

Literatur

- BOUCHER, M. L. & PEACOR, D. R. (1968). *Z. Kristallogr.* **126**, 98–111.
- BUSING, W. R., MARTIN, K. O. & LEVY, H. A. (1964). *ORFFE*. Report ORNL-TM-306. Oak Ridge National Laboratory, Tennessee.
- CROMER, D. T. & LIBERMAN, D. (1970). *J. Chem Phys.* **53**, 1891–1898.
- CROMER, D. T. & MANN, J. B. (1968). *Acta Cryst.* **A24**, 321–324.
- HIROTA, K. & HASEGAWA, Y. T. (1981). *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **54**, 754–756.
- HIROTA, K. & SEKINE, T. (1979). *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **52**, 1368–1371.
- HOWELLS, E. R., PHILLIPS, D. C. & ROGERS, D. (1950). *Acta Cryst.* **3**, 210–214.
- International Tables for X-ray Crystallography* (1967). Bd II. 2. Aufl., S. 7–8. Birmingham: Kynoch Press.
- IWATA, Y. (1977). *J. Phys. Soc. Jpn.* **43**, 961–967.
- IWATA, Y., KOIZUMI, H., KOYANO, N., SHIBUYA, I. & NIIZEKI, N. (1973). *J. Phys. Soc. Jpn.* **35**, 314.
- IWATA, Y., KOYANO, N. & SHIBUYA, I. (1973). *J. Phys. Soc. Jpn.* **35**, 1269.
- KATO, K. (1979). *Acta Cryst.* **B35**, 795–797.
- KATO, K. (1980). *Acta Cryst.* **B36**, 2539–2545.
- KAY, M. I., NEWNHAM, R. E. & WOLFE, R. W. (1975). *Ferroelectrics*, **9**, 1–6.
- KURTZ, S. K. & PERRY, T. T. (1968). *J. Appl. Phys.* **39**, 3798–3813.
- NEWNHAM, R. E., WOLFE, R. W. & DARLINGTON, C. N. W. (1973). *J. Solid State Chem.* **6**, 378–383.
- OTTO, H. H. (1979). *Z. Kristallogr.* **149**, 227–240.
- OTTO, H. H. (1980). *J. Appl. Cryst.* **13**, 307–310.
- PETTER, W., HARNIK, A. B. & KEPPLER, U. (1971). *Z. Kristallogr.* **133**, 445–458.
- ROGERS, D. & WILSON, A. J. C. (1953). *Acta Cryst.* **6**, 439–449.
- SAKURAI, T. (1967). *Universal Crystallographic Computation Program System*. Tokyo: The Crystallographic Society of Japan.
- ZACHARIASEN, W. H. (1967). *Acta Cryst.* **23**, 558–564.
- ZACHARIASEN, W. H. (1968). *Acta Cryst.* **A24**, 212–216.

Acta Cryst. (1982). **B38**, 62–66

Structure du Silicate de Béryllium et de Sodium $Na_2Be_2Si_3O_9$

PAR DARIA GINDEROW, FABIEN CESBRON ET MARIE-CLAUDE SICHÈRE

Laboratoire de Minéralogie–Cristallographie associé au CNRS, Université P. et M. Curie, T 16, 4 place Jussieu, 75230 Paris CEDEX 05, France

(Reçu le 20 novembre 1980, accepté le 15 juin 1981)

Abstract

This silicate, $Na_2Be_2Si_3O_9$, was synthesized around 1890; it is orthorhombic, space group *Pnma* with cell constants $a = 11.748$ (5), $b = 9.415$ (4), $c = 6.818$ (3) Å, $Z = 4$, $V = 754$ Å³, $d_m = 2.543$ (5), $d_x = 2.572$ (3) Mg m⁻³, $\mu(Mo K\alpha) = 7.52$ mm⁻¹. Crystals are flattened on {100} and also show the following forms: {210}, {010}, {201}, {101}, {111} and {011}; they are biaxial positive with $X = 1.531$, $Y = 1.533$, $Z = 1.544$ ($\lambda D_{Na} = 589.3$ nm). The final *R* value is 0.027 for 2023 observed reflexions. The structure is built of Si_3O_9 rings, parallel to (010) (perfect cleavage) and located at levels $\frac{1}{4}$ and $\frac{3}{4}$; the Si atoms lie on the symmetry planes. These rings are linked together by Be_2O_6 groups constituted of two BeO_4 tetrahedra sharing one edge. Na atoms occupy the cavities in this framework and are surrounded by seven O atoms.

