

## La jadéite de Birmanie : les roches qu'elle constitue ou qui l'accompagnent. Composition et origine

Alfred Lacroix

---

### Citer ce document / Cite this document :

Lacroix Alfred. La jadéite de Birmanie : les roches qu'elle constitue ou qui l'accompagnent. Composition et origine. In: Bulletin de la Société française de Minéralogie, volume 53, 1-6, 1930. contenant le Livre jubilaire publié à l'occasion du cinquantième de la Société. pp. 216-254;

doi : <https://doi.org/10.3406/bulmi.1930.4095>

[https://www.persee.fr/doc/bulmi\\_0366-3248\\_1930\\_num\\_53\\_1\\_4095](https://www.persee.fr/doc/bulmi_0366-3248_1930_num_53_1_4095)

---

Fichier pdf généré le 07/11/2019

**La jadéite de Birmanie : les roches  
qu'elle constitue ou qui l'accompagnent.  
Composition et origine.**

Par M. A. LACROIX

---

En 1863, A. Damour a montré <sup>(1)</sup> que les substances très tenaces, désignées jusqu'alors sous le nom de *jade* et recherchées, en Extrême-Orient, comme gemme ou comme matière utilisable pour la sculpture d'objets d'art, appartenaient à deux minéraux différents, la *néphrite*, variété d'amphibole calcomagnésienne (trémolite ou actinote), d'une structure spéciale, et une autre espèce, la plus précieuse, qu'il a appelée *jadéite*, silicate d'aluminium et de sodium, qui, plus tard, a été rattaché au groupe des pyroxènes.

A cette époque, l'étude microscopique permettant de vérifier l'homogénéité des minéraux étudiés n'était pas connue. En réalité, s'il existe bien un pyroxène répondant à la composition théorique  $\text{NaAl}(\text{SiO}_3)_2$ , pouvant contenir à l'état de mélange isomorphe, plus ou moins de silicates calciques et magnésiens, les grandes variations de composition chimique mises en évidence par les analyses d'échantillons qualifiés de jadéite, résultent de ce qu'ils n'étaient pas homogènes, mais constitués par des roches, dans quoi la jadéite jouait un rôle inégalement important.

En conséquence, de même qu'il existe une *dolomite*, minéral à composition chimique bien définie, et des *dolomies*, roches à base de dolomite, l'on doit distinguer, du minéral jadéite, des *jadéitites*, roches dont la jadéite est le constituant essentiel; bien des incertitudes concernant le minéral jadéite sont dues à ce que cette distinction n'a pas toujours été faite dans le passé.

<sup>(1)</sup> A. DAMOUR : Notice et analyse sur le jade vert : réunion de cette matière minérale à la famille des wernérites. *C. rendus Acad. Sc.*, t. 56, 1863.

Ce sont ces roches, et aussi leur origine, qui font l'objet de la présente note, mais je ne considérerai ici que les jadéitites de Birmanie.

Leur origine a été longtemps incertaine : l'existence, dans de nombreux pays, d'instruments préhistoriques fabriqués avec une substance rapportée à la jadéite, a entraîné des discussions passionnées sur cette question parmi les préhistoriens et les ethnographes, aussi bien que parmi les minéralogistes. La Chine, le Thibet, le Yunnan (Ta-li-fu) ont été considérés comme les lieux de provenance de la jadéite d'Extrême-Orient, bien que ce minéral n'y ait jamais été trouvé en place. On sait aujourd'hui, d'une façon certaine, que la Chine, le grand consommateur de jadéite pour la fabrication de ces beaux objets d'art <sup>(1)</sup> connus de tous et de ces bijoux si fort à la mode aujourd'hui, l'importe exclusivement, non pas du Thibet, mais d'un pays voisin, la Haute-Birmanie.

Noetling <sup>(2)</sup>, et plus récemment Alfred W. G. Bleeck <sup>(3)</sup>, ont vu les gisements exploités; ils se trouvent, non loin de la frontière occidentale du Yunnan, dans les Kachin Hills (district de Myitkyina), en place à Tawmaw (lat. 25°44', long. 96°14'), et, en blocs roulés, dans les conglomérats miocènes voisins de cette localité, près de Hweka et de Mamon (vallée de l'Uru, affluent du Chindwin), ainsi que dans les alluvions

(1) La jadéite est employée par les Chinois depuis fort longtemps. Les gisements de Birmanie ont été découverts par un Yunnanais au XIII<sup>e</sup> siècle; ils furent exploités irrégulièrement pendant plusieurs siècles.

Le commerce de la jadéite avec la Chine est régularisé depuis l'année 1784 environ. Cf. E. H. Pascoe, *Mineral Production of India, Rec. Geol. Surv. of India*, 57, 1925, p. 168.

Les Chinois se servent notamment de la jadéite pour la fabrication de vases précieux, d'insignes de mandarins, de bijoux, etc...

(2) FRITZ NOETLING: Ueber das Vorkommen von Jadeit in Ober Birma. *Neues Jahrb. Min. Geol. u. Pal.*, Bd 1, p. 1 et Note on the occurrence of Jadeite in Upper Burma, *Records of the Geol. Survey India*, 26, part 1, 1893. p. 26.

(3) ALFRED W. G. BLEECK: Die Jadeitlagerstätten in Upper Burma; *Zeitsch. für prakt. Geol.*, 1907, Heft 11, p. 341. Le tirage à part a servi d'*Inaugural Dissertation* (Univ. München, 1907, 27 pages et 2 planches). — Jadeite in the Kachin Hills, Upper Burma, *Records of the Geol. Survey India*, 36, 1908 pp. 254-255-445.

récentes formées à leurs dépens. Le gisement en place a été découvert en 1871; il est exploité depuis lors; antérieurement, seuls étaient connus les gîtes de rivière.

Les documents que j'ai étudiés me sont parvenus de façons multiples. Ce sont, tout d'abord, de gros blocs roulés, donnés, en 1869, au Muséum national d'histoire naturelle par Halphen et provenant du bassin de l'Uru, puis de petits échantillons, plus nombreux et plus variés, recueillis en place, qui m'ont été envoyés, en 1902, par l'explorateur J. Claine, alors consul de France à Rangoon, et parmi lesquels se trouvait la *chromojadéite* qui va être décrite plus loin. Je dois aussi quelques petits fragments à l'obligeance de M. Bleeck.

En 1926, au cours d'un voyage en Chine, j'ai fait de fructueuses excursions minéralogiques chez les lapidaires et les marchands de jade de plusieurs villes (Kalgan, Péking, Tien-Tsin, Shanghai, Hong-Kong, Canton, Yunnanfu (1), et j'ai pu, non seulement y acheter d'intéressants échantillons (2), mais m'assurer que leur matière première avait l'origine précitée. A mon retour, j'ai demandé à mon ami, M. Fermor, directeur du Service géologique de l'Inde, de vouloir bien faire prélever en place à Tawmaw de nouveaux échantillons; ils ont été obligeamment recueillis par M. L. H. Chhibber que je tiens à remercier.

Je prendrai comme guide géologique le très intéressant mémoire de Bleeck, auquel est empruntée la carte ci-jointe (figure 1); afin de permettre au lecteur de la situer sur une carte à petite échelle de Birmanie, j'indiquerai que le Nam Kong Chaung qui y figure est un affluent de gauche de l'Iraouaddy; son confluent avec ce grand fleuve se trouve en aval de Myitkyina, le chef-lieu du district dont fait partie la région étudiée

(1) M. Lépissier, consul de France, et Mme Lépissier, qui nous ont offert, à Mme A. Lacroix et à moi, une gracieuse hospitalité à Yunnanfu, ont bien voulu me procurer des échantillons bruts de la jadéite travaillée dans cette ville.

(2) J'en ai trouvé aussi à acheter en Indochine, à Hanoï et à Cholon-Saigon.

et où passe le chemin de fer de Mandalay. Tawmaw est, à vol d'oiseau, à environ 120 km. à l'W.-N. W. de Myitkyina.

La région située au Sud de Maniazeik est constituée par un *granite à deux micas* traversé par des filons d'*aplite* et de

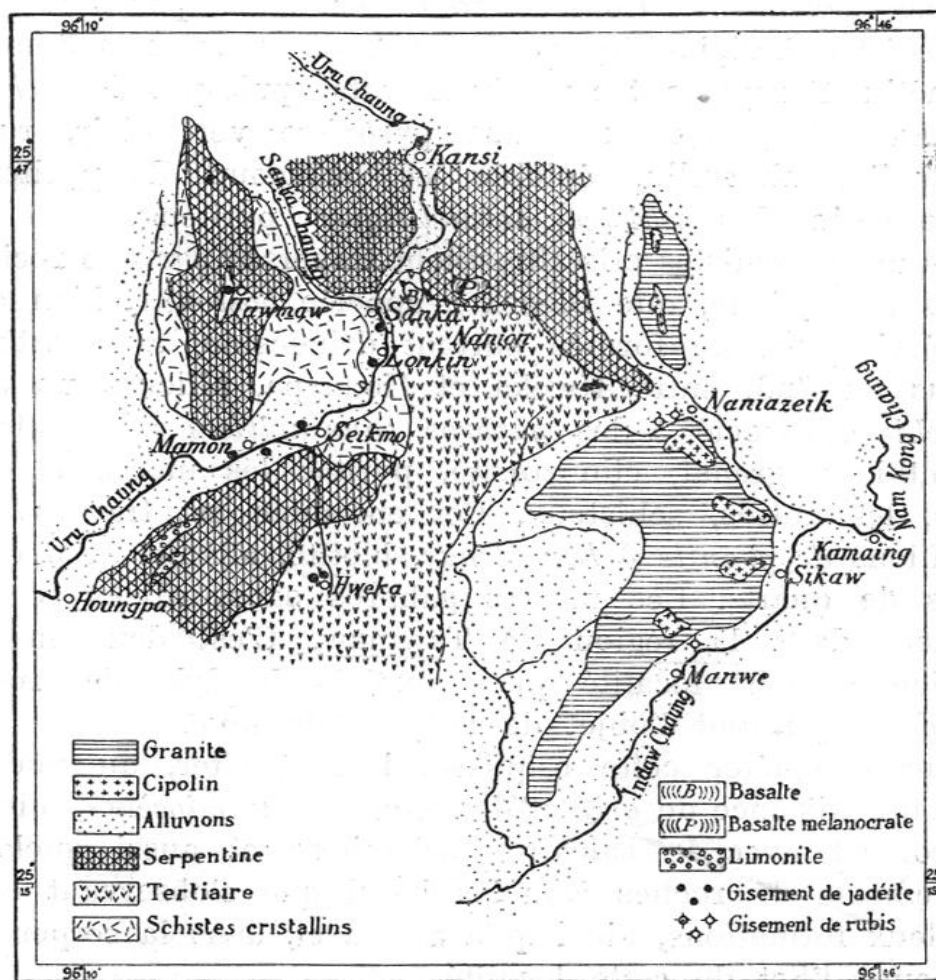


Fig. 1.

*pegmatite*. Ce granite a marmorisé le calcaire carbonifère, y développant, en outre, de la phlogopite, de la chondrodite, du graphite et du rubis, gemme exploitée dans les alluvions du voisinage ainsi que plus au Nord.

Un massif de *serpentine* entaillé par deux rivières profondément encaissées, l'Uru Chaung et le Sanka Chaung, se déve-

loppe entre Maniazeik et un affluent de l'Uru, situé à l'Est de Tawmaw. Cette même serpentine existe plus au Sud, entre l'Uru et Hweka.

