protocole, on aurait rencontré parfois 3, 4 et jusqu'à 5 grains par palme cube, ce qui correspondrait à 15, 20 et 25 grammes par mètre ³.

supérieures que dans les couches inférieures, et en si petite quantité, qu'il n'est exploitable que sur quelques points de la côte d'Adiça, où la nature aide à l'exploitation.

« Grâce à des ravins profonds, les vents et les pluies conduisent ces sables aurifères de 300 palmes de hauteur (66 mètres) jusqu'à la plage, où le jeu continu des flots effectue un lavage naturel ; l'or et les grains plus pesants, comme le sont ceux de fer magnétique, etc., se précipitant au fond, tandis que les sables plus légers restent superposés.

« A la suite des hivers calmes, les sables s'amoncellent sur la côte jusqu'à une hauteur de 3 à 4^m,50 au dessus de l'argile plastique. On peut alors observer qu'ils contiennent 4, 5, 6 et plus de couches différentes, séparées par des lits de sables magnétiques aurifères, mais, le plus souvent, ces lits sont si pauvres qu'ils ne paient pas le travail de les exploiter. La couche aurifère la plus riche est celle qui repose immédiatement sur l'argile plastique, recouverte en partie par de grands blocs de pierres entre lesquels l'or se précipite facilement.

« Par suite de cette disposition de l'or sur la plage, on peut conclure que le travail de l'exploitation devra être très précaire, car, après avoir exploité une partie de la plage, il faut attendre quelque temps jusqu'à ce que l'or s'y rassemble de nouveau. S'il y a de grandes tempêtes, principalement celles que l'on nomme « vendavaes » ¹, cette précipitation s'effectue en moins de temps ; les sables de la plage sont mélangés par les vagues, les sables fins sont conduits à la mer et l'or disséminé dans les différents lits de sable se précipite entièrement sur l'argile plastique. Dans ce cas, et surtout lorsque les « vendavaes » ont été tellement forts que l'argile reste complètement découverte, l'exploitation est assez avantageuse, mais comme cela n'arrive pas tous les ans, et qu'il s'écoule parfois 2 ou 3 années sans qu'il se produise un seul vendaval, l'or que l'on extrait ne paie pas les frais de l'exploitation ».

Quant au renouvellement de la couche aurifère, j'ajouterai que ANDRADA a fait travailler du 17 avril au 6 mai 1815, dans les fosses explorées l'année précédente. La couche aurifère formée pendant

¹ *Vendaval* est employé par les pêcheurs pour désigner les tempêtes en général, mais principalement celles qui viennent du Sud-Ouest.

l'hiver n'avait qu'une épaisseur d'un palme ($0^m,22$) au lieu de 2^p ($0^m,44$), et le palme ³ (40 litres) rendait 1 grain d'or, au lieu de 2 (5 gr. au lieu de 10 par m³).

Pendant la gestion d'ESCHWEGE, les dépenses ont dépassé les profits, et on a fait cesser l'exploitation. Trois raisons peuvent expliquer cette diminution de rendement : une mauvaise administration, l'absence de tempêtes pendant cette gestion, ou bien un appauvrissement de la couche aurifère, par suite d'une exploitation pendant 12 années consécutives.

Cette dernière considération me paraît avoir beaucoup de probabilités, car aux environs de Mina-d'Ouro et de Olhos-d'Agua, qui paraissent être les seuls points exploités, l'apport de matériaux pliocènes n'a lieu que par l'érosion atmosphérique de la falaise. Il n'y a pas de torrents amenant des matériaux depuis l'autre côté des dunes de coteaux, et il ne paraît pas que les anciens explorateurs aient augmenté artificiellement l'action de l'érosion.

Le creusement des fossés à la main ne permettait pas de se rapprocher de la ligne de rivage, à cause de l'épuisement de l'eau, et il va de soi que toute entreprise employant les mêmes procédés aura à lutter contre les mêmes difficultés.

Le profil suivant (fig. 2) montre la disposition du terrain entre Mina-d'Ouro et Fonte-da-Telha.