tiques d'émeraude présentés par eux à l'Exposition universelle de Paris étaient les premiers réalisés à ce jour – et en particulier ce qu'ils appelaient alors des 'silicoglucinate de soude $xSiO_2 \cdot yGl_2O_3 \cdot zNaO$ '. Le 'glucinium' étant en effet alors considéré comme trivalent par analogie avec l'aluminium, ces deux chimistes espéraient donc reproduire les équivalents de la néphéline, de l'albite *etc.*

Les synthèses étaient réalisées dans des fours à moufle chauffés au gaz: du vanadate neutre ou acide de sodium (également du tungstate ou du molybdate) utilisé comme flux et additionné de carbonate ou de nitrate de sodium, était fondu dans un creuset en platine. La silice et la glucine ' Gl_2O_3 ' étaient alors incorporées et le tout maintenu à 1073–1123 K, parfois durant deux à trois semaines. Après refroidissement, tous les sels d'alcalins étaient dissous dans de l'eau chaude, l'excès de silice et d'oxyde de béryllium dissous par une 'lessive alcaline faible et froide' et enfin les vanadates acides par HCl.

Vers la fin du siècle dernier, Hautefeuille & Perrey (1890) ont obtenu par voie sèche un certain nombre de silicates de béryllium – les superbes cristaux synthé-

Un certain nombre de ces préparations existent encore dans la Collection de Minéralogie de l'Université P. et M. Curie et en particulier un tube étiqueté 'albite

de la glucine'; ce dernier contenait en fait trois types de cristaux bien formés: deux espèces sont orthorhombiques, la troisième monoclinique. L'une d'entre elles fait donc l'objet de cette étude.

(a) 'Albite de la glucine' $\text{Na}_2\text{Be}_2\text{Si}_3\text{O}_9$

Les cristaux du silicate de béryllium et de sodium étudiés ici se présentent sous forme de plaquettes orthorhombiques aplaties sur $\{100\}$, incolores et transparentes, avec un clivage absolument parfait selon $\{010\}$ (Fig. 1). Une autre préparation montre des prismes pseudo-hexagonaux de couleur bleu pale (traces de vanadium) avec un clivage basal parfait: ces prismes sont constitués en fait par l'association des formes $\{101\}$ et $\{100\}$, l'angle entre ces faces étant de $60^\circ 18'$ d'où la pseudo-symétrie hexagonale.

Les formes observées sont les suivantes, les coordonnées ρ et φ étant données entre parenthèses: (010) ($\rho = 90^\circ$, $\varphi = 0^\circ$); (100) (90° , 90°); (120) (90° , $58^\circ 02'$); (201) ($49^\circ 16'$, 90°); (101) ($30^\circ 08'$, 90°); (011) ($35^\circ 56'$, 0°) (111) ($42^\circ 53'$, $38^\circ 45'$).

Les cristaux, où l'on observe parfois des cavités partiellement remplies de fondant, sont biaxes positifs avec un angle $2V$ calculé égal à 46° et les indices de réfraction suivants: n_p (suivant c) = 1,531, n_m (suivant a) = 1,533 et n_g (suivant b) = 1,544. Le plan des axes optiques est le plan (100).

L'étude radiocristallographique, effectuée avec une chambre de précession, a confirmé la symétrie orthorhombique, les extinctions systématiques conduisant au groupe spatial $Pnma$. Les paramètres, affinés par la méthode des moindres carrés à partir des valeurs de d_{hkl} d'un diagramme de poudre (Tableau 1) obtenu avec une chambre Guinier-de-Wolff et l'utilisation d'un

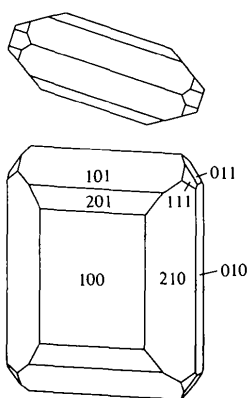


Fig. 1. Morphologie d'un cristal de $\text{Na}_2\text{Be}_2\text{Si}_3\text{O}_9$.

