

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 59 (1979)

Heft: 3

Artikel: La Tunisite des "Terres Noires" de la Drôme (France)

Autor: Martin, R. / Mullis, J. / Nungässer, W.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-46062>

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: 19.07.2025

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

La Tunisite des «Terres Noires» de la Drôme (France)

Par *R. Martin**, *J. Mullis***, *W. Nungässer*** et *J. von Raumer***

Abstract

After the first description from Tunis a new locality (Drôme, France) allowed a complementary study on Tunisite. The well cristallized vein material from Oxfordian marls occurs together with celestite and calcite. Complementary minerals are pyrite, chalcopyrite, gypsum and whewellite. New morphological, x-ray and chemical data are given and the paragenesis is dicussed.

Resumé

En 1965 JOHAN découvrit dans une mine de Tunisie un nouveau carbonate tétragonal qu'il nomma «tunisite». Il s'agissait d'agrégats microcristallins, ainsi que de cristaux millimétriques corrodés (JOHAN et al., 1969).

Un deuxième gisement de tunisite, objet de cette publication, a été découvert en 1977 dans des filons de célestine et des fissures formées dans des marnes oxfordiennes de la Drôme.

Les cristaux tabulaires sont de première fraîcheur et peuvent atteindre 4,5 mm de longueur d'arête. Ils forment des groupements de cristaux subparallèles, des rosettes et des agrégats millimétriques, ainsi que des amas microcristallins. On observe deux habitus extrêmes: dans l'un prédomine le prisme de I. position {110}, dans l'autre la bipyramide {304}. On remarque trois différentes générations de tunisite, toujours associée à la célestine et la calcite. Les minéraux complémentaires sont la pyrite, la chalcopyrite, le gypse et la whewellite, oxalate de calcium rare.

Zusammenfassung

Tunisit wurde zum ersten Mal von JOHAN et al. (1969) als tetragonales Aluminiumhydrocarbonat aus einer Erzlagerstätte Tunesiens beschrieben. Es handelte sich um mikrokristalline Aggregate und um millimetergrosse, korrodierte Kristalle.

Anlass zu dieser erneuten Beschreibung ist der Neufund von Tunisit (1977) auf Rissen in Oxfordmergeln der Drôme. Die sehr frischen, tafeligen Kristalle haben bis zu 4,5 mm Kantenlänge und bilden vorwiegend subparallel aneinandergereihte Gruppen von Individuen, Rosetten oder mikrokristalline Aggregate. Zwei verschiedene Kristallhabitus herrschen vor: in einem dominiert das Prisma I. Stellung {110} im anderen die Bipyramide {304}. Drei verschiedene Tunisitgenerationen wurden beobachtet. Tunisit wird vor allem von Cölestin und Calzit begleitet, doch finden sich akzessorisch ausserdem Pyrit, Chalkopyrit, Gips und das seltene Calciumoxalat Whewellit.

* 4, ch. du Léman, CH-1260 Nyon

** Institut de Minéralogie et Pétrographie de l'Université, CH-1700 Fribourg

I. INTRODUCTION

La tunisite fut découverte par JOHAN en 1965 dans la mine de Pb-Zn de Sakié Sidi Youssef (Tunisie) qui s'ouvre dans des roches tectonisées à proximité de couches du trias. Il s'agit d'un carbonate d'aluminium, calcium et sodium de formule $\text{NaHCa}_2\text{Al}_4[(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_{10}]$ déposé sous forme de poudre microcristalline sur des cristaux de calcite ou développant très rarement des groupes de cristaux tétraonaux parallélisés. Les données chimiques et cristallographiques détaillées figurent dans une étude très complète publiée par JOHAN et al. (1969).

La tunisite de France a été découverte par l'un de nous (R. Martin) au cours d'une randonnée en juillet 1977 dans les «terres noires» de la région de Condorcet, dans la Drôme. L'importance de cette trouvaille est d'autant plus grande que c'est la deuxième fois qu'on découvre ce minéral. Contrairement au matériel tunisien altéré les cristaux de la Drôme sont de toute première qualité. Ils peuvent atteindre 4,5 mm de longueur d'arête et permettent enfin d'effectuer une étude morphologique.

II. GEOLOGIE

Le gisement se situe dans les marnes noires du callovien supérieur et de l'oxfordien que traversent des filons de célestine qui furent exploités au début du siècle pour leur galène et leur blende. Ces marnes, qui présentent en plus de très nombreuses fissures minéralisées, résistent mieux à l'érosion que les marnes non modifiées du voisinage. Elles forment dans ce paysage raviné un éperon rocheux gris-noir surmontant un pierrier aux constituantes très friables.

La base et le corps principal de cet éperon sont formés de couches grises finement feuilletées dont les plans de fracture orientés sont minéralisés. Les marnes gris-brun et plus grossières du sommet sont parcourues dans tous les sens de veines (jusqu'à 3 mm d'épaisseur) qui contiennent ensemble ou séparément les trois minéraux principaux de la paragenèse, soit célestine, calcite et tunisite. Aux intersections et zones de contact ces veines s'élargissent et forment des cavités pouvant atteindre quelques centimètres de grandeur, tapissées de cristaux très limpides et généralement intacts.

