

# ÉTUDE ET ANALYSE

## D'UNE ROCHE TROUVÉE À KARNAK

(1903-1905)

PAR

M. HIPPOLYTE DUCROS.

### I

Pendant les dernières fouilles exécutées à Karnak en 1903-1905 par M. Legrain, on trouva dans la cachette, entre la salle hypostyle du grand temple d'Amon et le VII<sup>e</sup> pylône, divers fragments d'une pierre incrustée d'une matière verte d'apparence cristalline.

Tous ces fragments semblaient par leur structure et leur composition faire partie d'une seule et même roche.

Cette incrustation était-elle due à un dépôt provenant de la décomposition par les eaux d'infiltration des nombreux bronzes qui avaient été trouvés dans le même périmètre mais beaucoup plus loin (environ une quinzaine de mètres au delà), ou bien n'était-ce qu'un amas naturel de sels minéraux?

Je me décidai à en chercher la composition chimique.

Les échantillons qui m'ont été remis pour être soumis à l'analyse proviennent d'une roche archéenne et offrent tout l'aspect d'un fragment grossièrement feuilleté d'un schiste micacé.

De couleur gris clair, la pierre présente par endroits des portions rouillées, imitant parfois des veines; elle est mouchetée de points bruns et noirs. Dans certains échantillons on voit des taches jaunes qui donnent à l'ensemble de ces incrustations salines une couleur jaune verdâtre sale. Examiné de près, ce sel ne présente aucune structure cristalline; il est amorphe de couleur variant du vert bleuâtre au vert foncé, et par endroits il a pris une teinte nacré et blanche due très probablement à une action de déshydratation. Il imprègne presque toute la masse de la pierre bien que cependant il se trouve de préférence aggloméré sous forme de couches minces, de teinte plus foncée.

Certaines parties de cette roche résistent à l'ongle; d'autres sont rayées par l'acier, d'autres rayent le verre. Compacte en général, cette pierre présente parfois un toucher légèrement onctueux.

Tous ces débris, trouvés épars çà et là à diverses profondeurs mêlés aux statues dans la cachette, présentent le même aspect de composition et semblent provenir d'un même gîte minier.

Quelle peut être l'origine de cette pierre? d'où a-t-elle pu être extraite? comment expliquer sa présence au temple de Karnak? Voilà autant de questions que nous chercherons à résoudre.

Tout d'abord, à n'en juger que par l'emplacement où furent trouvés ces fragments et par les matières terreuses auxquelles ils étaient mêlés et qui ont été enlevées en même temps qu'eux, nul doute que ce ne soit un dépôt remontant à l'antiquité.

Cette roche en outre n'appartient ni au sol de Karnak ni aux montagnes de Thèbes; les terrains de la région sont des terrains d'alluvions, et les montagnes sont calcaires. D'autre part, la structure schisteuse et micacée de notre échantillon indique suffisamment qu'il ne peut appartenir à un terrain d'alluvion, mais bien à un terrain de nature éruptive.

Si nous examinons dès lors la structure du sol de l'Égypte, nous voyons qu'il existe un énorme massif archéen traversé par l'effondrement de la mer Rouge et que l'on retrouve aussi bien dans la partie méridionale du Sinaï que sur la côte égyptienne. Depuis le 28° 30' de latitude nord elle présente un alignement constant de hauts pics et de groupes isolés formant la ligne de partage des eaux entre la vallée du Nil et la mer Rouge. Au sud de la latitude Kenh-Kosseir, ce massif arrive à constituer presque tout le désert oriental.