Tableau 1. Diagramme de poudre de $\text{Na}_2\text{Be}_2\text{Si}_3\text{O}_9$ [chambre Guinier-de-Wolff, $\lambda(\text{Cu } K\alpha_1) = 1,5405 \text{ \AA}$]

d_{obs} (\AA)	l	hkl	d_{calc} (\AA)	d_{obs} (\AA)	l	hkl	d_{calc} (\AA)
5,879	49	2 0 0	5,878	2,187	26	1 4 1	2,188
5,534	20	0 1 1	5,528			2 4 0	2,186
5,001	76	1 1 1	5,004	2,174	30	1 1 3	2,174
4,714	29	0 2 0	4,711	2,168	22	4 1 2	2,168
4,026	15	2 1 1	4,028	2,149	9	2 3 2	2,151
3,682	28	1 2 1	3,682	2,020	14	1 2 3	2,019
3,279	40	1 0 2	3,278	2,010	11	5 2 1	2,011
3,238	30	2 2 1	3,237	1,990	6	3 3 2	1,991
3,198	100	3 1 1	3,197	1,971	6	3 0 3	1,968
3,095	85	1 1 2	3,096	1,959	6	6 0 0	1,960
2,943	20	4 0 0	2,940	1,937	5	5 0 2	1,937
2,851	11	0 3 1	2,853	1,912	5	1 4 2	1,913
2,771	54	1 3 1	2,772	1,884	26	6 0 1	1,884
2,757	17	3 2 1	2,757	1,842	7	0 3 3	1,843
2,700	48	4 0 1	2,700	1,817	25	4 3 2	1,817
2,575	35	3 0 2	2,574	1,790	10	5 2 2	1,791
2,493	32	4 2 0	2,494	1,758	7	2 3 3	1,758
2,483	11	3 1 2	2,483	1,737	12	3 4 2	1,737
2,357	9	0 4 0	2,355	1,639	17	2 0 4	1,639
2,344	10	4 2 1	2,342	1,631	17	7 0 1	1,631
2,269	11	1 3 2	2,268	1,615	18	6 3 1	1,615
2,258	10	3 2 2	2,259	1,607	15	7 1 1	1,607
2,235	38	1 0 3	2,234	1,571	12	0 6 0	1,570
2,229	20	4 0 2	2,227	1,548	15	2 2 4	1,548

étalon interne sont les suivants: $a = 11,758$ (8); $b = 9,420$ (6) et $c = 6,828$ (5) \AA .

Bien que, étant donné sa formule, la structure de ce composé n'ait certainement rien à voir avec celle d'un feldspath, il nous a quand même paru intéressant d'en déterminer la structure cristalline, le dit composé étant susceptible d'être rencontré un jour dans la nature où un certain nombre de cyclosilicates possédant le groupement Si_3O_9 sont déjà connus.

(b) Structure cristalline de $\text{Na}_2\text{Be}_2\text{Si}_3\text{O}_9$

Partie expérimentale

Les paramètres de la maille, affinés à l'aide d'un diffractomètre Philips 1100 équipé d'un tube à anticathode de molybdène, figurent dans le résumé. Les intensités diffractées ont été mesurées pour des angles θ inférieurs à 45° , puis corrigées des facteurs de Lorentz et polarisation. Les effets de l'absorption ont été négligés, le coefficient d'absorption linéaire étant de $7,52 \text{ mm}^{-1}$ pour la radiation utilisée. Sur 3251 réflexions indépendantes, 2023 réflexions ont été retenues; nous avons retiré les réflexions ayant F_o inférieur à 6,57, deux réflexions de F_o supérieur à 100,00 dont la mesure était manifestement entachée d'erreur et 43 réflexions mesurées à des angles θ inférieurs à $9,82^\circ$.