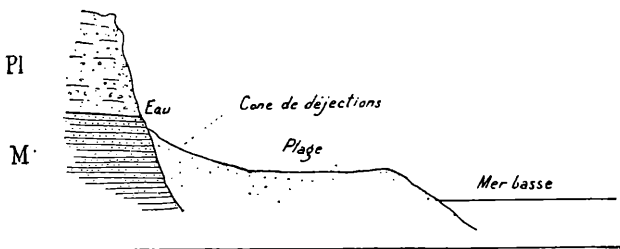


Fig. 2

A Fonte-da-Telha, la plage est un peu plus large, c'est le commencement de la dune de recul.

Ce point, qui se nomme aussi Descida-da-Adiça, est très facile à reconnaître, un poste de douaniers étant construit sur la hauteur. Au pied de la falaise se trouvent deux petits marais, de 10^m de long sur 5 de large ; le débit de l'eau est très faible.

C'est ici qu'ont eu lieu les fouilles les plus septentrionales men-

tionnées par ANDRADA en 1815. Elles étaient arrêtées à la profondeur de 4 mètres à 4^m,40, faute de pompe pour épuiser l'eau. A cette profondeur, «la couche riche n'était pas atteinte, mais les échantillons donnaient de bons résultats». Je ne sais pas si ces travaux ont été repris; dans ce cas, il serait inutile d'explorer le pied de l'escarpement, car il appartient à la couche non reconstituable.

A 100^m plus au Sud se trouve un nouveau marais, analogue aux deux autres, puis deux grandes cannelures dans la falaise, donnant lieu à des cônes de déjections.

D'après ANDRADA, un des points exploités par lui, «l'emplacement de l'ancienne Adica», serait à $\frac{3}{4}$ de lieue au Sud de Fonte-da-Telha, tout en étant passablement au Nord de Mina-d'Ouro. Il y a probablement faute d'impression, il veut dire $\frac{1}{4}$ et non $\frac{3}{4}$? Personne n'a pu me renseigner sur le point dit Adica, cette désignation s'appliquant à toute la côte, jusqu'au Nord de la lagune.

Au Sud de Mina-d'Ouro, la plage est très étroite, à marée haute il y a à peine un passage au pied des falaises; le sable est très gros et fuit sous les pieds, probablement par suite du triage par le vent.

A environ 1000^m avant la fin de la falaise, se trouvent 3 grands cirques avec sources qui entraînent beaucoup d'alluvions s'étendant sur la plage, et d'autres sources de plus petites dimensions.

C'est cette partie de la plage qui se nomme Olhos d'Agoa (je m'en suis informé aussi bien près des habitants du Nord de la lagune que près de ceux du Sud); c'est donc un des points principaux des recherches d'ANDRADA. Il est clair qu'on ne peut exploiter à la main que dans les enfoncements de la falaise, lesquels sont toujours peu étendus.

Le lieu dit Malhada, exploité au Moyen-âge, n'est actuellement plus connu; c'est peut être Mulhado, qui se trouve entre Olhos-d'Agoa et la lagune.

Lagune d'Albufeira. Cette lagune, complètement fermée pendant l'été, est en communication avec la mer en hiver, pendant les tempêtes. Le passage de l'eau est bien reconnaissable; il est bordé de chaque côté par une terrasse de 1^m à 1^m,50 de hauteur, où l'eau ne pourrait pas arriver. Il semble que ces points devraient être exploitables.

La lagune en elle-même ne paraît plus recevoir actuellement d'alluvions provenant du Pliocène, les vallées qui y aboutissent étant couvertes de végétation.

Ces alluvions devaient être abondantes lorsqu'elles n'étaient pas séparées de la mer, dans laquelle on constate un fossé faisant suite à la lagune. La partie méridionale de la lagune se comble par le sable que le vent pousse de la plage.

Il serait bon de faire un sondage un peu au-dessous de l'embouchure des vallées d'Aianna et de celle du ruisseau das Donas, qui est vis-à-vis.

On m'affirme qu'il existe un plan coté du fond de la lagune, mais je n'ai pas pu faire de démarches pour le découvrir.

