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

Band: 46 (1966)

Heft: 2

Artikel: Distribution de la radioactivité et phénomènes optiques dans le charbon de Dorénaz (Canton du Valais, Suisse)

Autor: Hügi, Theodor / Jedwab, Jacques

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-36132

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: 13.07.2025

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

Distribution de la radioactivité et phénomènes optiques dans le charbon de Dorénaz (Canton du Valais, Suisse)*)

Par *Theodor Hügi* (Berne)**) et *Jacques Jedwab* (Bruxelles)***)

Avec 17 photos sur 3 planches

Abstract

Radioactive Rock-samples of the permocarboniferous syncline of the Aiguilles Rouges massif near Dorénaz (Canton du Valais, Switzerland) have been analysed by means of chemical, optical and nuclear-plate methods (Ilford K 2). The U-content of schists and anthracite-rich samples varies from 50 to 590 ppm. Radioactivity coincides generally with petrographic discontinuities (e. g. elliptic halos, micro-stratification) but micro-fractures do not show any radioactivity. The distribution of the radioactivity is illustrated by means of microphotos and autoradiographs. Relative age of U-introduction is infered from the observed succession of irradiation and micro-faulting phenomena.

Introduction

Au cours de prospections radiométriques effectuées par des collaborateurs de la „Commission pour la recherche en Suisse de minéraux et de roches à éléments radioactifs et rares" des indices ont été trouvés en divers endroits dans le carbonifère de la région de Dorénaz.

Des échantillons charbonneux et des schistes ont été examinés au laboratoire par la suite et l'analyse chimique y a décelé des teneurs de 50—590 ppm d'uranium. Les échantillons de Dorénaz proviennent du synclinal permocarbonifère du massif cristallin des Aiguilles Rouges (Krummenacher, 1959). Le carbonifère de cette région a été daté par

---

* Paraît en même temps dans les Matériaux pour la Géologie de la Suisse, Bulletin N° 40.

** Institut de Minéralogie et de Pétrographie — Laboratoire de Géochimie, Université de Berne, Sahlistrasse 6, Berne.

*** Laboratoire de Géochimie, Université Libre de Bruxelles, 50, avenue F. Roosevelt, Bruxelles 5.

des plantes fossiles (Westphalien D) pour les schistes plus anciens de l'Au d'Arbignon (JONGMANS, 1960).

Le carbonifère consiste surtout en schistes renfermant des intercalations de charbon anthracitique, de grès et de conglomérats. Une description du synclinal carbonifère de Collonges-Dorénaz a été donnée par SUBLET (1962), qui décrit également quelques petites minéralisations aux environs d'Alesse. Il s'agit d'imprégnations de galène et de blende dans des grès fins carbonifères, accompagnées de quelques minces filons. Mais il faut noter que le gneiss du soubassement au S du synclinal renferme également quelques veines minéralisées.

Le deuxième signataire de cette note s'est chargé de l'étude des autoradiographies α de ce charbon et des sections polies; il y a découvert des particularités très intéressantes concernant la géochimie de l'uranium dans les charbons, et le processus de houillification.

Rappelons quelques données générales avant d'aborder la description de ces particularités: nous pourrons ainsi mieux en faire ressortir l'intérêt.

Bien que les charbons soient en général classés parmi les roches à très faible teneur d'uranium, on connaît plusieurs cas où une accumulation anormale mène à des véritables charbons uranifères (cf. DYBEK, 1962, pour une revue d'ensemble du problème).

Les opinions les plus extrêmes ont été avancées pour expliquer l'origine de l'uranium dans les charbons: elles vont du syngénétisme à l'épigénétisme, comme c'est d'ailleurs le cas pour l'interprétation de nombreuses autres concentrations de métaux (cf. par exemple NEKRASOVA, 1957). On peut affirmer sans imprudence qu'il n'y a probablement pas une origine unique, mais plusieurs. Rappelons enfin que des matières carbonées sont très fréquemment rencontrées dans les gisements d'uranium (Blind River, Witwatersrand, Plateau du Colorado).

Une voie expérimentale pour aborder cet important problème des relations uranium-matières carbonées, se présente actuellement à nous: c'est l'étude des phénomènes optiques que provoquent dans les matières organiques solides les radiations émises lors de la désintégration naturelle de l'uranium et du thorium qu'elles contiennent.

Ces phénomènes sont bien visibles sous le microscope à réflexion équipé d'une optique à immersion. Ils se manifestent sous la forme de halos de pouvoir réflecteur, d'anisotropie et de dureté accrus, qui semblent assez stables dans le temps et résistent assez bien aux phénomènes tectoniques.