La portion de ce massif, que couronne le plateau de Tawmaw, est entourée, et partiellement recouverte, par des *schistes cristallins*. Ceux-ci sont constitués par des *chloritoschistes* à ripidolite, renfermant de gros octaèdres de magnétite et rappelant ceux du Zillertal, puis par des *schistes à glaucophane*, avec ou sans pyroxène vert clair, rutilé, muscovite, almandin, épidote et beaucoup de pyrite. Il existe enfin des *schistes actinolitiques* pyriteux.

Ces divers schistes cristallins sont traversés par une roche à facies trachytique, que Bleeck a appelée *bostonite*, bien qu'il la décrive comme formée surtout d'andésine, avec orthose.

Plus au Sud, entre Hweka et Hounpa, affleure un *chloritoschiste*, associé à des *gabbros saussuritisés* à hornblende (carinthine), grenat, clinozoïsite, pyrite; les uns sont compacts, les autres, schisteux. Cet ensemble est traversé par des filons de *granite à hornblende*, biotite, allanite et par des filons de quartz. Les mêmes gabbros saussuritisés se rencontrent dans la région de Tawmaw. C'est dans la serpentine de cette localité qu'est exploité le dyke des roches à *jadéite* qui font l'objet de la présente note.

Pour compléter cette esquisse, il faut citer, au Sud de Nanion l'existence de *grès* et de *conglomérats miocènes*, plissés, en contact avec le calcaire carbonifère et aussi quelques pointements de roches à facies basaltique s'observant entre ces deux formations, ainsi qu'à Sanka et, dans la serpentine, un peu à l'Est de cette localité.

Ces conglomérats ont de l'importance au sujet de la question qui m'occupe, car ils renferment des galets de jadéite, de gabbros, de serpentine; toutes ces roches sont donc certainement antemiocènes. Deux exploitations ont été ouvertes pour extraire les galets jadéitiques, à Mamon (10 milles au Sud de Tawmaw, dans la vallée de l'Uru) et au Sud-Est, à Hweka. Dans la collection que m'a envoyée le Service géologique de l'Inde, se trouvent, en outre, des échantillons

recueillis dans les mêmes conditions, à Sietaung, sur un affluent du Nammaw Chaung, qui ne figure pas sur la carte reproduite ci-dessus.

I. — **Le dyke contenant la jadéite.**

Noetling et Bleeck ont rencontré, sur le plateau de Tawmaw, à une altitude d'un millier de mètres, l'exploitation indigène de la jadéite, faite sur un dyke traversant la ser-

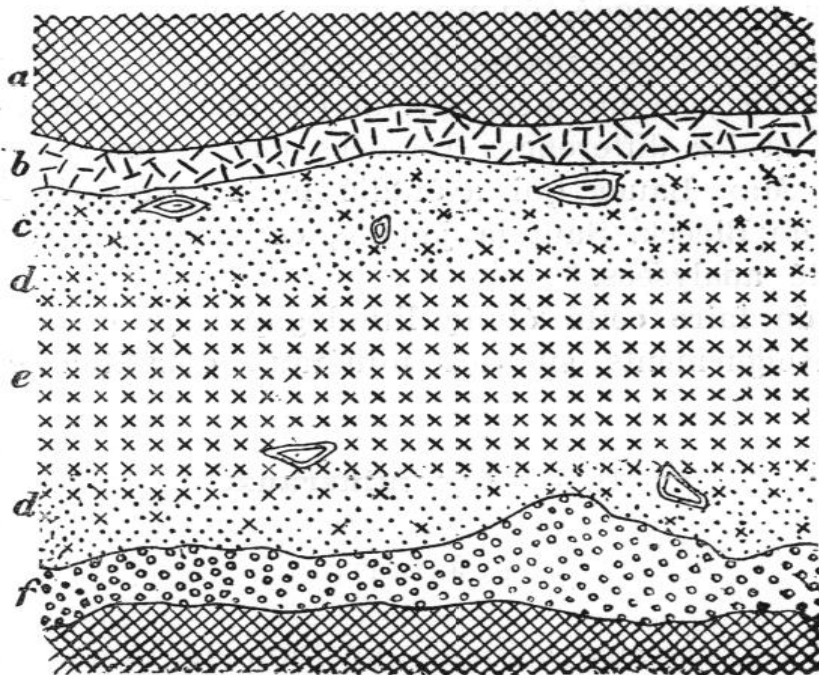


Fig. 2.

pentine et reconnu, dans cette région très boisée, sur une longueur de 600 mètres dans la direction N.-S., avec un plongement d'environ 60°. Ce dyke possède une largeur maximum de 300 mètres. Au moment de la visite de Bleeck, l'exploitation avait atteint une profondeur d'environ 50 mètres.

D'après lui, ce dyke est très hétérogène (fig. 2); sa partie centrale est constituée par la roche à jadéite (e) ayant seule un intérêt économique; elle est symétriquement bordée par une

roche blanche (*d*) de même aspect, mais moins dense, formée uniquement d'albite ou par une association d'albite et de jadéite (*c*); elle contient des enclaves d'amphibolite schisteuse. Vient ensuite (*f*) une amphibolite d'un vert foncé, dans quoi l'albitite envoie des apophyses. Cette amphibolite constitue le mur du dyke, en contact avec la serpentine (*a*), alors qu'au toit, elle en est séparée par une roche chloriteuse (*b*) contenant chlorite, chloritoïde, biotite, actinote, clinozoïsite (<sup>1</sup>).

Enfin, Bleeck a signalé une roche d'un vert émeraude foncé, constituée par un minéral qu'il a appelé la *tawmawite* et qui est accompagné, ou non, de chromite.

Je crois avoir en mains toutes les roches qui viennent d'être décrites; je me propose de les étudier, en notant les analogies et les différences relevées entre mes observations, celles de Max Bauer qui a étudié les récoltes de Noetling, et celles de Bleeck. Sauf la jadéite, ces roches n'avaient pas encore été analysées.

Avant de faire cette étude lithologique, je donnerai quelques renseignements sur les minéraux constituants de ces roches.

## II. — Les minéraux.

### a. JADÉITE

Depuis les travaux anciens de Damour et de Des Cloizeaux (<sup>2</sup>), de nombreuses études ont été publiées sur la jadéite, notamment par Berwerth (<sup>3</sup>), Max Bauer (<sup>4</sup>), A. Kren-

(<sup>1</sup>) On verra plus loin que les échantillons de contact recueillis par M. Chhibber ont une autre composition.

(<sup>2</sup>) A. DES CLOIZEAUX : Caractères optiques de la jadéite. *Bull. Soc. franç. Minér.*, 4, 1881, p. 158.

(<sup>3</sup>) F. BERWERTH : Ueber Nephrit und Jadeit. *Tschermaks Min. u. Petr. Mitt.*, 24, p. 228.

(<sup>4</sup>) MAX BAUER : Der Jadeit und die anderen Gesteine der Jadeitlagerstätte von Tawmaw in Ober-Birma. *Neues Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal.*, 1896 (I), p. 18; Jadeit vom Thibet, *Ibidem*, p. 85, et 1897 (I), p. 258; Weitere Mitteilungen über den Jadeit von Ober Birma. *Centralbl. f. Min, Geol. u. Pal.*, 1906, p. 97.



ner <sup>(1)</sup>, S. L. Penfield <sup>(2)</sup>. Le minéral est donc bien connu et je n'ai rien d'important à ajouter aux descriptions antérieures. Je rappellerai seulement que la jadéite forme soit des grains, soit de longues baguettes qui, dans un échantillon de la collection du Muséum, atteignent 3 cm. suivant l'axe vertical  $mm = 86^{\circ}55'$ . Il existe parfois des macles secondaires et des plans de séparation suivant  $h^1(100)$  et plus rarement  $p(001)$ .

Le plan des axes optiques est compris dans  $g^1(010)$ ; le minéral est optiquement positif, avec faible dispersion inclinée.  $\rho < v$ . Les différences des données dues aux divers auteurs pour l'angle d'extinction dans  $g^1(33^{\circ}$  à  $42^{\circ})$  et l'angle  $2V$  (environ  $72^{\circ}$ ), sont certainement dues aux variations de composition chimique mises en évidence par les analyses données plus loin. La biréfringence  $(n_g - n_p) = 0,027$ .

J'ai observé une particularité intéressante dans la jadéite vert poireau de Sictaung, dont l'analyse est donnée plus loin et qui est la plus riche en chaux et en magnésie parmi les jadéites que j'ai examinées. Le minéral est à gros grain et il présente une structure marbrée fort curieuse; dans  $g^1$ , les plages prédominantes, moins biréfringentes, possèdent une extinction d'environ  $45^{\circ}$ ; elles renferment d'autres plages, à contours irréguliers et sinueux, un peu plus biréfringentes dont l'extinction est d'environ  $36^{\circ}$ . Dans les sections perpendiculaires à la bissectrice aiguë ( $n_g$ ), l'angle  $2V$  pour le minéral principal est un peu plus grand que celui des plages centrales.

Les *indices de réfraction* pris par M. Gaubert (méthode de l'immersion) varient assez peu dans les limites des

<sup>(1)</sup> A. KRENNER : *Wissenschaftl. Ergebnisse der Reise des Grafen Béla Széchenyi in Ostasien*, 3, 4 Abth., 1899, 345.

<sup>(2)</sup> In H. R. BISHOP : *Investigations and Studies in Jade*. The Bishop Collection, New-York, 1906. Ces deux luxueux et importants volumes, in-folio, ornés d'un grand nombre de planches ont été tirés à 100 exemplaires, non mis dans le commerce. Il en existe deux exemplaires à Paris, l'un, à la bibliothèque de l'Institut, l'autre, à celle du Muséum national d'histoire naturelle.

Cet ouvrage renferme des renseignements de tous genres sur la jadéite; je ne saurais y revenir ici.

variations fournies par les analyses données plus loin, mais ils ne peuvent être mesurés avec exactitude à cause de la complexité des baguettes; il semble que  $n_g$  soit un peu plus petit que 1,683 et  $n_p$  voisin de 1,66, sauf pour la jadéite vert très pâle dont l'indice  $n_p$  est plus petit que 1,66.

Normalement, la jadéite est incolore, mais lorsqu'elle est en masse, elle peut être colorée en vert pomme par de l'oxyde de fer (analyse *f*), en jaune ou en rouge par oxydation du type vert précédent; en vert émeraude par du chrome; en bleu de lavande par du manganèse. Je reviendrai plus loin sur ces couleurs, à l'occasion des jadéitites, me contentant de faire remarquer ici qu'en lames minces ces colorations disparaissent. La coloration en vert émeraude est seule quelquefois distincte en lames minces; le minéral présente dans ce cas une coloration et un polychroïsme analogues à ceux de la chromojadéite, mais ces propriétés sont extrêmement atténuées et rarement homogènes dans une même plage.

La *densité* est une des caractéristiques de ce minéral; dans les variétés les plus pures, elle atteint 3,338, mais elle s'abaisse quand la teneur en métasilicates de chaux et de magnésium augmente. Cette haute valeur de la densité est généralement considérée comme la caractéristique différentielle avec le jade qui possède une densité de 2,95 à 3, mais il faut s'en méfier, car les objets taillés sont souvent constitués, non par de la jadéite pure, mais par des jadéitites renfermant soit de l'amphibole (de densité 3,03), soit de l'albite (de densité 2,62) et il faut alors renoncer à ce caractère qui n'a de valeur que si la pièce possède une densité voisine du maximum (1).

