

L'Origine du Jade Jadéite

George E. Harlow
Département de Science de la Terre et des Planètes
American Museum of Natural History
New York, NY U.S.A.

« Jade » est le terme gemmologique pour deux types des roches utilisées pour gemmes et sculptures à cause de leurs résistances extrêmes de fracture et de leurs beautés ; les roches sont au même temps monominérales: néphrite, le jade classique de Chine – « Yu, » « la pierre du ciel », et jadéite. L'expression préférable pour jadéite est jade jadéite, parce que jadéite est un minéral ; le terme en pétrologie pour cette roche est jadéitite. Néphrite est une roche composée de l'amphibole calcique, entre trémolite $[\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$ et actinolite $[\text{Ca}_2\text{Fe}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$, et jade jadéite est composé de la pyroxène jadéite $[\text{NaAlSi}_2\text{O}_6]$, typiquement plus de 90% en composition de pyroxène et aussi bien 90% des minéraux constitutifs de la roche.

Jadéitite, le sujet ici, est une roche extrêmement rare. Il n'y a que 10 ou 12 gisements mondiaux. Le gisement le plus important pour le commerce est le Jade Tract, l'état Kachin, Birmanie (Myanmar). Le deuxième gisement important est au moyen de la vallée Motagua en Guatemala, la source de jade archéologique Méso-américain pour les Mayas, Toltecs, Aztèques, etc. Autres gisements sont Omi-gawa et Kotaki-gawa, Niigata Préfecture, Japon ; Itmurundy, Kazakhstan ; Ketchpel, Urals polaires, Russie ; Chaînes de Borus, Sayan occidental, Khakasse, Russie ; et dans la Serpentinite de New Idria en Californie, États Unis.

Les environnements géologiques associées des gisements de jadéitite sont 1) dans ou près de serpentinite (une roche métamorphique à la résultat de l'hydratation de péridotite) ; 2) en les ceintures des schistes bleus et éclogites (indicateurs des conditions métamorphiques de haute pression et basse pression–HP/BT) trouvés en les sutures des collisions continentaux ; et 3) au

bord des grandes failles en décrochements (où les mouvements des côtés sont horizontaux). Par exemple, en Californie les jadéitites sont au bord de la faille San Andreas, en Birmanie près de la faille Sagaing, et en Guatemala près de la faille Motagua. Elles sont les bordures des grands plaques tectoniques de la Terre.

Plusieurs des gisements de jadéitites sont alluvial, mais en Birmanie il y a les dépôts alluviaux aussi tant primaires. À Tawmaw, Bleek (1908) a observé un dyke de jadéitite primaire dans une serpentinite. Jadéitite est au moyen du dyke, encaissant d'albite (une roche d'albite), en haut une couche de chlorite, et en bas une amphibolite des amphiboles très sodique : avec des noms comme eckermannite, glaucophane, etc. Bleek et autres géologues (voir Harlow et Sorensen, 2001 et en presse) ont interprété ce dyke à l'origine ignée, un type de granit sodique altéré par la métamorphisme de péridotite à serpentinite.

En Guatemala les gisements de jadéitite sont associés au bord de la grande faille Motagua avec beaucoup de blocs des metabasites (le terme pour roches métamorphosées des roches basaltiques). La faille Motagua est la bordure entre la plaque d'Amérique du Nord et la plaque Caraïbienne. La géologie des deux plaques sont complètement différentes, et aussi leurs jades sont différents. Une détermination de l'âge des jades avec la méthode Ar-Ar et des échantillons de mica dans les jades et les metabasites a montré que l'âge au nord est 77-65 millions d'années et au sud, 125-113 millions d'années (Harlow et coll., 2004). L'interprétation demande deux événements géologiques à produire les deux ceintures de jade. Il n'y a aucun endroit sur la Terre avec deux ceintures des roches à HP/BT.

