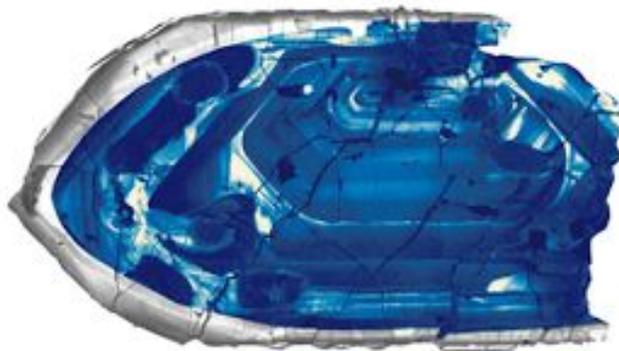


ZIRCON



Une brève étude du Zircon,
de son exploitation,
de son spectre lumineux et
de son utilisation en Joaillerie.

<u>SOMMAIRE</u>	page 2
<u>INTRODUCTION</u>	page 4
<u>1. PROPRIETES PHYSIQUES ET OPTIQUES</u>	
a. Fiche technique du Zircon	page 5
b. Les 3 types de Zircon	page 6
c. Tableau récapitulatif des 3 types	page 7
<u>2. GEOLOGIE ET METHODES D'EXPLOITATIONS</u>	
a. La Géologie et Gisements du Zircon	page 8
b. Carte des gisements de Zircons de qualité gemme dans le monde	page 9
c. Le Zircon au Cambodge et ses modes d'exploitations	Page 10
d. Photos d'exploitations	Page 11
<u>3. TRAITEMENT ET TAILLE</u>	
a. Traitement thermique	Page 12
b. La Taille	Page 13
<u>4. OBSERVATIONS AU SPECTROSCOPE</u>	
a. Extrait de textes de R. Webster et Liddicoat sur les propriétés des couleurs différentielles	Page 14
b. Échantillons observés au spectroscope à réseau de diffraction et lumière transmise	Page 15
c. Conclusions des observations au spectroscope à réseau de diffraction	Page 16
<u>5. HISTOIRE, CROYANCES ET JOAILLERIE</u>	Page 17
<u>6. LE ZIRCON AUJOURD'HUI</u>	Page 19
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	Page 20



Ce zircon, qui a environ deux fois la largeur des cheveux humains, est maintenant confirmé comme étant le plus ancien de la croûte terrestre jamais découvert. Il a été trouvé dans la région de Jack Hills en Australie.¹

¹ Etude par le professeur John W. Valley de l'Université du Wisconsin-Madison)

INTRODUCTION

Le Zircon est un matériau gemme fascinant, arborant de magnifiques dégradés de couleurs Terre et possédant des propriétés physiques et optiques comme nulle autres pierres. J'ai connu l'existence de cette pierre lors de ma première année de gemmologie et plus particulièrement lors d'un voyage d'étude en Thaïlande. J'ai alors compris l'importance du marché pour le Zircon, quasiment méprisé en France à l'heure actuelle, notamment en bijouterie pour le grand public.

Il est cependant très populaire en Asie où l'on trouve les plus grand gisements de qualité gemme. Le Zircon naturel n'est pas du tout une pierre connue du grand public en Europe où elle n'est pas publicisée.

1. PROPRIETES PHYSIQUES ET OPTIQUES

a. Fiche technique Zircon

Formule : $Zr SiO_4$

Silicate de Zirconium

Système Cristallin : Tétragonal/Quadratique

Habitus : prismatique dans les pegmatites ou en galet dans les dépôts alluviaux.

Éclat : Sub-Adamantin à Vitreux très Brillant

Dureté : 6 1/2-7 1/2 (selon son état). Il s'égrise très facilement sur les facettes des arêtes.

I.R : 1.92 à 1.99 Zircons Hauts (au delà de la limite du réfractomètre)
: 1.78 à 1.90 Zircons Bas

Biréfringence : 0.059 (inexistante chez les Zircons bas métamictes)

Densité : 3.9 à 4.8

Transparence : Transparent à translucide. Dédoublément des arêtes de facettes de culasse et de la vision des inclusions.

Dispersion : Forte jusqu'à 0.39

Pléochroïsme : Faible sauf pour les pierres bleues chauffées qui seront bleu/incolore au dichroscope.

