

La dilatation thermique de la Calcite

Autor(en): **Weigle, J. / Saini, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **7 (1934)**

Heft II

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-110364>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

La dilatation thermique de la Calcite

par J. Weigle et H. Saini.

(13. I. 34.)

Dans deux travaux précédents¹⁾, nous avons montré comment, avec une chambre de SEEMANN-BÖHLIN, on pouvait obtenir aux rayons X les coefficients de dilatation thermique des cristaux.

Nous avons pensé que, vu l'importance spectroscopique de la calcite, il serait intéressant de donner les résultats détaillés que nous avons obtenus avec cette substance. Ce sont ceux-ci qu'on trouvera ci-dessous.

La calcite sur laquelle ont porté nos mesures était un échantillon relativement clair de provenance inconnue. Nous n'avons pas recherché un spécimen particulièrement parfait, car nous pensions que les coefficients de dilatation ne seraient pas affectés par de petites impuretés. Le bloc de calcite dont nous avons extrait un morceau formait cependant un rhomboèdre très bien cristallisé de $10 \times 5 \times 5$ cm. Cette calcite a été pilée dans un mortier, puis passée à travers un tamis dont les trous étaient de $2,5 \cdot 10^{-3}$ mm². Elle fut ensuite placée dans la chambre à dilatation et mesurée successivement avec les rayons K_{α} du cuivre et du nickel aux températures suivantes (ordre chronologique):

Cuivre $17^{\circ} - 95^{\circ} - 167^{\circ} - 285^{\circ} - 17,5^{\circ} - 227^{\circ} - 200^{\circ} - 84,5^{\circ} - 125^{\circ}$.

Nickel $17,5^{\circ} - 102^{\circ} - 166,5^{\circ} - 77,5^{\circ} - 234^{\circ} - 290^{\circ} - 18^{\circ}$.

Le rayon de la chambre était d'environ 5,640 cm. Le thermocouple cuivre-constantan, qui mesurait les températures, était introduit dans la poudre cristalline elle-même. Il avait servi

¹⁾ H. SAINI, *Helv. Phys. Acta* **6**, 597, 1933. J. WEIGLE, *Helv. Phys. Acta* **7**, 46, 1934.

précédemment à mesurer la dilatation microscopique de l'argent¹⁾, qu'on avait trouvée semblable à la dilatation macroscopique.

Les longueurs L , mesurées sur le film entre deux réflexions symétriques de la ligne K_{α_1} , furent portées sur un graphique en fonction de la température. La figure 1 représente un tel graphique.

On voit sur cette figure que les points expérimentaux définissent sans grandes déviations une courbe régulière. C'est sur cette courbe que, pour les calculs de l'angle de Bragg θ , nous avons lu les longueurs L aux quatre températures fixes de 18°,