De nombreux minéraux ont été indiqués par divers auteurs comme existant à l'état d'inclusions dans la jadéite (ou la ja-

(1) On vend en Chine une grande quantité d'objets taillés translucides qui sont constitués par un verre coloré ayant une densité voisine de celle de la jadéite la plus dense. L'examen à la loupe ou au microscope permet d'y voir de nombreuses bulles sphériques; ce verre est entièrement monoréfringent.

déitite), soit sous forme macroscopique (magnétite, grenat, pyrite, rutile, mica), soit sous forme microscopique (andalou-site, cordiérite, tourmaline, grenat, muscovite, olivine, perows-kite, leucoxène, quartz, rutile, sphène, zircon); pas plus que Bleeck, je n'ai rencontré ces minéraux, et la présence de la plupart d'entre eux me semble tout à fait invraisemblable.

Les analyses *c* à *f* ont été faites par M. Raoult; *a* et *c* par H. W. Foote; on en trouvera beaucoup d'autres dans la description de la collection Bishop. Je donne comme comparaison en *a* la composition théorique de la jadéite.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
<i>b.</i> Jadéite blanche (H. W. Foote).						
<i>c.</i>	—	—	avec taches vertes (H. W. Foote).			
<i>d.</i>	—	—	en longues baguettes blanches (Raoult).			
<i>e.</i>	—	—	—	—	—	—
<i>f.</i>	vert pomme (galet de Sietaug) (Raoult).					
SiO <sup>2</sup>	59,40	58,86	58,99	58,46	59,84	58,18
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	25,25	25,12	24,77	24,21	24,48	21,40
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	»	0,16	0,32	0,48	»	0,29
FeO	»	0,12	»	0,76	1,20	2,53
MgO	»	0,27	»	0,39	0,81	2,65
CaO	»	0,44	0,14	1,74	1,42	3,82
Na <sup>2</sup> O	15,35	14,62	14,51	12,71	11,66	9,95
K <sup>2</sup> O	»	0,08	»	0,35	0,35	0,16
H <sup>2</sup> O +	»	0,04	1,14	0,69	0,17	0,50
» —	»	0,15	»	0,11	0,11	0,19
MnO	»	tr.	»	0,03	»	0,08
Cr <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	»	n. d.	»	»	»	»
	100,00	99,86	99,87	99,93	100,04	99,75
Densité (1)		3,32	3,33	»	3,276	3,348

La jadéite a rarement la composition théorique. Penfield a montré déjà que la teneur en silice ne permet pas de la considérer comme formée par ce pyroxène mélangé isomorphiquement à du diopside; il est nécessaire d'admettre l'existence d'un silicate de même formule que la jadéite (CaO,MgO)Al<sup>2</sup>(SiO<sup>3</sup>)<sup>4</sup> dans quoi Na<sup>2</sup>O est remplacé par CaO,FeO et MgO, qu'il a appelé *pseudo-jadéite*, terme qu'il ne me semble pas opportun de

(1) Les densités des échantillons analysés par M. Raoult ont été prises par M. Dagnan.

conserver. Mlle Y. Brière l'a retrouvé dans l'*omphazite* des éclozites françaises (1).

Les analyses nouvelles *d*, *e*, *f*, conduisent aux compositions suivantes :

	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
NaAl(SiO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	83,78	77,40	64,80
NaFe(SiO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1,38	»	0,85
CaAl <sup>2</sup> (SiO <sub>3</sub> ) <sup>4</sup>	11,86	10,65	20,00
MgAl <sup>2</sup> (SiO <sub>3</sub> ) <sup>4</sup>	»	7,70	»
FeAl <sup>2</sup> (SiO <sub>3</sub> ) <sup>4</sup>	»	4,30	»
MgSiO <sub>3</sub>	0,97	»	6,65
FeSiO <sub>3</sub>	1,43	0,78	4,80
CaSiO <sub>3</sub>	0,15	»	2,40

### b. CHROMOJADÉITE

La collection envoyée au Muséum par M. Claine, en 1902, et qui provenait de la *Mandalay Ruby and Jade Trading Society* (2) était surtout remarquable par l'existence d'échantillons d'un vert émeraude foncé, de la grosseur du poing, facilement fusibles à la flamme d'un Bunsen, et renfermant un minéral dont les propriétés optiques étaient celles de la jadéite, mais avec un extraordinaire polychroïsme dans les teintes d'un vert émeraude et jaunes. Je l'avais alors considéré comme une jadéite très chromifère. D'autres sujets de travaux m'avaient fait différer son étude plus approfondie, lorsqu'en 1913, j'ai eu connaissance de la description donnée par M. Bleek de sa *tawmawite*; frappé par la similitude de polychroïsme des deux minéraux, j'ai écrit à ce savant pour lui demander de vouloir bien m'envoyer un échantillon de la nouvelle espèce. Il m'a conseillé alors de m'adresser au professeur Weinschenk, auquel il avait laissé ses collections et il n'a pu m'envoyer que les seules bribes qui lui restaient de son minéral, sous forme de deux petits cylindres polis qui ont été placés dans la collection du Muséum. Mais c'était alors en 1914 et d'autres préoccupations n'allaient pas tarder à me faire laisser de côté une telle question que je reprends aujourd'hui, très tardivement.

(1) *Bull. Soc. franç. Min.*, 43, 1920, p. 92.

(2) A mon récent passage à Singapore, je n'ai pu trouver traces de cette société.

Il y a identité complète entre les propriétés des échantillons qui vont être décrits plus longuement et le minéral auquel je viens de faire allusion, mais il existe une différence tellement radicale entre l'analyse donnée plus loin et celle publiée par Bleeck, que je me trouve en présence d'un problème, dont je ne puis trouver la solution. Laisant donc provisoirement de côté ce terme de *tawmawite*, je désignerai le minéral étudié sous celui de *chromojadéite*. Il me semble cependant nécessaire de reproduire ici textuellement la description de Bleeck (1).

« Die mikroskopische Untersuchung lehrte, dass es sich um ein Glied des *Epidotgruppe* handelt. Lichtbrechung, Spaltbarkeit, Härte und spezifisches Gewicht sind dieselben wie beim gewöhnlichen Epidot. Die Farbe ist smaragdgrün mit ausgezeichnetem Pleochroismus ( $a = c$  smaragd grün,  $b$  gelb). Die Achsenebene des optisch negativen Minerals liegt in der Hauptzone, welche gleichfalls optisch negativ ist. Bei einem Achsenwinkel von ca.  $45^\circ$  mit sehr starker Dispersion  $v > \rho$ . Zwischen gekreuzten Nicols zeigen sich tiefgrüne und rote anomale Interferenzfarben. Die Ausbildung der einzelnen mikroskopischen Individuen ist ganz verschieden. Bald sind es kleine runde Körner, bald gewundene, dem Glimmer ähnliche Blätter. Offenbar handelt es sich um Erscheinungen von mechanischer Deformation. Die quantitative Analyse lieferte folgendes Resultat :

Kieselsaure.....	37,92
Eisenoxyd.....	9,93
Tonerde.....	12,83
Chromoxyd.....	11,16
Kalk.....	25,35
Wasser.....	2,38
	<hr/>
	99,57

Mit Analysen des gewöhnlichen Epidots verglichen, muss der niedere Gehalt an Eisenoxyd und Tonerde auffallen. Dafür nimmt aber Chromoxyd einen bedeutenden Anteil an der Zusammensetzung des Silikats und vertritt sowohl Tonerde

(1) *Op. cit.* 1906, p. 16.

als auch Eisenoxyd. Es wäre dieses Mineral also direkt als Chromepidot zu bezeichnen, und da es eine bislang noch nicht beschriebene Varietät von Epidot ist, so möchte ich für dieses neue Mineral den Namen *Tawmawit* vorschlagen.»

Je ferai remarquer que seul de tous les minéraux de Tawmaw, celui dont l'analyse vient d'être rapportée serait essentiellement calcique.

Revenons aux échantillons que j'ai étudiés; ils constituent une roche qui, sur la cassure fraîche, est d'un vert émeraude magnifique; elle est quelquefois homogène, mais le plus souvent, elle est piquetée de grains de chromite et de lames d'amphibole (Voir planche I, fig. 2).

Au microscope, en lames minces, les propriétés optiques de la chromojadéite apparaissent semblables à celles de la jadéite; mêmes clivages, angle maximum d'extinction dans la zone d'allongement atteignant  $42^\circ$ ; signe optique positif, biréfringence,  $n_g - n_p = 0,026$  (J. Orcel). La dispersion est nette avec  $\rho < \nu$ . Mais ce qui distingue ce minéral de la jadéite, c'est la couleur et le polychroïsme intenses; les axes de l'ellipsoïde d'absorption sont loin de coïncider avec ceux de l'ellipsoïde des indices; de l'observation de sections perpendiculaires à chacun de ces indices, l'on déduit les couleurs suivantes:  $n_g =$  vert vif;  $n_m =$  bleu verdâtre;  $n_p =$  jaune verdâtre. Quant au maximum d'absorption, il se fait dans les teintes vert émeraude et jaune citron.

M. J. Orcel a obtenu les résultats suivants pour la composition d'un échantillon très pur dont la densité est 3,343.

SiO <sup>2</sup> .....	57,90
TiO <sup>2</sup> .....	0,23
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> .....	19,40
Cr <sup>2</sup> O <sup>3</sup> .....	3,75
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> .....	1,37
FeO.....	0,06
MgO.....	2,82
CaO.....	0,75
Na <sup>2</sup> O.....	13,20
K <sup>2</sup> O.....	0,40
H <sup>2</sup> O +.....	0,60
H <sup>2</sup> O -.....	0,05
	<hr/>
	100,53

ROCHES A JADÉITE.



Fig. 1

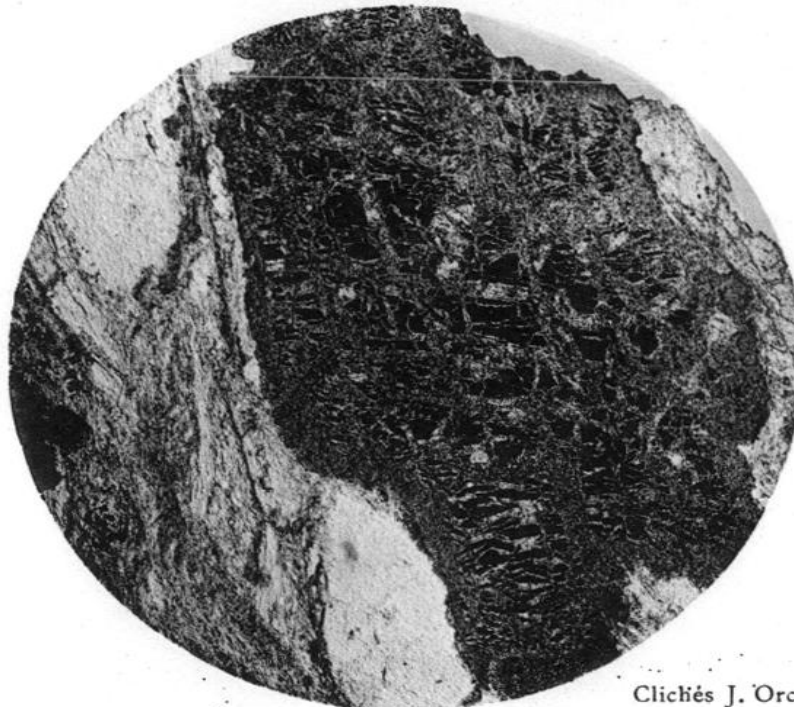


Fig. 2

Clichés J. Orcel.