Nous avons ainsi à notre disposition une véritable plaque nucléaire naturelle, placée dans les roches organogènes au cours des temps géolo-

giques. Les informations qu'elle nous apporte ne sont cependant pas encore claires, car la genèse des effets demeure assez hypothétique.

Le deuxième auteur a attiré l'attention, dans des publications antérieures, sur quelques caractères relativement fréquents des caustobiolithes uranifères, déjà observés par de nombreux auteurs (dont on trouvera les références in JEDWAB, 1962 et 1963).

— Les effets de l'irradiation sont assez semblables, quelle que soit la nature de la matière carbonée (charbon, asphalte, bitume, „thucholite", anthraxolite, bois fossile, etc.).
— Ces effets consistent en halos plus réfléchissants, de quelques dizaines de microns de diamètre, dont le pouvoir réflecteur au voisinage de l'inclusion radioactive décroît progressivement vers la périphérie. Ces halos correspondent également à une opacification du matériel (lorsque ce dernier est transparent en lame mince) (cf. STACH, 1950, 1958, et CHRISTOPH, 1965).
— Des phénomènes d'anisotropie apparaissent en lumière transmise et en lumière réfléchie, parallèle ou entre nicols croisés. L'aspect des figures observées entre nicols croisés et leur déformation au cours de la rotation de la platine font penser à des phénomènes de tension plutôt qu'à des orientations de cristallites (ROSENFELD et CHASE, 1961).
— Les halos d'irradiation semblent se former à un stade précoce de l'évolution des matériaux carbonés, lorsqu'ils sont encore relativement plastiques (STACH, 1958, JEDWAB, 1965a).

Tous ces effets permettent de repérer facilement dans une section polie la présence (actuelle ou passée) d'éléments radioactifs: comme les inclusions radioactives sont souvent très petites, on peut étudier indirectement leur répartition par leurs halos. On peut également observer les déformations plastiques ou cassantes qui ont affecté les zones irradiées, et apprécier ainsi l'importance de ces mouvements. L'adjonction des plaques nucléaires à l'étude en sections polies permet de voir si une activité actuelle correspond aux halos, de constater quel est le mode de distribution des éléments radioactifs, de vérifier si les porteurs de la radioactivité sont exprimés minéralogiquement ou non, etc.

Une difficulté majeure dans l'étude microscopique combinée des matières carbonées et de leur autoradiographie provient de l'opacité des sections, qui entraîne des difficultés de repérage sous le microscope. On a proposé une solution graphique à ce problème, qui permet de retrouver

l'autoradiographie d'un point d'une section avec une précision de 10 à 100 microns (JEDWAB, 1963).

Phénomènes optiques observés dans le charbon de Dorénaz

En raison de l'intensité des actions tectoniques et métamorphiques qui ont affecté le charbon de Dorénaz, nous y observons des effets d'irradiation déformés par l'anthracitisation et la fracturation; ces observations viennent ainsi compléter les descriptions morphologiques de halos rencontrés jusqu'à présent dans les charbons bitumineux.

Les échantillons étudiés présentent des caractères anthracitiques très nets: l'anisotropie est intense et le pouvoir réflecteur (mesuré en immersion d'huile, $\lambda = 550$ mμ, 1 nicol) est égal à 3,3%.

Lorsqu'on observe ce charbon entre nicols croisés, on remarque des figures très contrastées, attribuées aux effets des radiations:

1° De petites ellipses sombres, flanquées de houppes sombres et claires, alignées suivant des niveaux de matière minérale (ph. 7). Ces halos elliptiques sont évidemment à rapprocher des halos circulaires décrits par STACH (1950, 1958) et CHRISTOPH (1965).

2° Des bandes plus ou moins parallèles, disposées suivant la stratification, et que l'on peut voir en clair ou sombre, suivant l'angle que font les nicols et la section (ph. 2, 3, 4 et 7). A fort grossissement, on peut parfois mettre en évidence une ponctuation noire due à des minéraux indéterminés (ph. 4, 14 et 15). Ces bandes résultent nettement de la juxtaposition de concentrations similaires à celles qui provoquent les halos elliptiques.

3° Des amas plus gros (ph. 16) produisant des figures symétriques très particulières en lemniscates qui se déforment par rotation de la platine du microscope. Ces figures sont semblables à celles que l'on observe dans l'étude photoélastique des matières plastiques transparentes, et sont visiblement la résultante d'une anisotropie locale superposée à l'anisotropie générale du charbon.

