Recherche des sections principales

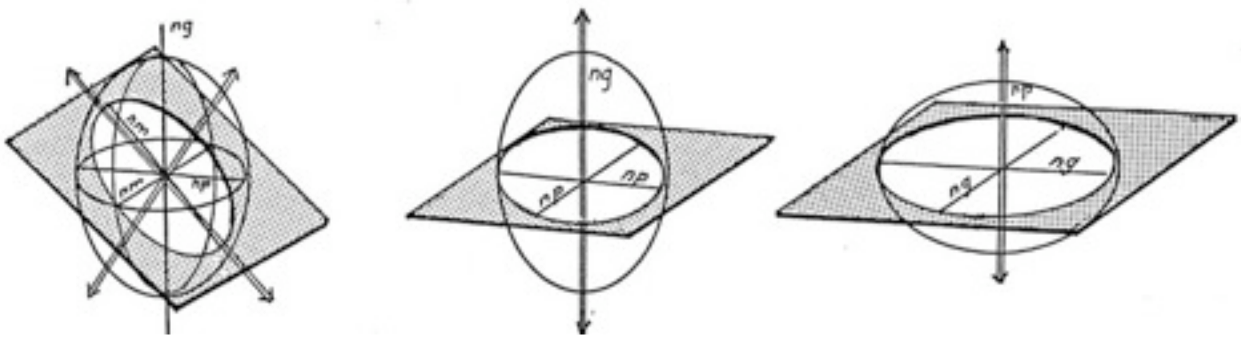
Extrait de «Théorie et emploi du microscope polarisant»

Il n'y a que deux sections vraiment indispensables à la détermination d'un minéral. Ce sont la section perpendiculaire et la section parallèle.

Pour les minéraux biaxes, il faut encore chercher une, voire les deux sections normales aux bissectrices.

Section perpendiculaire

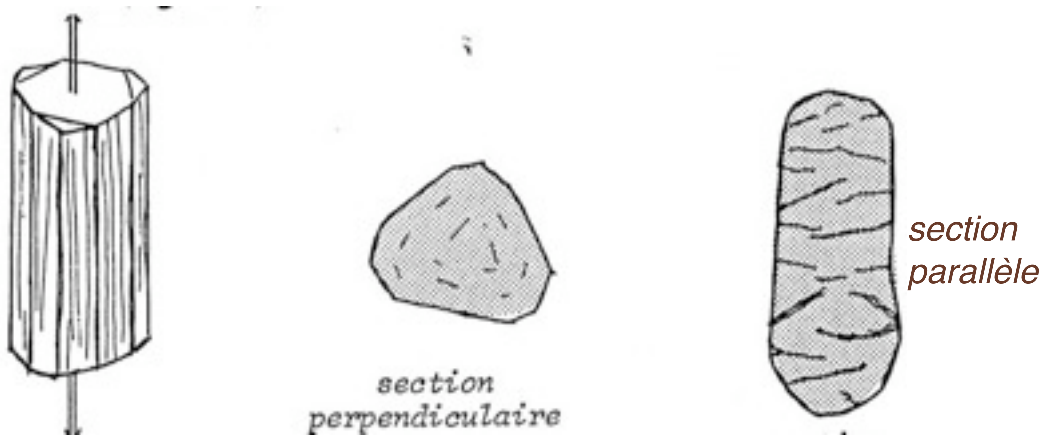
En lumière polarisée, elle est reconnaissable à son retard nul. Il faut donc la chercher parmi les sections qui restent constamment éteintes lorsqu'on tourne la platine. Vu à travers sa section perpendiculaire, le minéral se comporte comme une substance isotrope. Les minéraux pléochroïques présentent alors un préochroïsme nul et montrent une couleur invariable, celle attribuée à n_p ***pour les uniaxes positifs, à*** n_g ***pour les uniaxe négatifs et*** n_m ***pour les biaxes.***