Bien des gisements miniers ont été signalés dans cette région. Sans parler du district de Sarbet-el-Khadima au Sinaï, nous voyons que dans le désert oriental de l'Égypte on a exploité les porphyres du Gebel Doukhan dans le voisinage duquel, près du Gebel Dara, M. Wanner a signalé, il y a peu de temps, un gisement de minerai de cuivre. Ce renseignement qui nous a été fourni par M. Fourtau, et pour lequel nous le remercions, confirme les dires des historiens, et des voyageurs qui ont parcouru cette contrée : « Que le Sinaï n'était pas le seul centre minier connu et exploité par les anciens ». La région du Ouadi Hammamat est assez connue, et

depuis longtemps les anciens y ont exploité le granit, la brèche verte et peut-être aussi le quartz aurifère. Plus bas dans les talcschistes du Gebel Zabara on a cherché des émeraudes, et A. Figari bey a signalé depuis longtemps les mines de cuivre du Gebel Baram à l'est d'Assouan<sup>(1)</sup>. La description qu'en a fait cet auteur nous prouve plus que tous les textes que les Égyptiens ne devaient pas s'adresser seulement au Sinaï, d'ailleurs assez pauvre et incapable de fournir à lui seul aux besoins de toute l'Égypte, mais encore à tous les gisements miniers de ce massif, plus proches comme le Ouadi Hammamat, le Gebel Zabara, etc., qui nous ont été signalés par les historiens ou les voyageurs.

L'inscription de Redesiéh nous montre en effet une divinité qui dit au roi : « Je te donne le pays de l'or, les montagnes te donneront ce qu'il y a en elles en fait d'or, de lapis et de *masék*<sup>(2)</sup> ».

Plus tard, les auteurs grecs et latins, Pline<sup>(3)</sup>, Diodore de Sicile<sup>(4)</sup> et Strabon<sup>(5)</sup>, puis dans les siècles plus proches de nous, Savary<sup>(6)</sup>, de Rozière<sup>(7)</sup>, Wilkinson<sup>(8)</sup>, Champollion Figeac<sup>(9)</sup>, Chabas<sup>(10)</sup> et enfin récemment M. Golenischeff<sup>(11)</sup> et M. Floyer<sup>(12)</sup>, nous ont donné d'utiles renseignements sur ces régions peu connues qui, on n'en peut douter d'après leurs témoignages, fournissaient de cette matière à l'époque pharaonique.

Toute cette région minière n'était-elle pas du reste sillonnée de routes ?

<sup>(1)</sup> *Revue d'Égypte*, t. III, f. 8, p. 457 : *L'Exploration scientifique de l'Égypte*; FIGARI HUSSON, *Lettre d'Assouan*, 7 septembre 1847.

<sup>(2)</sup> CHABAS, *Études sur l'antiquité historique*, éd. 1873, p. 19.

<sup>(3)</sup> Pline, liv. XXXVII, § 17 et 18.

<sup>(4)</sup> DIODORE DE SICILE, 2<sup>e</sup> éd., 1865, liv. I, § XXXIII, p. 36.

<sup>(5)</sup> *Strabonis Geographica*, éd. Kramer, 1852, liv. XVII, chap. II, § 2 et chap. III, § 11.

<sup>(6)</sup> SAVARY, *Lettres sur l'Égypte*, 8<sup>e</sup> lettre, 2<sup>e</sup> vol., p. 103 (1798).

<sup>(7)</sup> DE ROZIÈRE, *Description de l'Égypte*, Panckouke, t. XX, p. 187, et t. XXI,

p. 279 (1824).

<sup>(8)</sup> WILKINSON, *Topography of Thebes*, p. 415 (1835).

<sup>(9)</sup> CHAMPOLLION FIGEAC, *L'Égypte ancienne*, p. 432 (1843).

<sup>(10)</sup> CHABAS, *Les inscriptions des mines d'or*, p. 11 (1862); *Études sur l'antiquité historique d'après les sources égyptiennes*, p. 21 à 31 (1873).

<sup>(11)</sup> GOLENISCHEFF, *Une excursion à Bérénice*, 1888-1889, *Recueil de travaux relatifs à la philologie et à l'archéologie égyptiennes et assyriennes*, t. XIII, p. 75.