Un fait qui prouve en faveur de la richesse des sables profonds à l'embouchure de la lagune, est fourni par le volume de la haute dune qui garnit la falaise, et qui provient presque uniquement de ce point. Cette dune a plus de 40 km. de longueur, sur près d'un kilomètre de largeur ⁴.

Au Sud de la lagune, les falaises sont très basses et formées seulement par le sable à mouler; par contre, 3 grands ravins aboutissent à la plage de Valle-Grande ou Valle-de-Torrões, qui serait celle que ANDRADA désignait sous le nom de Cruzinha. Ces ravins sont ramifiés dans le Pliocène, et, malgré la végétation, doivent apporter d'abondants matériaux pendant les crues de l'hiver.

ANDRADA fit examiner cette plage par BARBOSA, puis l'examina lui-même: «7 batées de piçara donnaient 2 grains de bon or.... (0^{gr},10); ce point est excellent car il y a beaucoup d'eau courante,



Fig. 3. — Profil théorique de la formation de la côte actuelle.

n'aurait donc pas contribué à l'enrichissement des sables de l'étang d'Albufeira. (Juin 1914).

Les lignes pointillées montrent les profils successifs de la falaise et des dunes, et les lignes pleines, le profil actuel.

et sa dune est moins élevée que celles du reste de la côte». Je ne sais pas si l'on a réellement exploité cette plage.

Plage entre Trafaria et Fonte-da-Telha. On a vu par ce qui précède que les anciennes exploitations sont toujours parties du principe d'exploiter la couche reconstituable, mais si l'on prend en considération que, dans les parties où la plage atteint un kilomètre à 1 km. $\frac{1}{2}$ de largeur, chaque ligne parallèle à la plage actuelle a été à son tour ligne de plage, on admettra qu'il y a des chances pour que la couche aurifère se soit formée sur toute cette largeur, comme elle se forme actuellement dans la partie méridionale.

On peut objecter que la partie septentrionale de la péninsule, entre Trafaria et Almada, ne présente pas le Pliocène, mais ce Pliocène y a existé, et c'est précisément sa destruction qui a fourni les matériaux pour constituer cette grande bande de sables. Du reste, on ne doit pas oublier que les sables magnétiques sont abondants sur la rive nord du Tage, où le Pliocène manque aussi et qu'à la plage de S. Julião, on a extrait plus de quatre marcs d'or en 1825 ou 1826 (1^{kg}, 126).

Le profil suivant (fig. 4) montre la disposition schématique des sables entre Trafaria et Fonte-da-Telha.

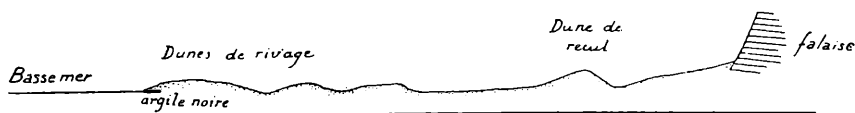


Fig. 4

Comme on le voit, il existe entre les dunes des parties basses qui sont à peu près au niveau de la haute mer ; généralement, la plus large de ces parties basses est entre les dunes de rivage et la dune de recul. Entre cette dernière et la falaise, le terrain est un peu plus élevé, par suite des détritits détachés de la falaise.

Toutes ces parties basses seraient favorables à l'extraction de la couche aurifère, à condition qu'on l'exploite au moyen d'excavateurs, car on n'arriverait pas à épuiser la nappe d'eau.

On n'a pas de données sur l'épaisseur des sables. Les puits situés sur une ligne parallèle à la falaise, à peu près à mi-chemin entre le village de Costa et la côte, ont une profondeur de 2^m,50 à 3^m, aussi bien au Nord qu'au Sud de Costa. Au milieu de l'avant-dernier groupe de maisons avant Foz-do-Rego, se trouve un puits de 1^m,50, dont 0^m,80 d'eau, tandis que l'eau est à 0^m,50 de la surface

du sol, ou même à fleur de terre, entre les deux derniers groupes de maisons avant Foz-do-Rego. Ces données ne seront réellement utilisables que lorsque l'altitude du sol sera fixée pour ces différents points. Il n'est du reste pas dit que ces puits s'arrêtent à proximité du banc d'argile.