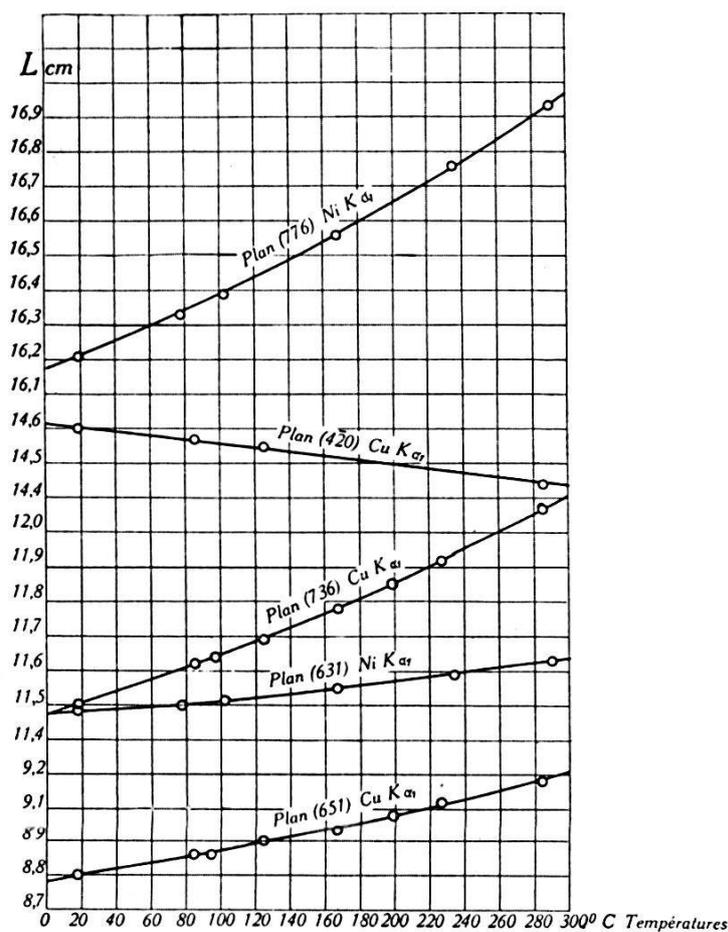


Figure 1.

Longueur L entre deux réflexions sur différents plans en fonction de la température.

100°, 200° et 300° C. En procédant de cette façon, on élimine toutes sortes d'erreurs accidentelles, comme par exemple une contraction du film photographique, ou encore des variations de température pendant une pose. La température de la substance était du reste maintenue constante à $\pm 1^\circ$ près et on attendait environ 5 heures avant la prise d'une photographie, pour être sûr que l'équilibre de température s'était établi.

¹⁾ H. SAINI, loc. cit.

On trouvera dans la table 1 le résultat de nos mesures :

Table 1.
Angles de BRAGG pour la Calcite.

λ	K_{α_1} cuivre			K_{α_1} nickel	
	No.	1	2	3	4
plans	651	736	420	631	756
18°	78°49'31''	75°23'48''	71°27'14''	75°25'20''	69°24'56''
100°	78°44'11''	75°13' 8''	71°30'39''	75°22'40''	69°11'36''
200°	78°35'48''	74°56'32''	71°35'14''	75°18'28''	68°51' 7''
300°	78°26'40''	74°38' 5''	71°39' 2''	75°13'31''	68°27'25''

Les figures 2, 3, 4 et 5 donnent les extrapolations qui, suivant la méthode indiquée précédemment¹⁾, permettent de trouver les constantes réticulaires. On remarquera en particulier combien les valeurs de $\cos \alpha$ obtenues au moyen des combinaisons 1—2, 1—3, 1—4, 1—5 définissent bien une ligne droite. Il nous semble donc que les valeurs extrapolées sont justes à 1 pour 70,000 environ. On trouvera celles-ci dans la table 2.

Table 2.
Constantes réticulaires de la Calcite.

t °C	α	a
18°	46° 5' 9''	6,3548
100°	46° 0'28''	6,3631
200°	45°53' 9''	6,3760
300°	45°45' 3''	6,3900

En calculant au moyen de a et de α à 18° la distance des plans 211 employés par les spectroscopistes, on obtient ;

$$d_{211} = 3,0262 \text{ à } 18^\circ \text{ C}$$

alors que SIEGBAHN²⁾ et COMPTON³⁾ donnent 3,02904. Nous attribuons cette différence de 1⁰/₁₀₀ au fait que ces auteurs avaient choisi des échantillons de calcite aussi parfaits que possible, tandis que nous n'avions pas pris cette précaution. On trouve du reste

¹⁾ J. WEIGLE, loc. cit.

²⁾ SIEGBAHN, Spectroscopie der Röntgenstrahlen, p. 43, 1931.

³⁾ COMPTON, Beets et Defoe, Phys. Rev. **25**, 618, 1925.

