

NOTES

SUR LES

ALLUVIONS AURIFÈRES DE GRENADE (ESPAGNE)

PAR

Alex. J. Bourdariat.

Ayant eu l'occasion d'étudier les alluvions aurifères de Grenade en 1891-92, nous avons cru intéressant de résumer en une note succincte le résultat de quelques-unes de nos observations, faites durant le cours des travaux préliminaires d'exploitation.

Les terrains aurifères de Grenade ont été très anciennement connus. Durant la période romaine on exploita activement les mines de la Galicie, des Asturies, et particulièrement celles de la Bétique, où l'on trouve encore de nombreux vestiges de cette époque. Les Arabes les travaillèrent également, mais d'une façon moins suivie. Après la prise de Grenade, en 1492, l'exploitation de ces alluvions resta stationnaire bien que plusieurs concessions eussent été octroyées jusqu'en 1643. Depuis, sauf de rares exceptions, il n'y eut plus que les tentatives isolées des orpailleurs.

Les alluvions aurifères de Grenade se présentent sous forme de collines sur les rives du Darro et du Genil. Elles s'étendent en longueur depuis l'est de Cénés jusqu'au pied de Grenade, en prenant le nom de *Cerro del Sol*, de l'*Alhambra*, et de l'*Albaicin*. Leur largeur augmente progressivement en s'éloignant de Cénés. Un peu à l'ouest de ce village, elles franchissent le Genil, se prolongent vers Hueter et forment les collines du même nom. La profonde vallée d'érosion du Genil, en séparant nettement les élévations du *Cerro del Sol* de celles de *Hueter*, a taillé dans celles-ci, vis-à-vis de La Lancha, une

immense coupe d'un accès difficile, qui montre des couches d'alluvions diversement colorées du rougeâtre au jaunâtre et surmontées d'une petite couche blanchâtre, non aurifère, contenant des traces d'argent. Cette dernière couche occupe une aire peu étendue, elle ne paraît que près des parties très profondément ravonnées, à l'est du *cerro*, *haza de las Macucas* et dans le voisinage du *camino de los Neveros*.

On n'est pas complètement d'accord sur l'âge de ces alluvions. Quelques-uns les rattachent au Tortonien, d'autres au Pleistocène. Quant à nous, bien qu'il n'y ait rien de précis à cet égard, certains indices nous porteraient à leur attribuer une origine Pliocène supérieur.

Ces terrains sont composés de couches épaisses de graviers, stratifiées par de nombreux lits d'argile diversement colorée, et par des sables et des cailloux roulés de toutes grosseurs atteignant quelquefois un volume de plus d'un mètre cube. Parmi ces débris dominant surtout les micaschistes, les schistes très grenatifères, les quartzites et les quartz blancs et colorés. On y trouve aussi des roches basiques, serpentines et amphibole, ainsi que quelques rares cailloux d'un calcaire cristallin. Tous ces éléments détritiques proviendraient, d'après M. Guillemin-Tarayre, du cirque d'effondrement du *barranco San Juan*, dans la Sierra Nevada (1).

Beaucoup de ces roches sont aurifères, et particulièrement les mica-schistes dont l'or paraît provenir d'une source acide. Dans les quartz, la teneur en métal précieux augmente avec la coloration ; la serpentine en contient des traces.

On observe ci, très irrégulièrement disséminée sur la surface, une terre rouge ferro-alumineuse, analogue à celle des districts miniers de Peñafior. Elle se compose en grande partie d'une argile renfermant de petits rognons de limonite et des matériaux de transport. On trouve aussi cette argile en couches compactes dans les alluvions, où elle est difficile à abattre ; exposée à l'air, elle s'effrite alors rapidement.

Cette terre rouge de la surface était recherchée des anciens qui l'ont toujours exploitée quand elle s'offrait sur une épaisseur suffisante, comme au *cerro del Almendro*. Mais elle ne fait pas actuellement l'objet d'une exploitation spéciale : elle n'est pas assez abondante et son traitement est trop difficile. Sa nature essentiellement argileuse, ainsi que la présence d'une infinité de petites lamelles de mica rendent le lavage très long.