Sections perpendiculaires à un axe optique dans les divers ellipsoïdes

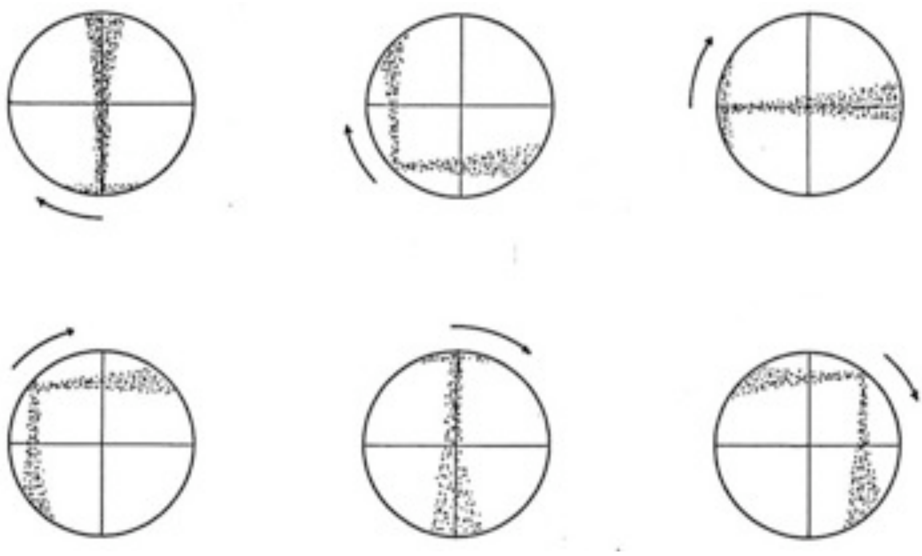
En lumière convergentes, la section perpendiculaire montre les figures d'interférences qui permettent d'identifier le type d'ellipsoïde, le signe optique ainsi que l'ordre de grandeur de l'angle 2V.

De retour en lumière naturelle, on note la couleur éventuelle et la forme de la section. Cette forme est intéressante dans le cas des minéraux prismatiques uniaxes, car elle est en même temps la section perpendiculaire au prisme et elle peut nous renseigner sur le système cristallin du minéral.



Section à travers un cristal de tourmaline : la section perpendiculaire nous indique une symétrie trigonale (ou rhomboédrique).

Il n'est pas toujours possible de trouver une section rigoureusement perpendiculaire à l'axe optique et il faut parfois se contenter d'une section approximativement perpendiculaire. En lumière polarisée, la section ne présente pas un retard rigoureusement nul. Elle reste cependant dans les gris foncé. En lumière convergente, les isogyres sont un peu décentrées., mais leur déplacement n'est pas suffisamment important pour empêcher la détermination du signe optique. Pour les uniaxes, par exemple, nous avons une croix dont le centre décrit un mouvement circulaire mais dont les bras restent toujours parallèles aux traits du réticule. Il n'y a pas de difficulté pour identifier les quadrants de la croix et à observer dans lesquels de ceux-ci apparaissent les taches noires ou les colorations rougeâtres induites par les lames auxiliaires.



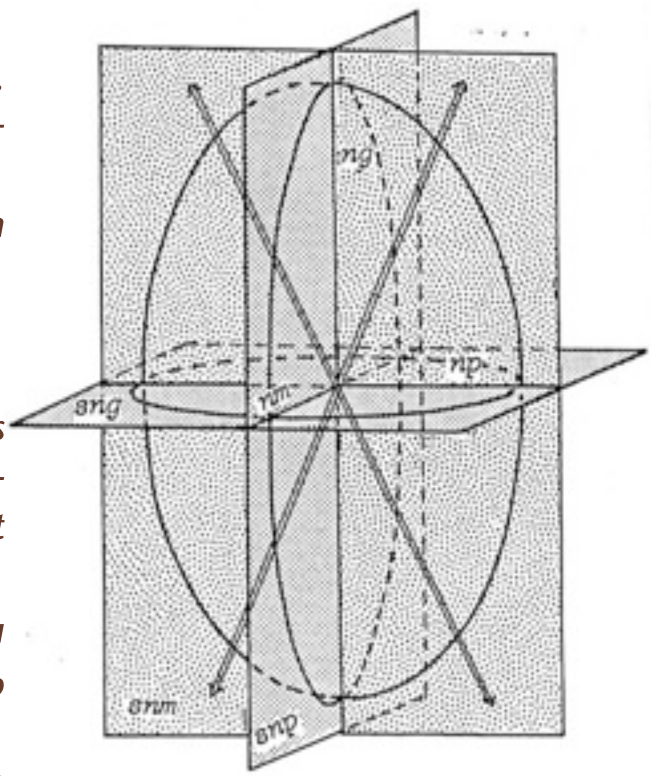
Aspect de l'isogyre sur une section non parfaitement perpendiculaire, au cours de la rotation de la platine.