Fig. 1. — Chromojadéite (gross. 43, nicols croisés).

Fig. 2. — Chromite en voie d'épigénisation en chromojadéite, enveloppée par de la széchenyite (Gross. 23, lumière naturelle).

On déduit de ces valeurs la composition suivante :

NaAl(SiO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	74,35
NaFe(SiO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3,95
NaCr(SiO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	11,26
MgAl <sup>2</sup> (SiO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>	1,50
CaSiO <sub>3</sub>	1,55
MgSiO <sub>3</sub>	6,70
FeSiO <sub>3</sub>	0,11
	<hr/>
	99,42

Cette composition est celle d'une jadéite dont une partie de l'aluminium est remplacée par du chrome et qui, à l'inverse de ce qui a lieu dans la jadéite, renferme encore moins de calcium que de magnésium, de telle sorte que le métasilicate de métaux bivalents associé à la jadéite, et qui existe, d'ailleurs, en petite quantité, est essentiellement magnésien et n'est pas un diopside.

Max Bauer ne semble pas avoir observé la chromojadéite sous cette forme massive, mais il l'a certainement rencontrée, comme constituant d'une albitite amphibolique et dans ce qu'il a appelé schiste à glaucophane (1) : elle s'y trouve sous la forme de très petits cristaux qu'il a assimilés à une variété chromifère de diopside.

### c. AMPHIBOLES

L'amphibole ou les amphiboles se présentent avec des aspects assez différents, ce qui explique que les auteurs qui m'ont précédé les aient appelés soit hornblende, soit actinote, minéraux qui n'existent pas à Tawmaw.

Elles existent d'abord sous forme de plages larges ayant souvent de grandes dimensions (plus de 1 cm.); celles-ci sont d'un vert sombre, brunes, d'un gris bleuâtre, ou enfin vertes, quand elles sont colorées par des inclusions de chromojadéite. Il existe, en outre, une variété en fines aiguilles d'un vert pâle ou d'un vert sombre, ressemblant à l'actinote.

Mais toutes ces amphiboles qui, certainement, présentent des variations de composition chimique appartiennent au

(1) *Op. cit.*, p. 39 et 45.



même groupe et doivent être rapprochées de l'amphibole que A. Krenner a appelée *széchenyite*, d'après un échantillon rapporté par l'expédition du comte Széchenyi.

Suivant la description qu'en a donnée Krenner et qui correspond bien à celle d'un échantillon de la collection du Muséum, la *széchenyite* forme, dans une jadéite blanche, de grands cristaux sans contours géométriques, bruns ou d'un brun verdâtre ou vert noirâtre; ils possèdent une structure lamelleuse, rappelant celle du diallage; elle est due à ce que ces cristaux sont aplatis suivant une face  $m(110)$ ; l'un des deux clivages est alors plus apparent que l'autre. L'angle d'extinction maximum dans  $g^1(010)$  est d'environ  $16^\circ$ . La densité est de 3.033.

Dans les échantillons étudiés, j'ai pu constater, que le minéral est optiquement négatif; les indices de réfraction, mesurés dans divers échantillons par M. Gaubert, par la méthode de l'immersion, sont peu variables et oscillent autour de (Na) 1.640 pour  $n_g$  et de 1.620 pour  $n_p$ , mais, de même que pour la jadéite, les déformations mécaniques et les enchevêtrements rendent impossible toute mesure précise. Les propriétés sont les mêmes dans la variété lamellaire et dans l'aciculaire. D'ordinaire, en lames minces, l'une et l'autre sont incolores, mais, dans les nodules à chromojadéite, se trouve un type un peu chromifère, en grandes lames, différant des précédents par un polychroïsme distinct, qui rappelle un peu, mais en plus faible, pour la teinte suivant  $n_g$ , le jaune de la chromojadéite, tandis que suivant  $n_m$  et  $n_p$  (avec  $n_p > n_m$ ), la teinte est d'un bleu verdâtre. Le plan des axes est dans  $g^1$ ; le minéral est optiquement négatif, avec petit écartement des axes optiques. L'angle d'extinction maximum dans  $g^1$  atteint  $17^\circ$ .

On voit donc qu'au point de vue optique cette amphibole ne saurait être rapprochée de la glaucophane, comme l'a fait Max Bauer, car ce qui caractérise essentiellement les amphiboles de ce groupe, c'est une coloration violette du minéral suivant  $n_m$ .

Je donne ci-contre, en a) l'analyse de la *széchenyite*, d'après

Krenner, et en *b*) celle de la variété aciculaire de Tawmaw par M. J. Orcel.

	<i>a</i>	<i>b</i>
SiO <sub>2</sub> .....	55,02	58,65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	4,53	5,98
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,04	2,37
FeO.....	3,28	1,34
MgO.....	20,36	18,56
CaO.....	8,00	1,40
Na <sub>2</sub> O.....	6,71	9,30
K <sub>2</sub> O.....	1,52	1,10
H <sub>2</sub> O.....	0,51	2,20
	<u>100,97</u>	<u>100,90</u>

Max Bauer a donné une analyse qui se rapproche de celle de l'échantillon *a*), mais, qui, d'après ses indications, a été faite sur un produit insuffisamment homogène. Le soin mis à la purification du matériel de l'analyse *b* me donne confiance dans les résultats obtenus. Cependant j'estime qu'il serait prématuré de disserter sur la constitution de cette amphibole dont l'étude est à poursuivre. Il reste avéré qu'elle constitue un type pauvre en alumine, pauvre ou très pauvre en chaux, riche en magnésie et en alcalis. La pauvreté en alumine l'éloigne des glaucophanes et la rapproche de l'amphibole de Madagascar que j'ai appelée imerinite, mais certaines de ses propriétés l'en éloignent : elle n'en possède pas la forte dispersion, ni le grand angle d'extinction. L'imerinite se rencontre, d'ailleurs, dans des conditions tout à fait différentes, dans des calcaires métamorphisés par le granite.

#### *d.* CHROMITE

La chromite forme, au milieu de la chromojadéite, des grains irréguliers, parfois anguleux, qui peuvent atteindre un demi-centimètre de diamètre. Au microscope, ils apparaissent très fracturés. Les fragments sont englobés par de petits grains d'une variété de chromojadéite toujours plus foncée et plus polychroïque que celle qui n'est pas associée à ce minéral et qui, dans la même préparation, enveloppe cette sorte de pseudomorphose de chromite en un pyroxène chro-

mifère (Pl. I, fig. 2) (1). Les gros fragments sont opaques ; ils semblent s'égrener sous forme de petits cristaux transparents d'un brun foncé, offrant la forme d'octaèdres nets ou de lamelles très minces aplaties suivant une face octaédrique. Ce sont des cristaux de nouvelle formation, contemporains du pyroxène qui les englobe.

### III. — Les roches.

#### A. LES ROCHES CONSTITUANT LE DYKE

On a vu plus haut que le dyke de Tawmaw est essentiellement hétérogène ; il comprend trois types pétrographiques principaux, les *jadéitites*, les *albitites*, l'*amphibolite*. Ils n'ont pas d'individualité géologique distincte, ils passent les uns aux autres et chacun d'entre eux présente, en outre, de notables variations chimiques et minéralogiques.

##### a. JADÉITITES

Les jadéitites sont des roches extrêmement tenaces. Elles sont tout à fait fraîches, seuls les blocs recueillis dans les rivières sont entourés d'une croûte jaunâtre, rugueuse et poreuse, dans quoi la jadéite se montre inaltérée, mais très fissurée, avec ses clivages ouverts. Quelques blocs sont entourés par une croûte d'un noir verdâtre, compacte, qui se prolonge dans la roche sous forme de fines veinules. Tel est le cas d'un bloc de la collection du Muséum mesurant 0 m. 45 × 0 m. 30 × 0 m. 24.

La cristallinité des jadéitites est toujours très élevée, elle se manifeste à l'œil nu ; elle est déterminée par celle de son minéral exclusif ou seulement essentiel, la jadéite. On doit distinguer le cas où la jadéite forme de longues baguettes et celui, au contraire, où elle est grenue. Quand la roche est polie, les clivages de la jadéite brillent, en donnant à l'ensemble un aspect chatoyant ne se présentant jamais dans la néphrite de

(1) Les petits cylindres que Bleek m'a envoyés comme constituant sa tawmawite présentent de très beaux exemples de cette sorte de pseudomorphose.

même couleur dont les éléments sont toujours extrêmement fins. L'aspect des variétés à jadéite grenue rappelle celui de certains marbres saccharoïdes.

La coloration normale est blanche et c'est la seule qui s'observe homogène, sur un grand volume. Elle prédomine de beaucoup à Tawmaw (1).

Toutes les couleurs énumérées plus haut dans la description de la jadéite s'observent dans les jadéitites. Elles sont dues à des oxydes métalliques (fer, manganèse, chrome), entrant dans la constitution de la jadéite, mais ceux-ci n'étant pas répartis régulièrement dans le dyke —, on verra plus loin pourquoi —, il en résulte que ces diverses colorations sont distribuées sans ordre et sont elles-mêmes le plus souvent hétérogènes.

La coloration vert pomme, due à du fer, et ses modifications, jaunes ou rouges, dues vraisemblablement à des actions oxydantes secondaires, la coloration bleu lavande tirant parfois sur l'améthyste, et la vert émeraude très pâle forment quelquefois dans la masse du dyke de grandes traînées ou des bandes, à contours vagues, se fondant insensiblement avec le blanc général.

J'ai acheté à Yunnanfu des anneaux, d'une couleur bleu lavande, dont l'intensité varie sous forme de nuages plus ou moins foncés; la teinte bleue s'exagère à la grande lumière du soleil; elle devient au contraire grisâtre et terne à la lumière artificielle. C'est là un type fort rare, avec une telle intensité de coloration. J'ai vu un échantillon tirant sur l'améthyste clair, tacheté de vert émeraude.

Plus fréquentes, et plus précieuses que les variétés blanches et vert pomme sont les variétés d'un beau vert émeraude; on verra plus loin que leur coloration résulte de la dissolution de la chromite dans le magma; cette dissolution n'a pas été suivie par un brassage, aussi la coloration se trouve-t-elle uniquement par taches, à formes des plus irrégulières. Elles peuvent être minuscules, mais on en a signalé ayant la grosseur de la tête. L'intensité du vert n'est pas

(1) De très beaux blocs de variétés précieuses vertes se trouvent dans les conglomérats de Hweka (Bleek).

moins inégale; même dans les petites taches, l'on voit des portions plus foncées dont la coloration va en s'atténuant sur les bords. Elles marquent la place de grains isolés de chromite qui ont disparu par dissolution. Quelquefois des taches très foncées se terminent brusquement au milieu de la jadéite d'un blanc d'une irréprochable pureté; plus souvent, les taches foncées sont entourées par une auréole dont la couleur est de plus en plus atténuée. Il en résulte une grande variété d'aspect que les artistes chinois savent à merveille utiliser pour leur art.

