LA SYNTHÈSE HYDROTHERMALE EN AUSTRALIE: ÉMERAUDE ET BÉRYL ROSE

Dr H. A. Hänni, FGA,
SSEF Institut suisse de gemmologie, Zurich

Dans le cadre d'un voyage d'étude en Australie, quelques membres de la Société suisse de gemmologie SSG ont pu visiter la plus célèbre fabrique d'émeraudes de synthèse hydrothermale. La société Biron produit et vend ses émeraudes synthétiques sous la marque «Kimberley Created Emeralds», auxquelles s'ajoutent depuis peu des béryls roses (ill.1). C'est Artur Birkner, propriétaire et directeur de l'entreprise, qui a guidé notre groupe au cours de cette visite et qui a répondu fort aimablement à nos nombreuses questions (ill. 2).

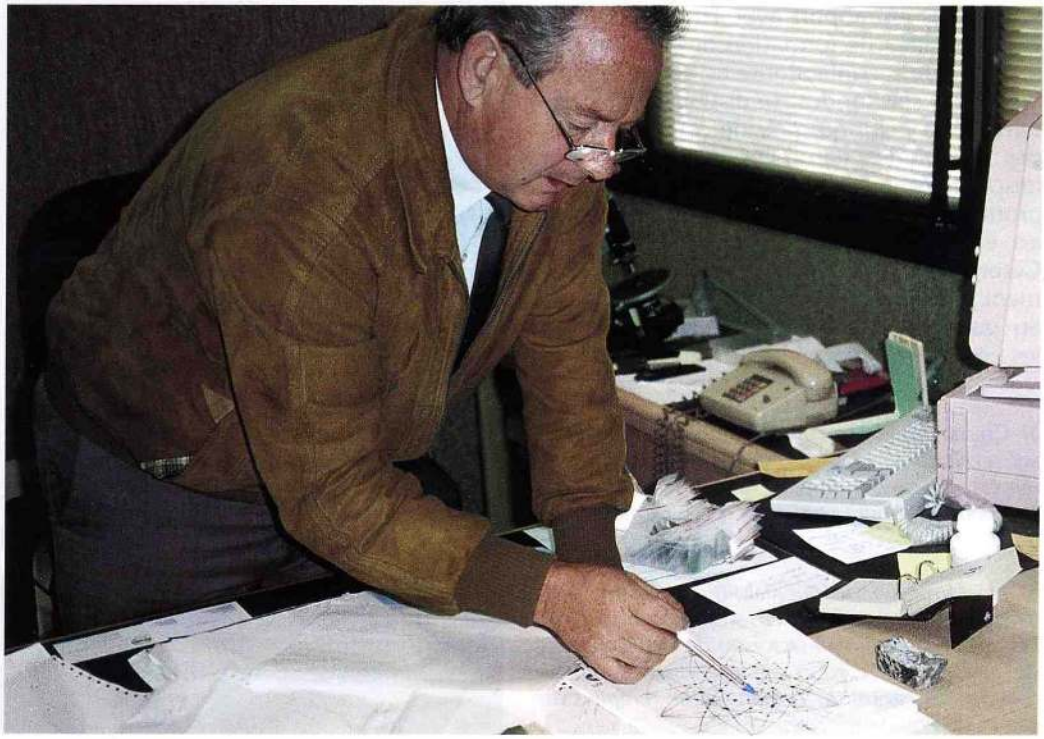
LA FABRICATION D'ÉMERAUDES DE SYNTHÈSE

Synthétiques et imitations sont des pierres artificielles ressemblant à des gemmes naturelles, qui sont obtenues à partir de certaines techniques mises au point par l'homme. Dans le cas d'une imitation, la ressemblance est uniquement extérieure, c'est-à-dire ne concerne que l'aspect de la pierre (par ex. du verre vert à la place d'une émeraude). Une synthèse, en revanche, est identique au modèle naturel sur la plupart des points! La composition chimique, la structure cristalline, ainsi que toutes les caractéristiques physiques qui en découlent, telles que l'éclat, le poids spécifique, la dureté, la couleur, doivent correspondre à celles du modèle, pour qu'un cristal synthétique puisse être considéré, en quelque sorte, comme une pierre précieuse.