Section parallèle

Parmi toutes les sections d'une même espèce minérale, c'est celle qui présente, en lumière polarisée, le retard le plus élevé. Si le minéral est pléochroïque, c'est la section qui montre aussi le pléochroïsme le plus marqué. En lumière convergente, elle ne présente pas de figures caractéristiques. Nous avons déjà décrit en détail les propriétés de cette section au chapitre N° 7.

Sections normales aux bissectrices de l'angle 2V

Ces section ne concernent bien évidemment que les minéraux biaxes. Elle sont difficiles à trouver et on ne les recherche que dans le cas d'une détermination complète de tous la caractères optiques d'un minéral ou bien dans le cas où on n'aurait pas trouvé de section perpendiculaire. Les sections normales aux bissectrices permettent des estimations plus précises de la valeur de l'angle 2V et, surtout, elles concourent à trouver la relation entre l'ellipsoïde et les éléments cristallographiques du minéral. En particulier, conjointement aux observation faites sur la section parallèle, elles permettent d'identifier le système cristallin auquel appartient le minéral.



Observons la figure ci-contre:

il s'agit d'un ellipsoïde biaxe positif. Les trois plans orthogonaux représentent respectivement :

- *la section parallèle, ou section normale à n_m (sn_m);*
- *la section normale à n_g (sn_g);*
- *la section normale à n_p (sn_p).*

On sait que les indices auxquels obéissent le rayons lumineux cheminant normalement à la sn_g sont n_m et n_p. Pour la sn_p, nous aurons n_m et n_g.

Dans le cas présent, ng est aussi la bissectrice aiguë de l'angle 2V et n_p la bissectrice obtuse.

Les relations mathématiques entre la valeur de l'angle 2V et celle des indices sont les suivantes :

$$tg^2V = \frac{ng^2\,(nm^2-np^2)}{np^2\,(ng^2-nm^2)} \qquad \cos^2V = \frac{np^2\,(ng^2-nm^2)}{nm^2\,(ng^2-np^2)} \qquad \sin^2V = \frac{ng^2\,(nm^2-np^2)}{nm^2\,(ng^2-np^2)}$$

En développant la première de ces équations nous obtenons :

$$tg^2V = \frac{ng^2\,(nm-np)\,(nm+np)}{np^2\,(ng-nm)\,(ng+nm)} \quad \text{ou} \quad tg^2V = \frac{np^2\,(ng-nm)}{nm^2\,(ng-np)} \times \frac{(nm-np)}{(ng-nm)}$$

Nous pouvons constater que la première partie de la dernière équation renferme les valeurs absolues des indices alors que le second terme ne contient que des différences d'indice, c'est à dire les retard mesurables sur la sng et la snp. Par ailleurs, nous pouvons simplifier cette équation en supprimant la première partie dont la valeur est toujours extrêmement proche de 1. L'erreur que nous faisons en simplifiant de la sorte reste très inférieure à à celle qui entache la précision des mesures que nous pouvons faire. Nous pouvons donc écrire :

$$tg\ V = \frac{nm-np}{ng-nm} \qquad \text{ou}\ \ tg\ V = \frac{\text{Bir. } sng}{\text{Bir. } snp}$$

Remarquons que si le retard de la sng est plus grand que le retard de la snp, la valeur tg2V > 1, cela implique que 2V > 90°. L'indice ng est alors confondu avec la bissectrice aiguë(B.o.) et le minéral est négatif.
Si on souhaite que 2V reste toujours inférieur à 90°, il suffit de remplacer sng et snp par B.a. et B.o., ce qui donne :