Toutes ces modalités sont représentées dans les objets taillés que j'ai rapportés de Chine pour la collection du Muséum.

A ces variétés dues à la couleur, il faut en ajouter d'autres, résultant du degré variable de translucidité. Quand la jadéite, ou la jadéite, est très translucide, presque transparente, et en même temps d'une couleur vert émeraude foncée, assez uniforme, elle devient tout à fait précieuse et sert à faire des bijoux atteignant des valeurs considérables. Elle est alors estimée en Extrême-Orient presque à l'égal de l'émeraude.

L'importance et le prix que les Chinois attribuent à toutes ces variétés colorées sont indiqués par le soin avec lequel ils les désignent sous des noms commerciaux qui ont été relevés par Bleek; ils peuvent être résumés de la façon suivante en les ordonnant par ordre croissant de valeur.

Le *Chauk Tha* est d'un blanc mat; c'est la variété de moindre valeur. Le *Pan Tha* est encore blanc, mais translucide et possède un très vif éclat. Le *Hmaw Sit Sit* est d'un vert très foncé, opaque, il me paraît correspondre à la chromojadéite. Le *Lat Yea* est d'un vert trouble, le *Schwe Lu* d'un vert plus ou moins foncé, mais en partie seulement translucide; enfin la variété tout à fait précieuse, presque transparente, dont j'ai parlé plus haut, est le *Mya Yea Chauk* (1).

Revenons à la structure, non plus macroscopique, mais telle

(1) G. de P. Cotter écrit (1924) : Kyan-Ktha; Pan-tha; Hmawsit-sit; Lat Ye; Shwe-Lu; Mya-ye-Kyank. La jadéite rouge est désignée sous le nom de Konpi.

qu'elle est vue au microscope. En outre du cas où la jadéite a uniquement la forme de grandes baguettes, l'on trouve fréquemment des jadéitites présentant une sorte de structure porphyroïde, des baguettes plus grandes étant englobées par un agrégat de baguettes de moindres dimensions, parfois orientées dans des directions parallèles.

Il existe des types régulièrement grenus, à gros grain; tel est le cas de la jadéitite de Sietaug.

Les déformations mécaniques sont très fréquentes, les baguettes sont d'abord tordues, puis brisées. On y voit apparaître des macles fines décrites plus haut, puis, quand la limite d'élasticité a été dépassée, l'écrasement s'est produit et la structure est devenue cataclastique.

A ce point de vue, particulièrement intéressant est un échantillon compact, à aspect mat et opaque, ressemblant à de la porcelaine qui présente des déformations rappelant celles de certaines météorites non chondritiques; la roche a été comme concassée en fragments formés individuellement par de petites baguettes de jadéite; ces fragments ont été arrondis par leur frottement mutuel et sont réunis par un fin ciment cataclastique de même nature, un peu trouble en lumière naturelle. Cet écrasement n'a pas été accompagné de laminage.

Comme conséquence de ce qui a été exposé au sujet de la jadéite, les jadéitites, même les plus colorées en vert, examinées en lames minces, se montrent généralement incolores et ce n'est que dans des cas assez rares que, çà et là, apparaissent quelques plages légèrement teintées de vert.

Voyons maintenant les différents types minéralogiques qu'il est possible de distinguer parmi ces jadéitites.

*Jadéitites uniquement jadéitiques.* — Ce type se confond avec la jadéite, c'est le plus dense, le plus translucide et le plus cristallin et auquel appartiennent généralement les types précieux, la variété à longues baguettes de jadéite, celle à gros grain, et en particulier la variété vert poireau de Sietaug.

*Jadéitites à amphibole.* — La collection du Muséum pos-

sède une jadéite porphyroïde ; dans la jadéite, blanche avec une légère teinte verdâtre, se voient des lames d'une amphibole à large clivage bronzé, qui, au microscope, se montre déformée et tordue par actions mécaniques (Pl. II, fig. 1 et 2). Il semble que ce soit un tel échantillon que Krenner a eu entre les mains et dont il a décrit l'amphibole sous le nom de *széchenyite*.

J'ai étudié aussi un nodule de jadéite marbrée de vert qui est arrondi et entouré de petites aiguilles vert pâle de la même amphibole, mais celle-ci présente un aspect actinolitique. Elle rappelle par sa disposition l'actinote de Syra enveloppant des nodules incomplètement transformés, de gabbro saussuritisé ; il est fort possible qu'elle soit d'origine secondaire, je veux dire postérieure à l'amphibole en grandes lames. Enfin dans d'autres échantillons, également marbrés de vert, l'amphibole est intimement mélangée aux aiguilles de jadéite et n'est visible qu'au microscope.

*Jadéitites albitiques.* — Un des échantillons recueillis par M. Chhibber dans la mine Kadon, à Tawmaw, est constitué par le contact d'une jadéite et de l'amphibolite décrite plus loin ; cette jadéite blanche est translucide, mais tachetée de petits globules blancs laiteux, opaques ayant environ 1 mm. de diamètre. Au microscope, on constate que la jadéite y forme des aiguilles, à faces prismatiques distinctes  $m(110)$ ,  $h^1(100)$ ,  $g^1(010)$ , grâce à leur englobement dans de grandes plages d'albite non maclée. L'examen microscopique montre que dans les taches blanches et opaques, l'albite est remplacée par un minéral un peu plus biréfringent et un peu moins réfringent, lui-même presque entièrement transformé en un produit trouble, monoréfringent. Quand il est intact, il possède un vague clivage, parallèlement auquel se fait l'extinction entre les nicols croisés : sa trace est positive. Peut-être s'agit-il là de mésotype ?

Certaines portions sont de véritables albitites jadéitiques.

*Jadéite néphélinifère.* — Max Bauer a signalé dans un échantillon de jadéite de gisement exact indéterminé, l'existence de la néphéline qui n'a pas été retrouvée par d'autres

ROCHES A JADÉITE.

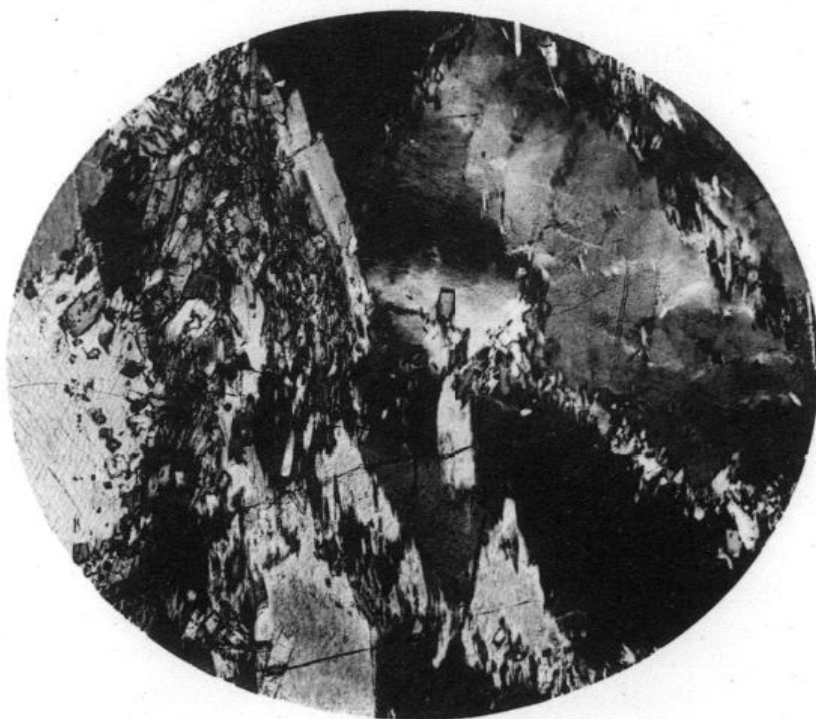


Fig. 1

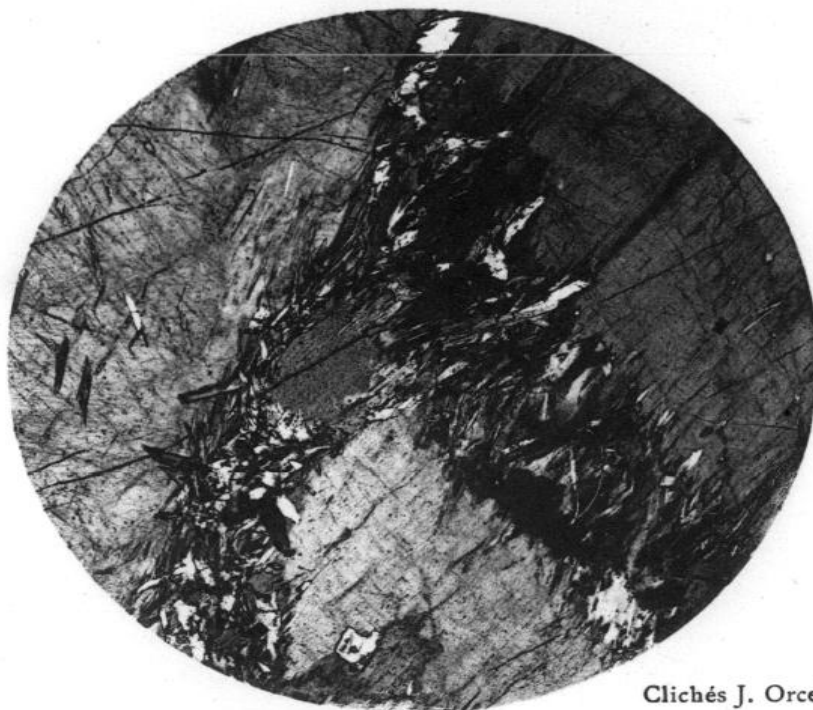


Fig. 2

Clichés J. Orcel.

Fig. 1 et 2. — SZÉCHENYITE. (Gross. 30, nicols croisés).



observateurs. Il avait bien voulu jadis me donner un morceau de cet échantillon.

Son étude me permet de confirmer son observation et de la compléter. La néphéline, à propriétés normales, constitue de grandes plages dont les indices de réfraction ont été pris par M. Gaubert par la méthode de l'immersion ( $n_g = 1.542$ ;  $n_p = 1.538$ ). Le minéral est facilement attaquable par l'acide chlorhydrique, en faisant gelée, et le produit d'attaque fournit en abondance des cubes de chlorure de sodium. Cette néphéline englobe poeciliquement la jadéite, mais, à l'inverse de ce qui a lieu dans la roche précédente, ce dernier minéral n'est pas automorphe; il est représenté par des grains, des lambeaux corrodés, disposés souvent en grand nombre dans une même plage de néphéline, avec une orientation uniforme; à l'évidence, ils résultent de la corrosion d'un ancien cristal homogène.

Ce mode de transformation me rappelle celui de l'omphacite <sup>(1)</sup> des éclogites de la Loire-Inférieure en albite, associée à de l'amphibole, mais en Birmanie, la néphéline est le seul minéral de transformation.

Il faut aussi rappeler que le triphane de Brancheville, qui est une jadéite lithique, se transforme en un mélange d'*eucryptite*, néphéline lithique ( $\text{Li Al SiO}_4$ ) et d'albite, en association micrographique <sup>(2)</sup>.