Caractère Optique : Uniaxe +

Inclusions : Zones de couleurs et givres de guérison.

Apatite, Hématite, Hydroxyde de Fer et Ilménite.

Plus rarement : Baddeleyite, Tourmaline et Jadéite ont été reportées.

b. Les 3 types de Zircon :

Grâce à sa composition chimique, le Zircon a survécu aux événements géologiques comme l'érosion et les changements de pression, enregistrant ceux-ci à l'intérieur de sa structure, ce qui permet de le dater.

Le Zircon contient l'élément radioactif Uranium (^{238}U) et Thorium (^{230}Th), qui, avec le temps, change la structure chimique et la couleur, nous apportant des éléments d'enquête importants sur la formation de notre planète.

Il est pratiquement inaltérable sauf par la radioactivité contenue dans les deux éléments cités auparavant, qui provoque un état métamicté : état désordonné dans un cristal avec changement éventuel de couleur et altération jusqu'à un état amorphe, car il peut contenir plus ou moins de traces d'Uranium et de Thorium radioactifs.

Sa grande variété de propriétés optiques et physiques permet de classer le Zircon en trois catégories : HAUT, INTERMEDIAIRE et BAS.

-Les Zircons HAUT sont de couleur rouge intense à Marron, ainsi que Orangé.

Souvent prismatiques, en forme de parallélépipède terminé par une pyramide de chaque côté.

C'est ceux que l'on va chauffer pour obtenir une couleur Bleue.

-Les Zircons INTERMEDIAIRES seront jaunes et possèdent les propriétés relatives aux groupes Hauts et Bas.

Les Zircons bruns et Jaunes possèdent souvent les mêmes propriétés.

_Les Zircons BAS étant ceux dont la structure cristalline a été modifiée par la radioactivité et donc Métamicté, c'est à dire presque amorphe, c'est à dire que l'Anisotropie a été détruite.

Ce matériau gemme devient donc Isotrope..

Il est de couleur verte, ses propriétés physiques et optiques sont plus basses que celles des Zircons Hauts et Intermédiaires et on le trouve au Sri Lanka (anciennement Ceylan).

En chauffant les Zircons bas, ils peuvent retrouver leur structure cristalline et couleur d'origine.

c. Tableau récapitulatif des propriétés des 3 types de Zircon

TYPE	ZIRCON HAUT	ZIRCON INTERMEDIAIRE	ZIRCON BAS
FORMULE	Zr Si O ₄	Zr O ₂	Zr SiO ₂
DENSITE	4,65 à 4,71	4,10 à 4,65	3,94 à 4,40
I.R	1,92 0 1,98 (1,98max) BIREFRINGENCE: 0.06	1,84 à 1,85 BIREFRINGENCE> 0.01	1,78 à 1,84 (1,92max) BIREFRINGENCE 0.06
CHELSEA			Bleu/Vert
COULEUR	Jaûnes et Pâles: JARGOON	Rouges et Orangées HYACINTHES	Verts et autres
DURETE	7 1/4	7-6 1/2	6