$$tg\ V = \frac{\text{Bir. } Ba}{\text{Bir. } Bo}$$

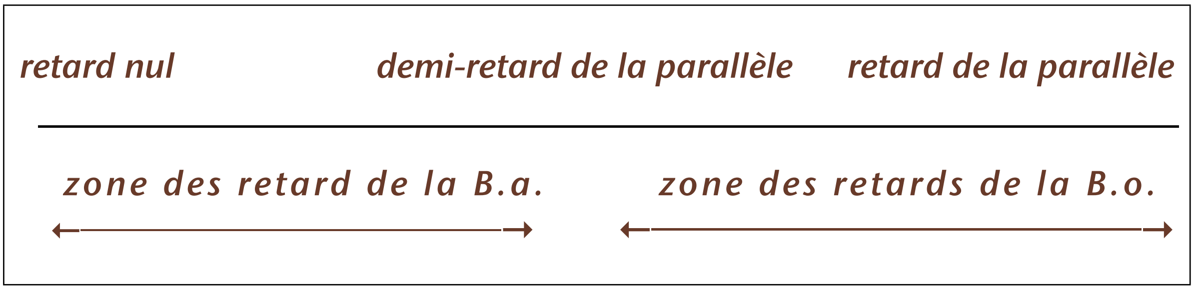
Le même raisonnement avec les autres équations, permet d'écrire:

$$\sin V = \frac{\text{Bir. } Ba}{\text{Bir. } sn_m} \qquad \cos V = \frac{\text{Bir. } Bo}{\text{Bir. } sn_m} \qquad tg\ V = \frac{\text{Bir. } Ba.}{\text{Bir. } B.o.}$$

Et, si on´admet une épaisseur identique pour toutes les sections dans la même coupe mince, on peut remplacer la biréfringence par le retard :

$$\sin V = \frac{\text{Retard } Ba}{\text{Retard } sn_m} \qquad \cos V = \frac{\text{Retard } Bo}{\text{Retard } sn_m} \qquad tg\ V = \frac{\text{Retard } Ba}{\text{Retard } Bo}$$

Ces relations sont intéressantes et permettent de constater que le retard (ou la biréfringence) de la section normale à la bissectrice aiguë (B.a.) est compris entre 0 et la moitié du retard de la section parallèle (sn_m). Celui de la bissectrice obtuse est compris entre la moitié et la totalité du retard de la section parallèle.



Zones de retard des bissectrices

Bissectrice aiguë ou obtuse ?

Avec ce tableau, il devient possible d'identifier la section normale à la bissectrice aiguë ou à la bissectrice obtuse, en mesurant leur retard et en le comparant à celui de la section parallèle.