Cette modification ne se rencontre pas dans toute la roche, elle est limitée à des veines irrégulières qui se voient déjà distinctement à l'œil nu, au milieu de la jadéite d'un vert poireau clair. Certaines de ces veinules de néphéline sont traversées par des diaclases rectilignes, remplies par de la mésotype, dont les fibres sont disposées perpendiculairement à leur direction, alors que des fibres asbestiformes d'amphibole sont couchées parallèlement à celle-ci.

Je donne dans le tableau ci-contre les analyses de divers

<sup>(1)</sup> A. LACROIX : Les éclogites de la Loire-Inférieure. *Bul. Sc. natur. Ouest. Nantes*, 4, 1891, p. 81.

<sup>(2)</sup> G. J. BRUSH and E. S. DANA : *Amer. J. of Sc.*, 20, 1880, p. 266.

échantillons de jadéite de Tawmaw, avec leur composition virtuelle exprimée suivant les principes de la classification quantitative, afin de permettre la comparaison de la composition de ces roches avec celle des roches néphéliniques; dans cette composition virtuelle, le rôle essentiel est joué par un mélange d'albite et de néphéline, mais on voit, en outre, que, hormis le cas où la roche est constituée par de la jadéite ayant sensiblement la composition théorique, fait qui ne s'est pas présenté dans les échantillons que j'ai étudiés, il existe toujours une quantité plus ou moins grande de chaux et surtout de magnésie qui se manifeste, dans le calcul, sous la forme de méta- ou d'orthosilicate.

Les analyses suivantes ont été faites (Raoult) sur les échantillons décrits minéralogiquement plus haut (1).

- |  |                     |
|--|---------------------|
| <i>a.</i> — Jadéite théorique. $\text{NaAl}(\text{SiO}_3)_2$ | I. 6 (7). 1. 5      |
| <i>b.</i> — Jadéite avec jadéite en baguettes.<br>Tawmaw     | I. 6. 1 (2). 5      |
| <i>c.</i> — — — vert pomme, Sietaung                         | I (II). (5) 6. 2. 5 |
| <i>d.</i> — Partie très albitique d'une jadéite, de Kadon    | I. 6. (1) 2. 5      |
| <i>e.</i> — Jadéite blanche tachetée de vert<br>Dwinyi       | I (II). 6. 1. 5     |
| <i>f.</i> — — — néphélinifère. Tawmaw                        | I. 6'. 2. 5         |

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
$\text{SiO}_2$	59,40	59,84	58,18	58,64	57,48	51,10
$\text{Al}_2\text{O}_3$	25,25	24,48	21,40	23,50	21,81	27,55
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	»	»	0,29	0,21	0,12	0,23
FeO	»	1,20	2,53	0,85	1,59	1,28
MnO	»	»	0,08	»	0,05	0,08
MgO	»	0,81	2,65	1,45	3,21	1,10
CaO	»	1,42	3,82	1,88	2,08	2,32
$\text{Na}_2\text{O}$	15,35	11,66	9,95	11,93	12,35	12,86
$\text{K}_2\text{O}$	»	0,35	0,16	0,55	0,25	1,22
$\text{TiO}_2$	»	»	»	»	»	»
$\text{P}_2\text{O}_5$	»	»	»	»	»	0,04
$\text{H}_2\text{O} +$	»	0,17	0,50	0,86	0,55	1,49
$\text{H}_2\text{O} -$	»	0,11	0,19	0,36	0,22	0,45
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Densité	100,00	100,04	99,75	100,23	99,80 <sup>(2)</sup>	99,72
	»	3,276	3,348	2,685	»	3,284

(1) Dans la description de la collection Bishop se trouvent de nombreux analyses qui correspondent non à des jadéites, mais à des jadéitites.

(2)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  0,09.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
Or.	»	2,22	1,11	3,34	1,67	7,23
Ab.	64,97	69,17	60,26	60,78	56,07	33,40
An.	»	6,95	13,07	8,62	3,34	11,40
Né.	34,93	15,90	13,06	21,87	26,13	40,68
Al <sup>2</sup> O <sub>3</sub>	»	»	»	»	»	1,02
CaSiO <sub>3</sub>	»	2,35	2,44	0,35	3,02	»
MgSiO <sub>3</sub>	»	»	1,40	0,20	2,10	»
FeSiO <sub>3</sub>	»	»	0,92	0,13	0,66	»
Mg <sup>2</sup> SiO <sub>4</sub>	»	1,40	3,64	2,38	4,13	1,96
Fe <sup>2</sup> SiO <sub>4</sub>	»	1,73	2,75	1,02	1,53	1,84
Ma	»	»	0,46	0,23	0,46	0,23

Dans toutes ces roches, la teneur en néphéline virtuelle est plus faible que dans la jadéite pure; l'inverse a lieu dans la jadéite néphélinifère, où le calcul met en évidence un excès de feldspathoïde, en même temps qu'un petit excès d'alumine, le seul constaté dans toute la série étudiée. La haute teneur en anorthite virtuelle indique que cet excès d'alumine est en réalité beaucoup plus considérable. Je vois dans ces faits un argument en faveur de mon hypothèse de l'origine non primaire de la néphéline, l'excès d'alumine étant dû à la zéolitisation de la néphéline qui a entraîné une perte de soude.

### b. ALBITITES

Je n'ai pas trouvé dans les collections étudiées la roche exclusivement formée par de l'albite, analysée autrefois par N. W. Foote et signalée par Bleek, mais seulement deux types assez différents d'albitite.

*Albitite à amphibole.* — Cette roche provient du filon de Tawmaw; elle est verdâtre, formée uniquement d'albite et d'amphibole. La structure est granulitique (ou granoblastique), avec traces d'écrasement. L'albite forme des plages non macées; l'amphibole, d'un vert extrêmement pâle en lames minces, à peine polychroïque (vert bleuâtre suivant *ng*), présente dans *g*<sup>1</sup>(010) une extinction maximum de 20° au centre et de 17° sur les bords, par rapport à l'allongement, qui est très marqué. Ces cristaux sont automorphes dans la zone verticale et englobés par le feldspath; il existe quelques rares

petits grains d'un minéral vert émeraude, extrêmement foncé, très biréfringent et très dispersif (chromojadéite ou tawmawite dans le sens de Bleeck?)

*Albitite à pyroxène.* — Cette roche, à gros grain, sur la cassure de quoi brillent les clivages de l'albite, constituait un galet recueilli à Nammaw. Elle est essentiellement feldspathique; de grandes plages d'albite, non maclée, sont, sur les bords, écrasés et présentent ainsi une uniforme et fine bordure cataclastique; elles englobent des prismes d'un pyroxène incolore, à formes nettes ( $m$ ,  $h^1$ ,  $g^1$ ), disséminés ou formant de petits groupes.

Lorsqu'on examine l'albite en lumière naturelle, en baissant fortement le condenseur, l'on y distingue quelques lamelles de damourite et surtout de petites plages irrégulières, les unes, plus réfringentes, les autres moins réfringentes que l'albite; ces dernières ont parfois des contours hexagonaux. Ces minéraux rappellent la néphéline et la sodalite des trachytes phonolitiques. C'est sans doute à ces minéraux qu'il faut rattacher ces produits trop petits pour pouvoir se prêter à une détermination précise.

De ce même type lithologique doit être rapprochée la roche décrite par Max Bauer sous le nom d'*Albit-Hornblende Gestein*. Sur un fond d'albite grenue, se détachent des cristaux porphyroïdes (4 cm.  $\times$  2 cm.) d'une amphibole brunâtre, localement colorée en vert par des inclusions d'un pyroxène que je rapporte à la chromojadéite, le même minéral se trouve aussi en inclusions dans l'albite; peu vraisemblable est, en outre, l'attribution à la bronzite d'un minéral à extinction longitudinale n'existant qu'en très petite quantité.

Je donne ci-dessous l'analyse de ces deux types d'albitites, en les comparant à deux roches de ce groupe analysées par M. N. W. Foote, et l'on trouvera en *d*, p. 238 l'analyse de la partie très feldspathique de la jadéitite albitique dont il est question p. 236.

- |                          |                      |            |                       |
|--------------------------|----------------------|------------|-----------------------|
| 1. — Albite              |                      | I.5.1.3    | Composition théorique |
| 2. — Albitite            |                      | I.5.1.4'   | H. W. Foote           |
| 3. — Albitite jadéitique |                      | I.(5)6.1.5 | —                     |
| 4. — — —                 | Tawmaw               | I.5.1.5    | M. Raoult             |
| 5. — — —                 | amphibolique. Tawmaw | III.5.1.5  | (1.2.2.(1)(2)) —      |

	1	2	3	4	5
SiO <sup>2</sup>	68,7	67,10	63,47	66,30	59,42
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	19,5	20,42	20,76	19,94	10,81
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	»	0,23	1,27	0,19	1,28
FeO	»	»	»	0,43	2,58
MnO	»	»	»	0,07	0,17
MgO	»	»	1,11	0,22	10,69
CaO	»	»	1,16	0,72	4,30
Na <sup>2</sup> O	11,8	8,93	11,98	11,25	8,01
K <sup>2</sup> O	»	3,20	0,34	0,28	0,61
TiO <sup>2</sup>	»	»	»	»	0,40
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	»	»	»	»	»
H <sup>2</sup> O +	»	»	0,36	0,42	1,37
H <sup>2</sup> O —	»	»	»	0,21	0,13
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,0	99,88	100,45	100,03	99,77
Densité	»	»	»	2,671	2,91

SiO <sup>2</sup> libre	»	3,00	»	»	»
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> libre	»	2,24	»	»	»
Or.	»	18,90	1,67	1,67	3,34
Ab.	100,00	75,45	78,07	90,65	52,40
An.	»	»	1,95	2,78	»
Ne.	»	»	12,78	2,56	»
Aegyr.	»	»	»	»	3,70
Na <sup>2</sup> SiO <sup>3</sup>	»	»	»	»	2,56
CaSiO <sup>3</sup>	»	»	1,63	0,35	8,93
MgSiO <sup>3</sup>	»	»	2,80	0,15	13,20
FeSiO <sup>3</sup>	»	»	»	0,49	2,11
Mg <sup>2</sup> SiO <sup>4</sup>	»	»	»	0,31	9,45
Fe <sup>2</sup> SiO <sup>4</sup>	»	»	»	0,46	1,73
Ma.	»	»	»	0,23	»
Ilm.	»	»	»	»	0,76
Hem.	»	0,16	1,28	»	»

### c. AMPHIBOLITES

J'ai examiné trois échantillons de roches essentiellement formées d'amphibole; deux d'entre eux proviennent de la bordure du filon jadéitique de Tawmaw (Dwingyi); le troisième

constitue une masse au milieu de la jadéite de la mine Kadon.

La première amphibolite grise, présente un éclat gras sur un vague plan de fissilité. L'amphibole forme des plages allongées, mais non des baguettes; elles sont tordues, brisées, mais sans production de structure cataclastique (analyse 1).

L'échantillon provenant de la mine Kadon est à plus gros grain que la roche précédente. Le contact avec la jadéite est net, de grandes plages d'amphibole sont entourées par des cristaux plus petits du même minéral, un peu nématoblastiques et présentant une tendance à l'orientation. Ça et là, s'observent quelques grains de jadéite (analyse 2).

Enfin le troisième échantillon est à plus gros grain encore. L'amphibole, d'un gris bleuâtre, à clivages brillants, est mélangée à des taches d'un vert émeraude.