3. GEOLOGIE ET METHODES D'EXPLOITATIONS

a. La géologie des gisements de Zircons

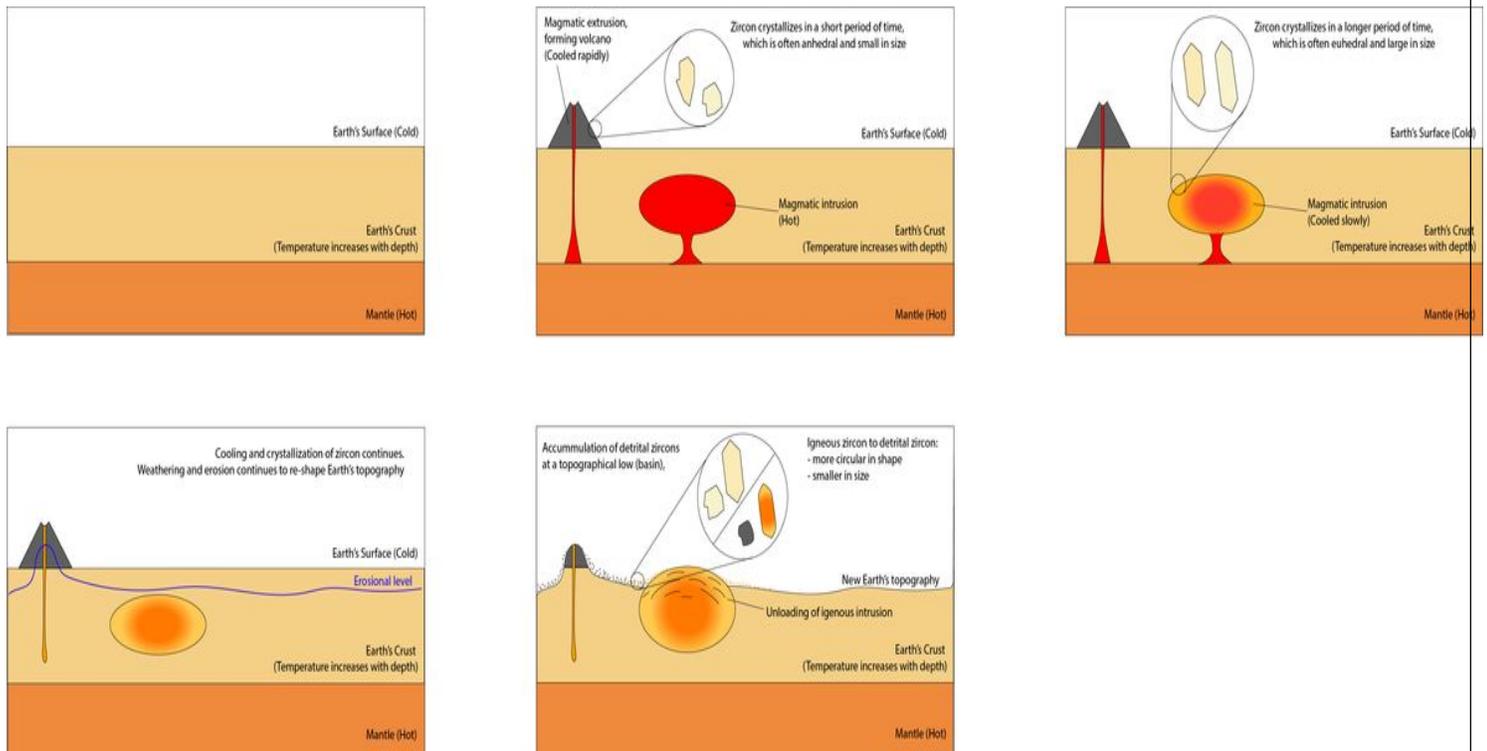
Ce matériau, parfois prismatique lorsqu'il est qualifié de "Haut" est vieux de 4.4 milliards d'années, se forme dans la croûte terrestre et se retrouve dans les sables des dépôts sédimentaires et métamorphiques des roches Ignées.

Bien souvent les plus vieux Zircons se trouvent en Australie de l'Ouest.

Certains proviennent des pegmatites et des veines hydrothermales, directement liées à une ancienne activité volcanique.

C'est un minéral rare dans les laves et les tufs mais relativement fréquent dans les granites, les gneiss, les pegmatites et souvent en inclusions dans la biotite présente dans ces roches. On peut le trouver parfois très abondant dans les syénites.

Sa morphologie peut être très variée selon les conditions géologiques.



2

² <https://www.revolvy.com/topic/Detrital%20zircon%20geochronology&uid=1575>

b. Carte des Gisements de Zircon de qualité gemme dans le monde

Les gisements de zircon dans le monde



Sources : Shigley, J. & alli (2010) ["Gem localities of the 2000s", GEMS & GEMOLOGY, Vol. 46, No. 3, pp. 188-216] et bibliographie associée.



³ http://www.frediani.fr/fr/les-zircons_2303_fiche-detaillee.html?panier=9a407ce380a0f067bad275a7ae56e076

⁴ Zircons vert et orangé www.tairona.com

c. Le Zircon au Cambodge et ses méthodes d'exploitations



Les gisements de Zircons sont largement distribués et sont importants à Pailin, dans l'Ouest du Cambodge, proche de la frontière Thaï, qui reste la meilleure source pour les Zircons bleus.

La province de Ratanakiri toujours au Cambodge à la frontière du Laos et du Vietnam est également l'une des sources les plus importantes de Zircon au monde.