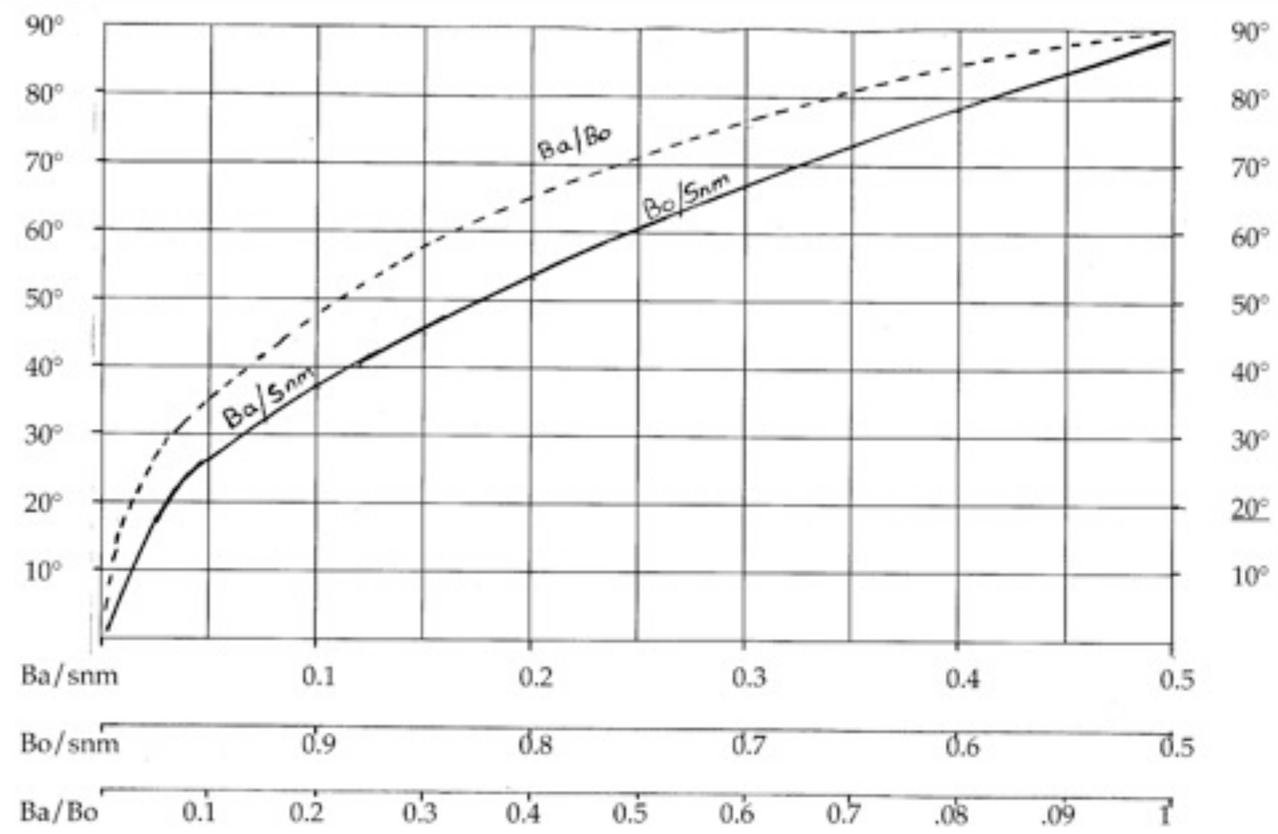
L'observation des isogyres est un moyen supplémentaire de confirmer l'identité de la bissectrice. Nous savons déjà que, sur la section normale à une bissectrice, les deux branches de l'hyperbole s'éloignent d'autant plus rapidement que l'angle 2V est plus grand. Sur la section normale à la bissectrice aiguë elles restent même parfois dans le champ de vision si l'angle 2V n'est pas trop grand.

Dans le cas de la bissectrice obtuse, les deux branches de l'hyperbole sont floues et plus étalées. Elles disparaissent très vite du champ de vision lorsqu'on tourne la platine.

Le tableau ci-dessous montre les courbes des rapports B.a./sn_m, B.o./sn_m et B.a./B.o. en fonction de l'angle 2V. Si on connaît approximativement la valeur de 2V, on a tout de suite une idée de la valeur du retard des bissectrices par rapport à celui de la parallèle (sn_m).

Réciproquement, connaissant les retards de deux des trois sections principales, on peut calculer l'angle 2V.

Au vu de ce tableau, on constate que plus l'angle 2V est grand, plus la biréfringence (ou le retard) des bissectrices se rapprochent de la demi-biréfringence (ou demi-retard) de la section parallèle.