De ce point jusqu'à Fonte-da-Telha, la plage se rétrécit de plus en plus ; il y aurait lieu de reconnaître, sur un ou deux points, la profondeur à laquelle se trouve la couche marine non reconstituable. Cette plage a été parcourue par BARBOSA, qui a jugé inutile de faire des essais, le pied de la falaise étant trop ensablé pour le mode d'exploitation alors en usage.

V. — Recherches à exécuter

Broyage. — Ce n'est que par un essai que l'on pourra savoir si la teneur des quartzites est assez forte pour payer les frais du broyage, ce qui me paraît fort peu probable.

Couches géologiques en place. — Essayer la teneur de la partie supérieure des sables à mouler et de différentes assises du Pliocène, en se basant sur la différence pétrographique.

Ces essais montreront : 1^o si ces strates sont exploitables, 2^o quelles sont celles qui devront être attaquées pour accroître la production de l'or dans la couche marine reconstituable.

On pourrait profiter de la présence d'un laveur pour fixer la teneur des graviers du Crétacé.

Torrents. — Essayer si le cône de déjections du Rego contient des lits assez riches pour être exploités. Le mieux serait de faire une fouille à ciel ouvert, pour bien examiner la composition des différentes couches.

Couches marines. — Un point essentiel est de se rendre parfaitement compte de la nature pétrographique de la couche riche (piçara), exploitée au commencement du siècle, et de la couche d'argile sur laquelle elle repose. Dans ce but, je conseillerais une fouille à ciel ouvert dans les environs de Mina-d'Ouro, en choisissant une place où la couche ait pu se reconstituer.

Dans le cas où la couche d'argile serait une couche récente et non une couche géologique, il conviendrait de forer pour en fixer l'épaisseur et savoir si elle repose sur d'autres couches aurifères.

La nature de la couche aurifère et de l'argile sous-jacente bien connue, on pourra procéder à une série de sondages, ayant pour but

de constater leur présence et de fixer leur profondeur 1° dans la zone étroite où elle existe certainement, 2° dans la partie large de la plage, principalement aux environs du Rego, 3° à la plage d'Albufeira, 4° dans la lagune d'Albufeira.

Les sondages dans la partie large de la plage devront être accompagnés d'un nivellement pour fixer la surface de la couche d'argile et la hauteur de l'eau.

Lisbonne, 9 Juin 1892.