Détermination de la structure

La structure a été résolue par la technique de l'atome lourd. L'étude de la fonction de Patterson tridimensionnelle a permis de localiser deux atomes de silicium [Si(2) et Si(3)] sur le plan de symétrie de la maille (Fig. 2). Les positions des autres atomes ont été déterminées par des synthèses de Fourier successives. L'affinement des coordonnées atomiques et des coefficients de température a été réalisé par la méthode des moindres carrés (matrice complète). Les facteurs de diffusion atomique introduits dans le calcul sont ceux des

Tableau 2. Coordonnées atomiques et écarts types ($\times 10^4$) ($\times 10^5$ pour x) et B équivalents (\AA^2) ($\sigma < 10^{-2}$)

$$B_{eq} = \frac{1}{3} \sum_i \sum_j B_{ij} a_i \cdot a_j$$

	x	y	z	B_{eq}
Si(1)	49688 (4)	$\frac{1}{4}$	-997 (1)	0.3
Si(2)	56241 (4)	$\frac{1}{4}$	3284 (1)	0.2
Si(3)	74559 (4)	$\frac{1}{4}$	249 (1)	0.3
Be	43015 (13)	600 (2)	5944 (2)	0.5
Na	65317 (7)	5331 (1)	-1522 (1)	1.8
O(1)	47414 (11)	$\frac{1}{4}$	1403 (2)	0.5
O(2)	63620 (11)	$\frac{1}{4}$	-1227 (2)	1.0
O(3)	69296 (11)	$\frac{1}{4}$	2496 (2)	0.7
O(4)	44696 (9)	1043 (1)	-1824 (1)	0.8
O(5)	54057 (7)	1094 (1)	4533 (1)	0.5
O(6)	81267 (8)	1040 (1)	13 (2)	0.8

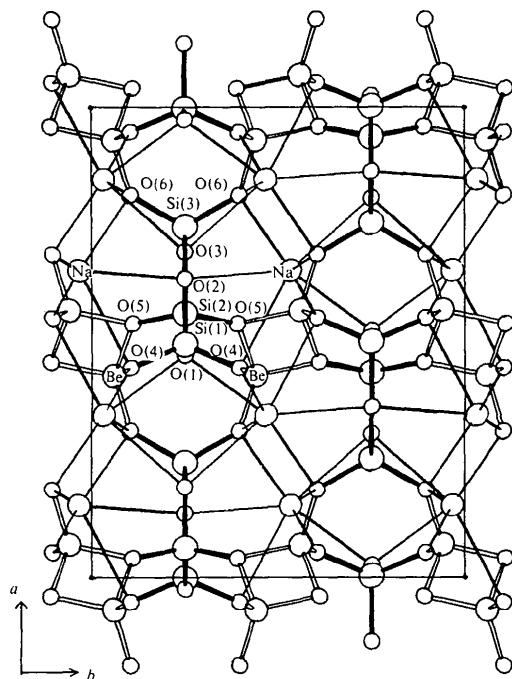


Fig. 2. Projection $hk0$ avec numérotation des atomes.

International Tables for X-ray Crystallography (1974) pour les cations Na^+ , Be^{2+} , Si^{4+} . Pour l'anion O^{2-} , les valeurs des facteurs de diffusion atomique sont ceux de Tokonami (1965). Avec des facteurs d'agitation thermique isotrope, le facteur R ($R = \frac{\sum |F_{oc}|}{\sum |F_o|}$) était égal à 0,067. Un dernier affinement avec des facteurs d'agitation thermique anisotrope a conduit à un facteur R égal à 0,027 pour les 2023 réflexions retenues. Le Tableau 2 fournit les coordonnées finales des atomes numérotés selon la Fig. 2.*

Description et discussion de la structure

La structure est formée de cycles de tétraèdres $[\text{Si}_3\text{O}_9]$ parallèles au plan (010), les atomes de silicium étant situés dans les miroirs vrais, aux niveaux $\frac{1}{4}$ et $\frac{3}{4}$; ils sont reliés entre-eux par des groupements $[\text{Be}_2\text{O}_6]$ constitués de deux tétraèdres $[\text{BeO}_4]$ ayant une arête commune (Fig. 3). Les ions Na^+ , entourés par sept atomes d'oxygène appartenant aux cycles, sont situés dans les cavités de la charpente ainsi constituée. La Fig. 4 obtenue à l'aide du programme ORTEP (Johnson, 1965) donne une vue stéréoscopique du composé.