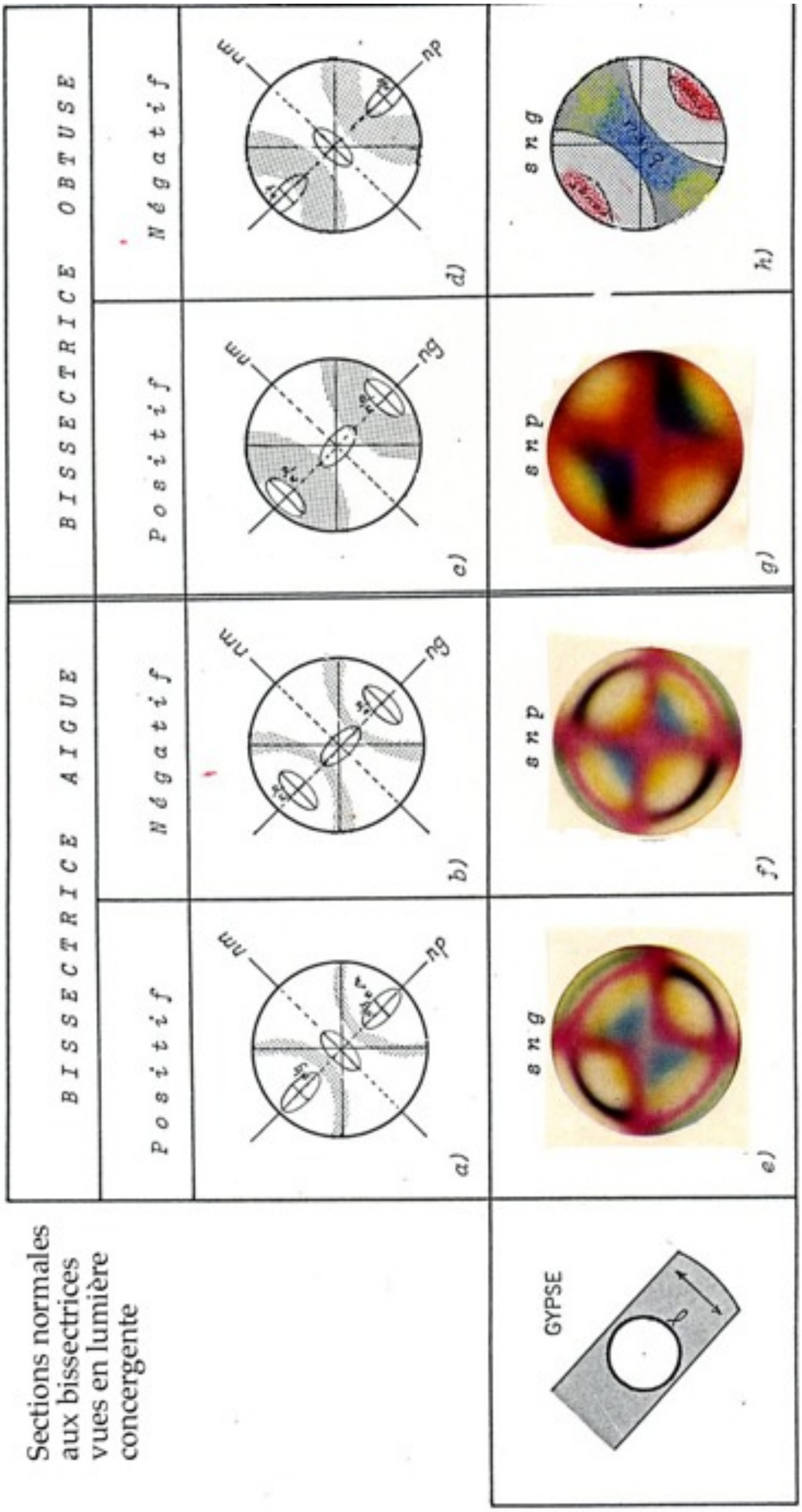


Valeurs relatives des biréfringences des diverses sections entre elles, en fonction de l'angle 2V.

Recherche des sections normales aux bissectrices

La section perpendiculaire permet de se faire une idée approximative de la valeur de l'angle 2V. En se référant aux courbes du tableau ci-dessus, on sait à peu près quel retard (quelle teinte de polarisation) doit montrer la section correspondant à la bissectrice aiguë ou à la bissectrice obtuse. Dans la coupe mince, pour chaque section répondant à ces conditions, on vérifie, en lumière convergente, l'allure des isogyres jusqu'à ce qu'on observe les figures caractéristiques d'une bissectrice. Il est conseillé de commencer par chercher la bissectrice aiguë qui est plus facile à identifier et qui est plus utile que la bissectrice obtuse pour la mesure de l'angle 2V.

Si le minéral est pléochroïque, la recherche des bissectrices en est facilitée. En effet, par la section parallèle, nous connaissons les couleurs engendrées par les directions n_g et n_p et celle de n_m observée sur la section perpendiculaire. La sn_g doit donc montrer les couleurs de n_m et n_p et la sn_p, celles de n_m et n_g.



Section normale à ng ou à np ?

De même qu'il est nécessaire de savoir si la bissectrice trouvée est aiguë ou obtuse, de même il faut découvrir si on est en présence d'une section normale à ng ou à np.

Cette recherche s'effectue en lumière convergente, de préférence sur la bissectrice aiguë qui s'y prête plus facilement. Examinons le tableau de la page précédente. Il ressemble à ceux que nous avons déjà établis pour identifier le signe optique. On y retrouve les isogyres, les traces de np, ng et nm, ainsi que l'orientation des ellipses de part et d'autre des bras de l'isogyre. C'est la lame de gypses qui convient le mieux pour la détermination de l'orientation des indices. La position du rouge ou du bleu nous permet de savoir si la section observée est normale à ng (sng) ou à np (snp).