III. MORPHOLOGIE DES CRISTAUX DE TUNISITE

JOHAN a défini sur le matériel tunisien les formes principales suivantes:

- | | |
|---------------------------|-------|
| 1) pinacoïde de base | {001} |
| 2) prisme de I. position | {110} |
| 3) prisme de II. position | {100} |
| 4) bipyramide tétraonale | {10e} |

Tableau I
Les formes et leur fréquence observées sur 15 cristaux de tunisite de type A

| Formes | h k l | tunisite No | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1) pinacoïdes | 0 0 1 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | 0 0 $\bar{1}$ | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 2) prisme de I. position | 1 1 0 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 3) prisme de II. position | 1 0 0 | - | - | - | - | x | - | - | x | - | - | - | - | - | - | x |
| 4) bipyramide tétragonale aiguë I. pos. | 5 5 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | x | - | - | - | - | - |
| 5) bipyramide tétragonale aiguë I. pos. | 3 3 1 | - | x | x | - | ? | x | - | x | x | x | - | - | - | x | x |
| 6) bipyramide tétragonale obtuse II. pos. | 1 0 4 | - | - | - | - | - | - | - | x | - | - | x | - | - | x | - |
| 7) bipyramide tétragonale obtuse II. pos. | 3 0 5 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | ? |
| 8) bipyramide tétragonale obtuse II. pos. | 3 0 4 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | ? | - |
| 9) bipyramide tétragonale aiguë II. pos. | 12.0 5 | x | x | x | ? | x | - | x | x | - | ? | x | - | - | - | x |
| 10) bipyramide ditétragonale obtuse | 4.2.13 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 11) " " " | 7 2 7 | - | - | - | - | - | - | - | x | x | - | - | x | x | - | x |
| 12) " " " | 10.3 8 | x | x | x | x | x | - | x | - | - | x | - | - | - | - | - |
| 13) " " " | 3 4 2 | - | - | - | - | - | - | - | x | - | - | - | - | - | - | - |
| 14) " " " aiguë | 23.18.10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15) " " " | 3 1 2 | - | - | - | - | - | x | x | - | x | - | - | - | - | - | - |
| 16) " " " | 5 4 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 17) " " " | 11.9 3 | x | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 18) " " " | 13.10.3 | - | - | x | - | - | - | - | - | - | - | - | - | x | - | x |
| 19) " " " | 10.9 1 | - | x | x | x | - | - | - | - | - | x | - | - | - | - | - |
| 20) " " " | 24.20.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | x | x | - | - |

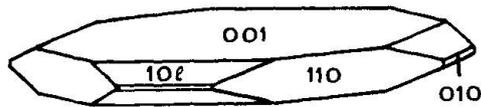


Fig. 1: Tunisite d'après JOHAN.

15 cristaux de tunisite de 1 à 2,5 mm de longueur ont été mesurés à l'aide d'un goniomètre à deux cercles. Nous avons pu déterminer la forme $\{10\ell\}$ mentionnée ci-dessus: il s'agit de la bipyramide tétragonale $\{304\}$.

Les cristaux de tunisite de la Drôme permettent d'observer les nombreuses formes représentées dans le Tab. I, p. 225 et Fig. 2.

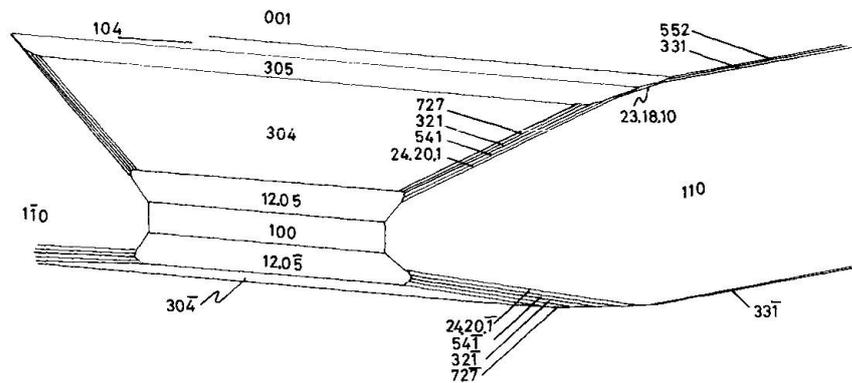


Fig. 2: Tunisite de la Drôme.

Les angles mesurés sur 15 cristaux du type A (voir page 235) se trouvent dans le Tab. II, p. 227.

La détermination des faces de la zone principale $[010]$ n'a présenté aucun problème. Les faces des bipyramides ditétragonales qui sont toutes très étroites n'ont, par contre, pas permis des mesures directes. Les dimensions de l'une d'entre elles, qui est encore relativement large, sont de 0,135 sur 0,004 mm (il s'agit de la face $(10.3.8)$ de l'échantillon n° 2). Nous avons calculé la valeur angulaire moyenne entre l'apparition et la disparition du reflet. Par ce moyen détourné nous avons déterminé ces faces avec suffisamment d'exactitude. Elles concordent, en effet, avec les valeurs fournies par le diffractogramme. Les angles δ et ϑ mesurés ont été reportés sur la projection gnomonique dans les plans 001 et 100. Nous avons calculé la valeur hkl moyenne de chaque forme se retrouvant sur plusieurs cristaux; leur position dans le réseau gnomonique est des plus satisfaisante.

Une bipyramide tétragonale ainsi que cinq bipyramides ditétragonales n'ont cependant été mesurées qu'une seule fois. Les erreurs éventuelles de mesures imputables à la méthode utilisée ou à la dispersion individuelle ne peuvent donc pas être corrigées par une statistique. Les indices des faces (552) , $(4.2.13)$, (342) , $(23.18.10)$, (541) et $(13.10.3)$ ne sont donc, pour l'instant qu'approximatifs.