Dans cette structure, les oxygènes O(5) sont communs à trois tétraèdres: deux tétraèdres $[\text{BeO}_4]$ et un tétraèdre $[\text{SiO}_4]$. Cette disposition assez rare est cependant bien connue dans des silicates de béryllium

* Les listes des facteurs de structure et des facteurs d'agitation thermique anisotrope ont été déposées au dépôt d'archives de la British Library Lending Division (Supplementary Publication No. SUP 36283: 11 pp.). Des copies peuvent être obtenues en s'adressant à: The Executive Secretary, International Union of Crystallography, 5 Abbey Square, Chester CHI 2HU, Angleterre.

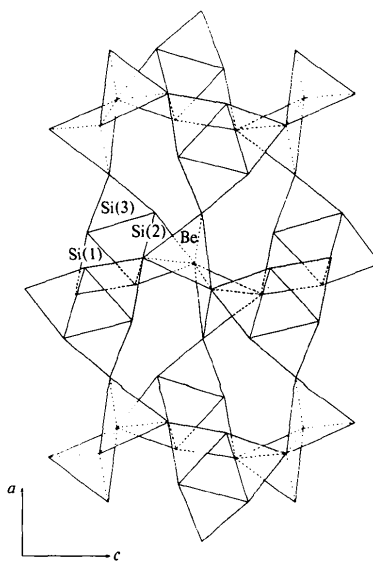


Fig. 3. Projection sur le plan (010), montrant l'enchaînement des cycles Si_3O_9 et des groupements Be_2O_6 . Les cycles ombrés sont au niveau $\frac{3}{4}$, les autres au niveau $\frac{1}{4}$. Les ions Na^+ n'ont pas été représentés ici, ils sont localisés dans les grandes cavités de la structure.

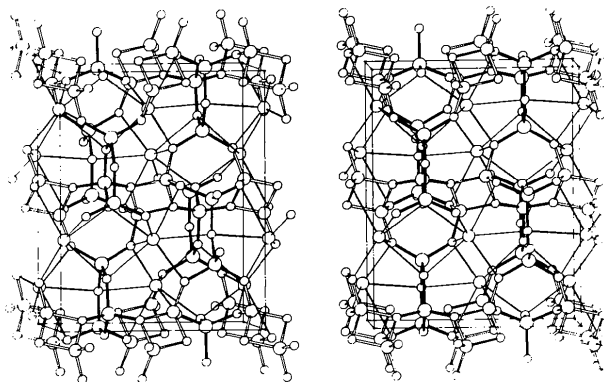


Fig. 4. Représentation stéréoscopique de $\text{Na}_4\text{Be}_2\text{Si}_3\text{O}_9$. Vue suivant c , b étant l'axe horizontal et a l'axe vertical.

comme la phénacite ou la bertrandite. L'association de deux tétraèdres mettant une arête en commun est encore plus rare et ne semble pas avoir été jusqu'ici observée dans des silicates naturels de béryllium mais elle ne contredit pas les règles de Pauling puisque les ions Be^{2+} sont peu chargés; ces deux atomes étant assez proches l'un de l'autre du fait de cette configuration et les distances entre l'ion central et les atomes d'oxygène qui définissent l'arête commune étant les plus longues du tétraèdre (1,68 et 1,66 Å), les liaisons à ce niveau doivent donc être faibles, ce qui expliquerait alors le clivage absolument parfait parallèlement à (010).

Environnement des ions Si^{4+} . Les tétraèdres $[\text{SiO}_4]$ assez distordus, présentent des distances $\text{Si}-\text{O}$ comprises entre 1,593 et 1,658 Å pour une valeur moyenne de 1,619 Å (Tableau 3). Ces valeurs sont en accord avec celles trouvées dans d'autres cyclosilicates comme la wadéite $\text{K}_2\text{Zr}(\text{Si}_3\text{O}_9)$ (Blinov, Shumyatskaya, Voronkov, Ilyukhin & Belov, 1977).