L'abondance de ce mica impalpable est telle que, durant le lavage, il

(1) GUILLEMIN-TARAYRE, *Constitution minéralogique de la Sierra Nevada de Grenade*. (Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, 11 mai 1885.)

donne à l'eau une apparence satinée et chatoyante. Peu à peu ces petites lamelles se déposent dans le fond des appareils de débouillage, en formant une sorte de feutre qui arrête le fonctionnement des grilles. D'après une analyse sommaire, ce serait un mica potassique hydraté, se rapprochant de la sérécite comme composition.

Nous partageons complètement l'opinion de M. Salvador Calderon (1) quant à l'origine de l'argile contenue dans ces terres rouges très communes à Grenade et dans la sierra de Peñaflor, qu'il attribue à l'*altération*.

Personnellement, nous croyons que cette argile provient plutôt d'une altération des micaschistes et serpentines de la Sierra Nevada, que d'émissions hydrothermales qui se seraient produites entre l'Éocène et l'Oligocène. L'abondance considérable du mica dans ces argiles, et la présence de l'or, généralement à l'état de combinaison comme dans les micaschistes du *barranco San Juan*, démontrent qu'elles sont le produit de l'altération des roches précédentes.

La propriété aurifère se manifeste d'une façon plus ou moins intense dans toute l'épaisseur des alluvions. Très faible près de la surface, elle s'accroît en profondeur ainsi que dans les couches de graviers et de sables siliceux légèrement colorés. Les nappes d'argile sont plutôt argentifères, mais dans une faible proportion.

La teneur des terres déblayées en 1891-92, pour préparer les niveaux d'attaques, variait de quelques centimes à 1 fr. 50 au mètre cube. Cette faible teneur était dépassée, dans certains *barrancos* (*barrancos del Oro, Termino*, etc.) par suite d'une concentration naturelle, et dans quelques couches, comme par exemple celle reproduite dans la coupe ci-jointe, — couche de sable à 95 mètres de l'entrée du tunnel. — Le maximum se trouve dans la partie inférieure du dépôt que l'on n'avait pas encore atteinte au moment de notre départ. La richesse de l'ancienne mine du *Zapatero*, située à ce niveau, est restée légendaire.

Quand il s'agit d'alluvions, il est toujours difficile de déterminer une teneur moyenne d'après quelques analyses seulement. Cette difficulté est due à la répartition inégale de l'or et à son extrême état de division, qui rendent impossible une prise d'échantillon rigoureusement moyen. Dans les *prospections* ou recherches préliminaires, les lavages sur de grandes quantités, soigneusement recueillies et mesurées, peuvent seuls donner une idée de la valeur d'un gisement. Ces prises d'échantillons sont levées aussi fréquemment que l'exigent la nature et l'étien-

(1) SALVADOR CALDERON, *La Sierra de Peñaflor (Sevilla) y sus yacimientos auríferos*. (Anal. de la Soc. esp. de Hist. nat., tomo XV, 1886, p. 147.)

due des alluvions. On les lave généralement au *sluice* et au *berceau*, dans les *prospections* rapides on emploie la *batée*, malgré son rendement inférieur. Maniée par des mains exercées la *batée* donne cependant des indications très précieuses.

Comme on le sait, le principe de tous ces appareils de lavage repose sur le classement mécanique. Durant l'opération, les matériaux des terres lavées se classent par ordre de densité. Les parties légères et stériles sont graduellement rejetées, tandis que l'or et les minéraux très lourds sont retenus dans le fond des appareils, où ils forment un sable concentré noir. L'or libre est ensuite isolé des *concentrés*. Ceux-ci peuvent contenir une quantité d'or combiné égale à l'or libre, ils sont alors conservés pour être analysés et traités par les procédés ordinaires.

Les résidus concentrés du lavage se composent ici d'un sable noir magnétique avec fer titané. Nous y avons aussi observé quelquefois des traces de cinabre. A l'examen on y découvre encore d'autres minéraux parmi lesquels le quartz, le mica, le plagioclase, la hornblende, le peridote, l'andalousite et de très nombreux grenats appartenant aux variétés calcaro-ferreuses et alumineuses. Les sulfures y sont très rares; les tellurures abondent au contraire et rendent difficile le traitement de l'or combiné.

On considère généralement la présence du sable noir dans les résidus des lavages comme un indice favorable. Nous avons souvent constaté le contraire à Grenade. Il faut ajouter que la majeure partie de nos essais ont été faits sur des terrains de surface et d'anciens *tailings*, les seuls lavés alors à La Lancha. Il est à présumer qu'en profondeur ces alluvions suivent la règle commune.