Tableau II

| h k l | φ | ρ | A(hkl):(100) | $\bar{M}(hkl):(1\bar{1}0)$ |
|----------|-----------|--------|--------------|----------------------------|
| 0 0 1 | - | 0,0 | 90,0 | 90,0 |
| 1 1 0 | 45,0 | 90,0 | 45,0 | 90,0 |
| 1 0 0 | 90,0 | 90,0 | 0,0 | 135,0 |
| 5 5 2 | 45,5 | 63,1 | 50,3 | 90,8 |
| 3 3 1 | 45,3 | 68,4 | 48,6 | 90,5 |
| 1 0 4 | 90,0 | 6,3 | 83,7 | 94,8 |
| 3 0 5 | 90,0 | 18,6 | 71,4 | 103,0 |
| 3 0 4 | 90,0 | 26,0 | 64,0 | 108,0 |
| 12.0 5 | 90,0 | 53,9 | 36,1 | 127,0 |
| 4 2.13 | 73,0 | 9,4 | 81,0 | 94,5 |
| 7 2 7 | 79,3 | 31,2 | 59,4 | 107,2 |
| 10.3 8 | 73,5 | 35,3 | 56,5 | 106,0 |
| 3 4 2 | 37,1 | 56,4 | 60,0 | 83,7 |
| 23.18.10 | 50,8 | 59,8 | 48,0 | 95,2 |
| 3 2 1 | 56,0 | 66,3 | 40,9 | 100,0 |
| 5 4 1 | 52,7 | 74,4 | 40,1 | 97,6 |
| 11.9 3 | 48,9 | 74,5 | 43,5 | 93,9 |
| 13.10.3 | 49,4 | 78,5 | 42,0 | 94,5 |
| 10.9 1 | 48,0 | 83,2 | 41,7 | 93,2 |
| 24.20.1 | 46,8 | 87,3 | 43,4 | 91,9 |

La projection stéréographique perpendiculaire à l'axe c (fig. 3) qui permet une meilleure répartition des faces a été établie à partir de ces valeurs.

Le réseau gnomonique, par la présence schématique des indices des faces, nous a permis d'en vérifier les valeurs calculées (fig. 4a et 4b).

IV. DONNEES RADIO-CRISTALLOGRAPHIQUES DE LA TUNISITE

Les cristaux de la Drôme ont été soumis à une étude radio-cristallographique. Nous constatons que les valeurs obtenues concordent avec celles publiées par JOHAN et al. en 1969 (voir tableau III). Nous avons donc bien affaire à de la tunisite. Les légères différences d'intensité des lignes les plus fortes sont très certainement dues au clivage du minéral qui provoque un effet d'orientation dans les poudres (voir p. 229).

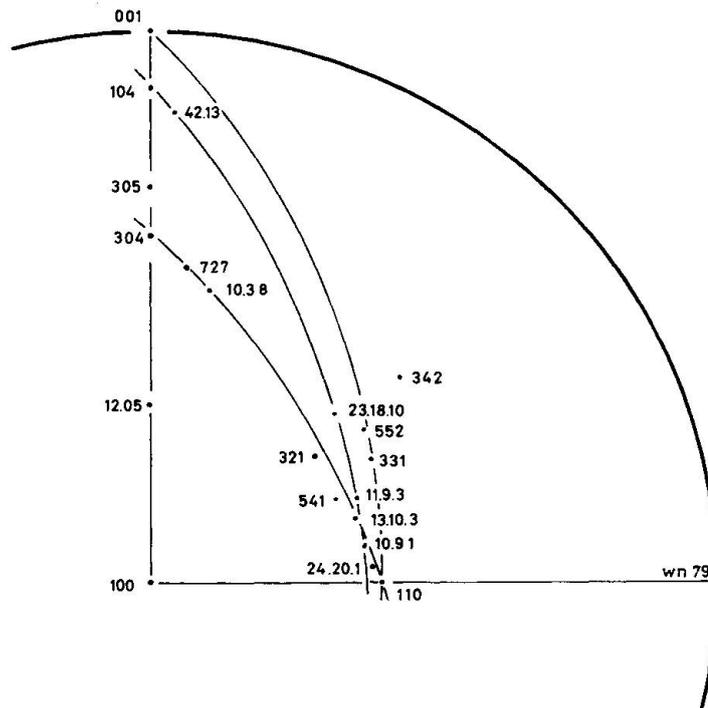


Fig. 3: Tunisite de la Drôme: projection stéréographique perpendiculaire à l'axe c.