Environnement des ions Be^{2+} . Du fait de l'association particulière des tétraèdres $[\text{BeO}_4]$, ceux-ci sont plus déformés que les tétraèdres $[\text{SiO}_4]$ avec des liaisons comprises entre 1,582 et 1,681 Å. La valeur moyenne de 1,629 Å est cependant voisine de celle trouvée pour la phénacite: 1,645 Å (Zachariasen, 1972). Notons la distance très courte $\text{O}(5)-\text{O}(5^{\text{ii}})$ de 2,357 Å qui correspond à l'arête commune aux tétraèdres $[\text{BeO}_4]$.

Environnement des ions Na^+ . Les ions Na^+ assurent également la liaison entre les cycles situés au niveau $\frac{1}{4}$ et ceux situés en $\frac{3}{4}$. La valeur moyenne de la liaison est égale à 2,631 Å.

Le Tableau 4 donne les valeurs des liaisons électrostatiques et leurs sommes autour des atomes d'oxygène. Ces valeurs ont été corrigées en utilisant la formule de Brown & Wu (1976).

Tableau 3. Valeurs des distances interatomiques (Å) et des angles ($^\circ$) avec leurs écarts types

Environnement tétraédrique des ions Si^{4+}

$\text{Si}(1)-\text{O}(1)$	1,658 (1)	$\text{O}(1)-\text{O}(2)$	2,616 (1)	104,77 (6)
$\text{Si}(1)-\text{O}(2)$	1,644 (1)	$2 \text{O}(1)-\text{O}(4^{\text{i,iii}})$	2,612 (1)	106,86 (6)
$2 \text{Si}(1)-\text{O}(4^{\text{i,iii}})$	1,595 (1)	$2 \text{O}(2)-\text{O}(4^{\text{i,iii}})$	2,644 (2)	109,40 (6)
Moyenne	1,623	$\text{O}(4)-\text{O}(4^{\text{iii}})$	2,743 (1)	118,62 (6)
		Moyenne	2,645	109,32
$\text{Si}(2)-\text{O}(1)$	1,649 (1)	$\text{O}(1)-\text{O}(3)$	2,676 (2)	109,66 (6)
$\text{Si}(2)-\text{O}(3)$	1,625 (1)	$2 \text{O}(1)-\text{O}(5^{\text{i,iii}})$	2,630 (1)	108,30 (5)
$2 \text{Si}(2)-\text{O}(5^{\text{i,iii}})$	1,595 (1)	$2 \text{O}(3)-\text{O}(5^{\text{i,iii}})$	2,624 (1)	109,17 (5)
Moyenne	1,616	$\text{O}(5)-\text{O}(5^{\text{iii}})$	2,648 (1)	112,21 (6)
		Moyenne	2,639	109,47
$\text{Si}(3)-\text{O}(2)$	1,632 (1)	$\text{O}(2)-\text{O}(3)$	2,625 (2)	106,10 (6)
$\text{Si}(3)-\text{O}(3)$	1,652 (1)	$2 \text{O}(2)-\text{O}(6^{\text{i,iii}})$	2,628 (2)	109,10 (6)
$2 \text{Si}(3)-\text{O}(6^{\text{i,iii}})$	1,593 (1)	$2 \text{O}(3)-\text{O}(6^{\text{i,iii}})$	2,595 (2)	106,19 (6)
Moyenne	1,618	$\text{O}(6)-\text{O}(6^{\text{iii}})$	2,750 (1)	119,35 (6)
		Moyenne	2,637	109,34