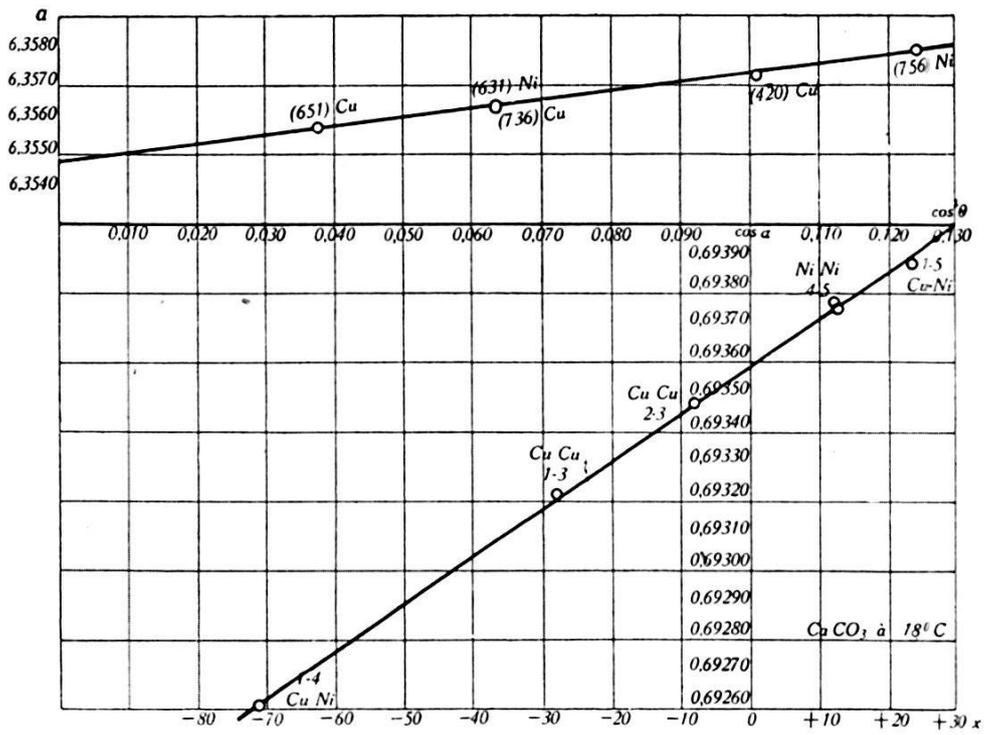


Fig. 2.

Extrapolation des constantes réticulaires.

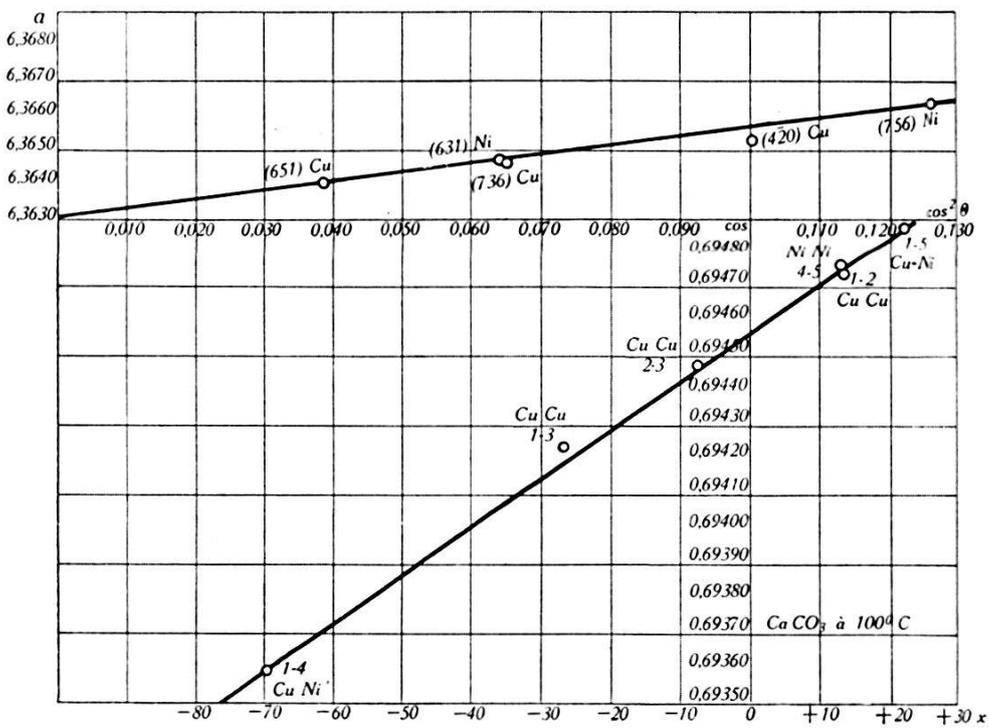


Fig. 3.

