

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie
Band: 17 (1937)
Heft: 1

Artikel: Le minéral et la "terre noire" du gisement de soufre de Keçiburlu (Turquie)
Autor: Ladame, Georges Ch.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-16666>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 27.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Le minéral et la „terre noire“ du gisement de soufre de Keçiburlu (Turquie) ¹⁾

par *Georges Ch. Ladame*, Dr. ès Sc.

Situation

La petite ville de Keçiburlu est située sur la ligne Izmir-Aydin-Isparta, dans le vilayet d'Isparta, une des provinces du S-W de l'Anatolie. L'existence de gîtes de soufre est connue depuis des années. Une usine de traitement du minéral solfifère au moyen de chaudières à vapeur fonctionne depuis 1935, en dehors des batteries de fours Gill installées à même l'exploitation de Değirmendere.

Ayant été appelé à examiner le fonctionnement des installations d'enrichissement de Keçiburlu, j'ai pu observer sur place les caractères particuliers du minéral et de la „terre noire“ ou „kara boya“ aussi bien in situ dans le gisement, qu'au moment du traitement d'enrichissement.

Esquisse géologique

Il me paraît opportun de donner brièvement une description des gîtes pour y situer la „terre noire“. WALTER PENCK ²⁾ signale la présence à Keçiburlu de marnes gypsifères bitumineuses surmontées par des couches de gypse. La réduction du gypse par le bitume aurait provoqué le dépôt simultané de soufre, de marcassite et de calcaire dans les crevasses et autres anfractuosités de la formation. Cet auteur estime qu'il est autorisé à rapprocher le niveau gypsifère de Keçiburlu des nombreuses formations gypsifères du centre et du nord de l'Anatolie situées dans le tertiaire supérieur, mais antérieures au pliocène.

Contrairement aux observations de W. PENCK, j'ai constaté que les différents affleurements de soufre du gisement de Keçiburlu sont orientés NW-SE dans une zone mylonitique large de 100 à 500 m,

¹⁾ L'article est publié avec l'autorisation de Mr. REŞİD O. GENCER, directeur général du M. T. A. Enstitüsü (institut de recherches minières) à Ankara, ce pourquoi je lui exprime mon entière reconnaissance.

²⁾ W. PENCK, Die tektonischen Grundzüge Kleinasien, 1918, p. 83.

délimitée au N par des marnes gréseuses, au S par des calcaires cristallins et des serpentines. La zone solfifère se rattache à une intrusion volcanique acide, probablement récente. La roche en est entièrement altérée, aussi est-il difficile de se prononcer après un examen superficiel. Il s'agit vraisemblablement de rhyolites et de vitrophyres rhyolitiques; on trouve également des obsidiennes, parfois bien conservées. Dans cette roche extrêmement dynamométamorphique, altérée par les émanations succédant à la mise en place, s'est effectuée une minéralisation comportant de la pyrite et, d'autre part, du soufre. Les fortes venues d'hydrogène sulfuré que l'on constate partout et, localement, à un point tel que l'exploitation, tant à ciel ouvert qu'en galeries, en est rendue impossible, sont un phénomène postvolcanique. Il semble bien que ces émanations gazeuses sont à l'origine du gisement de soufre dont la formation se poursuit manifestement de nos jours.

La pyrite, davantage encore la marcassite, sont oxydées; elles ont donné lieu à la formation d'une quantité de sulfate ferreux qui imbibe en solutions plus ou moins concentrées la gangue du minerai de soufre, se développe en efflorescences sur le parement des galeries et se rencontre également cristallisé sous forme de mélantérite ($\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$).

Quant au gypse, il s'en trouve effectivement mais toujours accessoirement, en petits amas, qui, vu leur cristallisation et leur extension, sont manifestement des formations secondaires.

L'appellation de „terre noire“ ou „kara-boya“³⁾ en langue turque est réservée à un minerai noir, relativement pauvre en soufre, intercalé en veines parfois puissantes de plusieurs mètres dans le minerai de soufre proprement dit.

Le minerai

Au microscope, l'examen des coupes minces permet quelques observations intéressantes:

- a) présence prédominante de grains de silice; les uns constituant la pâte de la roche, les autres plus volumineux, allongés, aux angles arrondis représentent certes d'anciens phénocristaux bipyramidaux de quartz que la corrosion magmatique a attaqués;
- b) rares débris de serpentines arrachés à la roche encaissante;
- c) nombreuses plages opaques de sulfures métalliques (pyrite, marcassite) généralement entourées d'une auréole d'oxydation bru-

³⁾ „kara-boya“, signifie couleur ou teinture noire.

nâtre, dont la matière limonitique remplit et cimente presque tous les interstices existant entre les éléments granuleux;

- d) selon la richesse du minéral, du soufre élémentaire en plages de dimensions très variables, formant souvent des veinules, comportant fréquemment un pointillement foncé de matière stérile.