En lumière naturelle, les grandes plages d'amphibole se montrent tordues et brisées; elles renferment, à l'état d'inclusions, quelques grosses plages de chromojadéite, de couleur pâle. Elles sont traversées, en tous sens, par des cassures remplies par des baguettes ou de petits grains de pyroxène chromifère de couleur moins foncée que les inclusions. Il semble incontestable qu'ici la jadéite est, au moins en partie, postérieure à l'amphibole (analyse 3).

Bleek ne signale pas ce type d'amphibolite, qui semble correspondre à la roche que Max Bauer a appelée *Hornblende (Glaukophan)-Schiefer* (1), mais dans quoi le pyroxène vert est microscopique.

Les analyses suivantes ont été faites par M. Raoult.

(1) *Op. cit.*, 1906, p. 41.

1. — Amphibolite. Mine de Kadon	III (IV).5.1.5	Raou
2. — — Tawmaw —	IV (V)(5.1.4)(1.1.1.1')	—
3. — — à chromojadéite. Tawmaw	III (5.1.5)1.2(3).(1)(2)'2	—

	1	2	3
SiO <sup>2</sup>	56,18	55,82	57,52
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	7,37	2,56	9,57
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	2,26	3,36	0,31
FeO	3,69	2,59	4,50
MnO	0,09	0,09	0,16
MgO	16,97	21,20	13,27
CaO	0,84	1,16	3,18
Na <sup>2</sup> O	9,18	9,12	8,83
K <sup>2</sup> O	0,72	0,53	0,51
TiO <sup>2</sup>	tr.	»	0,10
H <sup>2</sup> O +	2,41	3,21	1,71
H <sup>2</sup> O —	0,28	0,30	0,23
Cr <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	»	»	»
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	99,99	99,94	99,89
Densité	3,027	3,006	3,120-3,146.

SiO <sup>2</sup>	»	0,12	»
Or.	3,89	2,78	2,78
Ab.	34,58	10,48	46,63
Né.	»	»	»
Aegyr	6,47	9,70	0,92
Na <sup>2</sup> SiO <sup>3</sup>	8,30	12,93	6,34
CaSiO <sup>3</sup>	1,74	2,44	13,40
MgSiO <sup>3</sup>	21,50	53,00	3,43
FeSiO <sup>3</sup>	3,56	4,88	13,06
Mg <sup>2</sup> SiO <sup>4</sup>	14,63	»	3,88
Fe <sup>2</sup> SiO <sup>4</sup>	2,55	»	»
Ma	»	»	0,15

#### d. NODULES DE CHROMOJADÉITE

C'est au milieu des deux derniers types d'amphibolite que se trouve une pyroxénite essentiellement formée par la chromojadéite. J'en ai étudié un bloc ayant la grosseur du poing; je ne crois pas que cette roche forme des masses importantes. Elle constitue des nodules irréguliers de forme; j'ai vu chez un lapidaire une large plaque polie montrant dans l'amphibolite deux fragments anguleux de chromojadéite nettement fracturés

(1) Chromite : 2,46.

et provenant originellement d'un morceau unique. Il semble que cette roche ait été plus résistante aux actions dynamiques et ne se soit pas prêtée à l'écrasement aussi facilement que l'amphibole englobante. Néanmoins tous les échantillons que j'ai examinés sont déformés mécaniquement; sur une surface polie, ils montrent fréquemment un aspect bréchiforme. On voit qu'ils sont hétérogènes, ils renferment de gros grains de chromite, irrégulièrement distribués, et localement de l'amphibole, surtout à la périphérie des blocs.

Examinée en lames minces, cette roche apparaît comme formée essentiellement de gros prismes, plus ou moins déformés, de chromojadéite, parfois associés à quelques plages allongées d'amphibole un peu polychroïque et à des grains de chromite. J'ai indiqué plus haut déjà quels sont les caractères de cette chromite toujours enveloppée par une variété très foncée de chromojadéite, en grains d'ordinaire trop petits pour que leurs propriétés soient complètement déterminables; ils renferment des cristaux néogènes de chromite.

Il n'est pas douteux que tout cet entourage des grains de chromite ne soit dû à une recristallisation postérieure ou consécutive aux phénomènes d'écrasement.

Il faut ajouter à cette description des plages, ou des veinules fibreuses, d'une amphibole incolore qui est nettement d'origine secondaire. Elle s'oriente parfois sur les bords fracturés de l'amphibole primaire constituant à ses extrémités un prolongement pectiné.

Cette jadéite à chromojadéite est recherchée pour la joaillerie en Chine et vendue comme jade vert (voir p. 234). J'ai acheté à Péking de jolis pendentifs constitués par elle; ils sont d'une belle couleur, d'un vert émeraude très foncé, mais sont opaques, car leur épaisseur est assez grande. A. Damour possédait dans sa collection un bol taillé dans cette même substance; mais ses parois étaient assez minces pour être transparentes et d'une admirable couleur vert émeraude.



e. ZONE PRÉTENDUE CHLORITEUSE

On a vu plus haut que Bleeck a indiqué que le contact du filon de Tawmaw et de la serpentine se fait par une zone chloriteuse; j'ai reçu sous ce nom deux échantillons. L'un d'eux vient de la mine Kadon, à Tawmaw; cette roche est verte, très écrasée et plissée, elle renferme des veinules et des nids de calcite lamelleuse.

En lumière naturelle, cette roche est essentiellement constituée par deux minéraux, à structure filamenteuse, à allongement positif. L'un, trouble, est plus réfringent que le baume du Canada et possède une biréfringence voisine de celle de l'antigorite; il est curieusement plissoté, présentant des alternances de synclinaux et d'anticlinaux aigus, l'autre, limpide, possède des propriétés optiques analogues, mais avec des teintes bleuâtres de polarisation et de dispersion que ne possède pas le précédent. Il est moins réfringent que le baume du Canada; il n'est pas plissé et s'est certainement formé aux dépens du minéral principal.

Enfin, il existe, çà et là, des aiguilles brisées de jadéite et un peu de calcite.

Dans l'analyse donnée ci-contre, la chaux et l'anhydride carbonique sont en proportions nécessaires pour former de la calcite; l'alumine et la soude, à peu près, en proportions pour former la jadéite. Il reste un silicate de magnésium et de fer hydraté. Les deux minéraux constitutifs de cette roche sont donc, non des chlorites, mais des types du groupe de la serpentine, je n'ai pu les séparer pour en faire une étude complète.

Roche serpentinisée, renfermant jadéite. Tawmaw. IV.5.2.(4)5.

SiO <sup>2</sup>	41,50
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	5,15
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	2,76
FeO	2,19
MnO	0,10
MgO	27,39
CaO	3,66
Na <sup>2</sup> O	3,59
K <sup>2</sup> O	0,63
TiO <sup>2</sup>	»
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	»
H <sup>2</sup> O +	8,89
H <sup>2</sup> O —	1,15
Cr <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	0,41
CO <sup>2</sup>	2,82
	100,21

Or.	3,34
Ab.	20,96
Ne.	1,42
Aegyr.	6,01
Mg <sup>2</sup> SiO <sup>4</sup>	47,88
Fe <sup>2</sup> SiO <sup>4</sup>	2,45
Ma.	1,16
Calcite	6,50
Chromite	0,67

Le second échantillon forme une veinule près du contact de la serpentine de Tawmaw (Dwingyi). Il est extrêmement fragile et présente un aspect actinolitique avec une couleur d'un blanc légèrement verdâtre et un éclat soyeux. Cette roche est constituée par de fines aiguilles d'amphibole, mélangées à une phyllite incolore, d'une biréfringence extrêmement faible.

L'analyse suivante de cette roche a été faite par M. Raoult.

SiO <sup>2</sup>	47,52
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	5,38
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	3,20
FeO	1,99
MnO	0,10
MgO	24,95
CaO	0,70
Na <sup>2</sup> O	5,76
K <sup>2</sup> O	0,79
TiO <sup>2</sup>	»
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> .	»
H <sup>2</sup> O +	6,86
H <sup>2</sup> O —	2,43
Cr <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	0,41
	<hr/>
	100,09
Or.	5,00
Ab.	23,06
Na <sup>2</sup> SiO <sup>3</sup>	3,17
Aegyr	10,63
CaSiO <sup>3</sup>	1,51
MgSiO <sup>3</sup>	3,10
FeSiO <sup>3</sup>	0,26
Mg <sup>2</sup> SiO <sup>4</sup>	41,51
Fe <sup>2</sup> SiO <sup>4</sup>	2,75
Chromite	0,67

Les paramètres magmatiques sont IV. 5. 2. 4.

Par ses caractères extérieurs, cette roche rappelle celle décrite par Bleeck, mais il y a vu : chlorite, chloritoïde, actinote, zoïsite, composition incompatible avec l'analyse ci-dessus en raison de la pauvreté en chaux et en alumine.

#### B. — LA PÉRIDOTITE (SERPENTINE) TRAVERSÉE PAR LE DYKE

Je n'ai vu que deux échantillons de la roche péridotique constituant le plateau de Tawmaw.

L'une est une *dunite*, dans quoi la plus grande partie du péridot est intacte, mais ses grains, très fissurés, sont entourés par un cordon d'antigorite. Cette roche est d'un vert sombre uniforme. Un autre échantillon, recueilli à Dwingyi (Tawmaw), est moucheté de jaune; c'est une serpentine, à structure

maillée, dans quoi il ne reste plus, au milieu de mailles d'antigorite, que quelques petits fragments intacts d'olivine.

Ces roches renferment un peu de chromite, minéral qui, d'après Bleeck, forme, au voisinage même du filon des roches à jadéite, de petits amas et des veinules.

Il a signalé aussi que les fentes de cette serpentine sont parfois recouvertes par un enduit de graphite.

Voici l'analyse de la première de ces roches, la moins serpentinisée, faite par M. Raoult; déduction faite de l'eau, elle conduit aux paramètres V. 1'. 1. 5. 1' qui sont ceux de la dunite.

SiO <sup>2</sup>	34,34
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	0,37
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	3,60
FeO	7,04
MnO	0,15
MgO	42,58
CaO	0,54
Na <sup>2</sup> O	0,41
K <sup>2</sup> O	0,17
TiO <sup>2</sup>	»
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	tr.
H <sup>2</sup> O +	10,12
H <sup>2</sup> O —	0,31
Cr <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	0,49
	<hr/>
	100,12

Densité 2.795-2.802.

Ne.	0,57
Kalioph.	0,63
Aegyr.	1,85
Ca <sup>2</sup> SiO <sup>4</sup>	0,86
Mg <sup>2</sup> SiO <sup>4</sup>	70,70
Fe <sup>2</sup> SiO <sup>4</sup>	7,75
MgO	2,16
FeO	0,21
Ma	4,41
Chromite	0,67

### C. — LES GRANITES ET DIORITES DU VOISINAGE

Je n'ai pu examiner ni le granite à deux micas ni les aplites et pegmatites dont il est parlé plus haut. Parmi les échan-

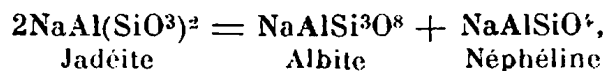
tillons que m'a envoyés M. Fermor, se trouve une seule roche à facies granitique provenant de Sietaung. C'est en réalité, non un granite, mais un *diorite* très quartzique; sa hornblende, d'un vert très foncé, est un peu bleuâtre sur les bords. Le plagioclase dominant est une andésine à 40 % d'anorthite; le calcul de l'analyse donne 47 % d'anorthite, mais cet excès de feldspath calcique est dû à ce que le plagioclase renferme de petites paillettes de damourite, ce qui indique la présence d'un peu d'alumine libre qui, dans le calcul, est comptée comme anorthite.