Extrapolation des constantes réticulaires.

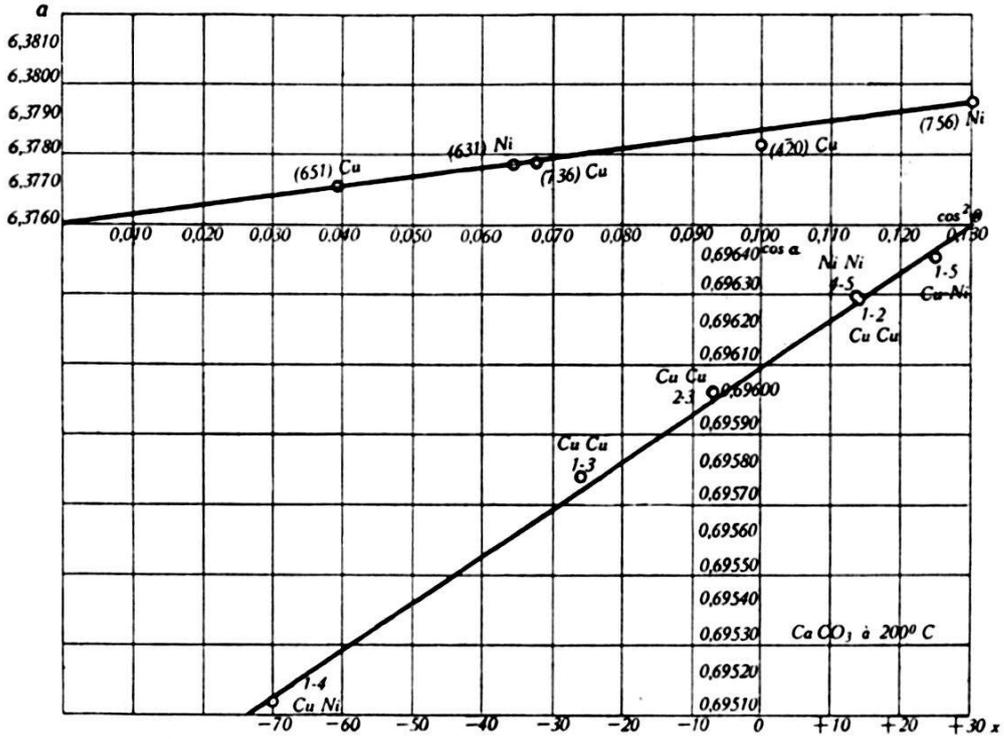


Fig. 4.
Extrapolation des constantes réticulaires.