Environnement tétraédrique de l'ion Be^{2+}

$\text{Be}-\text{O}(4)$	1,590 (2)	$\text{O}(4)-\text{O}(5)$	2,717 (1)	112,28 (10)
$\text{Be}-\text{O}(5)$	1,681 (2)	$\text{O}(4)-\text{O}(5^{\text{ii}})$	2,735 (1)	114,42 (10)
$\text{Be}-\text{O}(5^{\text{ii}})$	1,663 (2)	$\text{O}(4)-\text{O}(6^{\text{v}})$	2,686 (1)	115,75 (11)
$\text{Be}-\text{O}(6^{\text{v}})$	1,582 (2)	$\text{O}(5)-\text{O}(5^{\text{ii}})$	2,357 (1)	89,65 (9)
Moyenne	1,629	$\text{O}(5)-\text{O}(6^{\text{v}})$	2,696 (1)	111,38 (10)
		$\text{O}(5)-\text{O}(6^{\text{vi}})$	2,667 (1)	110,53 (10)
		Moyenne	2,643	109,00

Environnement heptaédrique de l'ion Na^+

$\text{Na}-\text{O}(1^{\text{iv}})$	2,532 (1)	$\text{O}(1)-\text{O}(3^{\text{v}})$	3,387 (2)	78,55 (4)
$\text{Na}-\text{O}(2^{\text{iii}})$	2,681 (1)	$\text{O}(1)-\text{O}(4)$	2,612 (1)	60,45 (4)
$\text{Na}-\text{O}(3^{\text{vi}})$	2,808 (1)	$\text{O}(1)-\text{O}(4^{\text{ii}})$	3,474 (1)	82,06 (4)
$\text{Na}-\text{O}(4^{\text{iv}})$	2,754 (1)	$\text{O}(1)-\text{O}(6^{\text{v}})$	3,385 (2)	84,81 (4)
$\text{Na}-\text{O}(4^{\text{v}})$	2,653 (1)	$\text{O}(2)-\text{O}(4)$	2,644 (2)	58,19 (4)
$\text{Na}-\text{O}(6^{\text{ii}})$	2,504 (1)	$\text{O}(2)-\text{O}(4^{\text{ii}})$	4,051 (1)	98,86 (4)
$\text{Na}-\text{O}(6^{\text{vi}})$	2,487 (1)	$\text{O}(2)-\text{O}(6)$	2,628 (2)	60,78 (4)
Moyenne	2,631	$\text{O}(3)-\text{O}(6)$	2,595 (2)	58,31 (4)
		$\text{O}(3)-\text{O}(6^{\text{vi}})$	3,749 (1)	89,59 (4)
		$\text{O}(4)-\text{O}(4^{\text{ii}})$	3,406 (1)	78,07 (4)
		$\text{O}(4)-\text{O}(6^{\text{ii}})$	3,831 (1)	95,89 (4)
		Moyenne	3,251	76,87

Transformation des coordonnées

(i)	$x,$	$y,$	z	(v)	$\frac{1}{2} + x,$	$y,$	$\frac{1}{2} - z$
(ii)	$-x,$	$-y,$	$-z$	(vi)	$\frac{1}{2} - x,$	$-y,$	$\frac{1}{2} + z$
(iii)	$x,$	$\frac{1}{2} - y,$	z	(vii)	$\frac{1}{2} - x,$	$\frac{1}{2} + y,$	$\frac{1}{2} + z$
(iv)	$-x,$	$\frac{1}{2} + y,$	$-z$				

Tableau 4. Valeurs des liaisons électrostatiques et leurs sommes autour des anions

Anions	Si(1)	Si(2)	Si(3)	Na	Be	Total
O(1)	0,91	0,93		0,15		1,99
O(2)	0,94		0,97	$2 \times 0,12$		2,15
O(3)		0,99	0,92	$2 \times 0,09$		2,09
O(4)	1,07			$0,10 + 0,12$	0,56	1,85
O(5)		1,07			$0,45 + 0,47$	1,99
O(6)			1,08	$2 \times 0,16$	0,57	1,97
Moyenne						2,007

Tableau 5. *Mailles orthorhombiques et pseudo-orthorhombiques des cyclosilicates en Si_3O_9*

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	α	β	γ
'Albite de la glucine'	11,748 Å	9,415 Å	6,818 Å	90°	90°	90°
Bénitoite	11,432 [201]	9,71 [001]	6,60 [010]	90	90	90
Wadéite	11,996 [201]	10,177 [001]	6,926 [010]	90	90	90
Cyclowollastonite	11,78 [010]	19,65 [001]	6,90 [100]	90,80	90	90
Margarosanite	11,54 [012]	9,50 [101]	20,40 [212]	85	94	82