A fort grossissement, on observe que le centre de ces figures est formé d'un mélange de fusinite et de matières noires sans bon pouvoir réflecteur (ph. 14 et 15). Des fentes de retrait recoupent ou circonscrivent souvent ces halos intenses (ph. 16).

Il est intéressant d'observer que lorsqu'une bande anisotrope est fracturée et rejetée par une „micro-faille", le charbon amené en regard de la

bande radioactive, ne présente pas de phénomène d'irradiation visible (ph. 5 et 6). On peut conclure de cette observation, que l'introduction de l'uranium est antérieure à la dernière fracturation du charbon (ce qui est déjà démontré par le caractère stratiforme de la distribution de l'uranium et des anomalies qu'il provoque).

On peut ainsi affirmer que le charbon ne présente pas la même sensibilité aux radiations tout au long de son évolution, et que le maximum de sensibilité se place avant l'évolution en anthracite. Ceci confirme des observations d'autres sources faites par M. et R. TEICHMÜLLER (1958).

Distribution de la radioactivité α dans le charbon de Dorénaz

Des plaques nucléaires (Ilford K2, épaisseur 100 microns) ont été exposées pendant 20 jours à l'effet des sections polies de charbon.

L'examen sous le microscope de ces plaques et des plages correspondantes de charbon permet de faire les observations suivantes:

Les points où se produisent les singularités optiques correspondent effectivement à une activité plus intense que le fond moyen du charbon (photos couplées 8/9, 12/13, 16/17).

La radioactivité α de ces concentrations varie d'un cas à l'autre; certaines sont relativement peu actives (photos 8/9), alors que d'autres le sont beaucoup plus (12/13).

La recherche aux plus forts grossissements des porteurs de la radioactivité est assez décevante, en ce sens que l'on ne trouve pas de minéraux individualisés. On observe fréquemment une accumulation de fragments de fusinite, dont un exemple simple est représenté sur la fig. 14 (portion agrandie de 12) ou des agglomérations noires, très peu réfléchissantes que font penser à des phyllites (ph. 15).

Des activités plus intenses, de distribution uniforme, marquent parfois des plages broyées, formées généralement de fusain (photos 10/11).

Aucune activité notable n'est liée aux fractures, et nulle part on n'observe les fortes activités dues à des inclusions de pechblende, comme l'un de nous en a décrit dans un charbon vosgien (JEDWAB, 1965b).

Conclusions

L'observation des phénomènes optiques dans le charbon de Dorénaz décèle ainsi plusieurs caractères qui pourraient être étendus et comparés à d'autres associations uranium-carbone.

La radioactivité coïncide généralement avec des discontinuités pétro-

graphiques, et n'est donc pas uniformément répartie comme on l'a parfois écrit.

Ces discontinuités sont aisément repérées sous le microscope par des effets secondaires du type photoélastique.

La répartition de la radioactivité se fait suivant des niveaux conformes à la micro-stratification. Ce fait, associé à l'absence de radioactivité liée aux fractures et à des minéraux très uranifères, permet de parler d'un contrôle stratigraphique de la minéralisation en uranium.

Les micro-failles affectant des bandes anisotropes permettent d'apprécier l'importance de rejets microscopiques qui seraient très peu visibles autrement, en raison de l'oblitération des structures due à l'anthracitisation.

La question de savoir si l'uranium a été introduit pendant la période hercynienne ou pendant l'orogénèse alpine d'âge tertiaire n'est cependant pas résolue par ces observations. Les „micro-failles" observées peuvent être attribuées aux derniers stades de la déformation alpine. Si tel est le cas, l'uranium pourrait être hercynien ou même plus ancien, et la déformation d'âge hercynien tardif ou alpin. L'uranium peut avoir été introduit dans le charbon pendant la période hercynienne et redéposé au tertiaire (infiltration suivant les lignes de discontinuité), ou avoir été introduit dans les sédiments aux premiers stades de l'orogenèse alpine seulement. Dans les deux cas, les „micro-failles" auraient été formées par les dernières phases de l'orogenèse alpine.

La comparaison de ce type de minéralisation avec ce qui se passe au Schaentzel est intéressante. Dans ce dernier gisement la concentration de l'uranium est pratiquement contrôlée par les cassures, dont certaines contiennent même de la pechblende (Jedwab, 1965b). Des études ultérieures montreront peut-être dans quelle mesure des actions tectoniques peuvent introduire de l'uranium uniquement suivant des discontinuités pétrographiques, en laissant les cassures non minéralisées en uranium.