Dans les alluvions aurifères de Grenade, l'or se présente en petites paillettes aplaties, à contours irréguliers, d'une belle couleur jaune foncée, au titre de 990 à 993 millièmes. Il est allié à des quantités variables d'argent et à des traces de rhodium et de platine. Les paillettes des terrains de surface sont très petites, leur dimension augmente avec la profondeur, ainsi que dans certains *barrancos*. Les alluvions contiennent aussi de l'or en poudre, *flourgold*, si impalpable, qu'il flotte sur les eaux de lavage et s'échappe avec elles sans pouvoir être recueilli.

Les paillettes de *Hueter* sont plus grosses que celles des alluvions de la rive droite du Genil, on y rencontre souvent de petites pépites, — *barranco de Doña Juana*. — Cette abondance de l'or se manifeste même à la surface, tandis qu'au *Cerro del Sol* les couches supérieures sont pauvres et que la teneur n'augmente qu'à une certaine profondeur. Si l'on tient compte que l'épaisseur des alluvions de *Hueter* est

inférieure à celle du *Cerro del Sol*, on doit attribuer cette augmentation de teneur à une dénudation plus profonde, qui aurait enrichi certaines poches et certains talwegs comme celui du *barranco* actuel de *Doña Juana*. Ce qui confirmerait cette opinion, c'est que l'enrichissement n'est pas uniforme, mais qu'il est localisé dans des directions correspondant presque toujours avec d'anciens talwegs. La valeur des alluvions de *Huetor* ne pourrait donc être regardée par ce seul fait, comme supérieure à celle du *Cerro del Sol*.

Du reste, les efforts des anciens exploitants de diverses époques se sont concentrés sur le *Cerro del Sol*. Leur activité est surabondamment prouvée par l'immense vide de l'*Hoyo de la Campana* que leur exploitation a laissé dans le *Cerro* près de La Lancha. On estime à plusieurs millions le nombre de mètres cubes enlevés sur ce seul point. Partout on retrouve des vestiges irrécusables du passage des anciens. Le *Cerro* entier est sillonné de tunnels, de puits et de canaux qui amenaient de très loin l'eau nécessaire à l'exploitation.

Les grands travaux de déblaiement du cirque de l'*Hoyo de la Campana*, qui avait été peu à peu comblé par des éboulements, firent successivement découvrir, pendant notre séjour, les canaux de lavage des Arabes, et ensuite ceux de l'époque romaine. Ces derniers, très larges et très solidement construits à l'aide de gros blocs, étaient intacts. — L'exploitation se faisait alors simplement à l'eau courante. On faisait arriver l'eau par un canal débouchant le plus haut possible au-dessus de l'exploitation. De là elle était dirigée sur les points choisis.

Peu à peu le courant désagrégeait et emportait les terres et les graviers. Il était ensuite recueilli dans les canaux de lavage où l'or se déposait. Quant aux grosses pierres que le courant n'avait pas entraînées, on les enlevait à la main.

C'est ce procédé légèrement modifié que l'on employait encore jusqu'à 1852. Depuis, les moyens d'action autrement puissants de la *méthode hydraulique*, se sont substitués à cette exploitation primitive. Avec cette méthode continuellement améliorée en Californie, on obtient un rendement énorme, tout en réduisant la main-d'œuvre à sa plus simple expression. Elle n'est malheureusement pas d'une application générale. On ne peut l'employer que dans les alluvions des hautes vallées où la pente est assez grande pour donner de la pression, et permettre l'évacuation rapide des débris; naturellement cette dernière condition est difficile à réaliser dans des régions cultivées.

L'exploitation des alluvions de Grenade était fondée sur ce type, avec une usine de broyage et d'amalgamation pour les graviers aurifères et

les résidus du lavage. Il sera intéressant de donner ici un aperçu de cette exploitation, d'autant plus qu'elle était peut-être l'unique en Europe installée d'après la méthode californienne.

L'élément le plus important d'une exploitation de ce genre, l'eau, était fournie par plusieurs canaux dont un seul était alors en usage. Ce canal amenait les eaux de l'*Aguas-Blancas*, sur un trajet de 16 kilomètres dont 6 kil. 5 en tunnels. Près du petit village de Dudar il franchissait une profonde vallée au moyen d'un siphon en tôle d'acier de 0^m.65 de diamètre et de 800 mètres de longueur. La concession d'eau pour ce canal était de 1900 litres à la seconde, pouvant suffire largement à une grande exploitation. Il débouchait par un tunnel dans un bassin situé sur les flancs supérieurs de l'*Hoyo de la Campana*.