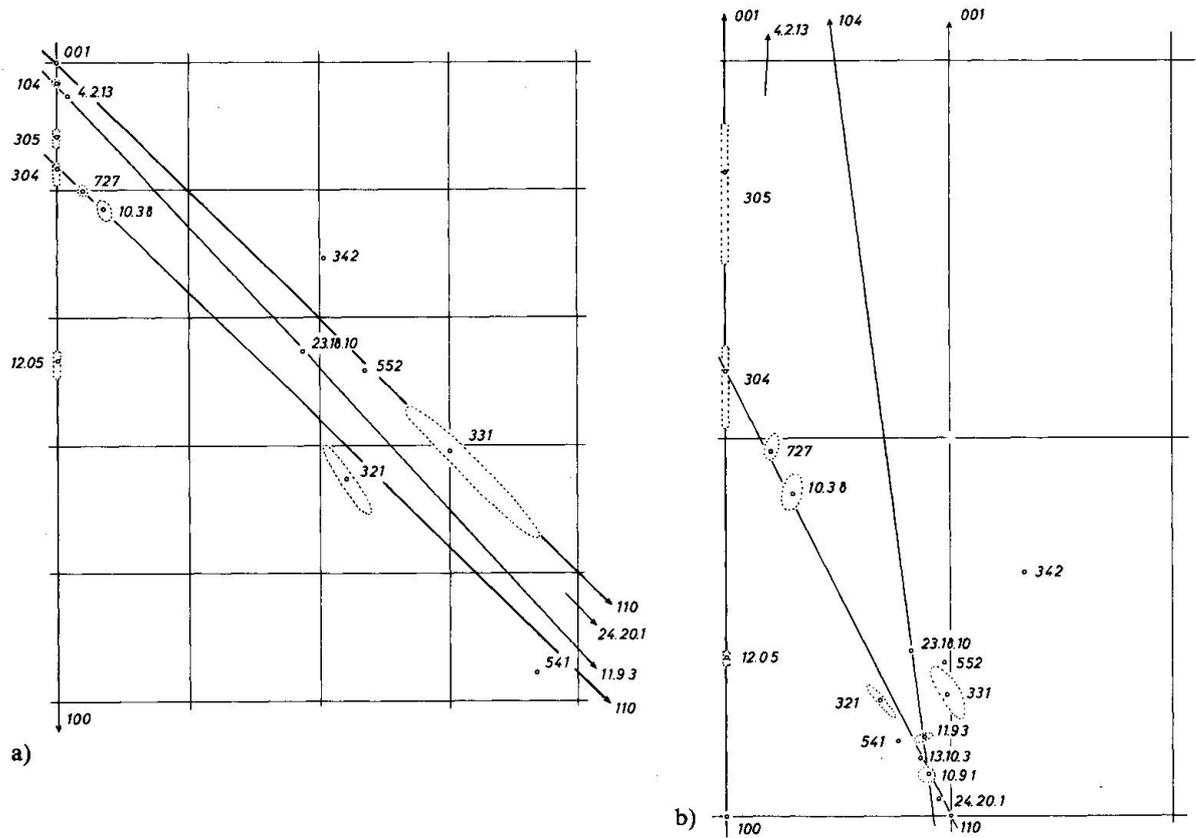


Fig. 4: Projection gnomonique de la tunisite avec maille de base, les faces repérées et leur domaine de variation; a) projection sur la base, b) projection perpendiculaire à (001).

TABLEAU III

Comparaison des valeurs d obtenues par JOHAN et al. (1969)
avec celles de la tunisite de la Drôme.

| JOHAN et al. (1969) | | | tunisite de la Drôme* | | |
|---------------------|-------|-------------|-----------------------|-------|-------|
| Int. | d (Å) | hkl | Int. | d (Å) | hkl |
| 3 | 7,92 | 110 | 3 | 7,892 | |
| 4-5 | 6,59 | 001 | 13 | 6,573 | |
| 10 | 5,615 | 200 | 100 | 5,616 | |
| 6 | 5,070 | 111 | 29 | 5,051 | |
| 3 | 4,267 | 201 | 13 | 4,265 | |
| 5 | 3,993 | 211 | 17 | 3,977 | |
| 8 | 3,551 | 310 | 85 | 3,540 | |
| 1 | 3,403 | 221 | 6 | 3,392 | |
| 7 | 3,288 | 002 | 41 | 3,289 | |
| | | | 14 | 3,242 | (301) |
| 6 | 3,128 | 311 | 36 | 3,119 | |
| 3 | 3,035 | 112 | 13 | 3,032 | |
| | | | 4 | 2,831 | (202) |
| 3-4 | 2,811 | 321,400 | 20 | 2,800 | (400) |
| 7 | 2,754 | 212 | 32 | 2,748 | |
| 9 | 2,592 | 401 | 84 | 2,577 | |
| 7 | 2,526 | 222 | 31 | 2,527 | |
| | | | 15 | 2,514 | (411) |
| 1 | 2,454 | 331 | 3 | 2,446 | |
| 2 | 2,412 | 312 | 11 | 2,411 | |
| 5 | 2,347 | 421 | 19 | 2,345 | |
| 1 | 2,269 | 322 | 2 | 2,260 | |
| 1 | 2,200 | 510,003 | 3 | 2,202 | |
| 3 | 2,153 | 103 | 11 | 2,148 | |
| 6 | 2,125 | 501,431 | 33 | 2,125 | |
| 1 | 2,096 | 412 | 7 | 2,095 | |
| | | | 3 | 2,059 | (332) |
| 1 | 2,040 | 203 | 3 | 2,038 | |
| 5 | 2,010 | 213 | 12 | 2,008 | |
| 5 | 1,988 | 521,440 | 12 | 1,983 | |
| 1 | 1,900 | 303,441 | 6 | 1,896 | |
| 5 | 1,866 | 600,313 | 17 | 1,863 | |
| 3 | 1,831 | 512 | 6 | 1,828 | |
| 6 | 1,800 | 601 | 62 | 1,796 | |
| 3 | 1,760 | 522 | 7 | 1,757 | |
| 4 | 1,729 | 403 | 49 | 1,726 | |
| | | | 3 | 1,711 | (413) |
| 6 | 1,698 | 442 | 21 | 1,696 | |
| | | | 5 | 1,659 | (532) |
| 6 | 1,650 | 423,004 | 9 | 1,649 | |
| 3 | 1,628 | 104,602 | 12 | 1,626 | |
| 2 | 1,587 | 550,710 | 5 | 1,584 | |
| 1-2 | 1,576 | 204 | 3 | 1,578 | |
| 1 | 1,558 | 701,640 | 3 | 1,555 | |
| 1 | 1,549 | 542 | 31 | 1,541 | |
| 3 | 1,440 | 702,731,650 | 8 | 1,436 | |

* radiation $\text{CuK}\alpha/\text{Ni}$; diffractomètre Siemens (valeur en référence avec standard Si).