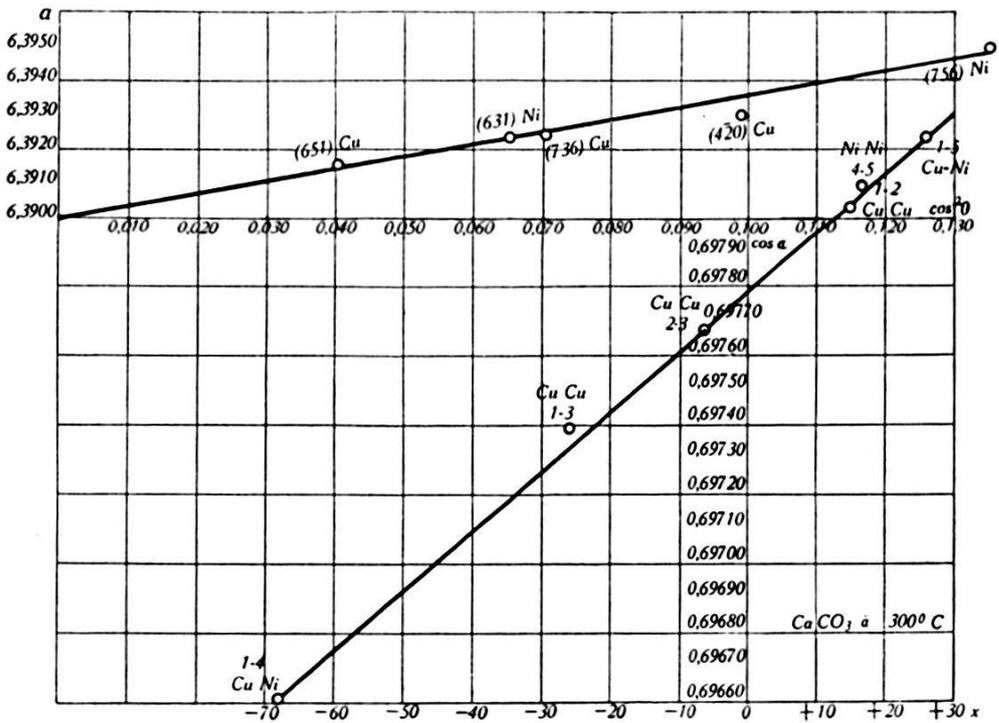


Fig. 5.
Extrapolation des constantes réticulaires.

dans l'article de COMPTON des variations de densité entre différents échantillons de l'ordre de grandeur de 1 ‰.

On a tracé dans les figures 6, 7, 8, les valeurs de la distance des plans réticulaires en fonction de la température calculées d'après la table 2 et trouvées expérimentalement. Le décalage considérable des deux courbes provient en partie de l'échelle employée et en partie des erreurs corrigées par l'extrapolation.

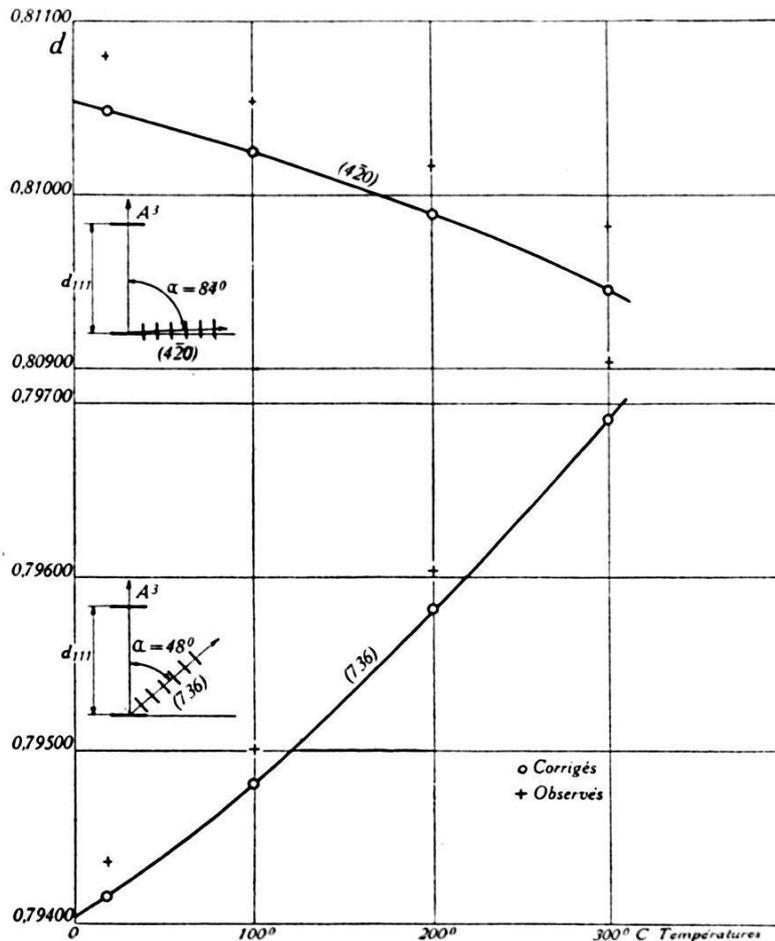


Fig. 6.