Bibliographie

Christoph, H. J. (1965): Untersuchungen an den Kohlen und Carbargiliten des Döhlener Beckens mit besonderer Berücksichtigung der radioaktive Substanzen enthaltenden Kohlen. Freib. Forschungsh. C 184, 122 p.

Dybek, J. (1962): Zur Geochemie und Lagerstättenkunde des Urans. Berlin, 163 p.

Jedwab, J. (1962): Dégâts radioactifs naturels dans des matériaux asphaltiques uranifères. I: Le grès asphaltique du Mas Alary (Hérault/France). Bull. Soc. belge Géol. *71*, 487—496.

— (1963): Ibid. II: Bois fossile asphaltisé de Temple Mountain (Utah). Ibid. *72*, 401—406.

— (1965, a): Ibid. III: Le schiste cuprifère de Mansfeld. Ibid. *74*, 346—352.

— (1965, b): Les dégâts radioactifs dans le charbon uranifère du Schaentzel. Geol. Rundschau, *55*, 445—453.

JONGMANS, W. J. (1960): Die Karbonflora der Schweiz. Mit einem Beitrag von E. RITTER: Die Karbonvorkommen der Schweiz. Beitr. geol. Karte Schweiz, NF 108. Lfg. Bern.

KRUMMENACHER, D. (1959): Le cristallin de la région de Fully (Valais). Bull. suisse Min. Pétr. *39*, 151—266.

NEKRASOVA, Z. A. (1957): The origin of uranium mineralization in coal. In: The geology of uranium. Trad. Consultants Bur. New York 1958, 29—42.

ROSENFELD, J. L. et CHASE, A. B. (1961): Pressure and temperature of crystallisation from elastic effects around solid inclusions in minerals? Am. J. Sc. *259*, 519—541.

STACH, E. (1950): Vulkanische Aschenregen über dem Steinkohlenmoor. Glückauf. *86*, 41—50.

— (1958): Radioaktive Inkohlung. Brennstoff-Chemie *39*, 329—331.

SUBLET, P. (1962): Etude géologique du synclinal carbonifère de Collonges-Dorénaz (Valais). Eclogae geol. Helv. *55*, 23—75.

TEICHMÜLLER, M. et R. (1958): Inkohlungsuntersuchungen und ihre Nutzanwendung. Geol. en Mijnb., 2041—2066.

Manuscrit reçu le 3 mars 1966.

EXPLICATION DES PHOTOGRAPHIES

Toutes les photographies de charbon ont été faites en lumière réfléchie, avec l'objectif sous immersion d'huile, entre nicols croisés faisant en général un angle un peu différent de 90°.

Les photographies de traces nucléaires ont été faites en lumière transmise naturelle.

Les poses sont toutes de 20 jours.

1. Ellipses et houppes concentriques autour d'une petite inclusion dans du vitrain. Une inclusion encore plus petite est visible en haut à droite.

2. Bande anisotrope, parallèle à la stratification, formée de la juxtaposition de plusieurs halos elliptiques.

3. Large bande dont la zone centrale est formée d'une accumulation de petites particules noires intimement mélangées au charbon.

4. Partie agrandie de l'extrémité gauche de 3. Les particules noires sont indéterminables sous cette forme; ce ne sont probablement pas des grains d'uraninite ou de coffinite, mais plutôt des minéraux phyllitiques.

5 et 6. Bandes anisotropes découpées par des micro-failles. Les zones opposées aux bandes claires à inclusions sont pratiquement dépourvues d'effets d'irradiation.

7. Figure d'ensemble d'une plage bien stratifiée, sans fractures. On remarque le caractère assez discontinu des effets optiques, en composition et en intensité, le long des lignes de stratification.

8 et 9. Anomalie optique interstratifiée et autoradiographie correspondante. Activité relativement faible.

10 et 11. Plage de fusain très broyée à radioactivité notable, uniformément répartie.

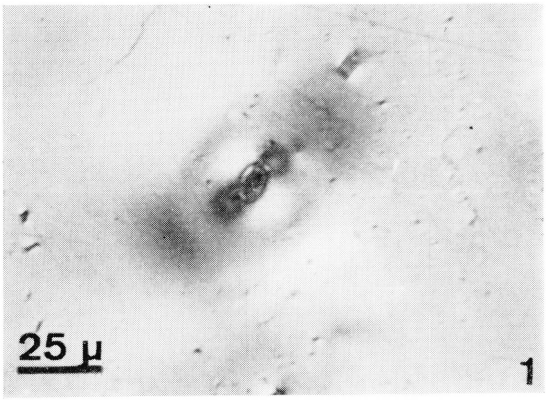
12, 13 et 14. Anomalie optique (12), autoradiographie correspondante (13) et partie active agrandie (14). L'activité est plus forte, concentrée (comparez à 9) et provient d'un fragment de fusain entouré de petites inclusions noires.