L'exploitation est artisanale car il n'y a pas d'exploitation de gemmes à grande échelle au Cambodge et elle se fait bien souvent de manière clandestine, à la main, en creusant des trous parfois de 10m de profondeur, la limite légale d'exploitation sans permis est de 5m, au milieu des plantations de noix de Cajou.

Les exploitations minières sont l'une des premières préoccupations des gouvernements locaux et une source de revenus pour la population qui alterne avec les travaux des champs, la région étant inaccessible durant la saison des pluies.

Les accidents sont nombreux lorsque ces trous s'effondrent, faisant de nombreuses victimes chaque année.

Les gisements alluvionnaires sont également exploités à la main, où les boues et sables gemmifères sont lavés à la battée.

D'autres sites pour les Zircons de haute qualité incluent les Mines de Mogok à Mandalay dans le centre de la Birmanie ; à Ratnapura au Sri Lanka et Kanchanaburi en Thaïlande.

⁵ <http://www.megaministore.com/international/zircon/blue>

d. Photos d'exploitations



6

*Exploitation alluvionnaire à Bo Loei , province de Ratanakiri, Cambodge.
Images extraites du blog de Paula Piilonen ©*



7

6

<https://museecanadiendelanature.wordpress.com/2014/02/24/ce-que-revele-une-couleur-a-la-recherche-de-zircon-au-cambodge/>

⁷ <https://opendevelopmentcambodia.net/topics/gemstone-mining/>

3. TRAITEMENT ET TAILLE

a. Traitement thermique :

Au Cambodge, comme à Ratanakiri, il est commun de traiter le Zircon par traitement thermique ou chauffage, normalement sur le lieu de la mine, avant la taille, pour transformer sa couleur.

Le bleu intense est très recherché mais selon le gisement on pourra obtenir une pierre d'un bleu éclatant, incolore ou doré.

Le chauffage s'effectue dans une atmosphère réductrice (un poêle fermé, entouré de charbon et sans oxygène) à environ 1000°C pendant 2 heures environ.

Les résultats sont variables et seulement un petit pourcentage deviendra bleu ou incolore, beaucoup de pierres dont la couleur n'est pas uniforme devront être re-chauffées, cette fois ci à 900° et avec atmosphère oxydante pour tenter d'obtenir du rouge, orange, jaune ou incolore.

Bien souvent c'est un chauffage à la flamme nue qui est opéré.

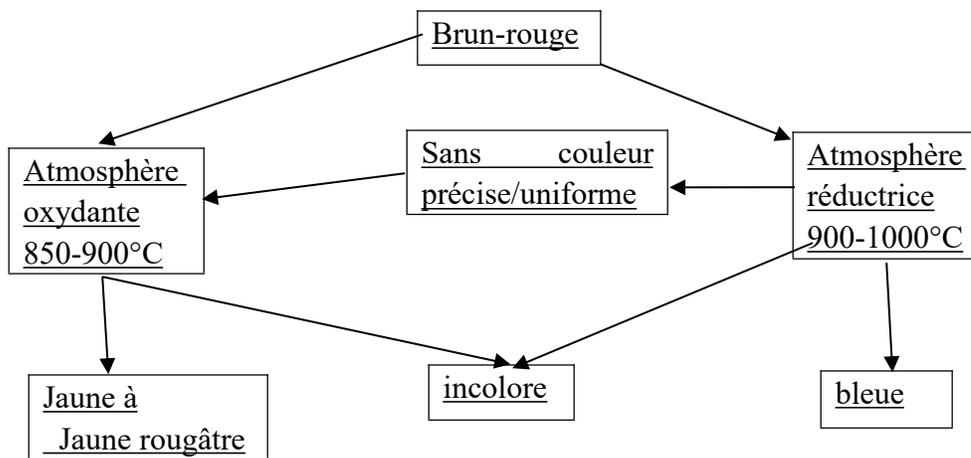
Le traitement est durable la plupart du temps mais certaines pierres peuvent pâlir à la lumière du soleil, aux rayons UV ainsi que certains infra-rouges.

(une information importante à communiquer aux clients pratiquant le bronzage aux UV!)

Les Zircons verts foncés du Sri Lanka sont quant à eux chauffés pour obtenir du Zircon rouge foncé et les Zircons rouges produiront des pierres incolores.