<sup>(12)</sup> FLOYER, *Étude sur le nord Etbāi entre le Nil et la mer Rouge*, janvier 1893.

d'Éléphantine à la tête de Nekhabit, de Thèbes ou de Coptos à Saou ou à la tête de Nekhabit, de Redesiéh à Nahasit, d'Apollinopolis Magna à la tête de Nekhabit?<sup>(1)</sup>.

La grande distance qui séparerait Thèbes de la presqu'île Sinaitique d'une part et d'autre part la difficulté des transports à cette époque ne font-ils pas écarter toute idée que cette pierre pourrait provenir des mines du Sinai? Bien plus, la nature même de cette roche ne porterait-elle pas à croire que notre minerai provient plutôt du Gebel Baram que du Sinai?

Enfin, comment expliquer la présence de ces fragments de roche dans la favissa, si ce n'est en supposant qu'ils ont été apportés dans le temple comme offrande, ainsi du reste que les statues qui s'y trouvaient.

Nous avons essayé de déterminer la composition de cette roche et de la substance verte qui y adhérerait. Nous avons fait à cet effet deux analyses; l'une sur un échantillon moyen, l'autre sur la matière verte détachée avec tous les soins possibles de la masse à laquelle elle adhérerait.

## II

### ANALYSE GÉNÉRALE DE LA ROCHE.

L'échantillon finement pulvérisé traité par HCl à chaud n'a été attaqué que très faiblement, par contre AzO<sup>3</sup>H a provoqué même à froid, et assez vivement, un dégagement gazeux.

Soumise à une ébullition assez prolongée en présence de AzO<sup>3</sup>H étendu, puis filtrée, cette substance a donné un liquide d'une belle couleur verte et un dépôt blanc légèrement grisâtre.

Le passage de H<sup>2</sup>S dans cette solution a provoqué la formation d'un précipité noir abondant qui a été séparé et recueilli par filtration. Le liquide obtenu est demeuré limpide et incolore.

Ce précipité noir lavé puis traité par SHAzH<sup>4</sup> à chaud a été insoluble dans ce réactif et les eaux de lavage obtenues n'ont décelé la présence d'aucun métal.

<sup>(1)</sup> MASPERO, *Histoire ancienne des peuples de l'Orient*, t. I, p. 494 et 496; BONOLA BEY, *Routes et carrières de l'an-*

*cienne Égypte*, Bull. Inst. géogr., mars 1891, p. 567.

Quant au précipité de sulfure insoluble dans  $\text{SHAzH}^4$  dissous à la faveur de  $\text{AzO}^3\text{H}$  à chaud il a régénéré une solution de couleur vert clair dans laquelle les réactifs ont mis en évidence la présence des sels de cuivre :

- 1° Belle coloration bleu céleste par  $\text{AzH}^3$ .
- 2° Précipité marron abondant par  $\text{FeCy}^6\text{K}^4$ .

Enfin la solution obtenue après l'action de  $\text{H}^2\text{S}$ , additionnée d' $\text{AzH}^4\text{Cl}$  et de  $\text{AzH}^3$  puis traitée par  $\text{SHAzH}^4$  a donné lieu à la formation d'un précipité noir, qui, séparé par filtration, lavé rapidement à l'eau bouillante et dissous dans  $\text{HCl}$ , a donné une liqueur qui à son tour a présenté toutes les réactions des sels de fer :

- 1° Précipité blanc par  $\text{KOH}$  soluble dans  $\text{AzH}^3$ .
- 2° Précipité blanc devenu bleu à l'air, par  $\text{FeCy}^6\text{K}^4$ .

Les eaux de lavage obtenues dans l'opération précédente, débarrassées du  $\text{SO}^4\text{Ba}$  qu'elles pouvaient contenir, neutralisées par  $\text{CO}^3\text{Na}^2$  et chauffées ont produit un nouveau précipité brun très léger. Ce précipité dissous dans très peu de  $\text{HCl}$ , neutralisé par  $\text{CO}^3\text{Na}^2$ , additionné de  $\text{C}^2\text{H}^3\text{O}^2\text{Na}$  puis acidulé de nouveau par  $\text{C}^2\text{H}^4\text{O}^2$  a été traité par le courant de  $\text{H}^2\text{S}$  et a donné lieu à un précipité brun très léger de cobalt.