1. Synthèse par sels fondus

Cela fait déjà longtemps que l'on essaie, avec plus ou moins de succès, de fabriquer des émeraudes synthétiques, et c'est ainsi que Ebelman a réussi ses premiers essais en 1848. En Allemagne, Espig (IG-Farbenindustrie AG) s'y est essayé quelques années avant la Seconde Guerre mondiale et avait

1△

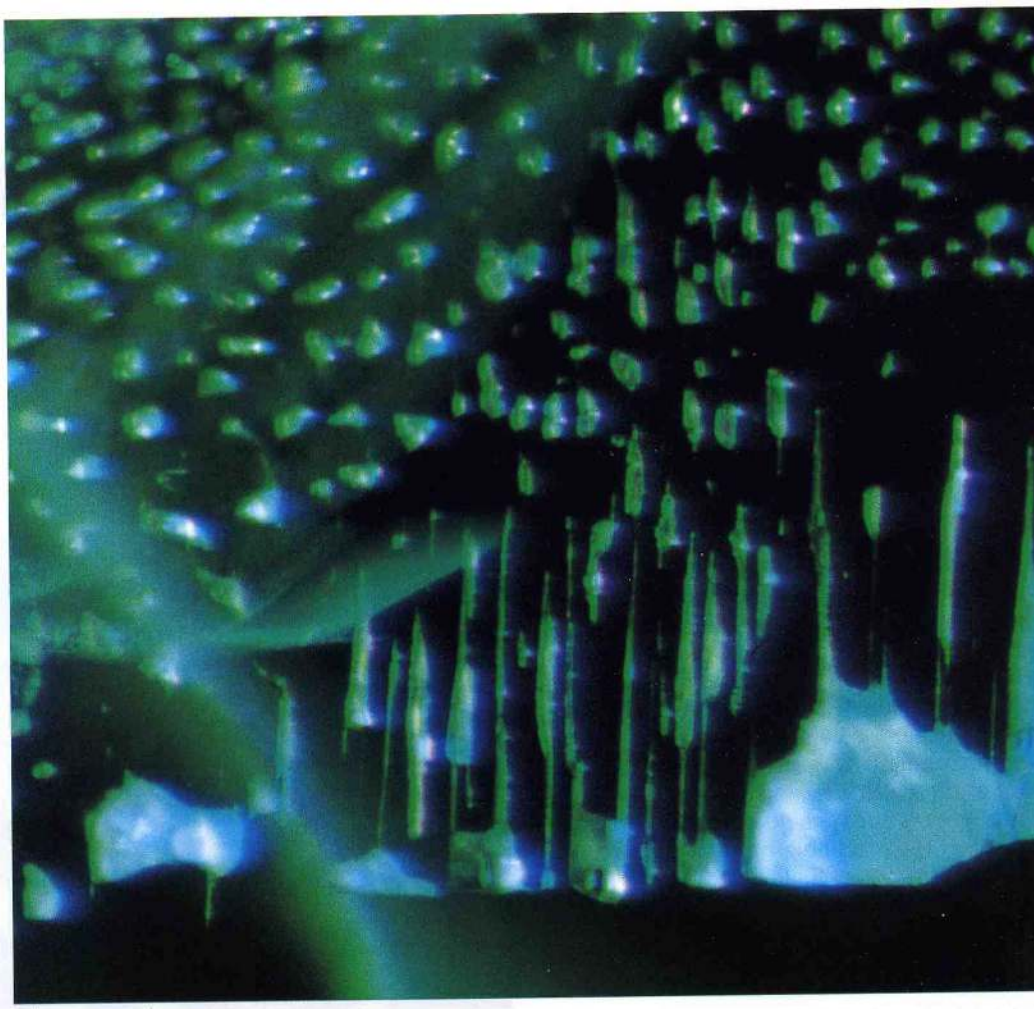


▽2

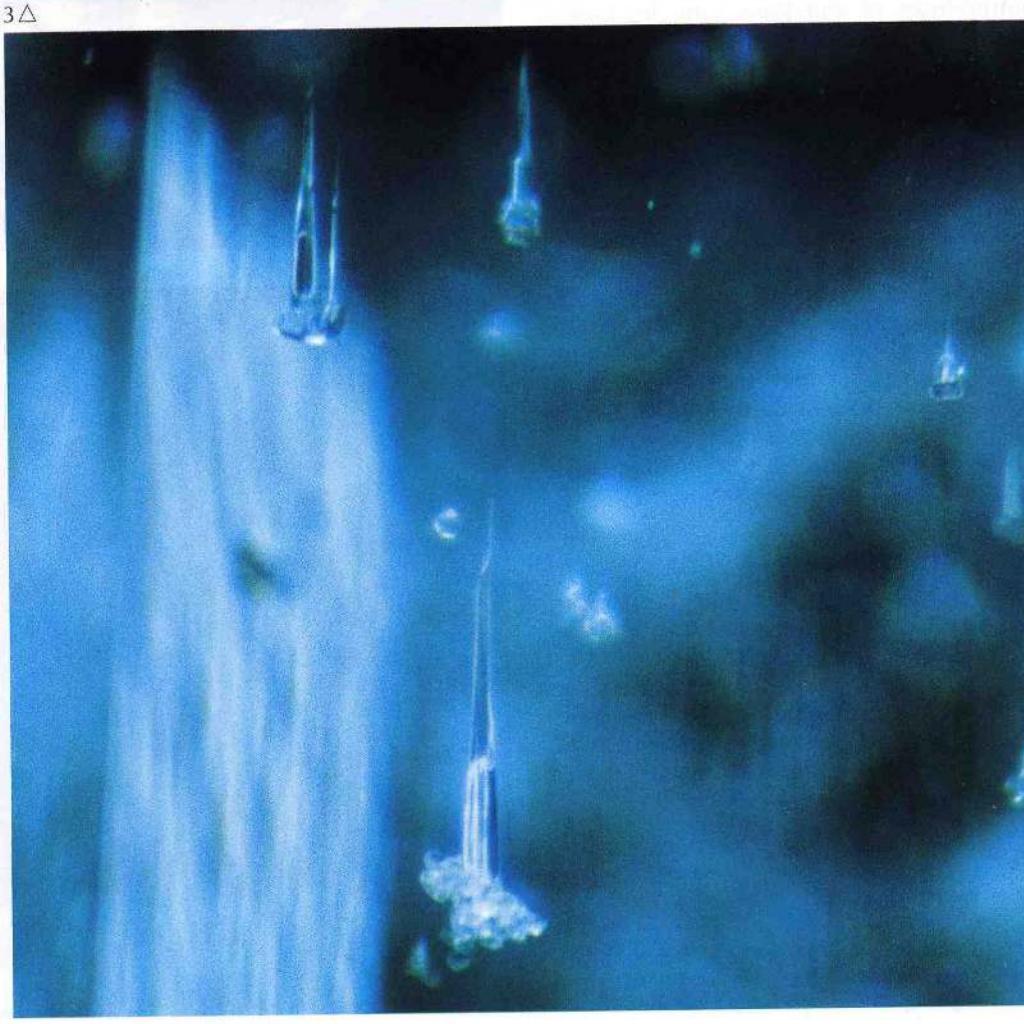
1) Synthèse hydrothermale du béryl, en tant qu'émeraude et béryl rose synthétiques fabriqués par la société Biron, à Perth (Australie).