L'origine des couleurs est due aux éléments de transition présents comme les terres rares et à la présence d'éléments radioactifs qui remplacent l'élément Zirconium dans la structure cristalline.

Diagramme Kraus et Lawson (1925)⁸



⁸ Reproduction d'un diagramme publié dans l'ouvrage "Gem and Gems material" de Kraus et Lawson. 1947 (5ème Edition)

B . LA TAILLE



9

Le Zircon est le plus souvent taillé en taille brillant pour prendre avantage de sa grande dispersion et indice de réfraction.

Il est cependant assez fragile et s'égrise facilement le long des arêtes de facettes.

Les pierres bleues électrique sont les pierres les plus chères sur le marché et les qualités extra-fine se négocie à partir de 225 \$/carat de 1.00 à 2.99 carat jusqu'à 325 \$/carat pour les pierres de 10 à 20 carats.

Cependant les pierres "clean" au delà de 10 carats sont plutôt rares.

Les pierres bleues commerciales peuvent valoir (juste) 35\$ par carat.

Les couleurs Rouge, Orange et Jaunes et verts sont, dans cette ordre, les plus prisées et se négocient toutes aux environ de 200\$/carat pour les qualités extra-fine et qui commencent à 10\$ le carat pour les qualités très basses.¹⁰



⁹ Travail de taille, province de Ratanakiri, Cambodge. Image Paula Piilonen ©

¹⁰ En référence aux informations données par Gemguide au mois de Mai/Juin 2016

4. OBSERVATIONS AU SPECTROSCOPE :

a.Extrait de textes de recherches de R. Webster et R.T Liddicoat sur les propriétés des couleurs différentielles

“L’une des propriétés inusuelles de ce matériau incolore est son spectre d’absorption caractéristique.

Les matériaux incolores habituellement présentent deux absorptions plutôt fortes dans le rouge.

Les absorptions les plus fortes sont à 660 nm, 653 nm et 589 nm.

Les pierres chauffées (bleues) et incolore peuvent montrer une ligne à 653 qui est plus faible, traces du composant Uranium (U).

Les couleurs les plus populaires sur le marché actuellement sont le bleu éclatant et le Orange et ont été traités par chauffage . Les arêtes ont tendance à s’effriter et d’autant plus quand le Zircon a été chauffés.

Les couleurs rouges et brunes “Hyacinthes” proviennent du Cambodge (Ratanakiri) et sont les seuls gisements au monde destinés au chauffage.

Le chauffage pratiqué en plein air ou dans une atmosphère oxydante, obtient des couleurs dorées ou une pierre incolore ; si il est effectué dans une atmosphère réductrice, les bleus sont produit et ce qui n’est pas un résultat stable.

Le Zircon est remarquable par ses grands indices de réfraction et ses différentes densités, et c’est ainsi qu’il s’est défini, non pas par une mais par 3 séries .

Les pierres incolores ont été appelées “Matura Diamonds”provenant de du nom d’une ville au Sri Lanka, non loin de la mine où l’on exploitait le Zircon.”¹¹

*

“Les nombreuses représentations du spectre du Zircon dans les articles et ouvrages sont probablement trompeuses car les Zircons qui montrent de nombreuses lignes du spectre de l’Uranium sont plutôt exceptionnels.

La plupart des Zircons incolores montrent des lignes à 653nm et une plus faible à 659nm.

Si les lignes sont faibles , elles sont bien meilleures à voir par lumière réfléchi que par lumière transmise.

Les Zircons verts (bas) montrent toujours beaucoup de lignes et sont habituellement plus diffuses que celles des Zircons hauts.

Zircons Jaunes et Marron de type Ceylan et les Zircons verts de Birmanie ont plus tendances à produire de nombreuses lignes montrées dans les tables.

Les Zircons rouges bien souvent ne montrent aucunes lignes.

“Zircons hauts : ceci inclus les Zircons incolores, bleus et brun-orange, les indices de réfractions sont proches de 1,925 à 1,984. “¹²

¹¹ Traduit de “Practical Gemmology” de Robert Webster. P.68.

¹² Traduit de “Handbook of Gemstones identification” de R.T Liddicoat. P.188 et P.279 Première Edition. 1847

b.Echantillons observés au Spectroscopie à réseau de diffraction et lumière transmise.

ZIRCONS HAUTS : ROUGE ET ORANGE



Aucune lignes visibles.