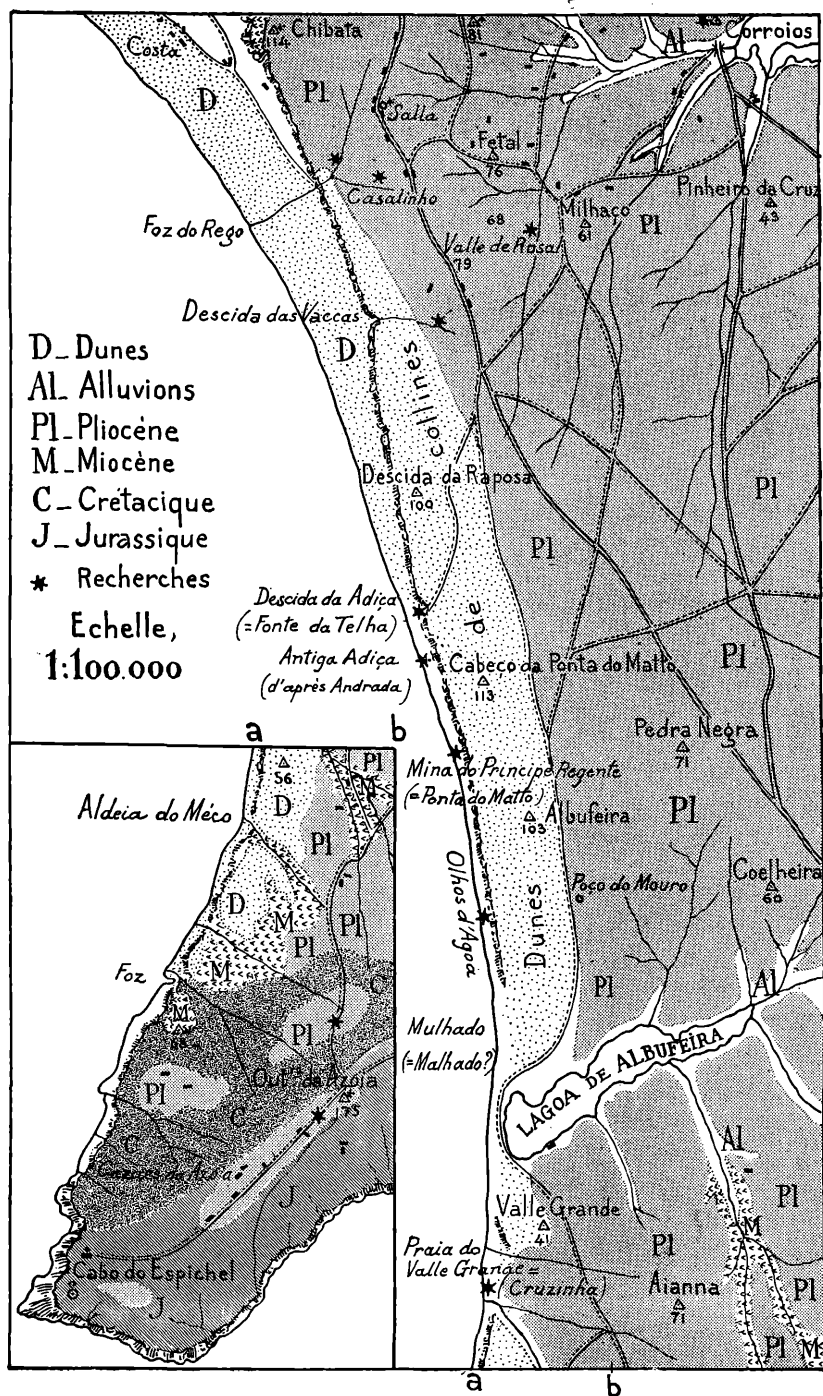


Fig. 5.

Este Livro ha de servir de protocollo da Real mina do
ouro Principe Regente; e contem 390 folhas; q. serão rubricadas
pelo Contador Fiscal, para o q. lhe dou commissão, e todos os po-
deres necessarios. Lisboa 30 de Junho de 1814.
D. José Bonifacio de Andrada e Silva

Fig. 6. — Fac-similé du paraphe de JOSÉ BONIFACIO DE ANDRADA en tête du registre des mines royales d'Adiça.

2. — GISEMENTS DE FER DANS LE TRIASIQUE ET DANS LES SCHISTES PALÉOZOÏQUES DES RÉGIONS DE LIAS ET D'ALVAYAZERE ¹

A. — Composition du sol

Les terrains qui forment la contrée sont, de bas en haut :

Archaïque. — Complexe de schistes micacés ou argileux, de gneiss et de quartzites. Sur quelques points du pays, ce complexe contient des masses de calcaire qui n'apparaissent pas à la surface du sol dans la région qui nous occupe, mais il n'est pas impossible qu'il en existe souterrainement.

Cambrique. — Schistes alternant avec des grès compacts. Le calcaire y est généralement moins fréquent que dans l'Archaïque.

Silurique. — Schistes plus ou moins argileux, avec filons de quartz.

Les schistes de ces trois systèmes sont en général redressés jusqu'à la verticale, et traversés par des filons de roches éruptives, peu fréquents.

Les filons de minerai de fer sont encore plus rares, sauf sur quelques points restreints, où ils sont au contraire très nombreux.

Triasique et Infralias. — Conglomérats, grès à grain plus ou moins fin et à pâte plus ou moins résistante, avec quelques bancs de calcaire dolomitique. Son âge est fixé par la présence de fossiles ; il y a donc une grande lacune entre le Paléozoïque et le Triasique.