Comparaison avec d'autres cyclosilicates

Il existe un certain nombre de cyclosilicates naturels anhydres possédant des groupements Si_3O_9 ; ce sont: la bénitoite $\text{BaTiSi}_3\text{O}_9$, hexagonale $P6c2$ (Zachariasen, 1930), la pabstite $\text{BaSnSi}_3\text{O}_9$, hexagonale $P6c2$ (Gross, Wainwright & Evans, 1965), la wadéite $\text{K}_2\text{ZrSi}_3\text{O}_9$, hexagonale $P6$ (Blinov *et al.*, 1977), la cyclowollastonite $\text{Ca}_3\text{Si}_3\text{O}_9$, triclinique (Jeffery & Heller, 1953), la margarosanite $\text{PbCa}_2\text{Si}_3\text{O}_9$, triclinique (Glasser & Dent Glasser, 1961) et la walstromite $\text{BaCa}_2\text{Si}_3\text{O}_9$, également triclinique (Dent Glasser & Glasser, 1968).

En fait, à part en ce qui concerne la pabstite et la walstromite, respectivement isostructurales avec la bénitoite et la margarosanite du fait de la similitude des rayons ioniques de Ti^{4+} et Sn^{4+} d'une part et de Ba^{2+} et Pb^{2+} d'autre part, tous ces composés présentent des structures différentes dans l'empilement des cycles Si_3O_9 et la position des cations dont la taille varie de 0,35 Å (Be^{2+}) à 1,34 Å (Ba^{2+}); il est donc assez difficile de trouver des relations entre elles.

Tous ces composés présentent cependant une maille hexagonale ou pseudo-hexagonale: cette dernière, assez déformée dans le cas des cristaux tricliniques, est presque parfaite dans le cas de 'l'albite de la glucine' dont nous avons vu que certaines préparations montrent des cristaux avec un faciès hexagonal très marqué. Ce silicate, la bénitoite, la pabstite et la wadéite sont d'ailleurs les seuls à présenter des groupements Si_3O_9 avec les atomes de silicium situés dans des plans de symétrie.

Enfin, ces silicates présentent aussi des mailles orthorhombiques ou pseudo-orthorhombiques de di-

mensions similaires (à un multiple près d'un des paramètres): le Tableau 5 compare ces mailles avec celle de 'l'albite de la glucine'.

Nous remercions P. Bariand qui nous a confié les échantillons de Hautefeuille et Perrey, conservés dans la Collection de Minéralogie de l'Université P. et M. Curie.

Références

- BLINOV, V. A., SHUMYATSKAYA, N. G., VORONKOV, A. A., ILYUKHIN, V. V. & BELOV, N. V. (1977). *Sov. Phys. Crystallogr.* **22**, 31–35.
- BROWN, I. D. & WU, K. K. (1976). *Acta Cryst.* **B32**, 1957–1959.
- DENT GLASSER, L. S. & GLASSER, F. P. (1968). *Am. Mineral.* **53**, 9–13.
- GLASSER, F. P. & DENT GLASSER, L. S. (1961). *Z. Kristallogr.* **116**, 263–265.
- GROSS, E. B., WAINWRIGHT, J. E. N. & EVANS, B. W. (1965). *Am. Mineral.* **50**, 1164–1169.
- HAUTEFEUILLE, P. & PERREY, A. (1890). *Ann. Chim. Phys.* **20**, 447–480.
- International Tables for X-ray Crystallography* (1974). Tome IV. Birmingham: Kynoch Press.
- JEFFERY, J. W. & HELLER, L. (1953). *Acta Cryst.* **6**, 807–808.
- JOHNSON, C. K. (1965). *ORTEP*. Report ORNL-3794. Oak Ridge National Laboratory, Tennessee.
- TOKONAMI, M. (1965). *Acta Cryst.* **19**, 486.
- ZACHARIASEN, W. H. (1930). *Z. Kristallogr.* **74**, 139–146.
- ZACHARIASEN, W. H. (1972). *Sov. Phys. Crystallogr.* **16**, 1021–1025.