ZIRCONS INTERMEDIAIRES : JAUNES



Série de lignes d'absorption dans le vert, orange et rouge.

ZIRCONS BLEUS : Traitement par chauffage



Une ligne faible à 653 nm

c. Conclusions des observations au spectroscopie à réseau de diffraction :

Après observation de 68 spécimens :

-15 étaient de couleur rouge foncé à marron , translucide à presque opaque :
aucuns ne montraient une absorption.

-17 étaient de couleurs bleu clair à bleu très pâle voir légèrement teintés mais transparents.
Tous montraient une très légère absorption à 653 nm (spectre de l'U)

-33 étaient de couleur rouge-orangé très pale, couleur non uniforme, naturelle cependant. Transparents
Aucuns ne montraient un spectre d'absorption clair, cependant parfois extrêmement faible à 653nm.
Ce type de Zircons accompagne des gisements de Saphirs volcaniques en Thaïlande et au Cambodge.

-3 étaient de couleurs jaunes, translucides :
Dont 2 montraient une série d'absorptions en lignes multiples.
et 1 ne montrait qu'une ligne d'absorption à 653 nm.

Tous les spécimens testés ont été acquis sur le marché de Chanthaburi en Thaïlande :



¹³ Les 68 zircons testés (collection personnelle)

5. HISTOIRE, CROYANCES ET JOAILLERIE

Le mot Zircon viendrait du persan “Zargun”, signifiant “de couleur dorée”.

D’autres significations proviennent de l’arabe “Zarkun”, signifiant “Vermillon”.

Il est apparu dans la littérature et dans le commerce des gemmes sous une variété de noms incluant Jargon (Zircon Jaune), Jacinthe (Zircon Rouge), Matura Diamond (Zircon Blanc), Starlite (Zircon Bleu), Hyacinthe (Zircon Bleu, Rouge et Jaune) et Ligure.

Il est utilisé en joaillerie depuis près de 3000 ans.



14

Il fut utilisé pour la gravure en intaille aux temps de la Grèce antique et sur des amulettes Indiennes, associés aux rubis, saphir, émeraude, perle, grenat...



15

Les légendes disent que le Zircon a été placé dans la fondation des murs de la ville de Jérusalem, qu’il était serti sur le pectoral de Salomon et qu’il était attribué à Saint Simon.

Le Zircon était apprécié pour sa brillance, cette pierre était reconnue pour protéger contre les vibrations négatives. Les croyances racontaient que cette pierre améliorait l’honneur, la confiance en soi, la sagesse et l’intelligence, permettait un sommeil profond et de promouvait la richesse.

Au Moyen Age, il a été dit que le Zircon apportait prospérité, honneur et sagesse à son propriétaire.

Il avait aussi le pouvoir de soulager les douleurs, de rassasier et protéger le voyageur contre les maladies et les blessures, et d’assurer un accueil chaleureux sur sa route.

Le folklore ajoute que le Zircon perdait de son éclat à l’approche d’un danger immédiat.

¹⁴ Bague gravée en Intaille sur Zircon rouge. Collection British Museum.

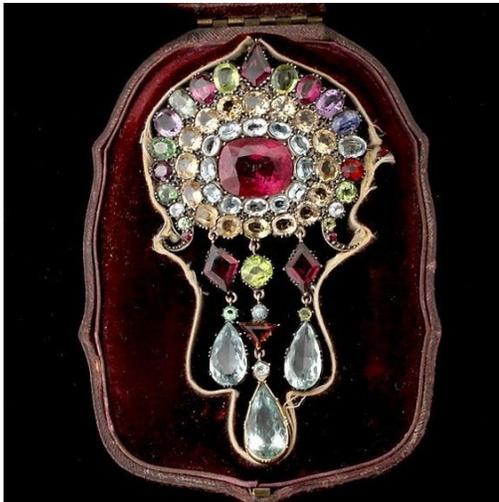
¹⁵ Bijou brassard serti de 12 pierres précieuses. Inde 17ème. Empire Moghul.

La popularité crût dramatiquement au 16ème siècle lorsque les joailliers italiens commencèrent à présenter la gemme dans leurs productions de bijoux mais également la fabrication d'élixirs "médicaux" et comprenant notamment du Zircon, les gemmes étant considérées comme ayant des vertus curatives lorsque ingérées sous forme de poudres, tout cela bien souvent au détriment du patient.