2) Artur Birkner de Biron International Limited (Perth) explique le faciès cristallin de ses béryls, obtenus par synthèse hydrothermale.

réussi à mettre au point une technique de base. Mais les premiers résultats commercialement utilisables ont été obtenus par Caroll Chatham (USA) et Pierre Gilson (France) au début des années soixante. La méthode utilisée en l'occurrence, soit la génération de cristaux, est basée sur l'utilisation d'un fondant (lithium molybdate) dans lequel les produits de base tels que les oxydes ou les béryls sont dissous par adjonction de chrome. Ce fondant se fait habituellement dans un récipient en métal noble, sous pression d'air, à environ 800° C. Après une sursaturation, on en arrive à la cristallisation proprement dite, au cours de laquelle se forment spontanément de petits germes cristallins qui se développent et s'assemblent pour former ensuite des groupes de cristaux. Le matériau une fois transformé est précipité en une quantité incontrôlée de cristaux plus petits en dispersion. La formation spontanée de germes peut être évitée en employant une plaque de germes cristallins, c'est-à-dire une plaque de cristaux de béryls, qui essaime par sursaturation. De cette façon, le matériau en solution se précipite en un seul et unique cristal, ce qui donne un meilleur résultat, plus en rapport avec l'utilisation prévue. Le milieu de formation des émeraudes synthétiques, confectionnées selon la méthode des sels fondus, se distingue très nettement de celui qui préside à la formation des émeraudes naturelles, notamment en raison de l'absence d'eau. C'est pourquoi les produits fabriqués de cette manière (par ex. les émeraudes synthétiques de Chatham, Gilson, etc.) se distinguent en général facilement des émeraudes naturelles. Il suffit au gemmologue d'étudier au microscope les émeraudes synthétiques obtenues par la

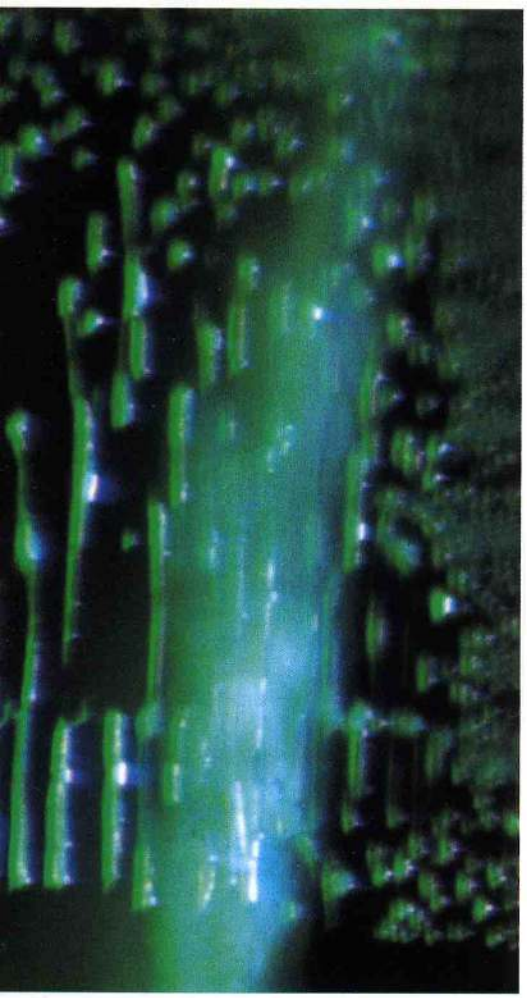


3△



3) Coupe d'une émeraude synthétique (méthode par sels fondus). Les zones «à bulles» sont faites de minuscules cavités emplies de résidus de fusion. Exceptionnellement, on peut y voir une petite bulle.

4) Emeraude synthétique, fabriquée selon la méthode hydrothermale. En raison d'anomalies dans l'équilibre chimique, il se forme de petits cristaux de phénacite. En cours de cristallisation, apparaissent des cavités de forme pointue remplies de gaz et de liquide.