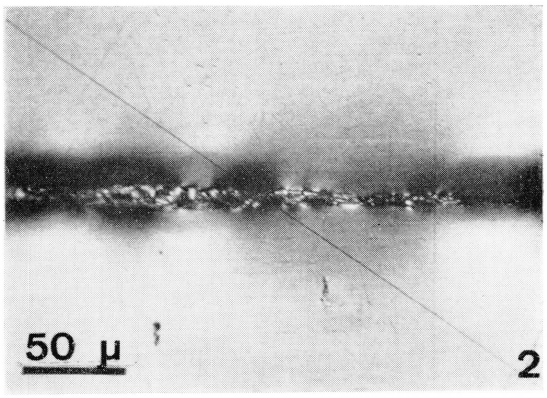
15. Agglomérat de particules noires très actives (radiographie non figurée ici).

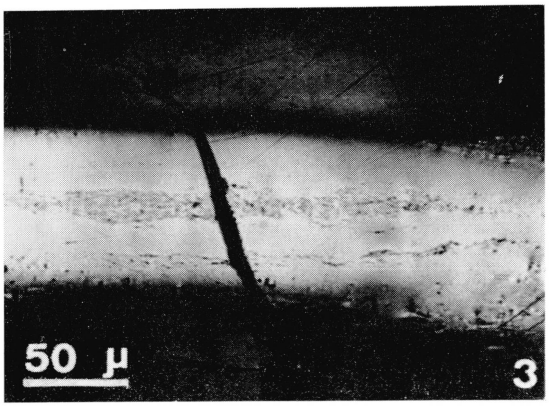
16 et 17. Montage en mosaïque d'une série de photos de vitrain traversé de lignes anisotropes parallèles, et autoradiographie correspondante.

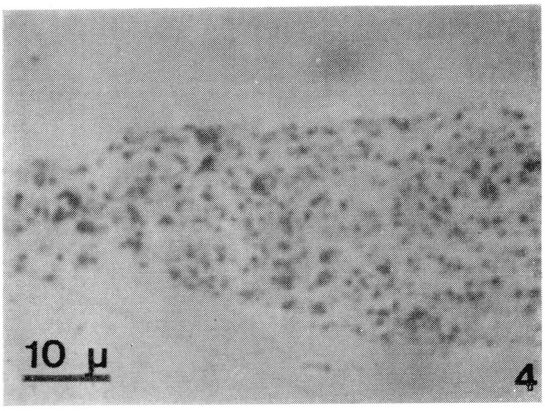
On voit qu'une intense activité correspond à la grosse inclusion A du bas, et une activité plus faible à l'inclusion B. En C semble se marquer une ligne d'activité correspondant à du vitrain sans anomalie.

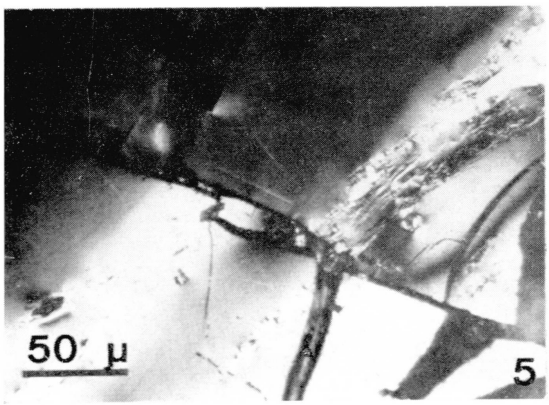
Remarquer la fracture de retrait découpant la zone d'anomalie A.