L'analyse suivante, faite par M. Raoult, conduit aux paramètres. 'II.3'.3(4).(4)5.

SiO <sub>2</sub> .....	67,52
Al <sup>2</sup> O <sub>3</sub> .....	13,03
Fe <sup>2</sup> O <sub>3</sub> .....	1,27
FeO.....	6,54
MgO.....	0,72
CaO.....	5,46
Na <sup>2</sup> O.....	2,82
K <sup>2</sup> O.....	0,53
TiO <sub>2</sub> .....	0,72
P <sup>2</sup> O <sub>5</sub> .....	0,27
H <sup>2</sup> O +.....	0,77
H <sup>2</sup> O -.....	0,25
MnO.....	0,24
	100,14
SiO <sub>2</sub> libre.....	33,7
An. %.....	47
Σb.....	17,5

#### IV. — Interprétation des roches de Tawmaw.

H. Rosenbusch semble avoir été le premier à remarquer <sup>(1)</sup> que la *jadéite* pouvait être considérée comme le résultat de l'addition d'une molécule d'albite et d'une molécule de néphéline :



Sa composition est donc comparable à celle d'une aplite né-

<sup>(1)</sup> H. ROSENBUSCH. *Elemente der Gesteinslehre*, 1910, p. 647.

phélinique leucocrate presque exclusivement sodique; la densité de la jadéite (3,34) étant beaucoup plus grande que celle de l'albite (2,62) et de la néphéline (2,60), sa formation implique l'intervention d'une haute pression. Dans cette hypothèse, qui a été adoptée par L. V. Pirsson et par J. P. Iddings <sup>(1)</sup>, la jadéite serait donc un ortho-schiste cristallin. Cette manière de voir a été acceptée aussi par Grubenmann <sup>(2)</sup> qui a considéré la *jadéite* comme la forme la plus profonde de schistes cristallins (Tiefeste Zone) dont la forme de profondeur moyenne serait un gneiss néphélinique (Meso-alkaligneiss).

On a vu plus haut que Noetling et Bleek ont été d'accord pour regarder l'ensemble des roches sodiques de Tawmaw comme constituant un dyke d'origine éruptive, mais, d'après Bleek, il faudrait, au point de vue génétique, distinguer nettement la jadéite et l'albite de l'amphibolite, les deux premières ayant fait intrusion dans la seconde qu'il considère comme liée génétiquement à la péridotite. Il a appuyé cette opinion sur le fait que les roches blanches renferment des enclaves amphiboliques disposées parallèlement au contact avec la serpentine, près de quoi ces roches blanches, sont parfois rubanées.

La présence de la chromite, à la fois dans la péridotite et dans les roches jadéitiques est, suivant lui, une conséquence de la parenté magmatique de ces diverses roches; la péridotite (serpentinisée) et le gabbro (en voie de transformation en schistes cristallins) proviendraient de la différenciation d'un même magma dont le terme extrême serait une aplité néphélinique, mais celle-ci, au lieu de se présenter sous sa forme primitive, aurait été transformée en jadéite et en albite postérieurement à son injection et cette transformation se serait effectuée sous l'influence exomorphe d'un magma granitique, ayant exercé son action sous une haute pression, consécutive à des actions tectoniques.

<sup>(1)</sup> *The Bishop Collection, op. cit., t. 1. p. 162.*

<sup>(2)</sup> U. GRUBENMANN. *Die Kristallinen Schiefer, 1910, p. 228.*

Je pense que, pour la discussion de cette question, il faut lier d'une autre façon la genèse de la jadéite, de l'albite et de l'amphibolite. La composition chimique de l'amphibolite est des plus spéciale; sa pauvreté en chaux et en alumine ne permet pas de l'assimiler à un schiste cristallin dérivant de la transformation du gabbro. En outre, elle est très riche en magnésie et, de même que les roches blanches du dyke, elle est caractérisée par sa richesse en soude, et sa pauvreté en potasse. Enfin sa pauvreté en alumine, à quoi il vient d'être fait allusion, est à opposer à la haute teneur en alumine de la jadéite et de l'albite. Quant au chrome, il se rencontre dans toutes ces roches et surtout dans les nodules de chromo-jadéite, mais, sauf dans ceux-ci, il est distribué d'une façon sporadique.

Il ne me semble pas possible de considérer l'ensemble du dyke de Tawmaw comme provenant de la différenciation normale d'un magma néphélinique; tous les exemples que l'on connaît de tels magmas, à travers le monde, possèdent la caractéristique commune d'être dépourvus de chrome et extrêmement pauvres en magnésie, en ce qui concerne les roches leucocrates auxquelles il donne naissance. Il existe bien des roches néphéliniques mésocrates et mélanocrates (essexites, théralites, de beaucoup de régions), mais toutes, à l'inverse des amphibolites de Tawmaw, sont riches en chaux et en fer, en même temps qu'en magnésie. Les termes mésocrates (paramètre III) dont les analyses sont données plus haut ne correspondent à aucune roche éruptive connue.

D'autre part, la péridotite, dans quoi est encastré le dyke de Tawmaw, est dépourvue d'alcalis et presque de chaux; elle est par contre essentiellement magnésienne et contient du chrome; on a vu plus haut que les taches vertes chromifères observées dans les diverses roches du dyke sont incontestablement liées à la présence d'enclaves de chromite.

On est donc fatalement conduit à réunir ces différentes observations par des liens de cause à effet. Le dyke a été originellement rempli par un magma hololeucocrate très alumineux et très sodique, l'amphibolite magnésio-sodique résulte

de la réaction sur ce magma alcalin, dépourvu de magnésie, de la péridotite, très magnésienne et contenant des proportions notable de chrome, et de fer. Le magma éruptif a rongé et digéré ses épontes; l'amphibolite en représente des portions endomorphisées; elles constituent donc des sortes d'enclaves *endopolygènes* et ne sont point des schistes cristallins pénétrés et exomorphisés par le magma intrusif.

Mais qu'était la nature exacte de celui-ci? Je ne pense pas qu'il ait été néphélinique, car dans ce cas, déficitaire en silice, il n'eût pu fournir la quantité de silice supplémentaire nécessaire pour transformer l'olivine de la péridotite en métasilicate. On doit plus vraisemblablement faire appel à un magma granitique. Le granite voisin est, d'après M. Bleek, traversé par des dykes de roches hololeucocrates, aplites et pegmatites.

Le résidu ultime d'un tel magma, celui qui a fourni les aplites et les pegmatites étant riche en alcalis, pouvait être essentiellement sodique; en tous cas, il possédait l'excès de silice nécessaire, et aussi l'alumine et la soude pour effectuer la production de l'amphibolite aux dépens de la péridotite.

Si cette hypothèse est exacte, il s'agirait donc là d'un phénomène de *désilication* du granite, mais produit par un mécanisme différent de celui qui a donné naissance aux gisements de corindon de l'Afrique australe. Il paraît bien établi aujourd'hui que dans ceux-ci, au contact de gisements de roches magnésiennes, des pegmatites granitiques perdent leur quartz et se transforment successivement en *plumasite*, puis en *marundite* <sup>(1)</sup>, roche formée par du corindon et de la margarite. On ne voit pas là, ces phénomènes d'endomorphisme, de digestion des parois qui, à Tawmaw, ont fixé la magnésie sous forme amphibolique.

Plus récemment, M. Fersman <sup>(2)</sup> a fait jouer un rôle important à la désilication pour expliquer la genèse des gisements

<sup>(1)</sup> A. L. HALL. *Transact. Geol. Soc. South. Africa.* t. 25., 1922, p. 43.

<sup>(2)</sup> A. FERSMANN. *Geochemische Migration der Elemente und deren wissenschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung.* — I. TEIL. *Abhandl. z. prakt. Geologie u. Bergwirtschaftslehre*, t. 18, 1929.



d'émeraude de l'Oural, mais dans les cas étudiés par lui, il y a migration de certains éléments du magma granitique dans les roches (micaschistes) avoisinant les dykes de pegmatite. Il semble qu'à Tawmaw, le magma injecté a gagné de la matière sans en perdre lui-même. Bleeck a signalé entre la serpentine et le dyke une zone étroite de chloritoschistes à chloritoïde, épidote, et qu'il regarde comme transformés exomorphiquement; j'ai indiqué plus haut que je n'ai pas trouvé de roche de cette composition dans les échantillons étudiés; d'ailleurs l'on ne comprendrait guère comment l'action métamorphique du magma néphélinique purement sodique invoqué, sur une serpentine dépourvue de chaux, pourrait faire naître des minéraux calciques tels que la zoïsite et la tawmawite de Bleeck.

Pour tirer tout à fait au clair cette question, il faudrait la reprendre sur place, à la lumière des idées qui viennent d'être formulées; il serait, en particulier, important d'étudier, au point de vue chimique, les schistes à glaucophane, signalés par Bleeck en association avec les chloritoschistes du voisinage de la péridotite de Tawmaw. Si, ainsi qu'il le suppose, ils dérivent, comme ceux des Alpes, de la transformation du gabbro, leur composition sera nécessairement différente de celle des amphibolites de Tawmaw, d'un type si particulier, et ceci sera un argument nouveau en faveur de la thèse que je viens d'exposer.

Reste à savoir pourquoi la désilication que j'imagine a fourni la jadéite, et non point une apélite néphélinique. Pour cela, je ne puis donner aucune démonstration, mais fournir une raison qui me semble bonne. Il est vraisemblable, en effet, que les phénomènes discutés se sont effectués sous une forte pression qui a permis la production du minéral occupant le plus petit volume. J'ai décrit <sup>(1)</sup> des contacts endomorphes de granite et de schistes alumineux de Madagascar, où des apophyses de granite se sont, par désilication et absorption d'alumine, transformées en syénite à corindon; ces syénites

(1) A. LACROIX. *Minéralogie de Madagascar*, 2, 1922. 460.

sont, en outre, très riches en silicate d'alumine et celui-ci n'est ni l'andalousite ni le disthène, mais la forme de plus hautes température et pression, la *sillimanite*.

D'ailleurs, il faut reconnaître notre ignorance de bien des choses dans les questions de ce genre. Grubenmann regardait la jadéite comme la forme de plus grande profondeur des syénites néphéliniques transformées en schistes cristallins, les gneiss à néphéline étant considérés comme la forme de profondeur moyenne. Or à Madagascar, j'ai rencontré, intimement associées à des ortholeptynites, c'est-à-dire à une forme profonde (Grubenmann), non pas des roches à jadéite, mais des gneiss néphéliniques et à Tawmaw, l'on trouve côte à côte, dans le même filon que la jadéite, des albitites et des amphibolites qui, d'après les idées du même auteur, sont caractéristiques de la zone de profondeur moyenne.

Quoi qu'il en soit de ces questions théoriques, l'on voit que le gisement de Tawmaw n'est pas seulement intéressant à cause de la matière précieuse qu'il renferme; il soulève aussi des problèmes théoriques d'importance. Puisse cette note contribuer à appeler l'attention sur eux et aider à les résoudre!

---