D'autre part la liqueur traitée par  $\text{AzH}^3$  a donné aussi un précipité rose de manganèse. Restait à connaître les acides qui étaient combinés aux bases que nous venons de trouver :

Cuivre,  
Fer,  
Manganèse,  
Cobalt;

à déterminer si notre substance ne contenait pas de principes volatils et à savoir comment elle se comportait sous l'influence de la chaleur à l'abri de l'air.

Pour cela nous avons fait un essai en tube fermé et nous avons observé que notre matière chauffée à la flamme d'une lampe à alcool :

1° A dégagé de l'eau, qui au papier de tournesol, n'a accusé aucune réaction.

2° Décrépitaît; cette décrépitation pouvait être due soit à l'éclatement de la matière par suite de l'évaporation de l'eau, soit à la présence de sulfure.

3° A formé un léger sublimé de soufre sur les parois refroidies du tube.

4° Dégageait un gaz incolore et inodore ( $\text{CO}^2$ ) troublant l'eau de chaux.

5° S'était décolorée; et de verte, elle avait pris une teinte brun-noir.

Les perles au sel de Borax ont été :

1° A la flamme d'oxydation : Vertes à chaud;  
Bleu très clair à froid.

2° A la flamme de réduction : Vertes à chaud;  
Brun-rouge à froid.

Ces colorations ne s'éloignent pas de celles fournies par le cuivre et le fer. Le dépôt grisâtre retenu sur le filtre après l'action de  $\text{AzO}^3\text{H}$  sur la matière première a donné les réactions de la silice :

Précipité gélatineux par  $\text{AzH}^4\text{Cl}$  concentré.

Précipité gélatineux par  $\text{HCl}$  concentré.

#### ANALYSE DE LA SUBSTANCE VERTE.

Ces résultats obtenus pour la composition générale du minerai, nous avons procédé à une seconde analyse sur un nouvel échantillon constitué cette fois seulement par la matière verte.

Le résultat qui nous a été fourni par l'analyse est le suivant :

1° Un dépôt blanc granuleux insoluble dans  $\text{AzO}^3\text{H}$ . Silice.

2° Une solution qui a présenté les réactions du Cuivre et du Fer.

Outre l'analyse par voie sèche effectuée sur toute la masse de l'échantillon moyen nous avons procédé à la recherche des acides par voie humide sur un échantillon choisi et constitué par la substance verte.

Les particules vertes détachées avec soin de la pierre à laquelle elles adhéraient ont été dissoutes dans  $\text{AzO}^3\text{H}$ . Puis dans cette liqueur rendue alcaline par le  $\text{CO}^3\text{Na}^2$  nous avons recherché les acides au moyen des réactifs habituels.

Le  $\text{BaCl}^2$  et le  $\text{AzO}^3\text{Ag}$  ont donné chacun un précipité blanc qui s'est dissous dans  $\text{AzO}^3\text{H}$  dilué en produisant un dégagement gazeux de  $\text{CO}^2$ . Donc présence d'un carbonate.

D'autre part le précipité de  $\text{AzO}^3\text{Ag}$  porté à l'ébullition pendant quelques minutes a donné une poudre légèrement miroitante d'argent métallique. En même temps le précipité obtenu par l'action de  $\text{BaCl}^2$  traité par une goutte de  $\text{HCl}$  puis chauffé légèrement s'est dissous en laissant dégager du gaz  $\text{SO}^2$ . Donc présence d'un sulfite.


Enfin le résidu pulvérulent et blanc que nous avons obtenu après l'action de  $\text{AzO}^3\text{H}$  à ébullition sur la matière verte fondue avec du  $\text{CO}^3\text{Na}^2$  a présenté tous les caractères propres à l'acide silicique :

- 1° Précipité gélatineux par  $\text{HCl}$ .
- 2° Précipité gélatineux par  $\text{AzH}^4\text{Cl}$ .