▽4

méthode des sels fondus, pour repérer la plupart du temps des accumulations, obtenues par précipitation, de minuscules cavités emplies de résidus de fondant (ill. 3). Actuellement, les émeraudes synthétiques par sels fondus sont fabriquées principalement aux Etats-Unis (Chatham), au Japon (Inamori) et en Russie. La production de Gilson, autrefois le plus connu des fabricants européens, n'est plus exportée en Extrême-Orient en raison de la vente du procédé au Japon.

2. *Synthèse hydrothermale*

La fabrication d'émeraudes synthétiques selon le processus hydrothermal a été tentée au commencement des années soixante. En synthèse hydrothermale, les cristaux ne se trouvent pas dans un fondant, mais dans de l'eau surchauffée. Les produits de base, des oxydes ou du béryl auxquels on a ajouté du chrome (du chlorure de chrome par exemple), sont placés dans un autoclave. Pour augmenter la solubilité des produits de base, la solution est en général fortement acidifiée (avec un pH 0.1, par exemple). On peut remplacer l'autoclave par une marmite à vapeur. Sous l'effet de la chaleur (550° C, par ex.), de la pression (1000 bars, par ex.) et de la vapeur, les produits de base se dissolvent. Pour éviter que les parois du récipient ne se dissolvent, il faut les séparer de la solution agressive en les recouvrant de métal précieux (or ou platine). Il est également important de maintenir dans le récipient de pression une température inférieure de quelques degrés (60° C, par ex.). Dans la zone plus chaude (sous-saturation), les substances se dissolvent, dans la zone plus froide (sursaturation), elles se précipitent à nouveau en une plaque de germes. Sous l'effet de la vapeur, toutes les substances de base sont ainsi transformées en une plaque de germes, qui forme la base des émeraudes synthétiques.

C'est Johann Lechleitner qui, le premier, a réussi à cristalliser, à partir de béryls incolores et facettés, des strates d'émeraudes fabriquées par synthèse hydrothermale. Par la suite, Linde (USA) fabriqua de plus grosses émeraudes synthétiques, comportant une plaque de germes obtenue à partir de béryls naturels incolores.