V. DONNEES CHIMIQUES DE LA TUNISITE

Un cristal de tunisite soumis à la microsonde a fourni les deux résultats suivants:

Tableau IV: Analyse chimique de la tunisite

| | de la Drôme | | de Tunisie (JOHAN et al. 69) |
|--------------------------------|-------------|------|------------------------------|
| | A | B | |
| K ₂ O | 0,3 | 0,3 | 0,35 |
| Na ₂ O | 0,8 | 0,8 | 4,77 |
| CaO | 19,2 | 19,9 | 18,08 |
| Al ₂ O ₃ | 37,0 | 38,3 | 32,56 |
| Cl | 4,3 | 4,3 | --- |

Analyses effectuées par le Prof. Dr. H. Schwander, Institut Min. Petr. Bâle

Le cristal analysé s'avère ne pas être complètement homogène, bien qu'il ait une bonne concordance avec les valeurs «d» publiées par JOHAN et al. (1969). Ces résultats d'analyses présentent d'importantes différences par rapport au matériel tunisien. Les légères variations d'intensité des valeurs «d» ainsi que le dédoublement minime de certaines lignes peuvent également être le signe d'une hétérogénéité générale dans le «groupe» tunisite. Ce même argument pourrait expliquer aussi la dispersion individuelle de certaines faces (hkl) mentionnée sous chapitre III. Le chimisme de la tunisite semble être soumis à de fortes variations découlant d'un mécanisme de substitution. Des recherches plus détaillées dans ce sens sont en cours.

VI. LA PARAGENESE DANS LES FILONS ET LES FISSURES

Les filons compacts contiennent des sulfates et des carbonates dans des proportions très variables. Les plus importants d'entre eux où prédomine une *célestine* blanche, massive ou fibreuse, abritent des sulfures tels que *galène*, *blende de zinc*, *chalcopirite* et *pyrite*. Dans les filons où l'*ankérite* et la *calcite* abondent la célestine forme souvent des cristaux individuels idiomorphes noyés dans la masse. On y trouve également de très rares cristaux de *quartz* biterminés et transparents, les seuls du gisement.

Les filons constitués principalement de calcite sont en général pauvres en minéraux inclus. Ils sont souvent translucides, grisâtres, crème pâle ou parfois verdâtres.

Les cavités que renferment ces filons sont tapissées de cristaux qui, pour la plupart, ne sont plus d'origine filonienne. Leur remplissage présente de très

grandes analogies avec celui des cavités formées dans les marnes gris brun du sommet et l'habitus des cristaux est identique. Dans la base et le corps principal du promontoire, par contre, les surfaces minéralisées des fissures (qui peuvent facilement atteindre 6 m² pour une épaisseur variant entre 3 et 10 mm) ont un tout autre aspect. Si elles abritent la même paragenèse l'importance relative des différents minéraux, ainsi que leur répartition sur les parois sont sujettes à de très fortes variations. A l'exception de la tunisite, les minéraux présentent le même habitus dans tout le gisement. Les groupes de cristaux intacts ne sont toutefois pas fréquents. En effet, à la suite des éboulements récents la majeure partie du revêtement cristallin a été broyé.

Succession et description des minéraux cristallisés dans les cavités des filons et les fissures des marnes
(voir fig. 5)

- 1) *la célestine I* est le premier minéral à se cristalliser. Elle développe des cristaux prismatiques plats, allongés suivant l'axe b, avec prédominance de la face (001). La plupart du temps leurs sommets s'effilochent et se subdivisent en une quantité d'aiguilles parallèles et très friables. La célestine peut également former directement cet habitus aciculaire dont les cristaux individuels ou groupés s'orientent dans tous les sens. Dans les cavités de filons où la célestine est fibreuse elle développe des paquets de fibres soyeuses.
- 2) *la calcite* se dépose entre les cristaux de célestine, ainsi que sur les débris de roche tombés des parois lors de la fracturation des marnes. Les scalénoèdres aux sommets tronqués par trois faces de rhomboèdres sont transpa-

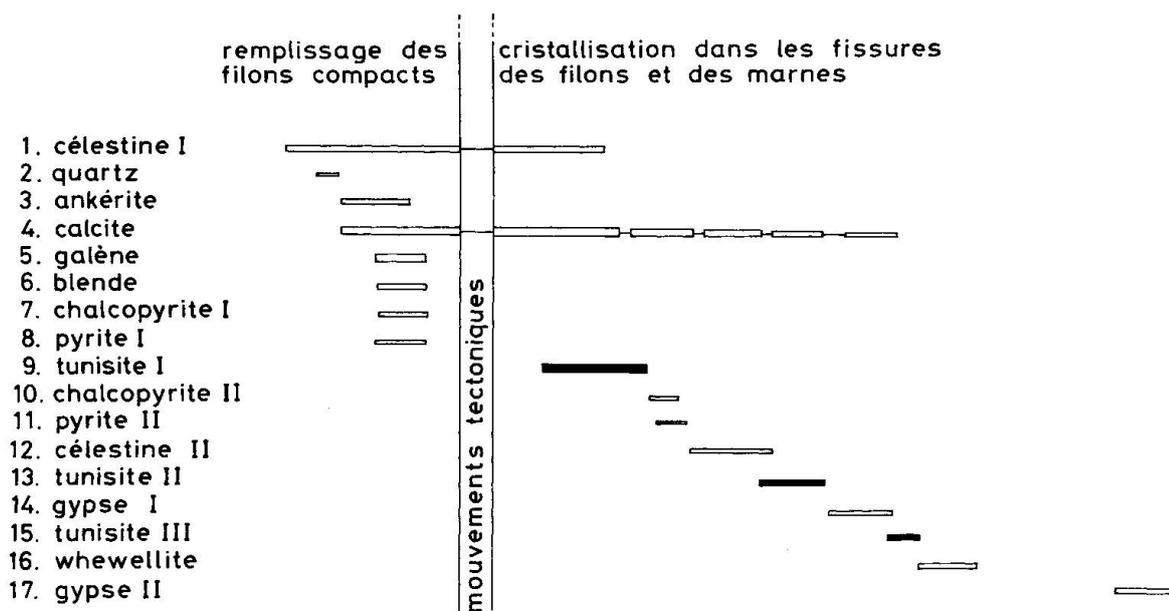


Fig. 5: Diagramme général de succession des minéraux observés.

rents, incolores et atteignent 3 mm de longueur; dans certains filons éloignés du filon principal prévaut le rhomboèdre aigu.