Dès lors nous pouvons conclure que ce minerai était un composé d'Hydro-silicate de cuivre, de carbonate de cuivre, de sulfure de fer et de bioxyde de manganèse avec traces de cobalt à l'état d'oxyde.

Les études présentées il y a quelques années par l'éminent chimiste M. Berthelot sur les mines de cuivre du Sinaï<sup>(1)</sup> et les analyses qu'il a faites de certains échantillons de minerai provenant du massif Sinaïtique, nous montrent que dans ces gîtes on trouvait non seulement des turquoises mais encore des hydrosilicates de cuivre et des grès imprégnés de sels de cuivre (carbonate et hydrosilicate de cuivre ou chrysocolle).

Les résultats de nos recherches correspondant à peu de chose près à ceux donnés par M. Berthelot ne pouvons-nous pas considérer notre minerai comme étant aussi du *mafek*?

Le mot *mafek*, , qui indique le métal où le minéral que les Égyptiens ont exploité dès la plus haute antiquité au Sinaï, qu'on appelait le pays du *mafek*, comme très probablement aussi au Gebel Baram et dans les autres gîtes de cette région, peut-il s'appliquer au minéral qui nous occupe aujourd'hui?

Les quelques représentations que nous avons du *mafek* nous montrent ce corps comme étant de couleur bleue ou verte. Les bas-reliefs le présentent

---

<sup>(1)</sup> BERTHELOT, *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 19 août 1896.

contenu dans des vases plats<sup>(1)</sup>, ou dans des sacs<sup>(2)</sup>. Enfin on l'importait en Égypte soit en tas, soit en briques oblongues, soit encore sous forme de petits blocs de roche taillée.

Pendant son voyage au Sinaï, H. Brugsch a remarqué d'autre part que les inscriptions mentionnant le *mafek* se rencontraient tout auprès des mines de turquoises<sup>(3)</sup>. Faudrait-il par suite identifier le *mafek* à la turquoise? Nous ne le pensons pas.

Cette pierre précieuse, comme sa formule l'indique  $Al^4P^2O^{11}, 5H^2O$  est un phosphate d'alumine qui contient toujours un peu de protoxyde de cuivre. Si nous comparons donc sa composition à celle de l'échantillon que nous venons d'analyser, nous trouvons qu'elle diffère totalement de celle de notre minerai qui ne contient, lui, ni alumine ni phosphore, et qui par contre se rapprocherait de la chrysocolle et de la malachite qui sont la première un silicate et la seconde un carbonate de cuivre hydratés.

Enfin les inscriptions qui accompagnent certains bas-reliefs nous montrent le roi, un prêtre, ou tout autre personnage présentant à la divinité, de l'or, de l'argent, des pierres précieuses. . . etc., et parfois même, mais plus rarement du *mafek*<sup>(4)</sup>. Les bas-reliefs du temple de Dendérah nous offrent quelques exemples à ce sujet et le tombeau de Houï nous en donne une peinture<sup>(5)</sup>.

Si donc ce minerai de Karnak est du *mafek*, nous pourrions conclure que le mot *mafek* ne s'appliquerait pas à une seule espèce de pierre précieuse, turquoise ou autre, mais à tout minerai de couleur verte provenant d'une combinaison naturelle du cuivre.

H. A. DUCROS.

<sup>(1)</sup> Lepsius, *Abt.* III, pl. CXV, Gournah.

<sup>(2)</sup> Temple de Louxor, cour de Ramsès II, mur sud.

<sup>(3)</sup> BRUGSCH, *Wanderung nach den Tur-*

*kisminen*, 1868, p. 79.

<sup>(4)</sup> LEPSIUS, *Redesie*, *Abt.* II, pl. CXXI.

<sup>(5)</sup> LEPSIUS, *Denkmäler aus Ägypten und Äthiopien*, B. VI, *Abt.* III, pl. CXV.