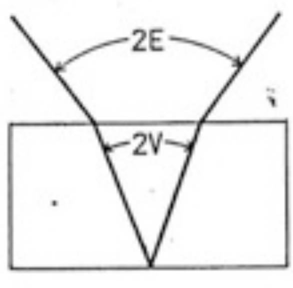
Autres observations sur les bissectrices

Après avoir identifié une section normale à une bissectrice, on vérifie en lumière convergente, s'il s'agit bien d'une bissectrice aiguë ou obtuse et s'il s'agit d'une section normale à ng ou np.

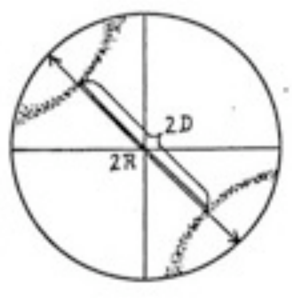
On procède ensuite comme une section parallèle : on la dessine en position d'extinction, on identifie la position des indices, on note le retard, on vérifie l'épaisseur et on calcule la biréfringence. On estime ensuite l'angle 2V et on note les couleurs du pléochroïsme s'il y a lieu.

Une autre méthode de mesure de l'angle 2V.

En lumière convergente, sur la section normale à la bissectrice aiguë, l'écartement maximum des deux branches de l'hyperbole dépend de la valeur de 2V. Pour être plus précis, l'écartement apparent correspond à 2V apparent que nous appellerons 2E. La relation entre l'angle 2V et son prolongement apparent 2E.



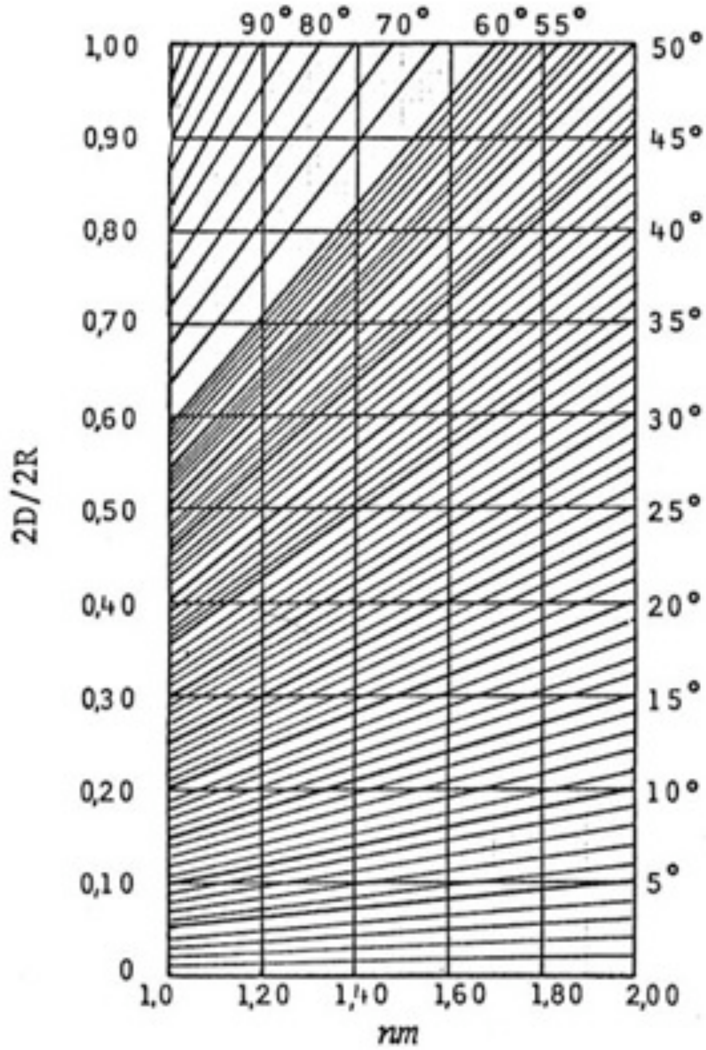
2E apparent et 2V



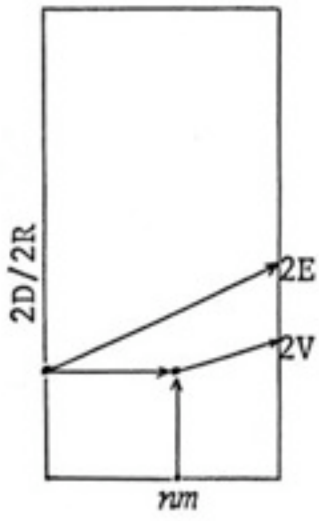
Ecartement des bras de l'hyperbole en relation avec 2V.