Dilatation des plans réticulaires de la calcite.

On voit sur ces figures que la variation en fonction de la température des distances réticulaires corrigées et expérimentales est sensiblement parallèle et que, par conséquent, pour obtenir les coefficients de dilatation, il n'est pas nécessaire, au premier abord, de passer par les valeurs extrapolées. Toutefois, si on veut mesurer exactement les constantes réticulaires du cristal, celle-ci est indispensable.

On sait que pour les cristaux du type rhomboédrique en particulier le coefficient de dilatation thermique doit être une fonction linéaire de $\cos^2 \varphi$, où φ est l'angle entre la direction dans laquelle

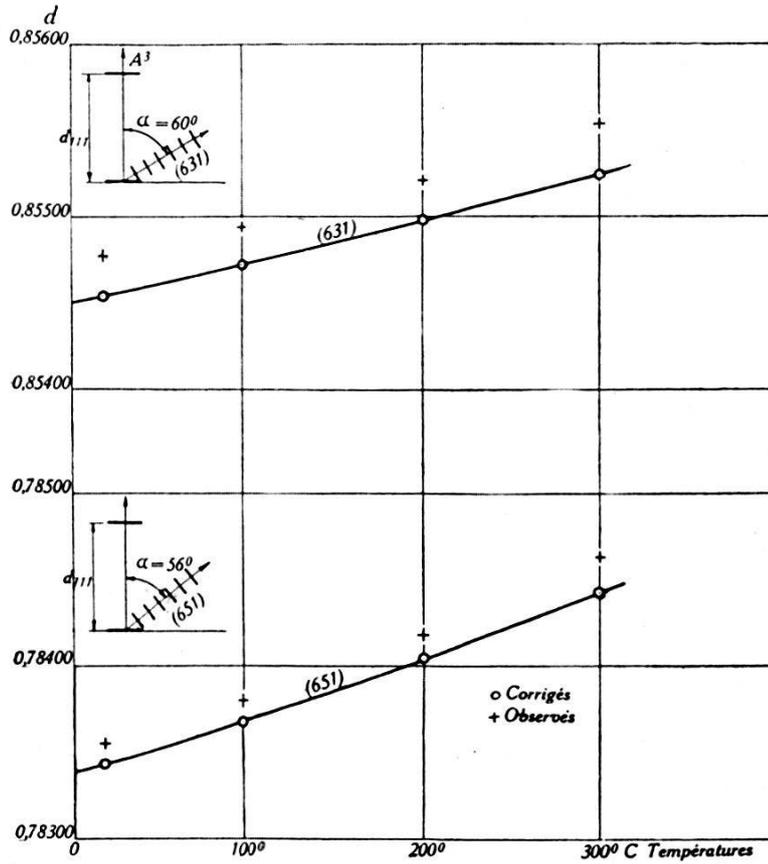


Fig. 7. Dilatation des plans réticulaires de la calcite.