- 3) *la tunisite I* forme des rubans qui obstruent les fissures étroites où bordent par places les filons compacts. Des paquets de cristaux jusqu'à 3,5 mm de longueur d'arête tapissent les *cavités* des filons et des marnes gris brun. Dans les *fissures* les groupes compacts de cristaux de tunisite recouvrent des parois entières ou se trouvent parmi les scalénoèdres de calcite.

(A la suite d'ébranlements les fibres et bâtonnets blancs et friables de célestine de I. génération mentionnés plus haut se brisent et choient au fond des fissures où ils s'accumulent. Certains d'entre eux se déposent en cours de route sur le revêtement cristallin des parois.)

- 4) *la chalcopryrite II* dépose par places des cristaux aux faces mal définies pouvant atteindre 0,5 mm de grandeur. Elle est plus fréquente dans les marnes gris brun du sommet du gisement.
- 5) *la pyrite II* se manifeste à peu près à la même période que la chalcopryrite. Elle choisit de préférence les sommets des scalénoèdres de calcite ou la célestine I pour déposer des cristaux et des agrégats cristallins variant entre 1/100 et 1/2 mm de grandeur. Elle peut également saupoudrer des surfaces minéralisées d'une certaine importance. Les pyrites sont très fréquemment limonitisées ou transformées en hydroxydes. Ces sulfures sont souvent recouverts partiellement par de la calcite dont la croissance se poursuit.
- 6) *la célestine II*, après arrêt total du dépôt des sulfures, crée des cristaux orientés incolores et limpides d'une II. génération qui se fixent sur une partie des bâtonnets filiformes de I. génération. Ils fusionnent en cours de croissance pour former de curieux complexes en dents de scie. Leurs faces (001) forment une surface commune parquetée de losanges. Les bâtonnets restants, par contre, sont devenus franchement opaques et présentent souvent des atteintes de corrosion, ce qui laisse supposer qu'ils ont dû livrer la substance nécessaire à l'élaboration de la II. génération.
- 7) *la tunisite II*: des agrégats submillimétriques de cristaux non maclés de II. génération peuvent se déposer sur les minéraux préexistants. On les rencontre coincés entre deux lamelles de tunisite I, de type A, sur des fibres de célestine I ou parmi les scalénoèdres de calcite. Les sommets des calcites sont parfois coiffés en arc de cercle par des cristaux de tunisite de type C, créant ainsi des complexes cristallins très esthétiques.
- 8) *le gypse I* dont les cristaux limpides et incolores atteignent 5 mm de grandeur se fixe indifféremment sur les minéraux précités ou recouvre des surfaces plus importantes d'un revêtement glacé, strié et transparent.
- 9) *la tunisite III*: dans quelques fissures éloignées des filons de célestine se rencontrent des croûtes et des bourgeons blancs et opaques, rêches comme une fine toile d'émeri. Ce sont des amas de microcristaux de tunisite d'une III. génération dont les arêtes atteignent quelques centièmes de mm. Ail-

leurs des cristaux individuels ou groupés se sont déposés sur du gypse I et de la célestine. Dans les cavités des filons on la trouve mélangée à de la calcite et du gypse I; elle y forme des dépôts rugueux brun roux.

- 10) *la whewellite*, l'oxalate de calcium de formule $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ forme les cristaux les plus volumineux de la paragenèse. Ils se rencontrent dans les filons des couches grises de la base et du corps du promontoire et sont tous plus ou moins corrodés. Souvent il n'en subsiste qu'une empreinte dans la calcite. Cette substance organique dont la présence dans cette paragenèse peut surprendre se distingue difficilement de la calcite lorsqu'elle est prise dans la masse. Seul un léger sillon de corrosion soulignant son pourtour permet son repérage. Dans certains cas la whewellite transparente est légèrement rosée et surchargée d'une couche lacunaire rose pâle et opaque d'*aragonite*, minéral secondaire produit par sa dégradation. (Nous nous permettons d'insister sur l'importance de cette découverte de whewellite sur sol français. Elle fut décelée pour la première fois en 1907 par UNGEMACH dans un filon métallifère de la mine de St-Sylvestre [Vosges].)
- 11) *le gypse II*: des cristaux bruns de formation tardive se sont déposés dans des fissures non minéralisées ainsi que dans des fissures tapissées de minéraux qui se sont agrandies après l'arrêt de la cristallisation principale. Ils adhèrent en général à peine à leur base.

La succession des minéraux qui précède ainsi que le diagramme général (voir fig. 5) permettent de formuler quelques observations complémentaires: nous avons affaire à deux paragenèses différentes, une précoce et une tardive.

La paragenèse précoce qui forme les filons compacts se compose de célestine, quartz, ankérite, calcite, galène, blende, chalcopryrite et pyrite.

La cristallisation de la *paragenèse tardive* démarre ensuite dans les fractures et cavités des filons ainsi que dans les fissures de la roche encaissante. Elle reprend la formation de quelques-uns des minéraux précités, soit célestine, calcite, chalcopryrite et pyrite et crée de nouveaux minéraux tels que tunisite, gypse et whewellite. L'influence de la roche encaissante est manifeste.

La formation de la paragenèse précoce est imputable aux mouvements tectoniques qui engendrèrent le gisement; les pressions et températures étaient alors relativement élevées.

La paragenèse tardive, par contre, est conditionnée par des ébranlements tectoniques régionaux répétés; son développement s'est effectué par des pressions et températures décroissantes dans une solution aux pH et composantes modifiés.

Ces déductions découlent de l'élargissement des fissures, des générations successives ainsi que du saupoudrage des minéraux déjà formés.