Du bassin, partait une puissante tuyauterie en tôle, qui amenait les eaux dans les différents niveaux d'attaque jusqu'à l'usine où la pression atteignait environ 16 atmosphères. La conduite se maintenait autant que possible en ligne droite. De celle-ci se détachaient des conduits secondaires qui aboutissaient dans les chantiers d'attaque.

Dans chaque chantier se trouvaient en activité, un *géant*, — sorte d'ajutage mobile monté sur affût, qui lance un jet puissant contre le front d'attaque, — et des hydrolances d'un système particulier dû à M. Guillemin-Tarayre. Il est difficile de dépeindre la puissance de ces jets énormes, qui, dirigés par un homme seulement, détruisent tout sur leur passage. Ils commencent à percer un trou dont les bords se désagrègent peu à peu, et bientôt ce trou s'agrandit au point que, la base venant à manquer, une grosse tranche d'alluvion s'abat avec fracas. Le jet s'attaque ensuite à la partie éboulée qu'il fouille en faisant rejaillir l'eau et les graviers de toutes parts. En quelques minutes tout est emporté par la puissance du courant, boue, sables, graviers et grosses pierres. — De cet amas d'alluvion abattue, il ne reste plus que quelques gros blocs, que l'on place sur des wagonnets au moyen d'une grue, pour être jetés dans les barrancos de décharge.

Le torrent d'eau et de boue était recueilli dans des canaux de lavage d'une grande longueur, garnis de *rifles* en fer, et suffisamment inclinés dans la première partie de leur parcours pour permettre au courant d'emporter les grosses pierres. Là s'opérait un travail de classement et de concentration. L'or, par suite de sa densité, se déposait dans le fond des canaux, où il était retenu entre les interstices des *rifles*, pendant que les matériaux plus légers, ainsi que les pierres et les graviers, continuaient leur course en avant.

Le précieux métal se déposait en pépites de plus en plus petites, à mesure qu'il s'éloignait de la tête des canaux. Quant à l'or en fine pous-

sière, appelé aussi en Amérique *floating gold*, il était emporté et par conséquent perdu. Dans beaucoup d'exploitations on ajoute du mercure dans les sections supérieures des canaux, afin de diminuer la perte de l'or.

De distance en distance on avait ménagé des chutes sur le parcours des canaux. Le courant tombait alors dans le canal inférieur en traversant une grille dont l'écartement diminuait progressivement dans les chutes suivantes. Il abandonnait ainsi graduellement les grosses pierres, les cailloux, les graviers et le sable grossier. De sorte qu'au débouché du canal il ne restait plus qu'un courant d'eau boueuse, que l'on achevait de clarifier dans des bassins fréquemment nettoyés.

Les matériaux rejetés par les grilles quand ils n'étaient pas culbutés dans les *barrancos*, étaient transportés à l'usine où on les traitait si leur teneur était suffisante.

Les *rifles* étaient fréquemment levés pour permettre la récolte des sables concentrés très aurifères. Cette opération n'arrêtait pas le lavage, grâce à un canal auxiliaire dans lequel on faisait passer le courant. L'or libre était séparé des *concentrés* par un lavage dans des appareils spéciaux et les résidus étaient traités à l'usine.

Cette digression, qu'il était difficile d'éviter dans une notice sur des alluvions aurifères, donnera une idée des frais énormes qu'entraîne la méthode hydraulique, installée généralement dans des régions très accidentées, et où les canaux d'amenée d'eau ne peuvent s'établir qu'à l'aide de nombreux travaux d'art. Mais ces frais sont largement compensés par les avantages d'une méthode qui permet de traiter avec profit des terrains inexploitablement par tout autre procédé.

La coupe ci-jointe rendra plus sensible la disposition des couches d'alluvions du versant sud du *Cerro del Sol*.

EXPLICATION DE LA COUPE

PAR LE TUNNEL DE LA CUESTA

FIG. I. — Coupe longitudinale du tunnel, dont la longueur atteignait alors 128 mètres. — L'entrée, située sur le versant sud du *Cerro del Sol*, est précédée par une tranchée de quelques mètres. — Le tunnel croise près de l'entrée une ancienne descenderie.