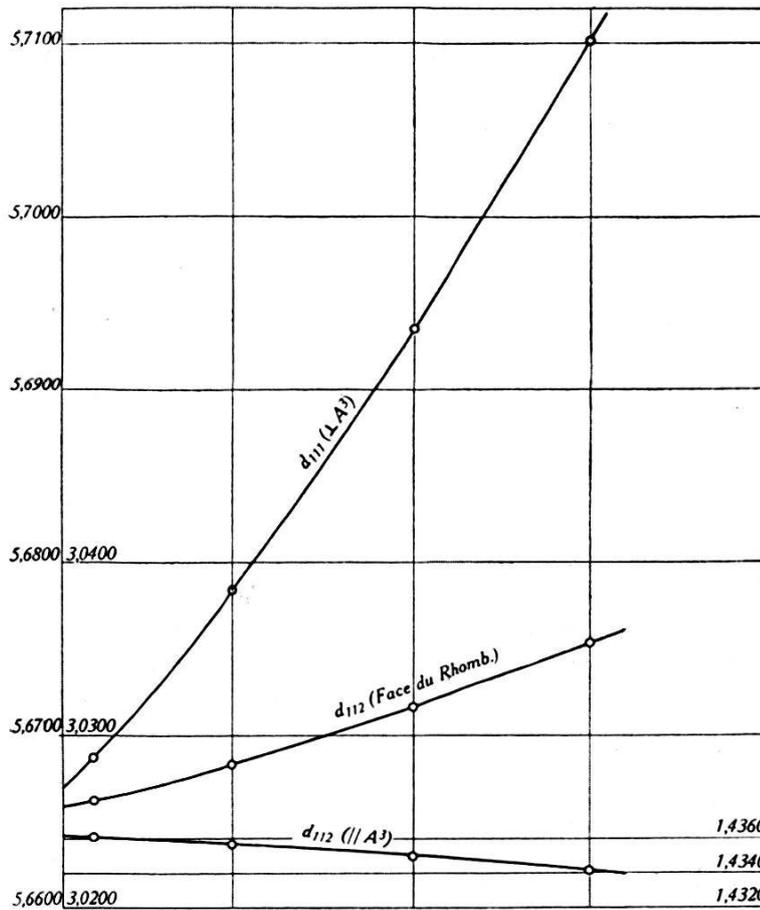


Fig. 8. Dilatation des plans réticulaires de la calcite.

on mesure la dilatation et l'axe du cristal. On trouve facilement que la normale à un plan $h_1 h_2 h_3$ forme avec l'axe du cristal un angle donné par :

$$\cos^2 \varphi = \frac{1}{3 a^2} (h_1 + h_2 + h_3) d_{h_1 h_2 h_3}^2 \left\{ \frac{(1 - \cos^2 \alpha) - 2 (\cos \alpha - \cos^2 \alpha)}{1 - 3 \cos^2 \alpha + 2 \cos^3 \alpha} \right\}.$$

D'autre part, on peut mesurer graphiquement sur les figures 6 et 7 les coefficients de dilatation moyens entre 18° et 100° par exemple. En portant alors ces coefficients en fonction de $\cos^2 \varphi$, on obtient la figure 9.

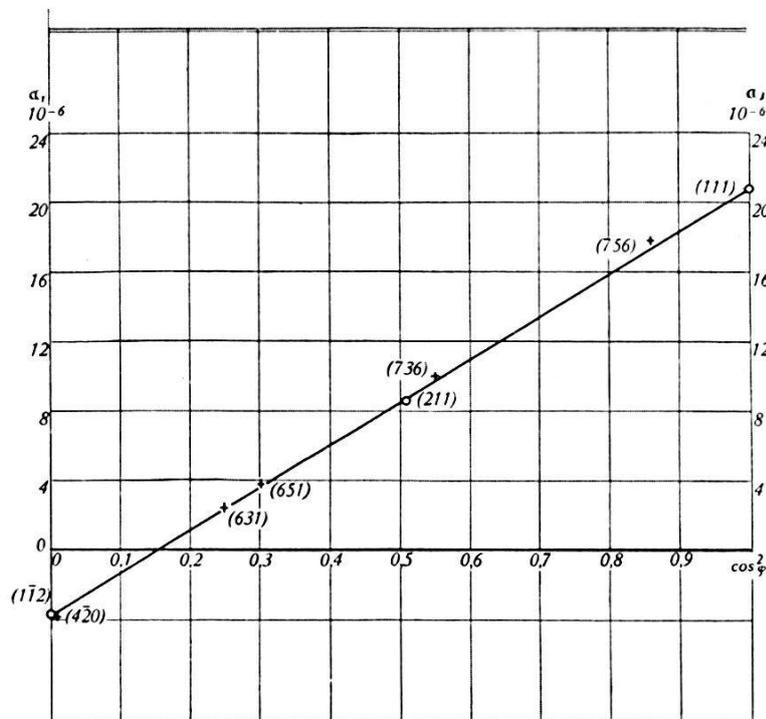


Fig. 9.