Ce massif arénacé est recouvert par des calcaires dolomitiques puissants, appartenant au Lias, et auxquels succèdent des calcaires non dolomitiques appartenant au Jurassique moyen.

¹ Le fer du Triasique, qui était exploité pour le compte du gouvernement au XVIII^e siècle et au commencement du XIX^e pour l'alimentation du haut-fourneau de Foz-d'Alge, a ensuite été oublié, si bien qu'il n'en est question ni dans le Catalogue de la section des mines de l'exposition de 1888, ni dans la notice sur les mines de fer du Portugal par J. P. GOMES (1910).

En 1902, j'ai passé deux jours à visiter rapidement les gisements manifestés par M. M. PEREIRA, Dr. von BONHORST et Dr. KLEIN, qui ont bien voulu m'autoriser à publier ce rapport. Je crois utile de rappeler l'existence de ces gisements, quoique leur richesse ne puisse être établie que par une étude beaucoup plus prolongée.

Le Triasique s'est déposé sur un membre quelconque des terrains anciens précités, après leur dislocation, et a en outre subi des dislocations conjointement avec ces derniers, ce que l'on peut constater par de nombreux pointements d'Archaïque au-milieu du Triasique.

Il reste à mentionner quelques recouvrements superficiels, produits par le remaniement des roches précitées.

Ces gisements de fer forment deux groupes distincts. L'un se rattachant aux gîtes filoniens est presque uniquement contenu dans les schistes paléozoïques, tandis que l'autre forme des strates dans le Triasique.

B. — Groupe de Valle (San-Marcos)

1. Venda-da-Serra. — Au bord de la route, entre les deux groupes de maisons, se trouve un ancien fossé de 20 mètres de long sur 4 de large et 1 de profondeur, creusé dans les schistes cambriques plongeant sous un angle de 85° . On dit que l'on en a extrait du minerai, mais la végétation empêche d'en observer les parois. Par contre, de nombreux débris de minerai se trouvent auprès du fossé, et à une dizaine de mètres plus loin, un petit fossé laisse voir de l'hématite en place.

2. Castelhana. — A 200 mètres d'Amial, on creusait un fossé de recherches dans les schistes micacés. Le 10 mai, il avait $3^{\text{m}},60$ de profondeur du côté de l'aval et $1^{\text{m}},50$ à $1^{\text{m}},90$ de largeur. On voyait 4 masses de minerai sur une longueur totale de 7^{m} , les deux masses de l'extrémité de droite se réunissant sur l'autre face du fossé. Ces masses sont en partie parallèles aux strates, en partie perpendiculaires.

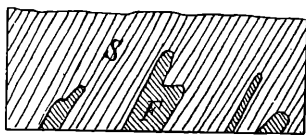


Fig. 7.

Le tas de minerai extrait du fossé a une forte action sur la boussole.

Ce fossé est situé entre les manifestes de Venda-da-Serra et de Castelhana, mais, d'après les règlements, les limites de ces deux manifestes sont trop rapprochées pour que l'on puisse prendre une concession entre les deux.

Les tranchées de la nouvelle route au N.W. d'Amial montrent des amas de fer, sur deux points distants d'environ 300 mètres. Le plus méridional, qui sert de point initial au manifeste, est dans les

schistes cambriques, au contact des grès triasiques ; il a une longueur de 6 mètres.

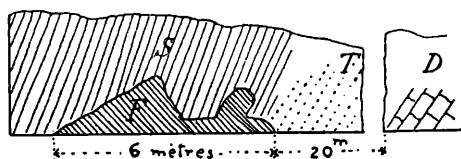


Fig. 8. — Tranchée de la route, gisement méridional.

S, schistes cambriques
D, dolomies.

T, grès triasiques
F, minéral.

3. Figueirinha. — Immédiatement à l'Ouest des maisons de San-Marcos, les schistes cambriques, relevés de 65° à 90°, montrent quatre filons de minéral sur une distance de 18 mètres. Leur épaisseur varie de 0^m,40 à 1^m,20.

A côté, on voit une ancienne galerie, et un jardin, dans lequel je n'ai pas pu entrer, présente, m'a-t-on dit, des amas de scories.