On acquiert l'impression très nette d'être en présence d'un quartzporphyre dynamométamorphique, intensément mylonitisé dont tous les feldspaths ont disparu. Certains échantillons de rhyolite récoltés sur place, moins altérés et non minéralisés, ont une analogie structurale indiscutable avec le minéral de soufre. Ces observations viennent ainsi à l'appui des premières observations géologiques faites dans la mine et en surface. Elles sont par contre en contradiction avec celles de W. PENCK, contradiction que l'analyse de quelques échantillons du minéral et de la „terre noire“ tend encore à accentuer puisqu'il n'y a été trouvé que des traces de bitume, ou tout au moins de matière organique susceptible d'être extraite au chloroforme. Ces traces n'autorisent pas à parler de marnes bitumineuses et la très petite quantité de CaO révélée montre aussi que le gypse ne joue qu'un rôle accessoire dans le gisement de Keçiburlu.

Voici les résultats des analyses de trois échantillons différents:

	exploitation de Kürkürtdere	exploitation de Degirmendere	terre noire (kara-boya) de Kürkürtdere	
SiO ₂	13,7 %	38,4 %	36,2 %	36,2 %
Fe ₂ O ₃ (et Al ₂ O ₃)	12,1	20,3	30,0	—
CaO	0,3	1,4	—	—
H ₂ O extr. au xylol	4,8	7,0	6,0	6,0
S extr. au CS ₂	62,0	16,8	3,0	3,0
perte au feu (1000°)	73,0	36,0	31,9	—
S total	—	—	—	24,2
Fe total	—	—	—	21,0
FeSO ₄ extr. par lessivage à l'abri de l'air	—	—	—	12,7
FeS ₂ pyrite de fer	—	—	—	34,8

Quant à la matière organique — bitume —, il s'agit de traces de l'ordre 0,2 % dans un minéral provenant de l'exploitation de Kükürtdere. L'analyse des mousses qui nagent à la surface des cuves de coulée du soufre ne présente que 0,35 % de bitume. C'est là cependant qu'il a la meilleure occasion de se concentrer.

Les résultats des analyses de la „terre noire“ montrent que cette matière est bien un minéral pauvre en soufre, par contre particulièrement chargé de pyrite et par répercussion riche en sulfates ferreux et ferrique, selon son degré d'oxydation.

Cette „kara-boya“ est extraite de la mine en même temps que le reste du minerai avec lequel elle est parfois mélangée de sorte qu'un triage est inopérant. Son acidité n'est pratiquement pas plus grande que celle du minerai proprement dit. On a observé que le sulfate ferreux enrobe les gouttes de soufre fondu d'une pellicule qui les empêche de se réunir en les isolant les unes des autres.

La „terre noire“ a par contre certaines qualités grâce auxquelles elle est exploitée par les tanneries de la région — Isparta en particulier — qui mettent justement à profit sa teneur en sulfate ferreux. Ce sel est en effet un mordant qui peut être employé avec différents extraits tanniques pour obtenir des teintes noirâtres. Il sert également à traiter les peaux dégrossies, qui s'imprègnent plus facilement du sel ferreux de sorte que l'oxydation se fait après coup. Cette seconde opération fait partie du tannage.

On peut se demander si ce n'est pas la „terre noire“ qui a donné l'illusion à W. PENCK de la présence du bitume dans les formations de Keçiburlu.

J'ai eu l'occasion d'examiner le minerai de soufre au point de vue de son traitement par flottation. La pulpe à 280 g/l a un PH d'environ 2,0; elle est donc très acide.

Mon attention s'est trouvée de nouveau attirée par la présence de pointillements noirâtres sur les grains de soufre de mes concentrés.

Malgré un broyage poussé, la concentration au delà de 92,0% ne réussit pas. Curieux de connaître la composition de cette matière stérile, j'ai procédé à la sublimation d'une certaine quantité de concentrés. Les cendres sont une poussière extrêmement fine dont les éléments sont nettement inférieurs au tamis no. 325, soit à 43 microns. Au binoculaire, j'ai constaté que les cendres étaient composées pour une bonne part de sulfure de fer (pyrite et marcassite) pour le reste de silice grisâtre en flocons.

Une détermination de densité à la liqueur de Muthmann, un tétra-bromure d'acétylène de densité 2,97 à 3,00, m'a donné, d'une part, une suspension floconneuse, ne surnageant pas franchement sur la liqueur et, d'autre part, dans le fond de l'entonnoir les grains de sulfure de fer et leurs produits d'oxydation.

Voici l'analyse d'un résidu de sublimation:

S extrait au sulfure de carbone	2,4 ‰
perte au feu à 1000 °	28,1 ‰
Fe ₂ O ₃	42,3 ‰
SiO ₂	29,3 ‰

G e n è s e

Une étude géologique régionale est indispensable pour situer correctement la question. On peut pour l'instant proposer schématiquement la succession des phénomènes suivante:

- a) mise en place d'un dyke rhyolitique (probablement au tertiaire);
- b) sa mylonitisation, son altération complète;
- c) formation hydrothermale de pyrite et de marcassite dont l'oxydation donne du sulfate ferreux, etc.);
- d) émanations d'hydrogène sulfuré, s'oxydant à l'air, dont le soufre se précipite dans la même gangue que le sulfure de fer, enrobant en même temps des particules de silice, de marcassite, de pyrite et de limonite.

Ankara, mars 1937.

Reçu le 25 mars 1937.