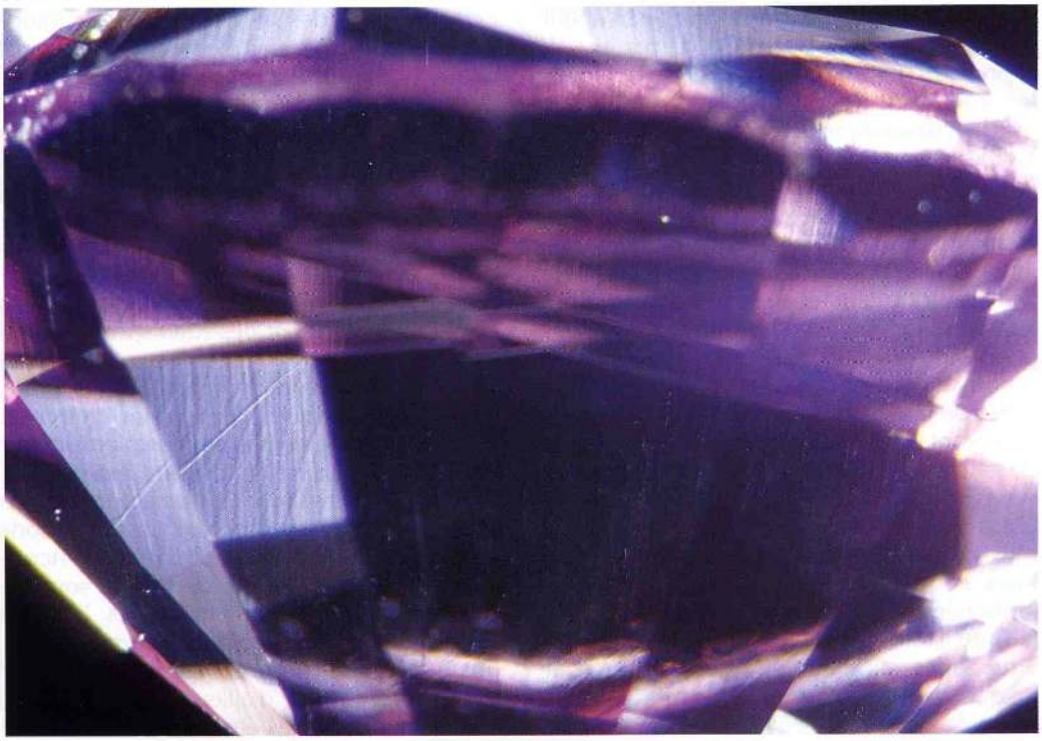
Depuis les débuts de la production, vers la fin des années soixante jusqu'à aujourd'hui, la qualité des émeraudes de synthèse hydrothermale fabriquées s'est nettement améliorée. A l'origine, on ne pouvait produire que quelques millimètres de matière. C'est ainsi que le même cristal devait recevoir plusieurs couches pour atteindre une épaisseur utile (ex.: les émeraudes synthétiques de Lechleitner, dites «sandwich»). Les plus anciennes émeraudes obtenues par synthèse hydrothermale contiennent de nombreuses inclusions sous forme de groupes de cristaux de phénacite, ainsi que des cavités en forme d'aiguille, remplies de gaz et de liquide (ill. 4). Actuellement, ce type d'émeraudes synthétiques est surtout fabriqué aux USA (Regency), en Russie (Vasar) et en Australie (Biron resp. Kimberley).

3. *Les émeraudes de synthèse hydrothermale fabriquées par Biron*

M. Artur Birkner, propriétaire des émeraudes synthétiques Biron, nous a accueilli dans sa petite fabrique, très moderne, de Perth pour une visite d'entreprise. Dans son bureau, les cartes géologiques, les échantillons de minéraux, les bibliothèques pleines de livres, ainsi qu'une table à écrire couverte de notes, d'échantillons et de diagrammes analytiques, composent le cadre dans lequel évolue le producteur comblé de ces émeraudes synthétiques fabriquées selon la méthode hydrothermale. Il nous parle sans se faire prier de ses dix-huit années de recherches coûteuses qui se sont achevées en apothéose par la découverte de ces fabuleux cristaux qui donnent des sueurs froides à de nombreux gemmologues. Ce n'est nullement son intention de substituer ses émeraudes synthétiques aux vraies gemmes. «J'aimerais seulement créer des pierres aussi belles que les pierres naturelles, explique M. Birkner. De cette façon, les amateurs d'émeraudes pourront s'offrir, pour un prix raisonnable, un bijou dont la pierre sera encore plus belle et plus solide que ne le sont de nombreuses émeraudes naturelles. Il paraît évident que les émeraudes synthétiques possèdent leur propre marché, en pleine expansion, qui n'a d'ailleurs que peu d'influence sur celui des émeraudes naturelles.»