VII. HABITUS ET GROUPEMENTS DES CRISTAUX DE TUNISITE

L'importance des faces principales est très variable et permet de développer deux habitus extrêmes, ainsi que tous les stades intermédiaires.

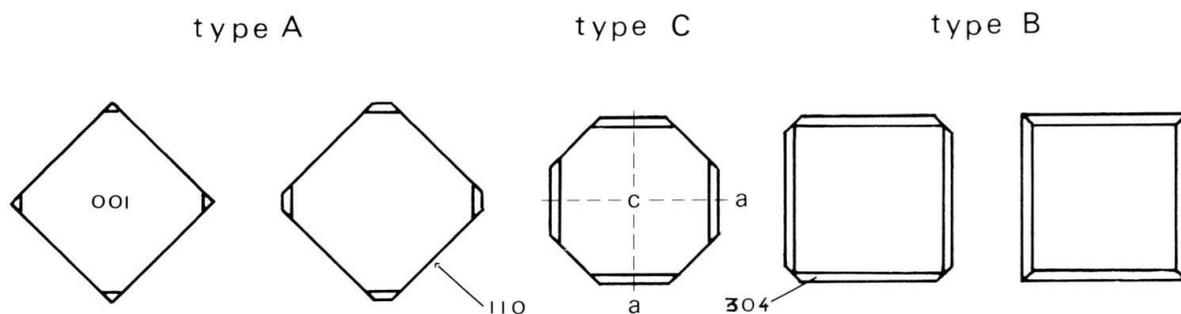


Fig. 6: Habitus des cristaux de tunisite de la Drôme.

- Dans le type A prédomine le prisme de I. position $\{110\}$
Les mesures au goniomètre ont été effectuées sur des cristaux de ce type
- Dans le type B s'impose la bipyramide tétragonale $\{304\}$
- Le type C est une forme intermédiaire à silhouette octogonale



Fig. 7: Groupements de cristaux subparallèles de tunisite de I. gén. du type A entourés de calcite surchargée de célestine de II. gén. Champ réel: 7,45 mm/11 mm (photo: Nicolas Martin).

La tunisite forme rarement des cristaux individuels. Elle développe en général des groupements qui diffèrent selon leur génération et leur situation dans le gisement.

Le *type A* qui se rencontre uniquement dans les fissures des marnes grises de la base et du corps du promontoire est essentiellement de *I. génération*. Ses cristaux forment des séries d'individus subparallèles placés de champ sur les parois ou créent des îlots parmi et sur les scalénoèdres de calcite (fig. 7). Leurs arêtes peuvent atteindre 4,5 mm de longueur. Ces séries peuvent facilement comporter une cinquantaine de subindividus dont la cohésion est très variable. Certains se détachent facilement, d'autres sont liés de façon plus intime. Chaque cristal présente un léger décalage angulaire par rapport aux autres, ce qui fait que la somme des faces (110) accolées donne l'illusion d'une surface courbe, voire cylindrique. Plusieurs de ces groupements sub-parallèles peuvent s'interpénétrer et s'entrecroiser pour créer des arrangements qui rappellent par leur disposition des tresses et des pelotes de laine. Cette disposition en éventail est probablement un effet du *split growth* (GRIGORIEV, D.P. 1965). Les faces (001) de ces subindividus sont inégales et ont des reflets nacrés, tandis que celles des rares cristaux individuels sont lisses ou légèrement striées parallèlement à $\{100\}$.

Le *type C* n'apparaît que dans les fissures des marnes grises de la base et du corps du promontoire où il forme des rosettes jusqu'à 2 mm de grandeur qui ta-



Fig. 8: Rosette géante de tunisite de I. gén. du type C reposant sur un assemblage de petits groupements de tunisites placées plus ou moins de champ. Champ réel: 20 mm/30 mm (photo: Nicolas Martin).

pissent la roche nue des parois pauvres en calcite. Ces assemblages de plaquettes à contour octogonal placés plus ou moins à plat sur la roche sont de *I. génération*. La disposition de leurs «pétales» rappelle dans une certaine mesure les roses de fer des alpes. Les plus grands forment la base de la rosette, les plus petits qui sont de plus en plus redressés en forment le cœur. La plus grande rosette découverte mesure 6,76 mm de diamètre (fig. 8). Dans de très rares cas les rosettes peuvent être une création de la *II. génération*. On les découvre sur des échantillons provenant des marnes grises, où elles coiffent les sommets de scalénoèdres de calcite parmi lesquels apparaissent des îlots de tunisite du type A. Leur diamètre n'excède pas 2 mm (fig. 9).



Fig. 9: Rosette de tunisite de II. gén.
coiffant le sommet d'un scalénoèdre de calcite.
Diamètre: 2 mm.

Le *type B*. Les assemblages de cristaux *sub-parallèles* de ce type sont exclusivement de *I. génération*. Ils sont confinés dans les cavités des filons de célestine