Du côté nord de la Motagua, plusieurs des gisements de jadéitites sont alluviaux ou sont constitués des petits blocs encaissés en serpentinite dégradée. Il y a beaucoup d'albitites avec les jadéitites, interprété comme une altération tardive des jadéitites (Harlow, 1994). À ce

point, nous avons trouvé seulement un affleurement. Il n'y a pas des dykes, seulement les blocs tectoniques. Plusieurs des jadéitites ici sont blanches à grises ou vertes ; il y en a très peu de jade Impérial ; généralement seulement en filons ou points en jade blanc ou vert foncé.

Le nouveau jade de Guatemala, du côté sud de la Motagua, a été découverte il y a 10 ans, mais il était inconnu au monde jusqu'à 1999 (Seitz et coll., 2001). Ici, plusieurs de dépôts sont alluvial, mais quelques grands blocs retiennent leurs bordures avec la serpentinite encaissante. Les beaux jades sont translucides, parfois d'un couleur bleu à vert et dedans une apparence de petits nuages (figure 1). Aussi, il y a du jade avec des filons très bleus. Ils sont très beaux, mais ce n'est pas une couleur connue, donc il y a des problèmes commerciales pour les vendre.

Les textures de jadéite indiquent beaucoup à propos de l'origine du jade. Au premier, on voit la déformation évidente par les plissements, fractures, et bandes dans les grandes tranches de jadéite (figure 2). Ces effets sont les résultats de déformation et suggèrent participation des jadéitites dans le procès de subduction, un procès avec beaucoup de cisaillement entre les plaques tectoniques. En échelle macroscopique, toute les formes de déformation est évident, mais avec le microscope pétrographique, on peut voir que toutes sont déformation fragile, consistent des conditions paragenèses de basse température. Pourtant, plus indicatif sont des jadéitites emplis des filons, et leurs structures indiquent croissance d'un fluide aqueux. À l'échelle microscopique, on peut voir beaucoup avec la méthode de cathodoluminescence (CL). Dans les images CL des jadéitites (p.ex., figure 3), on peut voir le zonage rythmique de la jadéite, un indication du cristal croissance d'un fluide aqueux. Aussi même, une zonage des couleurs de rouge à bleu à vert est reproduit en plusieurs des jadéitites que nous avons étudié (Sorensen et Harlow, 1998, 1999, 2001). En avant de nos études, l'hypothèse d'origine de jadéite est le remplacement d'une roche précurseur – un protolite – par action d'un fluide

aqueux – le procès de « métasomatisme » (vois Harlow et Sorensen, 2001, en presse). Nous avons examiné échantillons de jadéite de 8 gisements mondiaux et n'avons trouvé aucune évidence des textures indicatifs des grains des minéraux précurseurs ; tous montrent des textures de croissance de jadéite d'un fluide aqueux. De plus, il est plus facile de former une roche monominérale par cristallisation d'un fluide – saturation seulement d'un minéral – que par métasomatisme d'une roche constituée de quelques minéraux. Aussi, l'études expérimentaux aux conditions pour transformation de schiste bleu à élogite indique que le fluide produit, riche en Na, Al, et Si, est saturé avec jadéite. Alors, cet fluide cristallise, au première fois, jadéite.

Enfin, l'origine de jadéite par filons croissance d'un fluide aqueux réagissant avec une péridotite explique quelques chose à propos de l'évolution des compositions des pyroxènes jadéitiques. Au premier, un fluide aqueux a évolué de la croûte océanique pendant subduction entre le manteau; cet fluide est injecté dans les fractures dans le manteau péridotique au dessus et cristallisé pyroxènes jadéitiques. La péridotite opère comme une éponge et réagisse avec l'eau et silice dans le fluide pour former serpentinite. Les fractures successivement concentrent au filons de jadéite fragile, ajoutent encore lits de jadéite dans les filons et déforment la jadéite déjà là. Quand la péridotite est bien serpentinisé, leurs constituants chimiques devient enrichi dans le fluide et se montrent dans les compositions de pyroxènes tardifs – enrichi en Ca + Mg (diopside) et Cr (kosmochlor et la couleur de jade Impérial).