En faisant le tour des installations, nous avons pu suivre les nombreuses phases nécessaires à l'obtention de cristaux réussis. On nous présente le matériau de base, des morceaux de béryl en provenance du Brésil qu'un employé trie et réduit en petits fragments. Ils servent à charger les autoclaves et sont à l'origine des constituants chimiques utilisés pour la fabrication des émeraudes synthétiques. Un autre ouvrier confectionne avec des lamelles d'or les capsules cylindriques (4×30 cm env.) qui occuperont les espaces de réaction à l'intérieur des autoclaves. Les installations de chauffage électrique de ces appareils, qui exigent des éléments en céramique spéciale, sont confectionnés sur place. Dans un autre atelier, on découpe à partir des cristaux finis des plaques de germes cristallins d'environ 2 mm d'épaisseur et on les prépare pour d'autres usages. Ces plaques de germes représentent des lamelles de béryl, qui sont découpées à 30° selon un axe c: les surfaces ainsi obtenues accélèrent la formation des cristaux dans l'autoclave. A chaque fois, on suspend dans les capsules d'or six de ces plaques de germes, attachées par des fils de platine. La solution active utilisée, ainsi que la combinaison des éléments de trace qui sont à l'origine de la coloration – chrome, vanadium et fer – demeurent un secret de fabrication. Pour terminer, nous pouvons voir, dans un local à l'abri des explosions, les nombreux fours dont chacun chauffe à blanc un récipient de pression. Le contrôle des fours et de la pression est entièrement électronique. Une fois de plus, nous constatons combien la fabrication d'émeraudes synthétiques de très haute qualité exige d'investissements. Nous pouvons voir enfin de quelle façon les pierres finies sont soigneusement triées, puis stockées selon leur forme, leur taille et leurs nuances.

5△



▽6

Les béryls roses synthétiques de Biron

Nous avons été très surpris lorsque l'on nous a montré, chez Biron, des béryls roses obtenus selon la même méthode hydrothermale que les émeraudes synthétiques. Le béryl rose naturel est également appelé «morganite». Il tire sa couleur rose du manganèse qu'il contient. Le manganèse entre dans la composition du béryl grâce à deux processus chimiques différents. S'il est ion trivalent, ce métal possède une grande force de coloration, comme pour le béryl rose de l'Utah, par exemple. A l'état bivalent, en revanche, sa puissance de coloration est plus restreinte, et nous avons alors des morganites avec Mn^{3+} généralement une coloration rose (Fritsch & Rossmann, 1988).

Le plus étonnant, c'est que les nouveaux béryls roses synthétiques, fabriqués selon la méthode hydrothermale, ne présentent aucune trace de manganèse. L'élément trace dominant est le titane. Comme les cristaux sont obtenus selon le même processus que les émeraudes synthétiques, on y trouve les mêmes caractéristiques de croissance, maintenant bien connues, que l'on peut voir sur les ill. 5 et 6.

LITTÉRATURE

Bank, H. & Henn, U. (1989): Synthetische Smaragde aus Australien (synthetische «Pool Emeralds»). – Z.Dt.Gemmol.Ges., 38, 1, 11–16.

Fritsch, E. & Rossmann, G.R. (1988): An update on color in gems. Part 3: Colors caused by band gaps and physical phenomena. – Gems & Gemology, Summer, 81–102.

Gübelin, E.J. & Koivula, J.I. (1986): Bildatlas der Einschlüsse in Edelsteinen. – ABC Verlag, Zürich.

Kane, R.E. & Liddicoat, R.T. (1985): The Biron hydrothermal synthetic emeralds. – Gems & Gemology, 21, 156–170.

Nassau, K. (1980): Gems made by man. – Radnor, Chilton Book Company, Pennsylvania, USA.

Schmetzer, K. (1990): Synthetische Smaragde, Rubine und Sapphire nach Lechleitner. – Deutsche Goldschmiede Zeitung, 11, 90–93.

Sinkankas, J. (1981): Emeralds and other beryls. – Radnor, Chilton Book Company, Pennsylvania, USA.

5) Caractéristiques structurelles d'une émeraude de Biron, fabriquée par synthèse hydrothermale. Typiques sont ses lignes en zig-zag superposées et ses structures, dont la forme va du fuseau à la strie. Eclairage sur fond sombre.

6) Structures en forme de stries et fines inclusions en pluie pour ce béryl rose de Biron, fabriqué par synthèse hydrothermale.

Journal Suisse d'Horlogerie et de Bijouterie, numéro 1/1993, pages 133–136.