La croyance du pouvoir des pierres connus toutes les fantaisies.

"Dans une collection de bagues serties de pierres précieuses rassemblée par Sir Arthur Herbert Church (1837-1915), 45 bagues étaient serties de Zircon sur 169 pièces, d'époques et de provenances différentes, illustrant la grande variété de couleurs pouvant être trouvée chez cette gemme. "¹⁶

C'est dire l'importance de l'utilisation du Zircon durant les périodes Géorgienne (1714-1837), Victorienne (1837-1901) et Edwardienne (1901-1915), où il a été communément utilisé sur les bijoux royaux ainsi que beaucoup d'autres pièces de joaillerie traditionnelles et il a été notamment largement utilisé comme simulant du diamant.



17

Époque Géorgienne. 1840



18

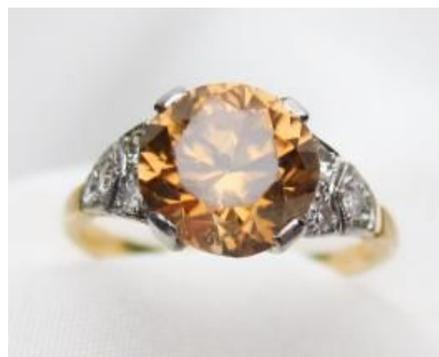
Époque Victorienne. 1870



19

Époque Edwardienne. 1910

Jusqu'à l'époque des Arts décoratifs qui se terminèrent brutalement à l'aube de la seconde guerre Mondiale. Associé au diamant, à l'émeraude ou à la perle, il était très souvent utilisé en pierre de centre.



Arts Décoratifs. 1920

¹⁶ Traduit de "Rings for the Finger" P.86

¹⁷ http://www.icollector.com/MULTI-STONE-SILVER-12K-Y-G-STOMACHER-BROOCH_i11504616

¹⁸ AN ANTIQUE BROWN ZIRCON, PEARL AND DIAMOND BROOCH _ Christie's

¹⁹

Il fut beaucoup utilisé jusqu'au milieu du 20ème siècle, toujours serti parmi Saphirs, Rubis ...



20



21

6. Le Zircon aujourd'hui :

A l'heure actuelle, l'utilisation du Zircon bleu par les joailliers contemporains du 21ème siècle en France reste marginale, bien que la tendance soit à la hausse.

Il est très populaire en bijouterie aux États Unis et en Asie qui proposent de nombreux modèles de bijoux serties de Zircons bleus ainsi que ses autres couleurs.

Il est une belle alternative aux topazes bleues irradiées et aux Aigues-Marine qui nécessitent un plus gros budget.

Les Zircons verts ressemblent au Grenat Démantoïde qui est beaucoup plus onéreux.

Les Zircons rouges, bien que moins résistants à l'abrasion, sont une très belle alternative aux Grenats rouges.

Il apparait que c'est un type de gemme qui est également beaucoup collectionnée, taillée ou sous sa forme brute ou en tant que spécimen minéralogique.

Le Zircon en lui même est une force de la nature, un magnifique exemple des gemmes que la Terre puisse produire et qui mérite sa place parmi toute les pierres précieuses les plus populaires.



22

²⁰ <http://isadoras.com/circa-1950-blue-zircon-diamond-ring.html>

²¹ <http://www.bonhams.com/auctions/21889/lot/133/>

²² Merci à Monsieur Paul Levin chez Tairona en Californie pour ses images.

BIBLIOGRAPHIE

<https://opendevelopmentcambodia.net/topics/gemstone-mining/>*

<https://museecanadiendelanature.wordpress.com/2014/02/24/ce-que-revele-une-couleur-a-la-recherche-de-zircons-au-cambodge/>

<https://gem-a.com/component/k2/news/gemstones-vietnam-zircon>

Video de Jérémy Brian “Fieldtrip do the Ratanakiri mines”.

Book of gemstones identification. Liddicoat. 1937.

Gem Guide Novembre / Décembre 2016 et Mai / Juin 2016

Gems and gemmology.com

The curious Lore of precious stones. Kunz.

Rings for the finger. Kunz

The Magic of Jewels and Charms. Kunz

Practical Gemmology. Robert Webster

Gems and Gem material. Kraus and Slawson