Quarante mètres plus loin apparaît une nouvelle masse de minéral, de 3^m de large, et on en aperçoit une autre sous le mur de la maison.

En suivant le contact du Cambrique et du Triasique jusqu'au lieu dit Figueirinha, à environ 300 mètres de San-Marcos, on trouve un ravin dans les schistes cambriques. On y voit un filon d'hématite de un mètre de large, que 10 mètres de schistes séparent d'un autre filon, ayant au moins 10 mètres de large.

4. Corte-da-Pedra. — A environ 200 mètres de Valle, le conglomérat triasique est empâté par du minéral, formant une croûte que l'on peut suivre sur une grande longueur au-dessus des schistes paléozoïques. Il n'y a pas de coupes permettant l'observation en profondeur.

Déductions. — Les gîtes de ce groupe se trouvent dans les schistes anciens, vers leur contact avec le Triasique qui, sur un point, présente aussi du fer. Ils sont en partie parallèles aux strates et en partie transversaux, ce qui peut surtout être constaté dans les petits filons qui coupent les schistes dans les tranchées de la route.

Le minéral est de bonne qualité, hématite brune, hématite rouge et fer magnétique (?).

En outre des masses mentionnées, on peut constater de nombreux filons de faibles dimensions sur tout le pourtour de cette petite région, de 1500 mètres de large sur 2000 de long.

Il semble donc que l'on est en présence d'un chapeau de fer annonçant une masse importante en profondeur, soit qu'elle contourne le bassin triasique, soit qu'elle s'étende sous toute la vallée, ce qui paraît le plus probable. Ce n'est que la sonde qui pourrait résoudre le problème.

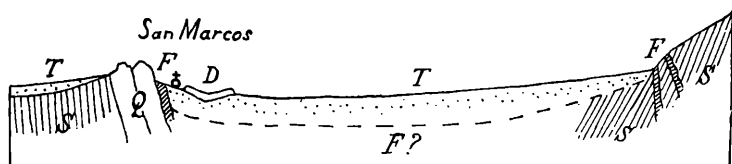


Fig. 9

Nous remarquerons, en outre, que la carte indique des manifestes à Ferrara et Valle-da-Carreira, qui se trouvent aussi au contact des schistes et du Triasique, sur la continuation de la ligne que forment les manifestes de Venda-da-Serra et de Corte-da-Pedra.

C. — Groupe septentrional

Le groupe septentrional s'étend entre Tojal au Sud et Pousa-Flores au Nord. Je n'ai pas visité la totalité des points manifestés, mais, comme il s'agit de couches stratifiées, on peut juger par analogie, et il est inutile d'exposer le détail des observations faites sur chaque gisement.

A Barrancos (5) et à Mosqueiros (6), on peut visiter d'anciennes galeries d'exploitation qui permettent de constater qu'il s'agit de minerai stratifié, mais étant en partie éboulées, on ne peut pénétrer qu'à quelques mètres de l'entrée.

Les piliers de 1^m,50 et 1^m,90 de hauteur montrent la puissance de la couche exploitée, qui varie de 0^m,60 à 1^m,90. Il est probable qu'elle était encore plus puissante, car c'est au fond que l'on peut voir ce maximum.

C'est une roche à gros grains, avec nombreux rognons d'hématite fibreuse, ayant une action sur la boussole. Ces mines étaient exploitées au commencement du XIX^e siècle (1808) pour le compte du gouvernement, sous la direction du baron d'Eschwege, bien connu par ses publications sur les mines, la minéralogie et la géologie du Portugal et du Brésil.