$\sin E = n_m \times \sin V$

Il existe une méthode de mesure de l'angle 2V basée sur l'écartement des isogyres. C'est la méthode dite de Tobi (1956). On détermine le rapport 2D/2R de l'écartement des isogyres sur le diamètre du champs de vision du microscope. Un abaque indique les valeurs de 2E ou 2V en fonction de ce rapport. l'abaque ci-dessous a été construite pour un objectif d'ouverture 0.85. Si on utilise un autre objectif d'ouverture A', il faut multiplier préalablement le rapport 2D/2R par A'/0.85.



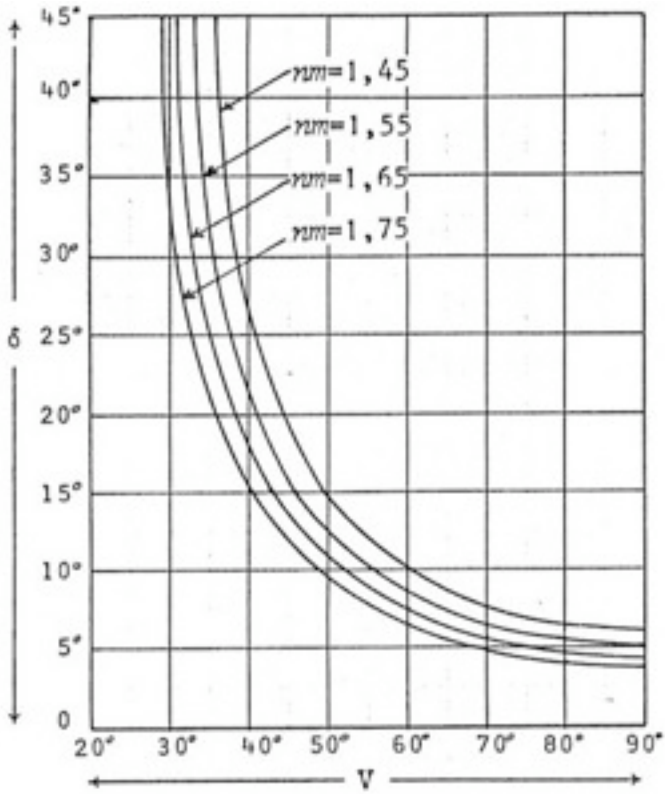
Abaque donnant l'angle 2V en fonction de l'angle 2E ou 2V pour un objectif de 0.85 d'ouverture.



Cette méthode est intéressante mais elle ne peut plus être utilisée si l'angle 2V dépasse une certaine valeur car les isogyre s'échappent alors du champ de vision du microscope.

Une méthode voisine a été développée par Kamb (1958) qui propose un abaque qui donne l'angle 2V en fonction de la vitesse d'éloignement des isogyres, lorsque celles-ci sortent du champ de vision du microscope. La procédure est simple. Sur une section perpendiculaire à une bissectrice (aiguë de préférence), on mesure l'angle δ dont il faut faire tourner la platine à partir de la position d'extinction pour qu'une des branches d'hyperbole devienne tangente à la limite du champs de vision.

Cet angle δ doit être identique pour les deux branches d'hyperbole, peu importe qu'on tourne la patine vers la gauche ou vers la droite. Si la section n'est pas parfaitement orientée, on trouve des valeurs un peu différentes pour les quatre angles. On peut faire la moyenne de ces quatre mesures. L'abaque ci-contre n'est valable que pour un objectif d'ouverture 0.85.



Abaque donnant l'angle 2V en fonction de l'angle δ dont il faut faire tourner la platine pour voir disparaître l'isogyre.