Résultant des études des jadéites, on peut dire quelques choses à propos des textures pétrographiques, d'origine des textures, et de l'apparence de jade. Plusieurs des jadéites ont une texture subautomorphe, cristaux à gros ou moyen grain (à l'échelle de millimètre), et plus ou moins écrasé ; cette est à cause de la première cristallisation avec un peu de déformation dans la zone de subduction. Les bordures des grains gros sont décorés avec une altération

microscopique ; la lumière est un peu dispersée ; et les échantillons sont translucides. Dans certains filons en jade, la cristallisation est plus vite, les cristaux forment comme une plume à grain fin, les bordures des grains sont bondés, la lumière n'est pas dispersé, et les échantillons sont transparents. À cause du cisaillement pendant la subduction, les roches sont écrasés et forment mylonites, roches avec bandes comme lamelles. À la fin de la jadéitisation, les fluide devient plus siliciques et altèrent la jadéite à albite a la bordure des grains ; les échantillons de ceux-ci sont semi-translucides à opaques. Dans les jadéitites translucides aux moyen grains, quelquefois il y a des gouttelettes au centre du grain; celles-ci sont des inclusions de fluide et minéraux qui sont été emprisonnés par la cristallisation du grain. Elles donnent l'apparence des petits nuages dans les jades polis (figure 1).

A propos des couleurs, il y a quelques résultats. Il est bien connu que jadéite pur est blanche et jade Impérial est à cause de chrome. Il y a nouveaux études des jades lavandes qui montrent que la manganèse font la couleur (p.ex., Ouyang, 2001). L'interprétations des couleurs vert sont un peu controversé ; ces jades ont à plein de fer, mais il est difficile de déterminé exactement la source de couleur entre Fe^{2+} et Fe^{3+} . Récemment nous avons étudié les jadéitites avec les filons et points très bleu (Harlow et coll., 2003). Ces grains bleus sont omphacites (une mélange de jadéite et diopside) avec 1-4 % (poids) FeO et plus ou moins la même quantité de TiO_2 . La couleur bleu est à cause de transfert de charge entre Fe^{2+} et Fe^{3+} et, probablement, Fe^{2+} et Ti^{4+} , aussi.

Le jade jadéitite bleu a bleuâtre est actuellement omphacite (figure 4). Est-ce que l'omphacite un type de jade ? En anglais on dits: If it looks like a duck and quacks like a duck, it's a duck. Ou, s'il ressemble un canard et fait coin-coin comme un canard, c'est un canard. Et jade omphacite, est-il jade véritable? Je crois que oui, mais probablement le marché le décidera.

Remerciements : L'auteur remercie particulièrement ma collaboratrice Sorena Sorensen et les pères fondateurs en États Unis des études : Muséum Américain d'Histoire Naturelle (AMNH), Frohlich Charitable Trust, Astor Expedition Fund, Muséum National d'Histoire Naturelle (NMNH), Sprague Fund, Michael Scott, & Fondation Nationale de Science (NSF).

Bibliographie:

- Bleek A.W.G. (1908). Jadeite in the Kachin Hills, Upper Burma. *Rec. Geological Survey of India* 36, 4, pp. 254-285.
- Harlow G.E. (1994). Jadeitites, albitites and related rocks from the Motagua Fault Zone, Guatemala. *Journal of Metamorphic Geology*, 1, pp. 49-68.
- Harlow G.E., Hemming S.R., Avé Lallemant H.G., Sisson V.B. & Sorensen S.S. (2004). Two HP/LT Serpentine-Matrix Melange Belts, Motagua Fault Zone, Guatemala: A Record of Aptian and Maastrichtian Collisions. *Geology*, 32, pp. 17-20.
- Harlow G.E., Rossman G.R., Matsubara S. & Miyajima H. (2003). Blue omphacite in jadeitites from Guatemala and Japan. *Abstracts with Programs*, 34, 2003 Annual Meeting, *Geol. Soc. Amer.*, A-??? (Abstract 65497).
- Harlow G.E. & Sorensen S.S. (2001). Jade: Occurrence and metasomatic origin — extended abstract from IGC2000. *The Australian Gemmologist*, 21, pp. 7-10.
- Harlow G.E. & Sorensen S.S. (en presse). Jade (Nephrite and Jadeitite) and Serpentinite: Metasomatic Connections. For: Coleman Symposium Volume; *International Geology Review*.
- Ouyang, Q. (ou Ou Yang, C.M.) (2001). Characteristics of violet jadeite jade and its coloration mechanism. *Baoshi He Baoshixue Zazhi*, 3(1), pp. 1-6.
- Seitz R., Harlow G.E., Sisson V.B. & Taube K.A. (2001). Formative jades and expanded jade sources in Guatemala. *Antiquity* 87, pp. 687-88.
- Sorensen S. S. & Harlow G. E., (1998). A cathodoluminescence (CL)-guided ion and electron microprobe tour of jadeitite chemistry and petrogenesis. *Abstracts with Programs*, 30, 1998 Annual Meeting, Geological Society of America, p. A-60.
- Sorensen S. S. & Harlow G.E., (1999). The geochemical evolution of jadeitite-depositing fluids. *Abstracts with Programs*, 31, 1999 Annual Meeting, Geological Society of America, p. A-101.
- Sorensen S.S. & Harlow G.E. (2001) The jadeitites of Nansibon, Myanmar: Records of the geochemistry of subduction zone fluids. In *Eleventh Annual V. M. Goldschmidt Conference*, Abstract #3800. LPI Contribution No. 1088, Lunar and Planetary Institute, Houston (CD-ROM).

Légendes des figures :

Figure 1. Images des jadéites nouveaux de Guatemala : a) Tranche polis de jade à couleur vert à vert-bleu avec les petits nuages blanchâtre qui sont les gouttelettes des inclusions au cour des grains de jadéite (VM02-2, Río Hondo, Zacapa, Guatemala ; 15 x 9 cm) ; b) Tranche polis de jade bleu-vert avec filons de omphacite bleu et grains bruns de mica phengite (VM02-1, Quebrada Seca, Jalapa, Guatemala). [Images fichiers : a) VM02-2B1-greenFr.jpg ; b) VM02-1CarlosBlueSliceFr.jpg]

Figure 2. Une grande tranche de jadéite du Jade Tract, état Kachin, Birmanie qui montre la déformation évidente par les plissements, fractures, et bandes dans sa structure (AMNH 109752; 74 x 72 x 3.6 cm). [Image fichier : Jade Slab109752.jpg]

Figure 3. Cathodoluminescence image de jadéite MVJ84-9d, Río La Palmilla, Zacapa, Guatemala. Tous parts avec couleurs (luminescent) sont jadéite; vert correspond aux compositions riches en Ca, Fe et Mg. Les grains idioblastiques en filons semblent q'une croissance entre un espace vide. Image ~ 1 x 1.5 mm. [Image fichier : MVJ84-9d-1CL.jpg]

Figure 4. Images des jades bleus à bleu-verts de nouveau gisement en Guatemala à Quebrada Seca, près de Carrizal Grande, Jalapa. Les cabochons sont ~0.35 carat, chacun. Coll. et photo : Ventana Mining Co., Los Altos, Californie. [Image fichier : VentanaBlueJd2.jpg]