Coefficient de dilatation de la calcite dans différentes directions.

Les points extrêmes de cette figure, c'est-à-dire les coefficients de dilatation dans la direction de l'axe et dans une direction perpendiculaire à celui-ci, ont été obtenus en calculant en fonction de la température les distances d_{111} et $d_{11\bar{2}}$ au moyen des valeurs de la table II (figure 8). Les autres points expérimentaux proviennent des mesures faites sur les valeurs non corrigées des d (figures 6, 7). On voit que la droite que ces derniers définissent passe bien par les points extrêmes et que, comme nous le disions plus haut, on peut, pour des mesures rapides de dilatation, se passer de l'extrapolation.

Les mesures aux rayons X redonnent bien le coefficient de dilatation négatif de la calcite dans une direction perpendiculaire à l'axe. Du reste le plan $4\bar{2}0$ donnait bien, comme on le voit sur les figures 1 et 6, une diminution de la distance $d_{4\bar{2}0}$ en fonction de la température. Ce plan en effet est presque parallèle à l'axe ($\varphi = 83^\circ$); on voit du reste nettement sur les films photographiques les lignes dues aux réflexions sur ce plan se rapprocher lorsque la température augmente alors que pour tous les autres plans observés les lignes s'écartent (figure 1).

Nos valeurs numériques du coefficient de dilatation, que nous estimons justes à 1% près environ, ne coïncident pas exactement avec celles données par FIZEAU¹⁾ ou BENOIT²⁾. Nous ne savons pas à quelle raison il faut attribuer cette différence. Une mesure de dilatation aux rayons X a été publiée dernièrement³⁾, mais celle-ci, n'étant donnée qu'avec une précision de 10% environ, ne peut être comparée aux mesures macroscopiques. Il serait intéressant de pouvoir faire des mesures aux rayons X sur un échantillon particulièrement parfait, dont on aurait mesuré macroscopiquement le coefficient de dilatation.

La précision des mesures spectroscopiques est telle (COOKSEY⁴⁾), qu'on a trouvé nécessaire de connaître le coefficient de dilatation avec une approximation supérieure à 1% pour calculer aux différentes températures la constante d_{211} . Or si, entre les différents échantillons qu'on peut employer, il existe des différences aussi grandes qu'entre nos valeurs et celles de BENOIT, cette correction est illusoire.

Si au moyen des valeurs de BENOIT, on calcule les coefficients moyens de dilatation entre 18 et 100°, on trouve les chiffres suivants que l'on peut comparer à nos valeurs

$$\begin{array}{ll} \text{Benoit } \alpha_{||} = 2,572 \cdot 10^{-5} & \alpha_{\perp} = -0,5509 \cdot 10^{-5} \\ \text{W. et S. } \alpha_{||} = 2,10 \cdot 10^{-5} & \alpha_{\perp} = -0,380 \cdot 10^{-5} \end{array}$$

Nous ne pensons pas qu'on puisse tirer de ces différences la conclusion que la dilatation macroscopique est différente de celle mesurée aux rayons X. Cependant, il semble peu probable

1) FIZEAU, Annuaire du Bureau des Longitudes, 544, 1886.

2) BENOIT, Travaux du Bureau International des Poids et Mesures, 6, 190, 1888.

3) MEGAW, Proc. Roy. Soc. 142, 198, 1933.

4) C. D. COOKSEY et D. COOKSEY, Phys. Rev. 36, 85, 1930.

que la présence dans le cristal dont nous nous sommes servis, d'impuretés dans la proportion de $1/1000$ (voir la valeur de d_{112}) puisse causer dans le coefficient de dilatation, des variations aussi grandes que celles trouvées ci-dessus. Seules des mesures macroscopiques et microscopiques faites *sur un même cristal* pourraient permettre de comparer les valeurs données par les deux méthodes.

Laboratoire Reiger, Institut de Physique
Université de Genève.