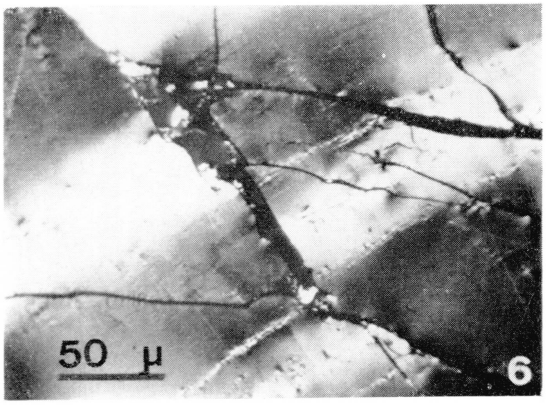

25 µ
1

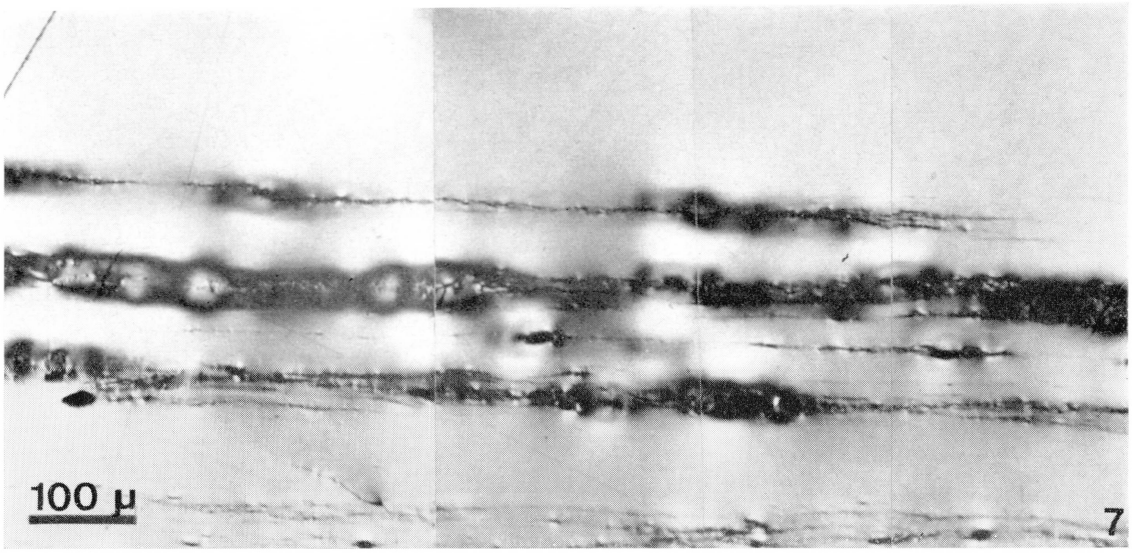

50 µ
2

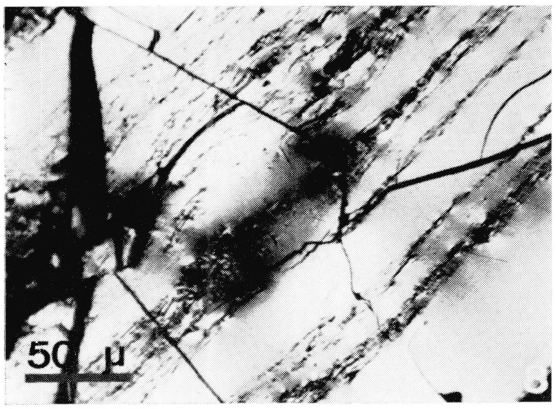

50 µ
3

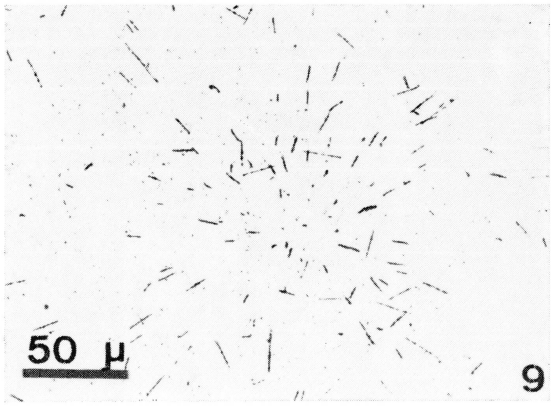

10 µ
4