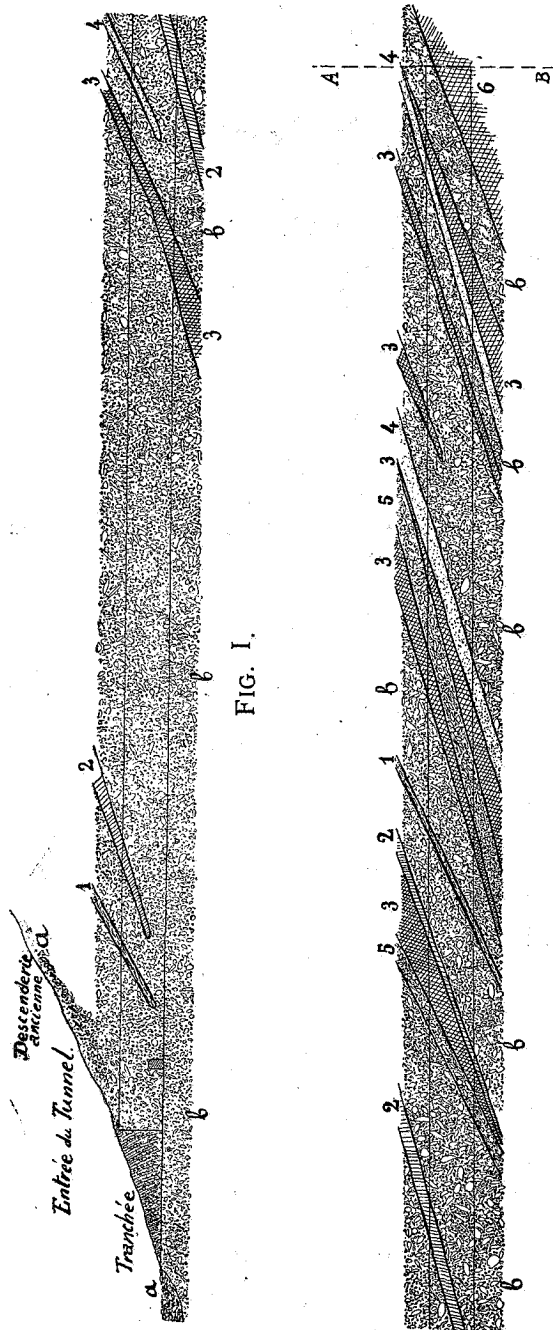


FIG. I.

FIG. I (suite).

Echelle $\frac{1}{400}$

- a) Terre rougeâtre de la surface.
 b) Graviers légèrement colorés, avec débris de toutes dimensions.
1. Couche de sable argileux peu coloré ;
 2. Sable micacisteux gris ;
 3. Argile rouge compacte, sans stratification

4. Sable siliceux à grains fins et irréguliers ;
5. Couche de graviers argileux ;
6. Couche épaisse d'argile verdâtre, parsemée de taches et de petits nodules de limonite.

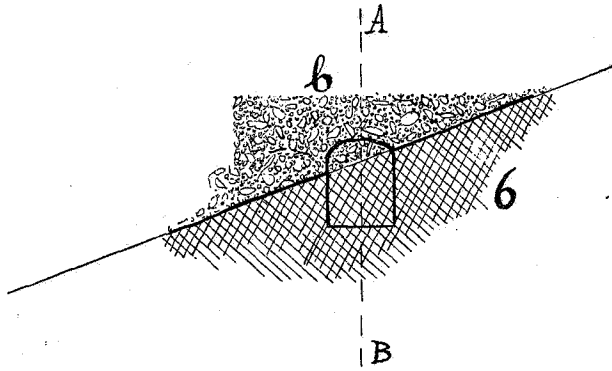


FIG. II. — Coupe transversale par le front de taille. Elle montre la couche d'argile verdâtre plongeant vers l'ouest sous un angle de 20° . — L'épaisseur de cette couche était alors indéterminée, les travaux d'avancement ayant été suspendus à ce point.

Nota. — Dans la figure 1, le point que désigne l'expression *Descenderie ancienne* se rapporte au figuré rectangulaire qui se trouve, en projection verticale, à un centimètre sous la dernière lettre de l'indication : *Entrée du Tunnel*.