Comme il a assisté à l'exploitation, tandis que nous ne voyons à peu près que la surface du sol, je ne puis mieux faire que de tra-

duire ce qu'il en dit ¹, tout en faisant remarquer qu'il donnait par erreur le nom de Permique au Triasique, ce qui n'a rien de surprenant, vu l'absence de fossiles. «..... on a devant soi le «Roth Todtliegende», caractérisé par sa couleur rouge et qui mérite d'être mentionné tout spécialement à cause de ses grands gisements, riches en hématite rouge, compacte, que l'on traite dans les fourneaux de Figueiró. Le Todtliegende recouvre directement les schistes de transition et ses composants sont d'autant plus grossiers qu'ils sont plus près de la surface, mais, dans le voisinage des gisements de fer, la grosseur du grain diminue jusqu'à un grain fin, et la quantité de fer augmente peu à peu jusqu'à la meilleure hématite rouge, compacte, de 30 à 60 pour cent, le plus riche étant un «Glaskopf», qui, dans de petites géodes, contient beaucoup d'hématite brune, cristallisée en aiguilles. Ce minerai se prête donc parfaitement à la fabrication de l'acier».

A l'ancienne mine de Barrancos, j'ai été surpris du peu de déblais, malgré les grandes dimensions que paraît avoir eues la galerie, ce qui prouve que toute l'épaisseur était utilisée.

Le toit des anciennes mines est formé par un grès plus fin et moins ferrugineux, et la couche ne semble pas être à plus de 50 mètres de la base du Trias. Son plongement n'est en général que de 6 à 10 degrés.

Les gisements de Ribeira-do-Almeida, Valle-do-Alcaide et Tornado, appartiennent à la même couche.

Celui de Carvalhal-de-Possos (11) est aussi au même niveau, quoique formé par un conglomérat au lieu de grès fins. Il est visible sur plusieurs points qui faisaient probablement partie d'une même strate.

Je n'en dirai pas autant de celui de Valle-de-Pinheiros (12) situé sur un dos étroit, et qui semble ne pas avoir de continuité latéralement. Il est aussi formé par des conglomérats, les cailloux calcaires ayant été transformés en hématite.

Le gisement de Horta-do-Valle (10), près Alvayazêre, me semble être situé plus haut dans le Trias que les précédents, mais il est stratifié comme ceux de Mosqueiros et Barrancos, son toit est aussi

¹ ESCHWEGE (W. C. von) *Nachrichten aus Portugal und dessen Colonien, mineralogischen und bergmännischen Inhaltes.* (Avec notes de Zincken). Braunschweig 1820, in-8., 274 p., 1 pl.

formé par un grès ferrugineux à grains fins, plus puissant peut être que dans les mines précitées.

La couche de minerai est visible sur une distance approximative de 500 mètres, dans un chemin creux, mais aucune excavation ne permet de juger de son épaisseur. Elle est formée par un conglomérat et paraît fort riche, tant par la gangue que par les rognons d'hématite fibreuse.

D'après leur position géographique, les gisements de Asseceira et de Farroeiria doivent en former la continuation.

Le dernier gisement que j'ai visité est celui de Lapa-da-Barcaria, situé près de Tojal; c'est le plus méridional des gisements du Trias. Il est aussi en couche stratifiée.

On y voit d'anciennes entrées de mines, de chaque côté du ravin; elles sont faites d'après le même système que celles de Mosqueiros et de Barrancos, mais sont en partie comblées, de sorte que l'on ne peut pas mesurer la hauteur de la couche exploitée. Cette dernière se rattache aux conglomérats, tout en présentant les mêmes caractères généraux que les précédentes, sauf que le toit est aussi formé par un conglomérat.

Dans le fond de la vallée, on voit une assez grande quantité de scories prouvant que le minerai était traité sur place.

Résumé sur les gisements triasiques

Il existe dans le Trias inférieur une couche de minerai formée par de l'hématite, atteignant une épaisseur constatée de 1^m,90, d'une teneur industrielle de 30 à 60 %. Elle est en général à grain fin, mais, sur quelques points, elle prend la forme de conglomérats. D'autres gisements, situés dans le voisinage des dolomies liasiques, sont probablement dans le Trias supérieur, quoiqu'ils se présentent dans les mêmes conditions. Cette couche supérieure peut exister sur d'autres points, conjointement à la couche inférieure.

L'inclinaison des strates est faible et les ravins profonds, qui coupent la contrée, permettent d'attaquer la couche sur de nombreux points.

Autant que j'ai pu en juger, les anciennes exploitations n'ont fait disparaître qu'une faible partie du minerai disponible.