50 µ
5

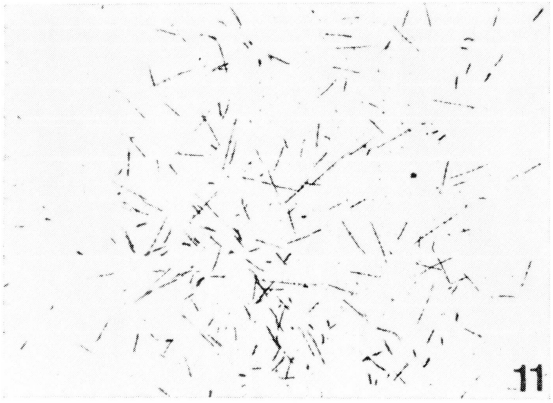

50 µ
6

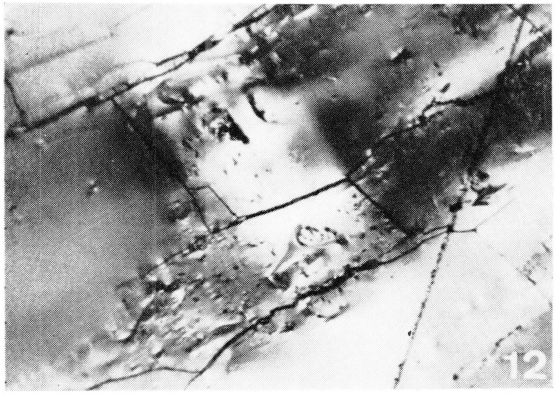

100 µ
7

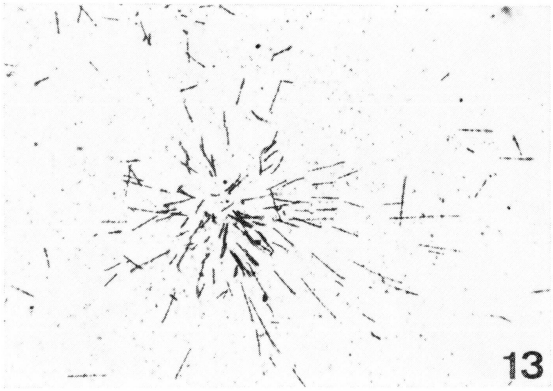

50 μ

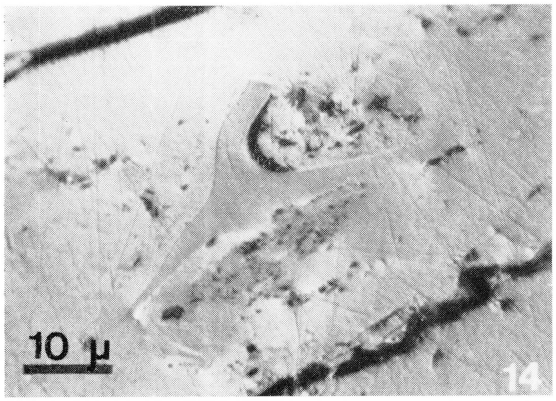