Figure 1

a) VM02-2 Jadéite Bleu-Vert



b) VM02-1 Jadéite Bleu

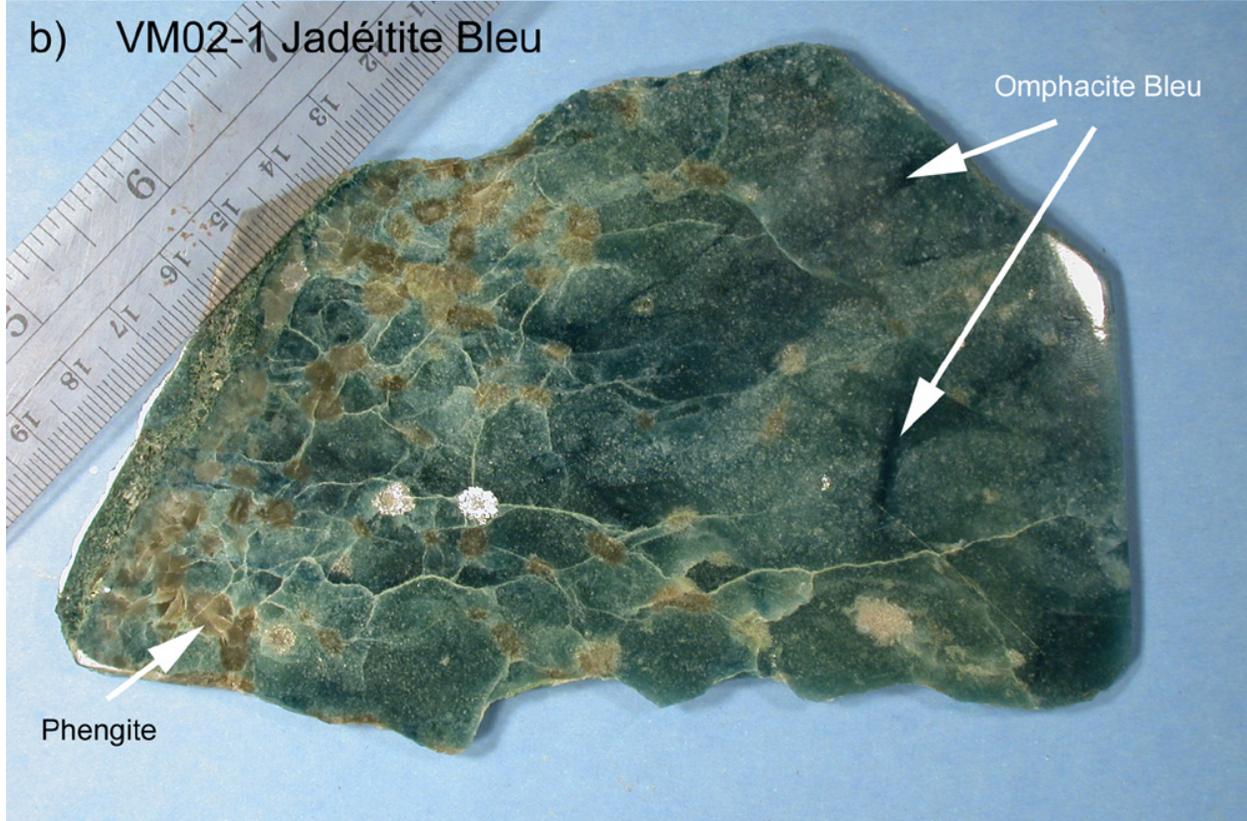


Figure 2



Figure 3

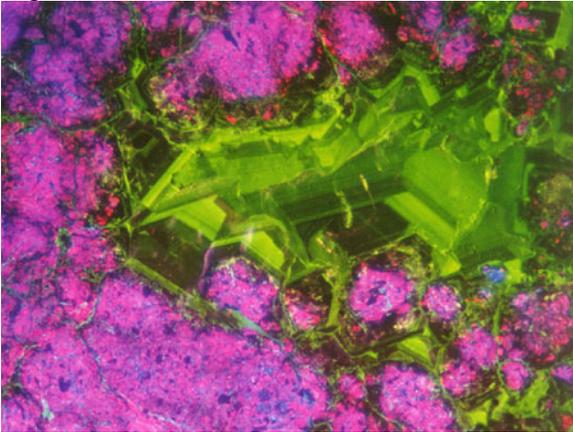


Figure 4