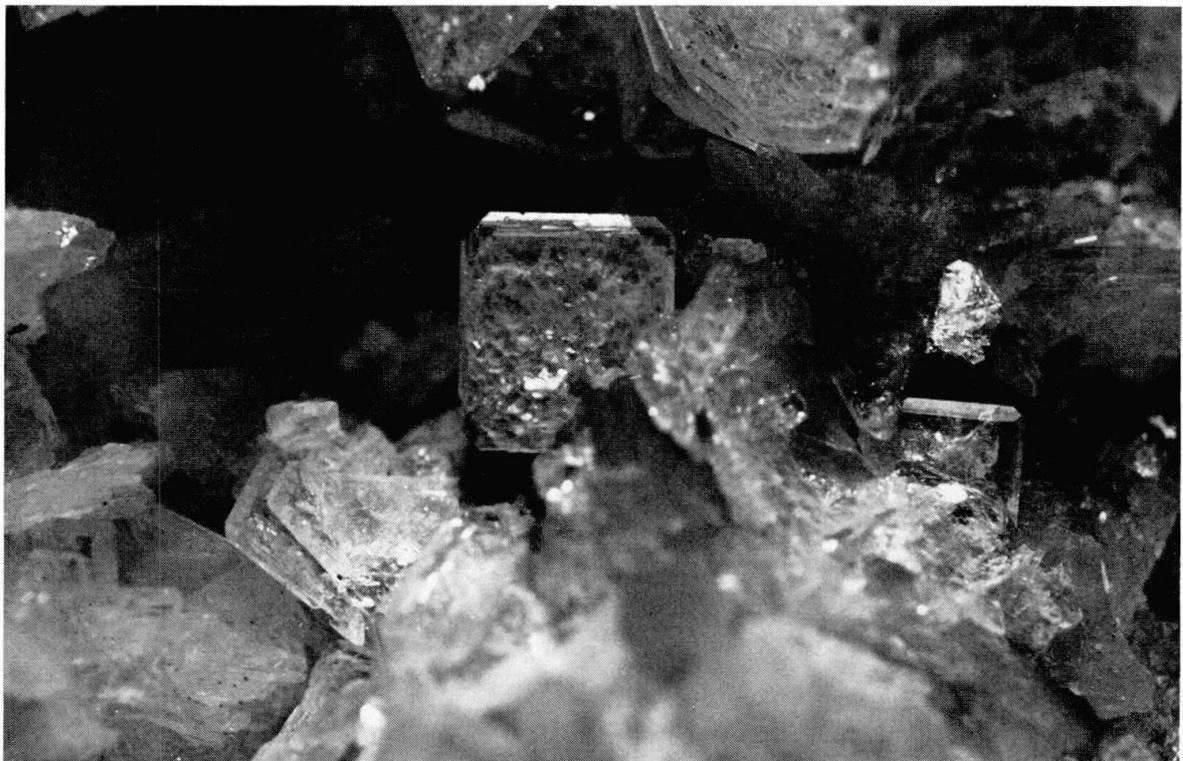


Fig. 10: Groupe de tunisites du type B de I. gén. parmi de la calcite. Champ réel: 6,1 mm/9 mm (photo: Nicolas Martin).

et des marnes gris brun du sommet. Des séries comprenant une dizaine d'individus placés sur la tranche en tapissent les parois. Elles sont disposées de façon irrégulière et serrées les unes contre les autres. Leur longueur moyenne est de 2 mm. A l'intérieur des cavités et plus rarement sur de la roche nue se développent des cristaux isolés et des petits groupes d'individus subparallèles dont les arêtes peuvent atteindre 4 mm de longueur (fig. 10). En lieu et place des «surfaces communes» courbes (type A) ces ensembles de cristaux bipyramidés présentent une alternance de sillons et d'arêtes à peine tronqués par d'étroites faces (100). Le cristal le plus grand se trouve au centre du complexe et les plaquettes accolées de part et d'autre sont d'autant plus petites qu'elles en sont éloignées.



Fig. 11: Cristaux de tunisite de II. gén. formant des agrégats de plaquettes interpénétrées. Longueur d'arêtes maximum: 0,8 mm.

Cet habitus se retrouve dans tout le gisement en tant que création de la *II. génération*. Rompant avec l'ordonnance rigoureuse des cristaux de I. génération



Fig. 12: Agrégat microcristallin de tunisites de III. gén. accompagné de calcite. Champ réel: 4,7 mm/7 mm (photo: Nicolas Martin).

elle développe des agrégats de plaquettes interpénétrées dans le désordre (fig. 11). Ces cristaux dont les arêtes atteignent péniblement 0,8 mm ne présentent que les formes simples décrites par JOHAN.

La *III. génération* crée des cristaux de type B en tous points identiques à ceux de la *II. génération*. Leur taille ne dépasse toutefois pas 0,5 mm. On les trouve dans tout le gisement. Parfois on rencontre des amas de cristaux microscopiques formant des croûtes ou des bourgeons blancs (fig. 12), ailleurs ce sont des cristaux individuels ou groupés, déposés, par exemple, sur du gypse I. Les plus grands d'entre eux mesurent 0,35 mm. Le meilleur critère permettant de les différencier de ceux de la *II. génération* est encore l'étude de la succession du dépôt cristallin.

Remerciements

Nous avons pu profiter des conseils judicieux du Prof. Dr. E. Nickel (Fribourg) ainsi que de la collaboration compétente du Dr. G. Galetti (Fribourg) et nous les remercions. De même nous exprimons notre gratitude au Prof. H. Schwander (Bâle), qui a bien voulu nous faire une première analyse chimique.

Bibliographie

- BARLIER, J. (1974): «Recherches paléothermométriques dans le domaine des terres noires subalpines méridionales.» Thèse de doctorat 3ème Cycle. Université de Paris-Sud.
- GRIGORIEV, D. P. (1965): «Ontogeny of Minerals.» Israel Progr. Scient. Transl., Jerusalem (Ed. originale en russe: 1961).
- JOHAN, Z., POVONDRA, P. and SLÁNSKY, E. (1969): «Tunisite, a new carbonate from Tunisia.» Am. Mineral. Vol. 54, p. 1-13.
- LACROIX, A. (1910): «Minéralogie de la France.» Tome II, p. 502. Tome IV, p. 126.
- ROBERTS, W. L. et al. (1974): «Encyclopedia of Minerals», p. 634. Ed. Van Nostrand Reinhold Co.
- UNGEMACH, M. H. (1909): («Note sur des cristaux de whewellite rencontrés dans un filon métallifère alsacien.» Bull. soc. Min. Min. Franc., 32, p. 20-26.

Manuscript reçu le 26 septembre 1979