50 μ
9

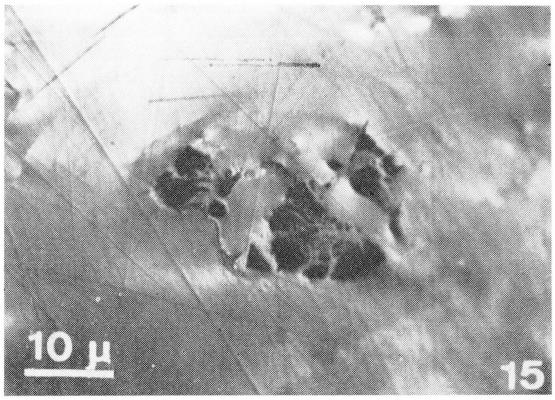
10

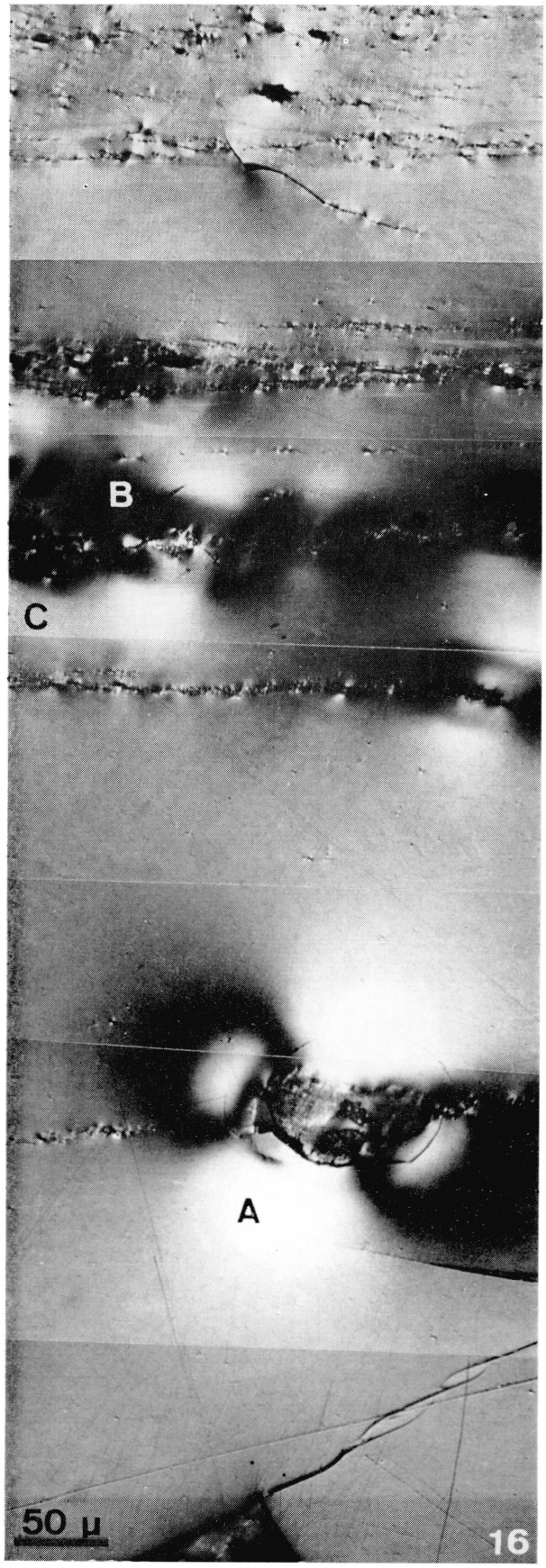

11

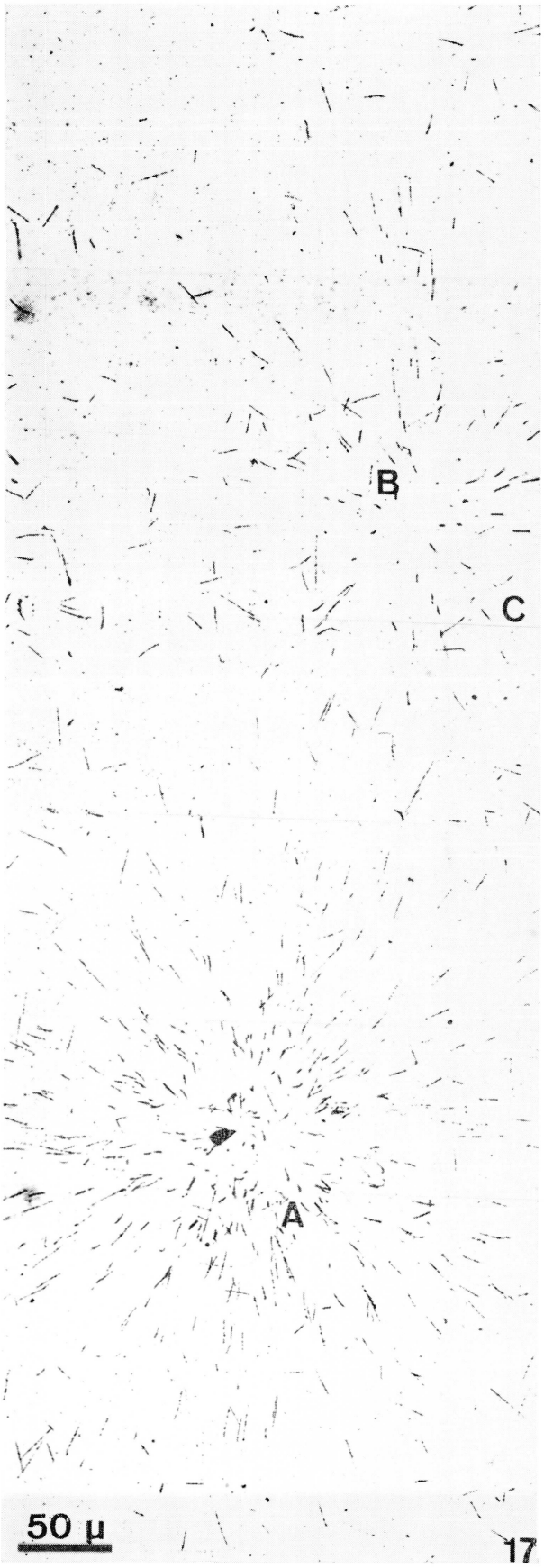

12


13


10 μ
14


10 μ
15


B
C
A
50 µ
16


B
C
A
50 µ
17